МИНИСТЕРСТВО ВНУТРЕННИХ ДЕЛ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВНЕВЕДОМСТВЕННОЙ ОХРАНЫ
Научно-исследовательский центр «Охрана»

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБНАРУЖЕНИЯ, ОСНОВАННЫХ НА РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРИНЦИПАХ, ДЛЯ ОХРАНЫ ОГРАЖДЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ОТКРЫТЫХ ПЛОЩАДОК

Р 78.36.026-2012

Москва 2012

gost.e-ecolog.ru

Рекомендации разработаны сотрудниками ФКУ НИЦ «Охрана» МВД России: А.А. Никитиным, Н.В. Малёминым, А.В. Чаплыгиным, А.В. Климовым, С.Г. Анюхиным, А.Н. Фединым, Д.А. Прошутинским, М.П. Пермяковым под руководством к.т.н. А.Г. Зайцева и утверждены Главным управлением вневедомственной охраны МВД России.

Рекомендации по использованию технических средств обнаружения, основанных на различных физических принципах, для охраны огражденных территорий и открытых площадок (Р 78.36.026-2012) – М.: НИЦ «Охрана», 2012. – 182 с.

© **ФКУ НИЦ «Охрана» МВД России, 2012**

СОДЕРЖАНИЕ

Нормативные ссылки 4
Термины и сокращения 5
Введение 6
1 Особенности применения технических средств обнаружения для охраны огражденных территорий и открытых площадок 10
1.1 Общие принципы охраны огражденных территорий и открытых площадок 10
1.2 Типовые виды заграждений периметров объектов 11
1.3 Наиболее вероятные способы преодоления ограждений периметров объектов нарушителями 15

2 Обзор перспективных технических средств обнаружения, основанных на различных физических принципах, для охраны огражденных территорий и открытых площадок 19
2.1 Общая классификация средств обнаружения для охраны огражденных территорий и открытых площадок 19
2.2 Сейсмические средства обнаружения 21
2.3 Манометрические средства обнаружения 27
2.4 Емкостные средства обнаружения 32
2.5 Радиоволновые средства обнаружения 35
2.6 Вибрационные (трибоэлектрические) средства обнаружения 59
2.7 Оптико-электронные средства обнаружения (активные, пассивные, волоконно-оптические) 66
2.8 Проводноволновые средства обнаружения 98
2.9 Средства обнаружения на основе «линии вытекающей волны» 101
2.10. Средства обнаружения и охранные комплексы на основе радиолокационных станций 104
2.11. Быстро разворачиваемые радиоволновые комплексы охраны 125
2.12 Комбинированные и совмещенные средства обнаружения 129

3 Выбор и применение перспективных технических средств обнаружения, основанных на различных физических принципах, для охраны огражденных территорий и открытых площадок 136

4 Типовые варианты применения средств обнаружения, основанных на различных физических принципах, в обычных условиях эксплуатации и при наличии внешних факторов, усложняющих их функционирование 149

Приложение А.Таблицы тактико-технических характеристик извещателей 165
Приложение Б. Характеристики РЛС обнаружения 173

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем отчете о НИР использованы ссылки на следующие стандарты.

ГОСТ Р 50775-95 (МЭК 60839-1-1:1988) Системы тревожной сигнализации. Часть 1. Общие требования. Раздел 1. Общие положения

ГОСТ Р 51330.0-99 (МЭК 60079-0-98) Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 0. Общие требования.

ГОСТ Р 51330.10-99 (МЭК 60079-0-98) Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 11. Искробезопасная электрическая цепь.

ГОСТ Р 52002-2003 Электротехника. Термины и определения основных понятий

ГОСТ Р 52434-2005 (МЭК 60839-2-3:1987) Извещатели охранные оптико-электронные активные. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ Р 52435-2005 Технические средства охранной сигнализации. Классификация. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ Р 52551-2006 Системы охраны и безопасности. Термины и определения

ГОСТ Р 52651-2006 Извещатели охранные линейные радиоволновые для периметров. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ Р 52860-2007 Технические средства физической защиты. Общие технические требования

ГОСТ 285-69 Проволока колючая одноосновная рифленая. Технические условия

ГОСТ 14254-96 (МЭК 60529:2001) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)

ГОСТ 26342-84 Средства охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Типы, основные параметры и размеры

ГОСТ 27990-88 Средства охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Общие технические требования

ГОСТ 5336-80 Сетки стальные плетеные одинарные. Технические условия

Примечание. При использовании указанных стандартов целесообразно проверить их действие в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю "Национальные стандарты", который публикуется по состоянию на 1 января текущего года, а также по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям. Если спользуемый стандарт заменен (изменен), то следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если используемый стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

ТЕРМИНЫ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящих рекомендациях применены термины по ГОСТ Р 50775, ГОСТ Р 52002, ГОСТ Р 52435, ГОСТ Р 52551, ГОСТ Р 52651 ГОСТ 26342.

Используемые сокращения:

АКЛ – армированная колючая лента;
АРУ – автоматическая регулировка усиления;
ВАРУ – временная автоматическая регулировка усиления;
ВОС – волоконно-оптические системы;
ДН – диаграмма направленности;
ЗО – зона обнаружения;
ИКСО – инфракрасные (оптико-электронные) средства обнаружения;
КМП – карта местных предметов;
КЦП – колючая оцинкованная проволока;
ЛВВ – линия вытекающей волны;
ЛС – линии связи;
ЛЭП – линии электропередач;
МОВ – многомодовое оптическое волокно;
МСО – магнитометрические средства обнаружения;
ООВ – одномодовое оптическое волокно;
ОЭСО – оптико-электронные средства обнаружения;
ПВСО – проводно-волновые средства обнаружения;
ПСО – периметровые средства обнаружения;
ПРД – передатчик;
ПРМ – приемник;
ПК – персональный компьютер;
РВСО – радиоволновые средства обнаружения;
РЛИ – радиолокационное изображение;
РЛСО – радиолучевые средства обнаружения;
РСО – радиотехнические средства обнаружения;
СВЧ – сверхвысокочастотный;
СКИ – сверхкороткоимпульсный;
СО – средства обнаружения;
СОП – система охраны периметра;
ССО – сейсмические средства обнаружения;
СДЦ – селекция движущихся целей;
ССЦП – сетка сварная с цинковым покрытием;
СШП – сверхширокополосный;
ТСОС – технические средства охранной сигнализации;
ТЭСО – трибоэлектрические средства обнаружения;
ЧЭ – чувствительный элемент;
ЭЖД – электрифицированная железная дорога;
ЭМП – электромагнитное поле;
ЭПР – эффективная поверхность рассеяния.

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшим направлением деятельности подразделений вневедомственной охраны является обеспечение противокриминальной защиты объектов, отнесенных к категории критической важности, повышенной опасности, жизнеобеспечения населения и массового пребывания граждан.

Большинство таких объектов имеют протяженные периметры территории, которые должны быть оснащены высоконадежными эффективными средствами безопасности, обеспечивающими защиту от незаконного проникновения на объекты.

В Российской Федерации расположено более 174 тыс. объектов, отнесенных к категории особой важности, повышенной опасности, жизнеобеспечения и массового пребывания граждан.

Подразделения вневедомственной охраны обеспечивают противокриминальную безопасность более 70 тыс. объектов указанной категории, из них 21 тыс. объектов особой важности и 4,8 тыс. – жизнеобеспечения, 730 гидросооружений и их комплексов, 406 объектов метрополитена и 724 – телерадиовещания, а также более 37 тыс. мест массового пребывания граждан.

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 31 марта 2010 г. № 403 "О создании комплексной системы обеспечения безопасности населения на транспорте" [1] актуальным вопросом является оснащение наиболее уязвимых объектов транспортной инфраструктуры специализированными техническими средствами и устройствами, обеспечивающими устранение их уязвимости от актов незаконного вмешательства.

Не менее остро стоит вопрос повышения эффективности охраны территорий объектов жизнеобеспечения и техногенноопасных объектов. Важнейшее значение в этом деле имеет надежная инженерно-техническая оснащенность стратегически важных объектов, в том числе системами охранной сигнализации и видеонаблюдения. Затраты на эти цели нередко кажутся излишними, но цена вопроса – жизни людей и катастрофы техногенного масштаба.

Кроме защиты от криминальных угроз в отношении объектов особой категории важнейшее государственное значение имеет защита их от угрозы совершения террористических актов.

В соответствии с Перечнем объектов, подлежащих обязательной охране подразделениями вневедомственной охраны, утвержденным распоряжением Правительства Российской Федерации от 2 ноября 2009 г. № 1629-р [2], к числу указанных объектов относятся международные аэропорты и аэродромы, на которых имеются пункты пропуска через государственную границу Российской Федерации, и объекты их инфраструктуры, а также места стоянок и (или) обслуживания судов и иных плавсредств с ядерными энергетическими установками и радиационными источниками в морских портах, в которые разрешен их заход. Подразделениями вневедомственной охраны осуществляется безопасность 66 аэропортов, имеющих статус международных. Такие объекты имеют достаточно большой по протяженности периметр территории, требующий надежной защиты от проникновения нарушителей и террористов.

В отношении вопроса о защите объектов атомной энергетики необходимо отметить, что в феврале 2011 года вступили в действие Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии "Требования к физической защите судов с ядерными энергетическими установками и судов-транспортировщиков ядерных материалов" (НП-085-10) [3]. В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 19 июля 2007 г. № 456 "Об утверждении Правил физической защиты ядерных материалов, ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов" [4] Министерство внутренних дел Российской Федерации в пределах своих полномочий обеспечивает охрану ядерных объектов, определяемых Правительством Российской Федерации. С 1 июня 2008 года в отношении данной категории охраняемых объектов действуют Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии "Требования к системам физической защиты ядерных материалов, ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов" (НП-083-07) [5]. Общие технические требования к ТС физической защиты данной категории объектов установлены ГОСТ Р 52860-2007 «Технические средства физической защиты. Общие технические требования».

Кроме указанных критически важных и опасных объектов подразделения вневедомственной охраны полиции обеспечивают безопасность 7891,2 км магистральных трубопроводов, осуществляющих транзит энергоносителей по территории России, а также 4,6 тыс. единиц оборудования, расположенного вдоль их трасс.

Многие из вышеперечисленных объектов, относящихся к категории критической важности и повышенной опасности, имеют достаточно большие территории, которые должны быть защищены от доступа посторонних лиц и проникновения нарушителей с целью совершения хищения имущества или террористических актов. Протяженность периметров таких объектов может измеряться десятками километров. При помощи обычных ограждений и физической охраны обеспечить надежную и эффективную защиту таких рубежей очень сложно.

В условиях сохраняющегося высокого уровня имущественных преступлений, наносящих существенный ущерб экономике и национальным интересам государства, возрастания агрессивности преступной среды и проявлений терроризма вопрос применения надежных и эффективных средств обнаружения несанкционированного проникновения на объекты данной категории является актуальным.

Система защиты периметра объекта является важнейшим элементом комплексной системы безопасности, а для особо важных объектов, повышенной опасности и жизнеобеспечения – обязательным.

В процессе проектирования систем защиты периметра необходимо учитывать следующие особенности:

- топографию охраняемого объекта и конфигурацию его периметра;
- состав, конструкцию и характеристики ограждений периметра;
- рельеф местности;
- почвенно-геологическое строение контролируемых рубежей;
- соседство железнодорожных и автомобильных магистралей, ЛЭП, кабельных линий;
- вероятные пути миграции животных;
- климатические факторы, характерные для данной местности.

Эксплуатация периметровых систем сигнализации осуществляется в разнообразных климатических и почвенно-геологических условиях Российской Федерации. Значительные сезонные колебания температуры и влажности во многих регионах приводят к жестким требованиям обеспечения работоспособности технических

средств охранной сигнализации (ТСОС) в течение регламентированного срока службы по ГОСТ Р 52435-2005 «Технические средства охранной сигнализации. Классификация. Общие технические требования и методы испытаний» (не менее восьми лет).

Периметровые средства обнаружения (ПСО) должны с высокой вероятностью обнаруживать разнообразные способы преодоления периметра: перелаз через ограждение, разрушение полотна ограждения, подкоп под ограждением и другие.

ПСО должны сохранять работоспособность при наличии помех различного происхождения, например, порывов ветра, дождевых потоков, града, снега, тумана, росы, обледенения охраняемой зоны (конструкции), сейсмических и виброакустических помех от транспортных средств и других техногенных факторов, от свободного непредсказуемого перемещения животных и птиц, грозовых разрядов, электромагнитных помех от ЛЭП, подземных силовых и сигнальных кабелей, преднамеренных помех, создаваемых нарушителем и др.

Организация защиты периметра объекта представляет собой комплексную задачу оптимального сочетания инженерно-технической укрепленности и ТСОС.

Как известно, ПСО базируются на различных физических принципах действия и отличаются использованием чувствительных элементов различных типов и конструкций. Многообразие применяемых видов ПСО объясняется необходимостью обеспечения охраны периметров различных конфигураций, выполненных с применением различных видов ограждений, а также необходимостью организации различного числа рубежей охраны, в зависимости от категории охраняемого объекта и его потенциальной опасности.

Современные ПСО принято классифицировать по физическим принципам, положенным в основу их функционирования.

В электромеханических средствах обнаружения (СО) чувствительным элементом являются натянутые проволочные нити с концевыми датчиками. Раздвижение нитей, их обрыв или перекусывание приводит к формированию извещения о тревоге. В настоящее время применяются редко из-за низкой имитостойкости.

В вибрационных СО в качестве чувствительного элемента выступают кабельные датчики вибраций (трибоэлектрические, оптоволоконные) или системы точечных датчиков вибраций (пьезоэлектрические, электромагнитные). Принцип действия таких СО основан на колебаниях или деформациях полотна ограждения при перелазе через ограждение или под ним (путем отгиба нижнего края), механического повреждения основного полотна ограждения и т.п.

Емкостные СО основаны на изменении емкости чувствительного элемента, которым может быть само металлическое ограждение (изолированное от земли), при приближении (прикосновении) нарушителя к ограждению, перелазе или разрушении ограждения.

Индуктивные СО основаны на эффекте изменения индуктивности петли ЧЭ при изменении формы, обрыве или разрезании проводников, установленных определенным образом на охраняемом ограждении.

Радиолучевые (линейные радиоволновые) СО состоят из разнесенных в пространстве передатчика и приемника СВЧ излучения. Принцип действия основан на изменении параметров принимаемого сигнала при появлении (движении) нарушителя между передатчиком и приемником.

В проводноволновых СО используется система параллельных проводов, по которым осуществляется передача и прием радиочастотных сигналов, создающих излучение вдоль этих проводов. Изменение параметров принимаемого сигнала из-за появ-

ления (движения) нарушителя вблизи системы проводов приводит к выдаче извещения о тревоге. Данные СО используют для блокировки полотна или верхней (козырьковой) части ограждений.

Магнитометрические СО представляют собой систему проводов, чувствительную к изменению магнитного поля при перемещении через неё металлических предметов.

Сейсмические СО представляют собой систему специальных датчиков или кабелей, установленных в грунте. Принцип действия основан на регистрации сейсмических колебаний почвы, вызываемых человеком или техническим средством при движении по охраняемой зоне.

Манометрические СО представляют собой протяженные гидравлические датчики давления и используются для охраны как огражденных, так и не огражденных периметров объектов. Такие СО могут использоваться, например, как средства раннего обнаружения нарушителя или как средства обнаружения подкопа под охраняемым ограждением или зданием.

Оптико-электронные СО подразделяются на активные и пассивные. Для охраны периметров объектов в некоторых случаях используются активные оптико-электронные СО, которые представляют собой разнесенные излучатель и приемник, формирующие инфракрасный (ИК) луч (лучи). Прерывание лучей нарушителем приводит к формированию извещения о тревоге.

Как показали результаты исследований ПСО, основанных на каком-либо одном физическом принципе обнаружения, такие ПСО, с одной стороны, не обеспечивают необходимой помехоустойчивости, особенно на объектах со сложной помеховой обстановкой, что может привести к частым выездам по ложным тревогам групп немедленного реагирования на значительные расстояния, с другой стороны, эти ПСО не могут в полной мере обеспечить эффективную комплексную защиту ограждений периметров объектов от наиболее вероятных способов преодоления периметра: перелаз через ограждение, разрушение полотна ограждения, подкоп под ограждением и другие.

В связи с этим, в настоящее время наиболее перспективным направлением развития ПСО является создание и применение комбинированных и комбинированно совмещенных СО, основанных на нескольких физических принципах, обеспечивающих полноценную защиту ограждений периметров территорий объектов от всех потенциально возможных способов их преодоления, обладающих при этом необходимыми параметрами достоверности обнаружения, помехоустойчивости, функциональной надежности и технико-экономической эффективности [7].

1 ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЛЯ ОХРАНЫ ОГРАЖДЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ОТКРЫТЫХ ПЛОЩАДОК

1.1 Общие принципы охраны огражденных (не огражденных) территорий и открытых площадок

Общие принципы построения системы охраны периметров территорий и открытых площадок изложены в РД 78.36.006-2005 (раздел 5) [8]. В дополнение к этому, в аспекте проводимых исследований необходимо отметить следующее.

В основе разработки системы защиты периметра и организации ее функционирования лежит принцип создания последовательных рубежей, в которых угрозы должны быть своевременно обнаружены, а их перемещению будут препятствовать надежные преграды. Защита периметра объекта – комплексная задача, для эффективного решения которой важно оптимальное сочетание механических препятствий – пассивного ограждения, затрудняющего и замедляющего проникновение нарушителя, с ТС ОС, обеспечивающими наиболее раннее установление попытки или факта преодоления периметра.

В охраняемом периметре необходимо предусмотреть организацию зон для проезда железнодорожного или автомобильного транспорта (устройство ворот, шлагбаумов, мест досмотра транспорта).

Одним из основных рубежей системы защиты периметра является ограждение. Ограждение должно не только затруднять проникновение нарушителя на объект, но и определять попытку его преодоления.

Основными принципами функционального построения Комплекса для охраны ограждения являются:

- многозональность, которая позволяет контролировать ограждение, разделяя его на локальные участки;
- комплексное и (или) комбинированное обнаружение с использованием различных физических принципов с дополнением функционально законченных извещателей и видеонаблюдения;
- децентрализованная обработка первичной информации, поступающей от распределенных чувствительных элементов (ЧЭ).

Проведя предварительный анализ проблемы, можно сформулировать следующие направления разработок для решения задачи:

- выбор и разработка чувствительных каналов с использованием различных физических принципов обнаружения нарушителя;
- алгоритм совместной работы каналов на различных физических принципах в локальном участке, а также с учетом сигналов от других СО, установленных на этом участке;
- дополнительное оборудование для управления параметрами Комплекса при монтаже и регулировке.

Необходимо также рассмотреть вопрос:

- по организации интерфейса Комплекса для передачи извещения о тревоге на пульт централизованного наблюдения с локального охраняемого участка периметра объекта по двухпроводной линии (в том числе с использованием промышленного интерфейса RS-485) или по радиоканалу с указанием идентификационного адреса участка или рубежа;

- по разработке автоматизированного рабочего места оператора Комплекса, позволяющего производить включение/выключение СО, основанных на различных физических принципах, управление функциональными параметрами СО и их комбинационно-логическим взаимодействием в составе или контуре Комплекса.

1.2 Типовые виды заграждений периметров объектов

Нормативные требования к основным, дополнительным и предупредительным заграждениям территории охраняемых объектов приведены в РД 78.36.006-2005 МВД России (раздел 3) [8], к техническим средствам инженерно-технической укрепленности (физической защиты), применяемым в системах физической защиты ядерных объектов, – в ГОСТ Р 52860-2007.

В дополнение к этому отметим, что рассматривая возможность использования каких-либо инженерных заграждений или инженерно-технических сооружений в качестве составной части систем охраны периметра, необходимо чтобы ограждения обладали следующими качественными характеристиками:

- высокой механической прочностью (устойчивостью к внешним механическим воздействиям, направленным на разрушение);
- устойчивостью к различного рода климатическим воздействиям;
- простотой при строительстве;
- высокой ремонтопригодностью и восстанавливаемостью;
- возможностью применения в различных геодезических условиях;
- совместимостью с различными видами ТСОС;
- высокой эффективностью в качестве препятствия;
- оптимальным сочетанием цена/качество.

В свое время широкое применение получили железобетонные заграждения, выполненные, как правило, из железобетонных плит или монолитного железобетона (рисунок 1). Достаточно много заграждений, выполненных из кирпичной или блочной кладки, а также комбинированных ограждений.



Рисунок 1 - Состав заграждения и вид полотна

В комбинированных заграждениях (рисунок 2) в качестве опор, как правило, применяются железобетонные столбы или столбы из кирпича, а заполнение пролетов между опорами осуществляется деревянными щитами, решетками из металлической арматуры диаметром 5 мм и более, профилированными металлическими листами и т.п.

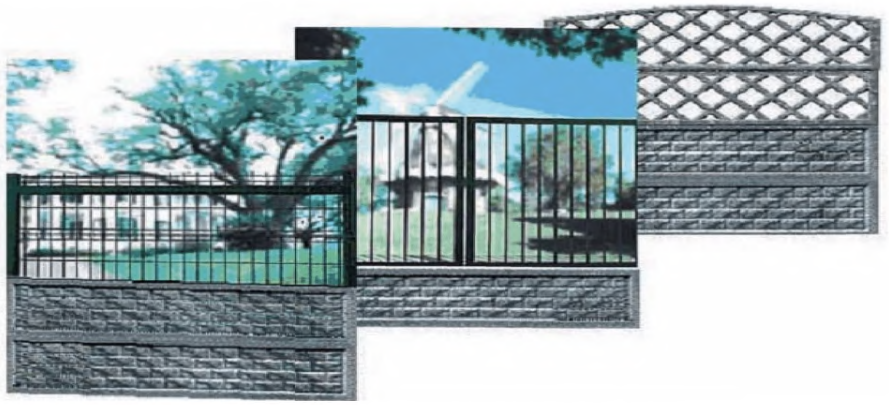


Рисунок 2 - Комбинированное заграждение

Заграждения, перечисленные выше, можно охарактеризовать, как "жесткие" ("тяжелые").

В последнее время на различных объектах находят широкое применение так называемые "гибкие" ("легкие") заграждения (рисунок 3). Как правило, подобные ограждения выполнены из сетки ССЦП, стальной плетеной сетки по ГОСТ 5336-80 ("Рабица"), проволоки КЦП по ГОСТ 285-69 (натянутой в несколько рядов), АКЛ и т.п.

В качестве опор в таких заграждениях используются железобетонные столбы, металлические трубы или специализированные стальные профилированные стойки.



Рисунок 3 - Вид «легкого» заграждения

Сделать выводы о том, какие заграждения наиболее выгодно использовать на объектах при оценке соотношения эффективности, качества и стоимости, можно исходя из приведенной таблицы 1.

Таблица 1

Тип заграждений	Характеристики заграждений							
	Механическая прочность	Устойчивость к климатическим воздействиям	Простота при использовании	Ремонтопригодность и восстанавливаемость	Применяемость в различных геодезических условиях	Совместимость с различными ПСО	Эффективность в качестве препятствия	Стоимость
Железобетонные заграждения	высокая	средняя	низкая	низкая	низкая	низкая	низкая	высокая
Деревянные заграждения	низкая	низкая	средняя	высокая	средняя	низкая	низкая	низкая
Заграждения из ССЦП	высокая	средняя	высокая	высокая	высокая	высокая	средняя	средняя
Заграждение из АКЛ	высокая	высокая	средняя	средняя	высокая	высокая	высокая	средняя

При проведении сравнительного анализа различных заграждений необходимо рассмотреть наиболее характерные и перспективные ограждения в каждом типе.

Среди "жестких" заграждений (рисунок 4) наиболее распространенным является железобетонный забор.



Рисунок 4 - Железобетонное заграждение

Рассматривая железобетонные заграждения, следует принимать во внимание, что они имеют высокую механическую прочность, однако при воздействии климатических условий (снег, дождь) подвержены разрушению (распад бетона, коррозия закладных изделий, осадка фундаментов). У заграждений данного типа очень сложные процессы строительства, восстановления и ремонта, кроме этого, они могут быть воз-

ведены не во всех геодезических условиях. Особенно затруднительно возводить железобетонные заграждения на сложных грунтах (сыпучие пески, болотистая местность, скалистый ландшафт и т.п.).

Совместно с железобетонными заграждениями обычно применяют радиолучевые, радиоволновые или вибрационные СО (специального назначения). Для применения других СО подобные заграждения нужно дополнительно оснащать козырьком из сетки, изделий из АКЛ или проволоки КЦП, что ведет к увеличению их стоимости.

Для преодоления железобетонных заграждений, не оснащенных дополнительно защитным козырьком, нарушителю потребуется время не более 1 мин. Таким образом, эффективность железобетонного ограждения в качестве препятствия достаточно низкая.

В настоящее время среди "гибких" заграждений наиболее перспективными являются ограждения из ССЦП (диаметр прутьев – 4...5 мм), например, серия ограждений "Махаон" (Центр специальных инженерных сооружений) с дополнительным козырьковым заграждением из АКЛ и противоподкопным заглублением в грунт на 0,3 м (рисунок 5).



Рисунок 5 – Современный типовой вид заграждения периметра объекта (основное и противоподкопное из ССЦП, козырьковое из АКЛ)

Анализируя характеристики заграждений из ССЦП, следует отметить высокую механическую прочность, достаточную для задержания нарушителя. Заграждения из ССЦП могут применяться практически во всех климатических и геодезических условиях (защищены от воздействия внешних факторов, достаточно просты в установке, монтаже и обслуживании). Они наилучшим образом подходят для совместной работы практически с любыми ПСО (трибоэлектрическими, радиоволновыми, оптико-электронными и др.).

Удачным примером является комбинированное заграждение, нижняя часть которого высотой 2 м изготовлена из кирпича (разрушить его трудно, воздействие животных не приводит к его колебаниям), а верхняя часть высотой 1 м - из гибкой сварной сетки типа ССЦП (перекусывать ее на высоте затруднительно, а перелаз грозит нарушителю падением с высоты и травматизмом).

Для заграждений и установленных на них (или вблизи) ПСО необходимо обеспечить эффективности их *связки,* в том числе «провоцируя» потенциального нарушителя на нужный способ вторжения, обеспечивая компромисс между жесткостью и гибкостью заграждения так, чтобы, с одной стороны, «чутко» реагировать на действия нарушителя, с другой стороны, противостоять значимым источникам помех [9]. Примером такой неудачной связки может служить ИК активное СО, установленное по верху монолитного заграждения, у которого профиль верхней части не прямолинеен (выступы опор); подготовленный нарушитель в этом случае определит места вероятных «дыр» в зоне обнаружения (ЗО).

Необходимость обеспечения соответствия конструкции заграждения и параметров СО в еще большей степени относится к строительно-сигнализационным заграждениям, у которых верхняя часть является чувствительным элементом. Возможны коллизии, когда хорошее заграждение и надежное СО в совокупности дают неудовлетворительный результат. Например, металлическое заграждение может исказить ЗО установленного на нем проводно-волнового СО, что приведет к уменьшению вероятности обнаружения. Повышение эффективности первого рубежа комплекса охранной сигнализации достигается также обеспечением *полосы отчуждения* – полосы грунта шириной в несколько метров, примыкающей к заграждению изнутри, свободной от растительности, запретной для прохода.

Деревья и кусты вблизи заграждения оказывают существенное помеховое влияние на любое ПСО или делают их неработоспособными (радиолучевые), дают дополнительную возможность нарушителю преодолеть рубеж. Если полоса отчуждения не сформирована, то, как показывает практика, эффективная защита периметра от вторжения подготовленных нарушителей невозможна.

1.3 Наиболее вероятные способы преодоления ограждений периметров объектов нарушителями

Для обеспечения эффективной охраны периметров объектов при ее построении необходимо учитывать и возможные действия нарушителя, совершающего проникновение (попытку проникновения) на объект. С этой целью составляется модель нарушителя [10].

Возможная классификация нарушителей представлена на рисунке 6.

Обычно при проектировании периметровой сигнализации подразумевается модель так называемого «нормального» одиночного неосведомленного нарушителя, который может иметь при себе обычный слесарный инструмент для разрушения заграждения, доску или лестницу для облегчения перелаза, осуществляет преодоление охраняемого рубежа «с ходу» в быстром или среднем темпе. Такое допущение справедливо для основной массы (по различным оценкам от 85 до 95%) нарушителей, спонтанной целью которых может являться хулиганство, кража, вандализм.

Наиболее опасными, с точки зрения проникновения на объект, являются:

- группа нарушителей, которые помогают друг другу при пересечении рубежа (например, вставая на плечи или разжимая проволочные нити заграждения) или создают поток тревог по периметру объекта, дезориентируя охрану относительно реального вторжения;

- нарушитель со специальными подручными средствами, которые помогают ему осторожно преодолеть охраняемый рубеж путем перелаза (стремянка), организации «моста» над ЗО (доска, лестница), разрушения заграждения (газовая горелка), более изощренными, но возможным способами (перекатом, прыжком, подкопом);

- подготовленный нарушитель, который (визуально, с помощью аппаратуры, путем разведданных или «зондированием») выявляет тип или даже вид периметрового СО, изучает соответствующую документацию и определяет способы преодоления охраняемого рубежа, при которых эффективность обнаружения снижается до минимума, например, построением «моста» над ЗО (с помощью доски, лестницы);

- очень медленное (менее 0,1 м/с), а в некоторых случаях очень быстрое (более 10 м/с, прыжком) пересечение ЗО, при котором возникающие полезные сигналы либо находятся за пределами диапазона регистрируемых частот, либо воспринимаются, как помеховые;

- постепенное и осторожное разрушение полотна заграждения, например, для сетки – выкусывание нитей с промежутком раз в несколько минут с одновременным «гашением» вибраций, с последующим проникновением на объект сквозь отверстие.



Рисунок 6- Классификация нарушителей

В таблице 2 представлены возможные способы действий подготовленных нарушителей и соответствующие меры противодействия, которые влияют, прежде всего, на построение периметрового рубежа сигнализации, включая выбор (если возможно) заграждения, его техническую укрепленность.

Таблица 2

Действия	Способ	Меры по противодействию
Подготовка к преодолению ТСО	«Зондирование» СО	Использование системы теленаблюдения для обнаружения и пресечения таких попыток. Ответная (например, со случайным опозданием) реакция охраны.
	Визуальное обследование СО	Использование маскируемого СО или средства с малоза-метной чувствительной частью. Использование видеонаблюдения для обнаружения таких попыток. Применение новых, трудно идентифицируемых СО.
	Мониторинг физического поля вблизи СО	Применение пассивных по принципу действия СО, например, сейсмических, вибрационных и т.д.
	Утечка информации о структуре СО	Обеспечение конфиденциальности информации. Выбор надежных фирм и обслуживающего персонала. Использование «случайных» алгоритмов СО, дезинформации.
Преодоление ТСО	Группа нарушителей	Использование высокого или технически укрепленного заграждения (например, применяя колючую спираль АКЛ). Обеспечение режима «предтревоги» при обнаружении группы людей вблизи объекта с внешней стороны периметра.
	Подготовленный нарушитель	Применение двух СО, построенных на различных принципах работы, разнесенных в пространстве. Применение комбинированных СО, построенных на нескольких физических принципах работы. Маскировка (по возможности) чувствительной части СО. Применение маскируемых, пассивных по способу действия СО.
	Подкоп	Бетонирование фундамента заграждения. Применение противоподкопного периметрового СО.
	Медленное или быстрое преодоление	Выбор оптимальной конструкции заграждения. Выбор СО с соответствующими ТТХ.
	Осторожное, постепенное разрушение заграждения	Проведение профилактических охранных мероприятий, например, обход периметра каждые 2-3 часа. Выбор заграждений, которые нельзя медленно разрушить без «обвала», генерации больших полезных сигналов.
	Блокирование СО путем его зашумления	Выбор СО, сигнализирующих о таких попытках. Выбор СО, в которых такая возможность сведена к минимуму.

Выводы

1 Вероятными способами несанкционированного преодоления ограждения периметра охраняемого объекта принято считать:

- «пересечение» рубежа: бегом, ходьбой, медленным шагом, ползком, прыжком, перекатом;

- «перелаз» заграждения - с помощью или без помощи вспомогательных средств;

- «пролаз» через заграждение путем деформирования или разрушения полотна;

- «подкоп» под заграждение.

2 Для обеспечения эффективного функционирования системы охраны периметра следует для каждого из перечисленных выше путей преодоления ограждения применять средства обнаружения, основанные на физических принципах, которые наиболее эффективны для обнаружения вероятных способов преодоления периметра объекта.

2 ОБЗОР ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБНАРУЖЕНИЯ, ОСНОВАННЫХ НА РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРИНЦИПАХ, ДЛЯ ОХРАНЫ ОГРАЖДЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ОТКРЫТЫХ ПЛОЩАДОК

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

В этой связи существует необходимость дать оценку возможности применения таких извещателей на объектах, охраняемых подразделениями вневедомственной охраны, показать тенденции развития периметровых средств обнаружения.

Соответствующая информация широко представлена в аналитических статьях отечественных и зарубежных разработчиков периметровых средств обнаружения, рекламных материалах предприятий-изготовителей ТСОС, в том числе размещаемых в рамках специализированных выставок, форумов и конференций, а также содержится в Списке технических средств безопасности, удовлетворяющих "Единым техническим требованиям к системам централизованного наблюдения, предназначенным для применения в подразделениях вневедомственной охраны" и "Единым техническим требованиям к объектовым подсистемам охраны, предназначенным для применения в подразделениях вневедомственной охраны" ГУВО МВД России [12].

Особое внимание следует уделить извещателям, имеющим распределенные чувствительные элементы, предназначенные для охраны периметров.

Для определения номенклатуры и дальнейшего более глубокого изучения извещателей необходимо систематизировать характеристики потенциальных охраняемых объектов по следующим направлениям:

- материал, из которого выполнено заграждение;
- длина охраняемого периметра;
- климатические условия;
- расстояние до автомагистралей и ж/д путей;
- место эксплуатации (город, село, лес, поле, и т.д.);
- характер почвы (песок, суглинок, камень и т.д.);
- другие характеристики.

2.1 Общая классификация средств обнаружения для охраны огражденных территорий и открытых площадок

Общая классификация технических средств охранной сигнализации приведена в ГОСТ 26342-84.

По материалам отечественной и зарубежной литературы и технических публикаций в электронных изданиях предложена следующая классификация средств обнаружения [10,11] .

Периметровые СО разделяются на 2 класса: *стационарные*, предназначенные для длительной непрерывной работы (с ресурсом, как правило, не менее 5 лет), и *быстроразвертываемые*, предназначенные для временного блокирования рубежей на время не более 2-3 месяцев. Основные ТТХ быстроразвертываемых СО уступают стационарным, выигрывая в массогабаритах, тактике применения, и ниже не рассматриваются.

По регистрируемому физическому *параметру* или физическому *эффекту*, положенному в основу действия, СО традиционно получили свои названия, фигури-

рующие в технической литературе, хотя иногда, формально различные, являются по сути одними и теми же (например, трибоэлектрические или вибрационные). Существуют различные *типы* ПСО, которые можно разделить на:

- маскируемые или немаскируемые (видимые);
- пассивные или активные.

***Маскируемые* СО,** размещенные в грунте или в другой среде, имеют важное тактическое преимущество - идентификация их ЗО затруднена, что делает маловероятным вторжение нарушителя ухищренным способом, при котором резко уменьшается обнаружительная способность. Для маскируемых СО, как правило, перечень источников значимых помех существенно меньше, средства не требуют регулярного технического обслуживания, сужается диапазон предельных рабочих температур.

***Немаскируемые* СО,** размещенные на поверхности земли, в целом более дешевые и практичные, их монтаж и замена в случае повреждений не представляет затруднений. Однако, возможна их идентификация для подготовленного (осведомленного) нарушителя, что увеличивает уязвимость блокируемого рубежа.

В свою очередь, немаскируемые СО можно подразделить **на *заградительные, незаградительные и лучевые.***

В первом случае, чувствительным элементом является распределенная вдоль ЗО *совокупность кабелей или проводов*, размещенных на заграждении либо представляющих собой заграждение, которая препятствует нарушителю свободно проникнуть на охраняемый объект, и, по сути работы, подвергается механической деформации при вторжении.

Во втором случае, в *незаградительных* СО провода или кабели, распределенные вдоль рубежа и образующие ЧЭ, физически не препятствуют движению нарушителя, однако с их помощью формируется и контролируется электромагнитное поле, параметры которого изменяются при вторжении.

И наконец, *лучевые* СО характеризуются ЗО, сформированной компактным излучателем электромагнитного поля, параметры которого изменяются при вторжении и регистрируются компактным приемником. Они могут быть двухпозиционными или однопозиционными, в зависимости от того разделены или совмещены в одном блоке передатчик и приемник.

Заградительные СО с точки зрения охраны более предпочтительней, поскольку осуществляют функцию задержки нарушителя, важную в оперативно-тактическом плане. С другой стороны, помехоустойчивость заградительных СО зависит от трудно контролируемого «качества» заграждения, которое проявляется обычно при важнейшем помеховом факторе - сильном ветре («стуки», «дребезг» сетки, качание опор). Заградительные средства визуально обнаруживаются квалифицированным нарушителем, их стоимость (вместе с заграждением) максимальна.

Незаградительные средства при меньшей стоимости обладают малозаметностью, практически не зависят от конструкционных свойств заграждения, если на нем установлены.

Лучевые СО обладают низкой погонной стоимостью оборудования рубежа охраны, однако им свойственны неравномерность чувствительности по длине ЗО, чувствительность к некоторым помеховым факторам, которые устраняет заграждение (мелкие и средние животные), а также ухудшение ТТХ или даже неработоспособность при высоком снежном покрове, неровном рельефе местности.

В *активных* СО нарушитель регистрируется при его взаимодействии со специально создаваемым физическим полем, например, радиолучом; **в *пассивных*** он об-

наруживается по вносимому возмущению в существующее поле, например, в магнитное поле Земли (МПЗ).

К преимуществам пассивных СО можно отнести меньшие массогабариты и энергопотребление, удовлетворение требованиям визуальной и радио маскировки.

К преимуществам активных СО можно отнести в целом повышенную обнаружительную способность и помехоустойчивость, зависимость полезного сигнала от вида и состояния заграждения.

В зависимости от вида ЗО средства могут быть:

-объемного (волюмометрического) или линейного (контактного) обнаружения;

-повторяющие рельеф местности или распространяющиеся вдоль рубежа по лучу.

СО с объемной (трехмерной) зоной обнаружения обладают большей обнаружительной способностью, чем средства с ЗО в виде чувствительной линии, требующие физического контакта с нарушителем. Объемную зону труднее обойти, даже используя подручные средства. С другой стороны, СО с контактной зоной обнаружения нечувствительны к объектам, перемещающимся в непосредственной близости от заграждения (деревья при ветре, животные, транспорт), поэтому при прочих равных условиях обладают большей помехоустойчивостью.

СО, у которых ЗО распространяется вдоль рубежа по лучу, более просты в установке и обслуживании, однако требуют тщательной инженерной подготовки местности или платформы для установки (заграждение, стена сооружения). Они легче идентифицируются нарушителем. Чем сложнее конфигурация периметра и рельеф местности, тем меньше их эффективность, возможно появление «мертвых зон».

Средства со следованием рельефу местности обычно не нуждаются в проведении подготовительных ландшафтных работ, однако их установка и техническое обслуживание более дорогие.

2.2 Сейсмические средства обнаружения

2.2.1 Основные особенности

Сейсмические извещатели реагируют на колебания или деформации контактирующей с ними среды, вызванные перемещением людей. ЧЭ извещателя устанавливается непосредственно в грунт и преобразует микроперемещение грунта (сейсмосигнал) в электрический сигнал ЧЭ, который анализируется в БОС (блоке обработки сигналов) (рисунок 7).

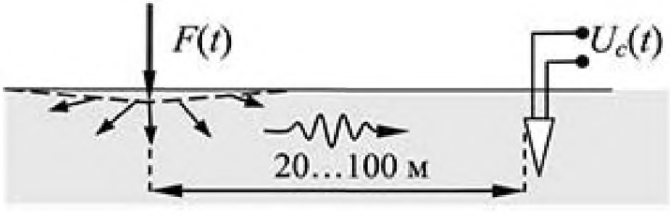


Рисунок 7 – Взаимодействие объекта обнаружения через среду с ЧЭ

Существует термин «вибросейсмический» извещатель. Это связано с тем, что в вибрационном или сейсмическом извещателе зачастую используется одинаковый преобразователь физических величин в электрический сигнал. Например, вибрационный кабель, установленный на бетонном ограждении или в грунте, полностью определяет назначение прибора – для обнаружения пролома или подкопа. Другой термин "сейсмоакустический" обусловлен близостью физических процессов, происходящих при распространении акустических и сейсмических волн вдоль границы раздела двух сред с разной плотностью. Иногда употребляют термин "сейсмометрический»", происходящий из метрологии, когда речь ведется об измерении каких-либо параметров сейсмических сигналов.

В настоящее время наблюдается рост интереса к сейсмическим средствам обнаружения (ССО) в связи с открывшимися возможностями извлечения информации из сейсмосигналов за счет применения новой элементной базы, в том числе мощных микропроцессоров. Развивается так называемая "концепция сейсмических информационных полей" (СП), определяющая облик ССО ближайшего будущего. Классификация объектов сейсмического воздействия может осуществляться либо на основе анализа временной структуры сейсмосигнала, принимаемого одним преобразователем, либо на основе анализа принимаемых сигналов с нескольких СП.

В последнее время появились сообщения о создании отечественными разработчиками многоканальных ССО нового поколения, обеспечивающих не только обнаружение, но и слежение за нарушителем на основе использования методов пеленгации с помощью сейсмолокаторов («Коридор» (НИКИРЕТ), «Форшлаг» (НПО «Север»), сейсмическая станция обнаружения «Крот» (ГСО «Импульс Интернейшлн»).

Структура построения этих систем примерно одинакова, включает в себя выносную линейную часть и цифровой комплект отображения информации. Выносная часть предназначена для приема сейсмических сигналов, их предварительного усиления и передачи в цифровой комплекс. В состав выносной части входят сейсмические датчики, предварительные усилители, блоки питания, магистральные кабели. Цифровой комплекс на базе IBM PC предназначен для обработки принятых сигналов, выделения полезного сигнала, принятия решения и отображения информации. Такие системы способны обеспечить обнаружение, пеленгацию, классификацию и восстановление траектории движения в полосе шириной от 30 до 70 м от осевой линии охраняемой зоны.

Относительно высокая стоимость этих извещателей определяется сложными условиями эксплуатации его линейной части, располагаемой в грунте. Необходимость мощного программного обеспечения, надежной герметизации узлов, устойчивости к коррозии, к воздействию грызунов и т.д. требует трудоемких технологических решений и определяет повышенные затраты при производстве и эксплуатации.

2.2.2 Применение сейсмических средств обнаружения

В этом разделе не проводится анализ применения сейсмолокации, а рассматривается вопрос усиления блокируемого рубежа (оборудованного другими ТСОС) для обнаружения попыток проникновения на охраняемую территорию, совершаемых путем подкопов, попыток спрыгивания с ограждения или с помощью подручных средств.

Различная установка ЧЭ обеспечивает возможность охранять подступы к периметру, обнаруживать попытку подкопа под ограждением, а также охранять неогороженный рубеж.

По сравнению с другими средствами обнаружения сейсмические извещатели имеют два главных преимущества:

- скрытый, маскируемый ЧЭ визуально не обнаруживает рубеж охраны, а пассивный принцип действия исключает возможность его обнаружения по акустическим и электромагнитным полям, что фактически сравнивает шансы подготовленного и неподготовленного нарушителей;
- высокая вероятность обнаружения при перемещении нарушителя ползком или при попытке подкопа.

Сейсмические средства обнаружения с вибрационным кабелем

В достаточно простых по конструкции извещателях в качестве ЧЭ используется вибрационный кабель (рисунок 8).



Рисунок 8 – Установка ЧЭ для определения подкопа

ЧЭ извещателя может устанавливаться под любыми видами заграждений. Используется фланговое включение ЧЭ, симметрично от места установки БОС. Достаточная вероятность обнаружения обеспечивается принципом действия и используемым алгоритмом обработки сигнала (частотная фильтрация, счет числа импульсов, анализ формы сигнала).

Например, производители извещателя «Вереск» гарантируют его работоспособность во всех климатических зонах России и СНГ при уровне снежного покрова до 1 м и высоте травы до 0,5 м. Допускается установка ЧЭ во все виды грунта, кроме болотистого и скального.

К недостаткам этих извещателей можно отнести возможность выдачи ложной тревоги:

- при перемещении корней деревьев, которые при сильных порывах ветра могут вызывать колебания почвы;
- от воздействия индустриальных помех, прежде всего в городской зоне, где располагаются такие источники сейсмических помех, как автомобильный и железнодорожный транспорт, аэропорты, промышленные предприятия, хозяйственные коммуникации и т.д.;
- при резких перепадах температуры природной среды, при замерзании или оттаивании грунта, подвижках грунта.

Главным недостатком этих извещателей является уменьшение чувствительности при промерзании грунта больше глубины установки виброкабеля.

Исходя из изложенного, необходимо учесть, во-первых, то, что при обслуживании извещателя предусмотрены сезонные регламентные работы, во время которых производится регулировка чувствительности с учетом реального состояния грунта.

Во-вторых, при подземной установке кабелей очень важно обеспечить эффективную ширину чувствительной зоны не менее 1 м. Чтобы гарантировать однородную чувствительность ЧЭ, в подземных системах кабель крепят к металлической или пластиковой решетке (рисунок 9), которую помещают горизонтально под землей на глубине нескольких сантиметров для определения подхода или прыжка с ограждения. При вертикальной установке сетки под ограждением извещатель настраивается на удары лопатой по сетке с кабелем, что позволяет определить подкоп. При этом за счет понижения чувствительности извещателя повышается его помехоустойчивость к природным помехам.

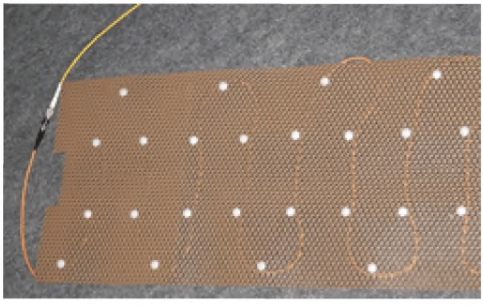


Рисунок 9 – Установка кабеля на сетке

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

Применение в качестве ЧЭ сейсмических датчиков - геофонов повышает чувствительность извещателей. Геофон является более сложным и дорогим устройством по сравнению с вибрационным кабелем. Конструкция геофона представлена на рисунке 10.



Геофон представляет собой проводящую обмотку и помещенный внутрь нее магнитный сердечник, который может свободно колебаться вдоль оси обмотки. При колебании магнита в катушке наводится напряжение, регистрируемое анализатором.

Рисунок 10 – Геофон

Геофоны могут устанавливаться на ограждении. Монтаж на «жестком» ограждении позволяет обнаруживать нарушителя, преодолевающего массивную бетонную или кирпичную стену.

В некоторых случаях геофоны устанавливают под землей, но крепят их к основаниям стен (рисунок 11, грунт с геофона снят). Такая конструкция позволяет обнаруживать нарушителя как вблизи периметра, так и при попытках преодолеть стену.



Рисунок 11 - Геофон под землей на кирпичной стене

Геофоны сравнительно редко используются в качестве автономных сенсоров. Обычно их устанавливают на периметре в виде линий, включающих до 50 дискретных сенсоров. Геофоны монтируют под землей на глубине от 15 до 35 см на расстоянии от 2 до 4 м друг от друга. Рекомендуется устанавливать сенсоры в стабильный и плотный грунт. Можно монтировать датчики в слое плотного песка, так как такая почва является хорошей проводящей средой для вибраций. Рыхлая или неоднородная почва приводит к снижению чувствительности системы.

Во всех случаях охранная система состоит из двух основных компонентов: процессора и кабельного шлейфа с подключенными к нему геофонами. Сенсоры регистрируют вибрации, создаваемые проходящим человеком, и посылают сигналы на анализатор для обработки. Когда принимаемые процессором сигналы соответствуют заданным критериям, система генерирует сигнал тревоги.

Одним из типичных представителей данного вида сейсмических извещателей является «Годограф-СМ-С-1», 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 раздельно по каждому участку. На рисунке 12 показано размещение геофонов на двух флангах.

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

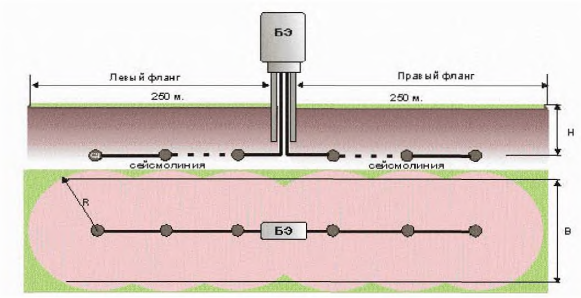


Рисунок 12 – Размещение геофонов

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, подключаемого к БОС 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. Вместе с тем 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 (рисунок 13).

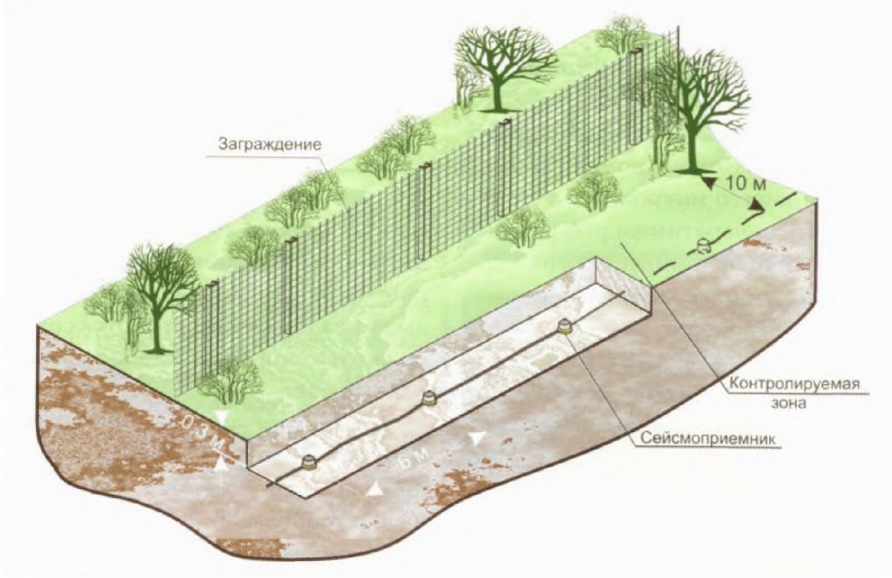


Рисунок 13 – Расположение геофонов среди растительности

Повышение помехоустойчивости в зарубежных сейсмических средствах обнаружения с геофонами

Помехоустойчивость ССО с геофонами в основном устраняется двумя способами.

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.

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

В системе «Pcicon» («Джеокуип», Великобритания) 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 «*Pcicon*» 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.

В таблице 2 приложения А приведены тактико-технические характеристики некоторых сейсмических извещателей.

Выводы

Наиболее актуальными проблемами развития ССО на современном этапе, не решенными до настоящего времени отечественными и зарубежными разработчиками, остаются:

- обеспечение заданной помехоустойчивости функционирования ССО на фоне различных помех метеорологического, биологического и техногенного характера;
- обеспечение автоматической адаптации ССО в различных условиях применения (в разных грунтах и в разных природно-климатических условиях, при изменении погоды, промокании или промерзании грунта).

2.3 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 как устройство охранной сигнализации комбинированное КПТСО16-64 «ПАХРА» (в дальнейшем – извещатель).

Извещатель предназначен для блокирования территорий объектов по периметру и обнаружения нарушителя при взаимодействии его с различными ЧЭ. Он обеспечивает создание зон обнаружения с использованием ЧЭ мано- метрического, оптоэлектронного, натяжного, вибрационного и других типов.

Представляет интерес рассмотреть ЧЭ манометрического типа.

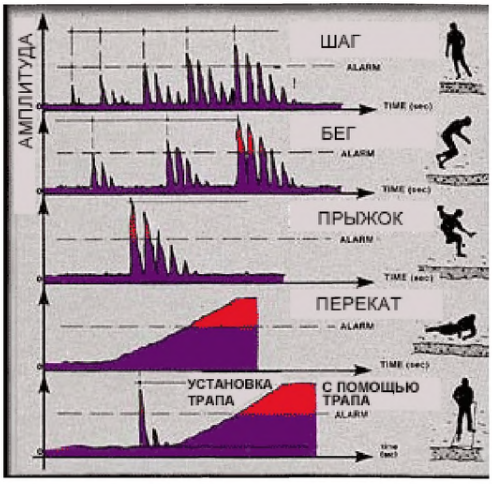


Рисунок 14 – Характерные сигналы



Рисунок 15 – Воздействие человека на шланги

Необходимо отметить следующие достоинства этого извещателя:

1. Поскольку ЧЭ устанавливается под землей, асфальтом или бетоном, то извещатель в большей степени подходит для объектов, где требуется определенная устойчивость к атмосферным и электромагнитным воздействиям (аэропорты, индустриальные и военные объекты), строгое соблюдение правил пожаро- и взрывобезопасно-

сти (нефтяные, газовые, химические предприятия), крайне важен эстетический фактор (памятники архитектуры, музеи, коттеджи).

2. Извещатель обеспечивает надежное обнаружение нарушителей при пересечении чувствительной зоны шагом, бегом, прыжками, перекатыванием, с использованием трапов, досок или путем подкопа и является идеальным решением (в большинстве случаев) для защиты внешнего периметра. На рисунке 14 показаны характерные сигналы при различных перемещениях нарушителя.

Конструкция и принцип действия извещателя с ЧЭ манометрического типа представляет собой электронный сенсор и подключенные к нему специальные шланги, заполненные жидкостью (антифризом), которые укладываются в землю на глубину от 0,25 до 0,3 м на расстоянии от 1,0 до 1,5 м друг от друга. При прохождении чувствительной зоны нарушитель создает определенное давление на грунт. Шланги, в свою очередь, обнаруживают, а сенсор измеряет дифференциальное изменение давления между ними. На рисунке 15 показано воздействие человека на шланги.

Это изменение давления преобразуется в электрический сигнал, после чего он подвергается сложному анализу и сравнению с заданными образцами сигнала, характерными для прохода нарушителя. В состав линейной части извещателя, устанавливаемой в грунт, кроме шлангов и сенсора входят компенсационные клапаны, которые обеспечивают компенсацию давления в шлангах. В сенсоре размещаются высокочувствительные мембраны и микропроцессор для преобразования и анализа сигналов.

После обработки сигнал передается на блок управления, который с помощью встроенного компьютерного интерфейса или релейных контактов может передавать извещение о тревоге в подавляющее большинство систем сбора информации. Применение динамической корректировки параметров автоматически изменяет порог срабатывания извещателя при изменении температуры и погодных условий.

Установка извещателя

Шланги благодаря их гибкости могут быть уложены в грунт произвольным способом, что делает практически невозможным определение охраняемой зоны нарушителем. Кроме того, 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.

МРК20 – двухтрубная версия обеспечивает средний и высокий уровень защиты охраняемой зоны (рисунок 16).

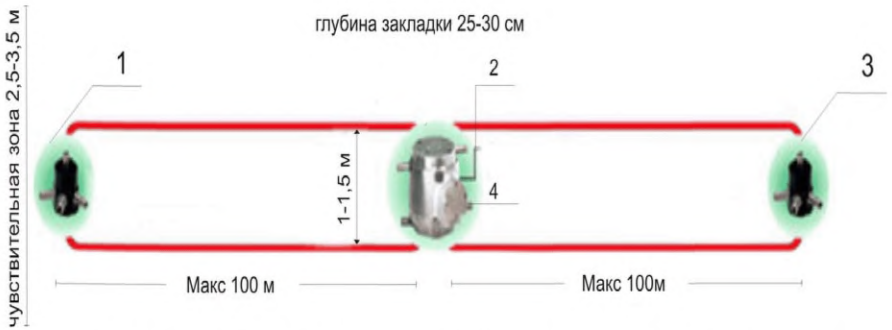


Рисунок 16 – Двухтрубная версия, где 1, 3 – компенсационные клапаны, 2 – подземный кабель к блоку управления, 4 – сенсор

МРК40 – четырехтрубная версия обеспечивает высокий уровень защиты охраняемой зоны (рисунок 17).

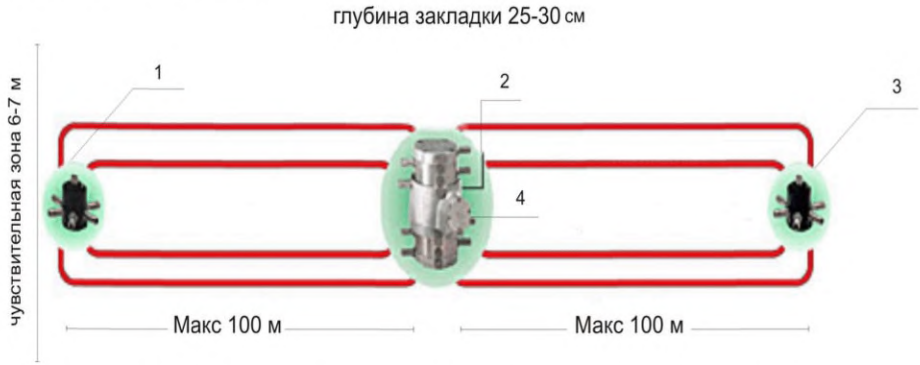


Рисунок 17 – Четырехтрубная версия, 1, 3 – компенсационные клапаны, 2 – подземный кабель к блоку управления, 4 – двойной сенсор

На рисунке 18 показана укладка в траншею шлангов четырехтрубной версии МРК40. Извещатель обеспечивает зону обнаружения длиной до 200 м, состоящую из двух независимых зон длиной до 100 м (максимум).

Каждая из этих зон может быть настроена индивидуально под конкретные условия данного участка периметра. Увеличивая количество извещателей (версии МРК20 и МРК40), 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 до плюс 60 °С.

На рисунке 19 показано применение манометрических извещателей фирмы GPS Standard в аэропорту “Falcone e Borsellino” в Палермо.



Рисунок 18 – Установка шлангов



Рисунок 19– Установка извещателя в аэропорту

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

Выводы

Недостатками манометрических извещателей являются большой объем подготовительных и монтажных работ при установке линейной части, сложность эксплуатации, особенно при замене ЧЭ, высокая стоимость.

Извещатель обеспечивает надежное обнаружение нарушителей при пересечении чувствительной зоны шагом, бегом, прыжками, перекатыванием, с использованием трапов, досок или путем подкопа и является идеальным решением (в большинстве случаев) для защиты внешнего периметра.

2.4 Емкостные средства обнаружения

В настоящее время отечественными и зарубежными предприятиями выпускается большое количество емкостных извещателей для охраны периметров. Отечественные извещатели в целом обладают достаточно высокой надежностью, о чем говорит их широкое использование на различных объектах в течение последних 20 лет.

К достоинствам емкостных извещателей относятся отсутствие «мертвых» зон и высокая чувствительность. Зона обнаружения легко настраивается и регулируется.

Извещатель состоит из ЧЭ и БО. Извещатели выдают извещение о тревоге при приближении нарушителя или касании им ЧЭ и хорошо работают на периметре со сложной конфигурацией и рельефом.

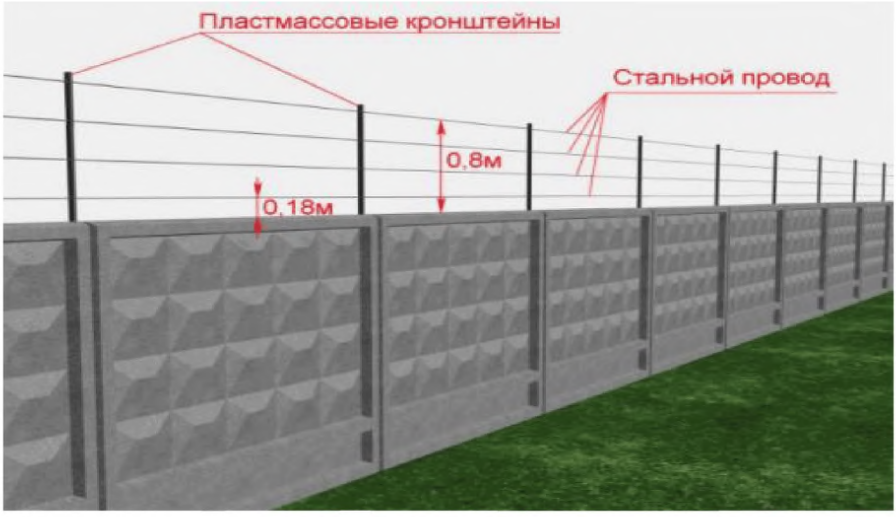


Рисунок 20 – Установка ЧЭ на железобетонном заборе

ЧЭ этих извещателей представляет собой один или несколько металлических электродов, укрепленных на изоляторах вдоль или сверху ограждения, и является, по сути, антенной системой. На рисунке 20 показана установка на бетонном ограждении ЧЭ в виде проводников на пластмассовых изоляторах. Когда нарушитель приближается к электродам или касается их, емкость антенной системы изменяется, что регистрируется в БО, выдается извещение о тревоге.

Также достоинством этих извещателей является использование инженерного ограждения в качестве ЧЭ.

На рисунке 21 показана декоративная решетка в качестве ЧЭ, установленная по верху ограждения. Однако, необходимо помнить, что ЧЭ этих извещателей должен быть изолирован от земли. Все секции решетки соединены в общий электрический контур и изолированы от основной ограды. Антенная система подключена к БО, генерирующему электрический сигнал и измеряющему емкость антенной системы.

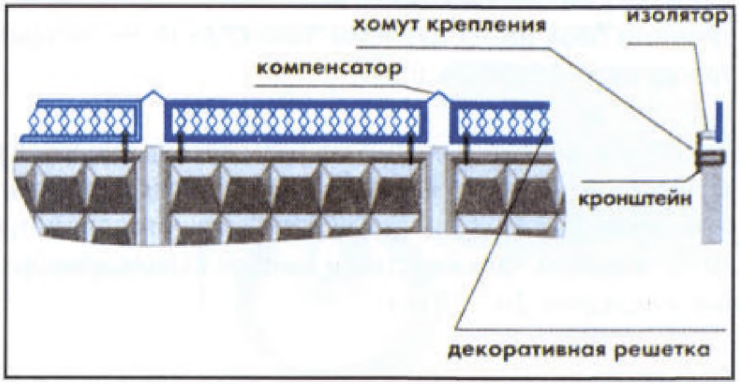


Рисунок 21 – Декоративная решетка в качестве ЧЭ

Наиболее эффективно применение ЧЭ в качестве козырьков из сварной сетки, установленных на периметрах, оборудованных прочными жесткими ограждениями (железобетонные плиты, кирпичные стены, сварные металлические панели и т.п.).

На рисунке 22 показано оборудование периметра реального объекта с помощью железобетонного забора с козырьком из металлической сварной сетки, установленной на металлических уголках, изолированных от полотна ограждения и являющихся ЧЭ извещателя. На рисунке также показаны внутреннее и внешнее ограждения, предзонник. Калитка предзонника закрывается на замок.



Рисунок 22 – Инженерное оборудование периметра

Дестабилизирующие факторы, влияющие на работу емкостных средств обнаружения

1 Воздействие вредных, «паразитных» сигналов от большого количества внешних помех.

Природа их возникновения может быть самой разнообразной:

- метеоосадки (дождь, снег, гололед, туман, гроза, ветер и т.д.);

- индустриальные помехи - электрические и радионаводки, вибрации, акустический шум.

2 Воздействие птиц при посадке на ЧЭ.

3 Влияние растительности в ближней зоне ЧЭ или при непосредственном его касании.

4 Сложность определения полезного сигнала на фоне помех.

Полезный сигнал от появления нарушителя мал и составляет, как правило, сотые доли процента от контролируемого параметра. Например, 10 пФ при общей электрической емкости ЧЭ 5000 пФ.

Все эти источники помех и некоторые другие могут вызывать ложные тревоги.

Поэтому при применении емкостных извещателей приходится уделять самое пристальное внимание изучению различных помех на объекте и правильной установке извещателя.

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

«Радиан-14П» - новый прибор, по утверждению разработчиков, хорошо зарекомендовавший себя при массовом выпуске и длительной эксплуатации. «Радиан-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 «Радиан-14П» - 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.

В рамках темы «Экспертиза» ФКУ НИЦ «Охрана» МВД России проверял заявленные тактико-технические характеристики извещателя «Радиан-14П» на реальных объектах г. Москвы. Извещатель обладает высокой помехоустойчивостью к электромагнитным излучениям, вибрациям, метеосадкам, фиксирует попытки преодоления испытателем ограждения в различных погодных условиях.

Однако, идеология эксплуатации этих извещателей отличается от требований, предъявляемых вневедомственной охраной. Проверка основных осуществляется потребителем, а не автоматически извещателем. В определенных условиях, при

уменьшении чувствительности, которая не контролируется прибором, возможен пропуск нарушителя, при этом извещатель не формирует извещения о неисправности.

Надо заметить, что решение этой задачи достаточно сложно.

В зарубежном извещателе «Prox-watch» 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 навесами, защищающими их от осадков.

Выводы

Емкостные извещатели обладают рядом преимуществ:

-отсутствие «мертвых» зон и высокая чувствительность;

-зона обнаружения легко настраивается и регулируется;

- в качестве ЧЭ используют инженерное ограждение.

К ограничениям на применение емкостных извещателей можно отнести усложнение аппаратуры для снижения воздействия дестабилизирующих факторов, к числу которых относятся вредные, «паразитные» сигналы от большого количества внешних помех (метеоосадки, индустриальные 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.

2.5 Радиоволновые средств обнаружения

2.5.1 Назначение, основные характеристики и виды радиоволновых и радиолучевых извещателей

Радиоволновые (РВСО) и радиоволновые линейные (РЛСО) средства обнаружения получили широкое распространение при защите периметров объектов.

Различие между РВСО и РЛСО состоит в способе формирования чувствительной зоны: РВСО использует ближнюю зону распространения радиоволн (*менее 10λ*); РЛСО – дальнюю зону (*более 100λ*).

В зависимости от принципа действия различают активные или пассивные РВСО и РЛСО.

Пассивные РВСО и РЛСО используют собственное излучение объекта обнаружения или вызываемое им изменение электромагнитных полей (ЭМП) внешних источников (как правило, вещательных теле- и радиостанций).

Активные РВСО и РЛСО используют собственные ЭМП для формирования зоны обнаружения.

Различают одно- и двухпозиционные РВСО и РЛСО. Однопозиционные имеют общий блок приемопередатчика (пассивные РВСО и РЛСО всегда являются однопозиционными), двухпозиционные имеют разнесенные блоки передатчика и приемника.

Пассивные РЛСО применяются для обнаружения нарушителей, имеющих собственное электромагнитное излучение. Например, нарушителя, имеющего на руках какое-либо электрооборудование, использующего микроробота, малоразмерный летательный аппарат и т.д.

Активные однопозиционные РЛСО включают в себя:

- однопозиционную РЛС;

- нелинейный радиолокатор;

- однопозиционное микроволновое СО.

Однопозиционные РЛС метрового, дециметрового, сантиметрового и миллиметрового диапазонов применяются для контроля территории, прилегающей к особо важным объектам, охраны береговой полосы, прибрежной зоны и ближней разведки в условиях боевых действий. Различают стационарные, мобильные (установленные на автомобиле или БТР) и носимые РЛС.

Нелинейный радиолокатор использует широкополосный сигнал специальной формы и предназначен для обнаружения человека за неподвижными физическими преградами и укрытиями (деревянными, кирпичными и железобетонными стенами, перекрытиями и т.п.).

Однопозиционные микроволновые СО используются для временного блокирования разрывов в заграждении, охраны объемов помещений, входов в охраняемые здания, для перекрытия "мертвых зон" при охране периметров РЛСО, организации скрытых рубежей блокирования в охраняемых помещениях.

Примечание. "Мертвой зоной" называются участки пространства в зоне обнаружения или разрывы в зоне обнаружения, где вероятность обнаружения меньше заданной.

Данные СО работают в дециметровом, сантиметровом и миллиметровом диапазонах. Для обнаружения используется изменение расположения стоячих волн в охраняемом объеме (при появлении объекта обнаружения) либо проявление эффекта Доплера (при движении объекта обнаружения).

Двухпозиционные РЛСО работают в дециметровом, сантиметровом и миллиметровом диапазонах и используются для блокировки периметров объектов, мест временного расположения войсковых подразделений, грузов и т.п. Полезный сигнал формируется за счет изменения объектом обнаружения (нарушителем) сигнала связи на входе приемника.

Двухпозиционные РВСО работают в декаметровом, метровом и дециметровом диапазонах длин волн и используются для блокировки периметров объектов и организации скрытых рубежей охраны. В качестве антенных систем здесь применяются радиоизлучающие (РИ) кабели (другое название - линия вытекающей волны (ЛВВ), а также кусочно-ломаные двух- и однопроводные линии (другое название - линия Губо).

Зона обнаружения СО – это участок, появление в котором объекта обнаружения (в идеале нарушителя) вызывает возникновение полезного сигнала с уровнем, превышающим уровень шума или помехи.

За границей зоны обнаружения располагается *зона отчуждения* – это зона, появление в которой группы людей, перемещение техники или колебание кустов, деревьев может привести к превышению полезным сигналом порогового значения и выдаче СО ложной тревоги.

При выполнении требований к инженерной организации в зоне обнаружения СО обеспечивает заданную (описанную в паспорте на изделие) вероятность обнаружения $P_{обн}$.

Вероятность обнаружения – это вероятность того, что СО обязательно сформирует извещение о тревоге при пересечении или вторжении в зону обнаружения нарушителя в условиях и способами, оговоренными в нормативной документации. Как правило, зарубежные фирмы указывают в качестве вероятности обнаружения СО несмещенную оценку вероятности обнаружения:

$$P_{обн} = \frac{N_{исп} - M - 1}{N_{исп}},$$

где $N_{исп}$ – число испытаний по преодолению зоны обнаружения СО; M – число пропусков нарушителя (экспериментов, в которых не сработало СО). Например, если при пересечении ЗО в количестве 100 раз не было пропусков нарушителя, т.е. СО выдало 100 раз сигнал "Тревога", то вероятность обнаружения СО составляет 0,99, а не 1, т.к. это несмещенная оценка математического ожидания вероятности обнаружения нарушителя.

В отечественной практике под вероятностью обнаружения, как правило, понимается нижняя граница доверительного интервала, в котором с доверительной вероятностью (как правило, от 0,8 до 0,95) лежит истинное значение вероятности обнаружения. То есть под вероятностью обнаружения понимается величина

$$P_{обн} = \frac{P^* + \frac{1}{2}\frac{t_\gamma^2}{N_{исп}} - t_\gamma \sqrt{\frac{P^*(1-P^*)}{N_{исп}} + \frac{1}{4}\left(\frac{t_\gamma}{N_{исп}}\right)^2}}{1 + \frac{t_\gamma^2}{N_{исп}}},$$

где P^* – среднее частотное значение вероятности обнаружения, определяемое выражением

$$P^* = 1 - \frac{M}{N_{исп}},$$

t_γ – коэффициент Стьюдента для данного числа испытаний $N_{исп}$ и выбранной доверительной вероятности.

Полезным называют сигнал, возникающий на выходе чувствительного элемента при преодолении или вторжении в зону обнаружения нарушителя (при отсутствии возмущающих факторов любой природы, не связанных с вторжением или преодолением нарушителем зоны обнаружения).

Другим важным параметром СО является частота ложных тревог $N_{лс}$, определяемая выражением

$$N_{лс} = 1/T_{лс},$$

где $T_{лс}$ – время (период) наработки на ложное срабатывание.

Доверительный интервал для оценки средней наработки на ложную тревогу задается граничными значениями T_1 и T_2, определяемыми из соотношений:

$$T_1 = \frac{T_{исп}N}{\lambda_1};\ T_2 = \frac{T_{исп}N}{\lambda_2},$$

где $T_{исп}$ – продолжительность испытаний; N — число испытываемых образцов; λ_1 – нижняя оценка параметра распределения Пуассона; λ_2 – верхняя оценка параметра распределения Пуассона.

Сигналом от воздействия помехи (далее по тексту - помеха) называется зависимость электрической величины (напряжения или тока) от времени на выходе чувствительного элемента (ЧЭ) СО при воздействии на него возмущающих факторов любой природы, не связанных с вторжением или преодолением объектами зоны обнаружения.

Возмущающим воздействием называется воздействие на ЧЭ СО, приводящее к возникновению помехи или искажающее форму полезного сигнала.

Примером возмущающего воздействия могут служить порыв ветра, снег, дождь; кошки и собаки, перемещающиеся в зоне обнаружения, транспорт и др.

Флуктуационной помехой называют помеху, являющуюся непрерывным случайным процессом, описываемым своими многомерными функциями распределения.

Импульсной помехой называют помеху, представляющую собой случайную последовательность импульсов, описываемую моментами появления импульсов и их видом.

Причиной пропуска полезного сигнала является маскирующее действие помехи, полностью или частично компенсирующей полезный сигнал, либо отсутствие в полезном сигнале характерных признаков, позволяющих отличить его от сигнала помехи, что не приводит к формированию сигнала тревоги СО.

При определении вероятности обнаружения СО, выпускаемых в больших объемах, могут применяться методики, использующие кроме доверительного интервала и доверительной вероятности риск заказчика и риск изготовителя.

Например, по отечественной методике оценки аналогичное СО будет иметь вероятность обнаружения не более 0,9.

2.5.2 Передатчик, антенная система и приемник как блок формирования полезного сигнала

Пусть имеется РЛСО с антенной системой, состоящей из двух одинаковых антенн (рисунок 23) с размерами D_B по вертикали и $D_Г$ по горизонтали, установленных на высоте H_a от поверхности земли параллельно забору на расстоянии А от него и на расстоянии L друг от друга. Диаграмма направленности антенны определяется углами $\theta_{B/2}$ и $\theta_Г$ в вертикальной и горизонтальной плоскостях соответственно.

При этом возможны следующие случаи:

1) антенную систему можно рассматривать как состоящую из точечных антенн, если выполняются условия: $\frac{2D_B^2}{\lambda} \le \frac{L}{2}$ и $\frac{2D_Г^2}{\lambda} \le \frac{L}{2}$;

2) антенную систему необходимо рассматривать как имеющую конечный размер, если приведенные выше условия не выполняются.

Мощность, излучаемая передающей антенной $P_{изл}$, связана с мощностью, наводимой в приемной антенне $P_{пр}$, при расположении антенн в свободном пространстве выражением $P_{изл} = \frac{P_{пр}\left(4\pi L^2\right)}{G_\lambda^2 \lambda^2}$, где λ – длина волны РЛСО; G_λ – коэффициент усиления антенны.

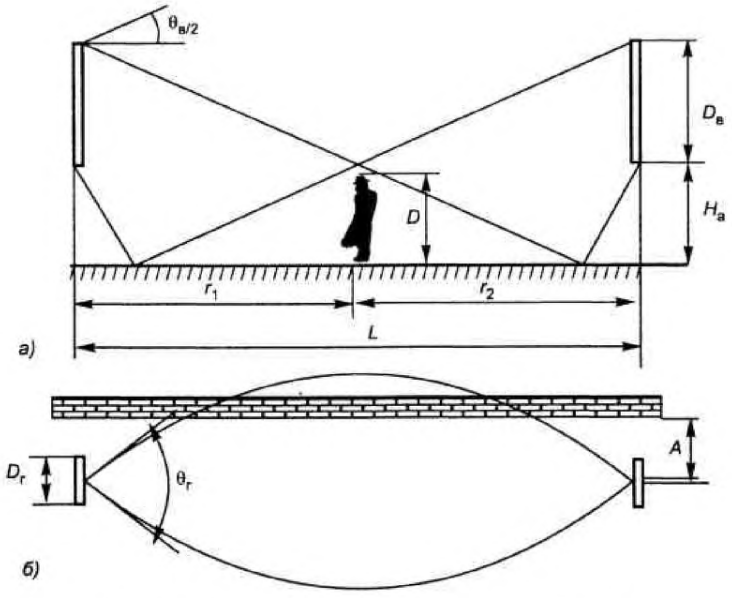


Рисунок 23 – Двухпозиционное радиоволновое СО

Влияние подстилающей поверхности на работу РЛСО показано на рисунке 24. При увеличении расстояния L между антеннами принимаемый сигнал имеет колебательный характер и затухает (рисунок 24 а). При увеличении высоты подвеса антенн H_a принимаемый сигнал имеет колебательный характер и возрастает, стремясь к значению принимаемого сигнала для свободного пространства (рисунок 24 б). Аналогичная картина наблюдается и при увеличении расстояния А до протяженного предмета – забора, стены (рисунок 24 в).

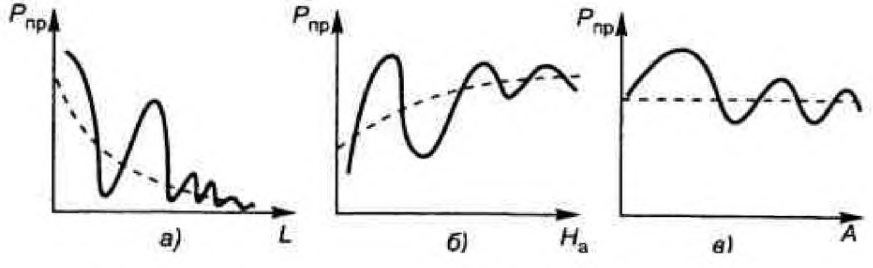


Рисунок 24 – Влияние подстилающей поверхности на работу РЛСО

Известно, что при распространении радиоволн от передающей к приемной антенне образуется сложная интерференционная картина. Для большинства РЛСО и большой протяженности зоны обнаружения справедливо условие дифракции Френеля.

Известно также, что область СВЧ рассеяния ($D >> \lambda$) по отношению характерного размера объекта D к радиусу первой зоны Френеля R_1 подразделяется следующим образом:

$D/R_1 >> 1$ – условие геометрической оптики;

$D/R_1 \approx 1$ – условие дифракции Френеля;

$D/R_1 << 1$ – условие дифракции Фраунгофера.

Процесс образования сигнала в РЛСО происходит следующим образом.

Человек – нарушитель при движении поперек участка последовательно перекрывает зоны Френеля (рисунок 25). При этом человек с высокой степенью точности моделируется при перемещении в "рост" и "ползком" прямоугольником с габаритами человека (рисунок 25 а), при перемещении "согнувшись" – двумя прямоугольниками. Сигнал на входе приемника имеет форму, показанную на рисунке 25 б.

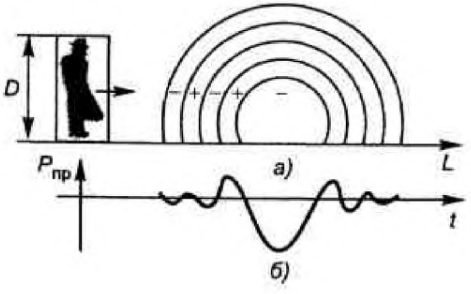


Рисунок 25 – Процесс образования сигналов РЛСО: а – зоны Френеля, б – сигнал на входе приемника

Радиус *m-й* зоны Френеля $R_m = \sqrt{m\dfrac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}\lambda}$, а наибольший радиус зоны Френеля, определяющий ширину зоны обнаружения, составляет $R_{max} = 0{,}5\sqrt{\lambda L}$.

Соответственно, отношение D/R_1 выражается через расстояние от точечного источника ЭМП до объекта r_1, расстояние от объекта до точки наблюдения (приёмника) r_2 и длину волны λ следующей формулой:

$$\frac{D}{R_1} = \sqrt{\frac{D^2}{r_1\lambda} + \frac{D^2}{r_2\lambda}}.$$

Основные размеры человека при различных способах перемещения, влияющие на параметры полезного сигнала, показаны на рисунке 2.20.

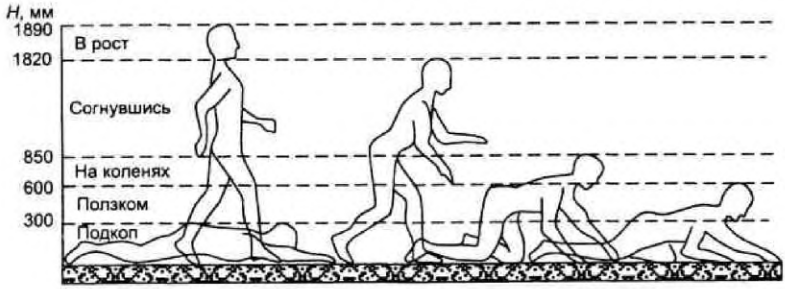


Рисунок 26 – Размеры человека при различных способах перемещения

Чтобы уменьшить «мертвую зону» при обнаружении ползущего человека необходимо устанавливать большую антенну (Dв ≥ 1,5 м).

В соответствии с размерами животных, обитающих на данном объекте, и их возможными путями продвижения определяется уровень импульсных сигналов помехи.

Другой тип помехи – от подстилающей поверхности. Общие требования к РЛСО по подстилающей поверхности следующие:

- неравномерность поверхности не более 30 см;
- трава и снежный покров не более 30 см.

Полоса частот полезного сигнала определяется минимальной и максимальной шириной зоны (участка) обнаружения, а также минимальной и максимальной скоростью перемещения нарушителя. Соответственно для конкретного СО при уменьшении длины участка блокирования возможно обнаружение более медленно движущегося нарушителя.

Для обеспечения совместной работы нескольких СО применяется амплитудная модуляция зондирующего сигнала разными частотами. Временное разделение, требующее взаимной синхронизации, применяется редко.

Для уменьшения влияния изменений состояния подстилающей поверхности на уровень полезного сигнала в радиоволновых линейных средствах обнаружения применяются автоматическая регулировка усиления АРУ или логарифмический усилитель.

В современных радиоволновых линейных средств обнаружения, использующих цифровые методы обработки, как правило, имеется возможность настройки на длину блокируемого участка, максимальную и минимальную скорость движения нарушителя.

2.5.3 Линейные радиоволновые извещатели для охраны периметров

В главе 2.5.3 рассмотрены современные тенденции развития и технические решения, определяющие качественный уровень извещателей.

2.5.3.1 Повышение надежности

На основе анализа опубликованных материалов работы по совершенствованию РЛСО ведутся в следующих направлениях:

- применение в извещателях микросхем высокой степени интеграции (например, микроконтроллеров) и цифровых технологий обработки сигнала;
- разработка транзисторных генераторов радиосигнала.

Это позволяет существенно повысить надежность работы изделий. Появление таких извещателей стало возможным после освоения массового производства компо-

нентов, поэтому они появились практически одновременно как у отечественных производителей, так и иностранных. Примерами первых подобных технических решений были извещатели ERM0482X итальянской фирмы "CIAS ELECTRONICA", "РАДИЙ-2" производства ЗАО "Фирма "ЮМИРС", "INTELLI-WAVE" канадской фирмы "SENSTAR-STELLAR". Массовый переход к этой элементной базе можно считать уже свершившимся фактом. Извещатели, основанные на старой элементной базе, выпускаются до сих пор, но, вероятно, это временно.

Вывод

Дальнейшее существенное повышение надежности извещателей маловероятно, так как уже сейчас основная часть нарушений функционирования при эксплуатации связана не с отказом техники, а с тем, что при проектировании и установке извещателей не принимаются во внимание рекомендованные требования к ограничениям по их эксплуатации.

2.5.3.2 Снижение стоимости изделия

Другая существующая тенденция развития - снижение стоимости в целях повышения доступности извещателей. Большинство отечественных и ряд зарубежных предприятий поддерживают эту тенденцию, что связано, прежде всего, с усиливающейся конкуренцией на рынке ТСОС и стремлением производителей расширить область применения. Снижение цены достигается в основном за счет снижения себестоимости изделий при применении современных технологий и элементной базы, а также уменьшением доли накладных расходов при увеличении объема производства.

Вместе с тем американские производители и ряд отечественных производителей не торопятся снижать цены, затрачивая существенные средства, включаемые в себестоимость продукции, на техническую поддержку служб эксплуатации.

Вывод

В ближайшей перспективе ценообразование на рынке соответствующих технических средств будет определяться выбранными разработчиками вариантами (идеологиями) развития предприятий, возможности дальнейшего снижения стоимости продукции пока ограничены.

2.5.3.3 Технические решения по увеличению надежности обнаружения радиоволновыми линейными средствами обнаружения

Оптимизация размеров зоны 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.

1. Эффективное сужение зоны обнаружения достигается за счет использования более высокой рабочей частоты извещателей. При этом уменьшается радиус зон Френеля, существенно влияющих на ширину зоны обнаружения.

Использование большей частоты позволяет при тех же габаритах изделий использовать более узконаправленные антенны, что уменьшает чувствительность к помехам от движения вблизи границ зоны обнаружения. Извещатели, использовавшие частоту 24 ГГц и выше, существовали и ранее, но высокая стоимость СВЧ узлов ограничивала их применение именно там, где они были нужны больше всего (на объектах в густонаселенных городах, в аэропортах).

Появление транзисторов, работающих на указанных частотах, позволило создать относительно недорогие передающие и приемные узлы, снизить материалоёмкость изделий за счёт применения полосковых антенн, повысить качество и надёжность их работы.

Примером реализации этого решения является извещатель "Радий-7", разработанный в 2009 г. При дальности действия 300 м (при этом запас по мощности принимаемого радиосигнала составляет более 18 дБ) его стоимость вполне сопоставима со стоимостью радиоволнового извещателя для периметров, работающего в традиционном трехсантиметровом диапазоне длин волн. В настоящее время проведены квалификационные испытания извещателя "Радий-7" с рабочей частотой 24 ГГц. Использование автоматической настройки в совокупности с прибором контрольным универсальным позволило получить извещатель с хорошими техническими и стоимостными показателями.

Применение рабочей частоты в диапазоне (24150±100) МГц позволяет устанавливать извещатель "Радий-7" на объектах аэропортов. Эта частота не влияет на работу радиолокационных станций (как установленных в аэропорту, так и на авиалайнерах).

Извещатель «Линар 200» также имеет (в одном из рабочих режимов) достаточно узкую ширину зоны обнаружения и допускает проезд автотранспорта на расстоянии не менее 2 м от центральной оси извещателя, но по электромагнитной совместимости "Радий-7" предпочтительней для охраны периметра аэропорта.

Привлекательность использования частот генерации более высокого диапазона, чем используемые в настоящее время, объясняется хотя бы тем, что существует определенная зависимость между излучаемой частотой и шириной зоны обнаружения, при этом, чем частота больше, тем меньше поперечное сечение зоны.

В отличии от многих разработчиков РЛСО и РВСО, использующих и изготавливающих сверхвысокочастотные (СВЧ) модули приемных блоков (извещатели диапазона 24 ГГц) по схемам прямого усиления с амплитудным детектором и модули передающих блоков с амплитудной модуляцией генератора, ЗАО «Фирма ЮМИРС» пошло по пути разработки цифровых генераторов и супергетеродинных приемников СВЧ с возможностью программного изменения их параметров.

В первом случае из-за разброса параметров аналоговых компонент такое решение не позволяет производителям СО получить стабильные параметры модулей СВЧ и их повторяемость при серийном производстве. Также неизбежны значительные затраты труда на «ручную» настройку модулей СВЧ, то есть качество настройки изделий напрямую зависит от «человеческого фактора».

Во втором случае цифровые генераторы СВЧ не нуждаются в «ручной» регулировке при изготовлении, их параметры могут задаваться и оперативно изменяться программным кодом. Такие генераторы обладают большей стабильностью работы и надежностью по сравнению с генераторами СВЧ, построенными на транзисторах или генераторных диодах.

В цифровых генераторах СВЧ имеется возможность программной установки конкретной частоты в пределах выделенной полосы, 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, представляющем собой микроволновый «барьер» радиочастотного диапазона 24 ГГц. Внешний вид извещателя приведен на рисунке 27.



Рисунок 27 - Извещатель «dHunt»

На рисунке 28 представлен Тантал - 200М - микроволновый «барьер» радиочастотного диапазона 24 ГГц.



Рисунок 28 - Извещатель «Тантал – 200»

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 новый микропроцессор, разработанный фирмой «Texas Instruments» в 2011 году.

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

Технические характеристики и описание извещателя «Тантал – 200»

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: электромагнитных помех, резких смен температуры окружающей среды, ливневых дождей, сильных снегопадов, изменений уровня снега и 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.

Цифровая обработка сигналов позволяет исключить искажение входного сигнала, вызванное нелинейностью аналоговых элементов. Высокая производительность процессора позволяет уверенно обнаруживать нарушителя, двигающегося в широком диапазоне скоростей, на фоне различных видов помех, действующих одновременно.

Для настройки используется специальное программное обеспечение (ПО). Оно позволяет оперативно изменять функции обнаружения нарушителя и алгоритм принятия решения о выдаче извещения о тревоге. Имеется возможность установки регистрируемой скорости нарушителя и оптимальных порогов для выбранной дальности охраняемого рубежа.

ПО имеет сервисные функции: установка рабочей частоты (250 частотных каналов), установка сетевого адреса извещателя (от 1 до 254 при объединении в сеть по интерфейсу RS-485), запись состояния извещателя в энергонезависимой памяти (журнал тревог).

Извещатель имеет стандартный релейный выход и передачу извещения о тревоге или неисправности по интерфейсу RS-485, в том числе при отсутствии сигнала на входе ПРМ, выходе из строя ПРД или ПРМ, «засветке» ПРМ мощными источниками радиопомех.

Допускается установка вблизи заграждений и стен, без ухудшения параметров обнаружения нарушителя. Длина охраняемого рубежа - 200 м, ширина - до 1,5 м.

В настоящее время существуют извещатели с частотой излучения 61,25 ГГц. Электромагнитное излучение именно этой частоты интенсивно поглощается атмосферным кислородом (порядка 17 дБ/км). Благодаря этому свойству достигается решение как минимум двух тактических задач:

- обеспечение полной электромагнитной совместимости аппаратуры, работающей в этом диапазоне, с любым оборудованием;
- обеспечение максимально возможного маскирования электромагнитного излучения, а также скрытности работы.

Потенциальная возможность улучшения характеристик извещателя с частотой генерации 61,25 ГГц по сравнению с аналогами, кроме этого, обеспечивается тем, что поперечные размеры 1-й зоны Френеля, в пределах которой распространяется порядка 70% принимаемой электромагнитной энергии (т.е. собственно зона обнаружения), соизмеримы с размерами нарушителя.

В извещателях по схемам прямого усиления с амплитудным детектором и модулей передающих блоков с амплитудной модуляцией генератора используется значительно более низкий частотный диапазон (до 24 ГГц), при этом поперечные размеры зоны обнаружения значительно превышают поперечные размеры нарушителя. Относительное уменьшение уровня сигнала на входе приемника при пересечении нарушителем зоны обнаружения составляет не более 10%. Регистрация таких изменений уровня сигнала неоднозначна в простых системах обработки сигнала в реальных условиях эксплуатации на фоне изменяющихся помех, уровень которых имеет тот же порядок. Такие помехи могут быть вызваны отражением от поверхности земли и окружающих предметов при изменении атмосферных условий, атмосферными явлениями, активными помехами от других источников электромагнитного излучения. Для борьбы с довольно значительным уровнем помех приходится использовать дополнительный арсенал средств: разрабатывать и вводить дополнительные алгоритмы обработки сигналов, увеличивать высоту установки антенн относительно земли, ужесточать требования к содержанию полосы отчуждения, что приводит к удорожанию аппаратуры и увеличению эксплуатационных расходов.

Несмотря на всю привлекательность создания РЛСО с частотой генерации 61,25 ГГц, практическая реализация этого устройства наталкивается на проблему создания СВЧ генератора, способного надежно работать в рассматриваемом диапазоне.

Разработанный генератор на лавинно-пролетном диоде (ГЛПД) имеет недостаточный ресурс наработки на отказ и работает при повышенных напряжениях питания.

Кроме этого уменьшение ширины зоны обнаружения за счет увеличения частоты излучения приводит к уменьшению высоты зоны и появлению мертвых зон вблизи ПРД и ПРМ извещателя.

2. Вторым способом оптимизации зоны обнаружения является организация ассиметричной зоны обнаружения.

Повышение доступности радиоволновых извещателей для периметра привело к расширению области их применения. Извещатели стали устанавливать на различные объекты, включая частные домовладения с неподготовленным или почти не подготовленным периметром. При этом потребители и производители столкнулись с некоторыми проблемами, которые ранее были несущественны при использовании извещателей на государственных объектах, отчужденных от населенных пунктов.

Появилась необходимость в радиоволновых извещателях для охраны периметра с относительно узкой зоной обнаружения. Например, в городских условиях на объектах очень часто нет возможности выделения достаточной по ширине зоны, в которой не допускается проезд автотранспорта.

Попытки сузить зону обнаружения за счет использования антенн с большей апертурой в горизонтальной плоскости (например, “CORAL” производства “CIAS ELECTRONICA” с антенной, названной производителем “BUTTERFLY”) оказались недостаточно эффективными (в любом случае диаграмма излучения антенны значительно шире зоны обнаружения), т.к. приводят к увеличению размеров изделий.

Итальянская компания Sicurit Alarmitalia представила двухпозиционный радиолучевой датчик DAVE с цифровой обработкой сигналов, 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 составляет 1 к 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 29.



Рисунок 29 - 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).

Вывод

Расширение номенклатуры линейных радиоволновых извещателей с узкой зоной обнаружения (за счет увеличения частоты излучения свыше 24 ГГц) в настоящее время экономически нецелесообразно.

Применение ассиметричных планарных антенн и антенн «бабочка» является инновационным направлением при разработке линейных радиоволновых извещателей. Возможна разработка извещателя с зоной обнаружения типа «штора» (ширина зоны обнаружения - 1 м, высота - 3 м).

Защита от электромагнитных помех

Для обеспечения требуемого качества обнаружения извещателей в условиях наличия внешних факторов, усложняющих их функционирование, применяются следующие технические решения.

Во-первых, на городских объектах, где требуется повышенная устойчивость извещателей к электромагнитным помехам, вызванным воздействием однотипных приборов, устанавливают извещатели, имеющие две или более литер по частоте модуляции. Например, такое изменение уже разработано в 2006 г. для извещателя “РАДИЙ-2”. В извещателях «Линар 200» применяется способ кодирования сигнала с передатчика на свой блок приемника.

Во-вторых, большое влияние на извещатели оказывают средства радиосвязи (например, сотовой), широко осваивающие в настоящее время все более высокие частоты. Это предопределило еще одну тенденцию - электромагнитную совместимость.

Излучающие и приемные антенны, СВЧ модули имеют различные исполнения. Выбор размеров антенн определяет направленность излучения и приема СВЧ энергии. Чем лучше направленность, тем больше дальность и меньше ширина зоны обнаружения и, как следствие, меньше влияние окружающих негативных факторов. Традиционные конструкции содержат объемные волноводы, щелевые излучатели со встроенными СВЧ генераторными и детекторными камерами, а также параболические отражатели, имеющие различные формы и размеры. Применение полосковых печатных антенн позволяет снизить габаритные размеры блоков и делает их более надежными и долговечными. Некоторые производители применяют полосковые антенны совместно с параболическими отражателями, что несколько увеличивает поток СВЧ энергии в направлении детектора.

Другой способ - использование диапазона частот пока еще массово не занятого средствами связи, например, уже упомянутого диапазона 24 ГГц. Без сомнения, устойчивость извещателей к электромагнитным помехам будет находиться в зоне постоянного внимания разработчиков новых изделий.

Борьба с воздействием электромагнитных полей от близко расположенных мощных средств радиосвязи и отражений от проезжающих автомобилей носит комплексный характер и требует не только повышения избирательности приемного трак-

та и конструктивных мер (эффективного экранирования) по защите от наводок на внутренние цепи извещателя, но и применения принципов, связанных с распространением радиоволн в пространстве.

Одним из способов уменьшения влияния от электромагнитных помех является изменение поляризации излучения извещателя.

Этот способ позволяет уменьшить влияние отражений от подстилающей поверхности и предметов без уменьшения длины волны и увеличения габаритных характеристик антенн. По данному способу получено положительное решение о выдаче патента на изобретение [см. раздел 4].

В результате реализации патента вклад отраженного сигнала в суммарный сигнал на выходе приемной антенны ПРМ ничтожно мал.

Вывод

Наряду с увеличением направленности излучения, переходом рабочей частоты в диапазон 24 ГГц, повышением избирательности приемного тракта и конструктивных мер (эффективного экранирования), изменение поляризации излучения позволяет существенно повысить помехоустойчивость извещателя.

Способ является инновационным направлением при разработке линейных радиоволновых извещателей.

Определение направления перемещения

Исключительной особенностью извещателя с функцией определения направления перемещения является наличие двух антенн в блоках ПРД и ПРМ, чем достигается очень высокий уровень помехоустойчивости.

Например, извещатель «Торос» 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.

Определение направления движения нарушителя, предварительная цифровая фильтрация и алгоритм последующей обработки сигнала обеспечивают не более одной ложной тревоги в год при сохранении вероятности обнаружения 0,98. Извещатель линейный радиоволновый «Торос» показан на рисунке 30.



Рисунок 30 - Извещатель «Торос»

Длина зоны обнаружения - от 10 до 100 м, ширина – не более 6 м.

На рисунке 31 показаны зоны обнаружения извещателя «Торос».

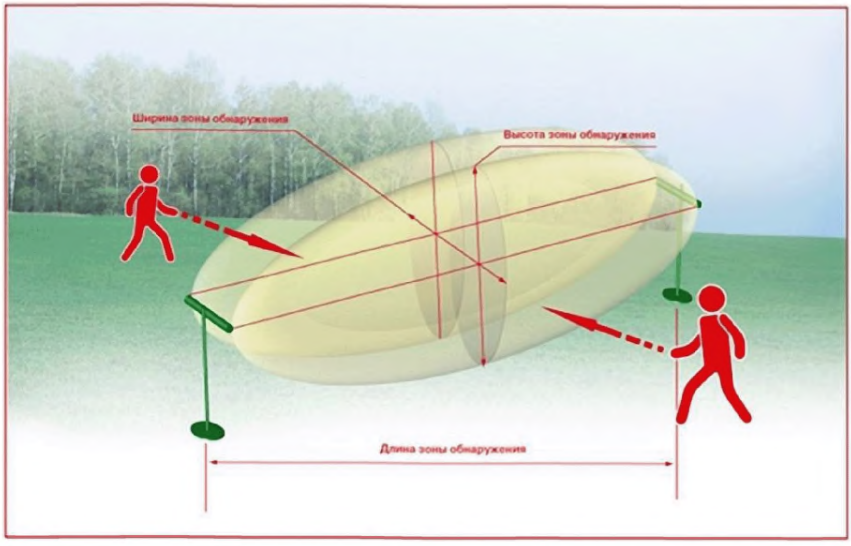


Рисунок 31 - Зоны обнаружения извещателя «Торос»

Вывод

Функция определения направления перемещения нарушителя является инновационным направлением при разработке линейных радиоволновых извещателей с целью существенного увеличения его помехоустойчивости.

Новые алгоритмы обнаружения («нечеткая» логика)

Примером современного линейного радиоволнового извещателя может служить ERM0482X, выпущенный итальянской фирмой CIAS (рисунок 32).



Рисунок 32 - Извещатель ERMO482X

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 (идущий, 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 влияние сигналов, которые отражаются от деревьев, ограждений и других предметов, расположенных на краях зоны обнаружения.

Во встроенной памяти системы ERM0482X хранятся 100 "аналоговых" событий (изменение уровня сигнала, температура воздуха, напряжение питания) и 256 "цифровых" событий (сигналы тревоги, изменения параметров системы и др.).

В извещателях серии ERMO 482x Pro также используется цифровая технология обработки сигналов. Кроме этого предусмотрен выбор одного из 16 каналов модуляции с кварцевой стабилизацией. Извещатель обладает высокой помехозащищенностью в диапазоне частот авиационных радаров, благодаря конструктивному исполнению антенн (параболическая антенна с линейной поляризацией) и цифровой фильтрации.

Внешний вид извещателя показан на рисунке 33.



Рисунок 33 - Двухпозиционный извещатель «ERMO 482x Pro»

Выводы

Применение способа распознавания образов на принципах «нечеткой логики» позволяет существенно повысить обнаруживающую способность извещателя.

Для повышения помехоустойчивости используются методы поляризации вектора излучения и формирования зоны обнаружения в виде эллипса в вертикальной плоскости.

Способы являются инновационными при разработке линейных радиоволновых извещателей.

Цифровой способ уменьшения ширины зоны (метод FSTD)

Новая конструкция антенны в извещателе «Manta» позволяет создать узкую зону обнаружения при ее небольших размерах.

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» состоит в том, что он анализирует основные параметры принимаемого сигнала, характеризующие его динамические изменения. В блоке памяти извещателя хранятся типовые сигналы проникновения, которые используются как эталонные при анализе принимаемых сигналов в реальном времени. Алгоритмы «нечеткой логики» компенсируют влияние помех окружающей обстановки и позволяют надежно идентифицировать реальные проникновения.

Внешний вид извещателя показан на рисунке 34.



Рисунок 34 - Двухпозиционный извещатель «Manta»

Вывод

Метод «нечеткой логики», автоматический контроль параметров, динамическое определение маскирования могут быть рекомендованы при разработке отечественных извещателей.

Возможность охраны пересеченной местности

Извещатель охранный линейный радиоволновой «Наст» содержит комплект блоков ПРД и ПРМ, что позволяет охранять 16 участков по 8 м. Не требуется юстировка и предварительная подготовка участков охраняемых периметров, допускается наличие травы, деревьев, кустов и перепадов высоты поверхности до 5 м. На рисунке 35 показаны зоны обнаружения извещателя «Наст».

Вывод

Данный способ может применяться для охраны «ломаных» периметров объектов.

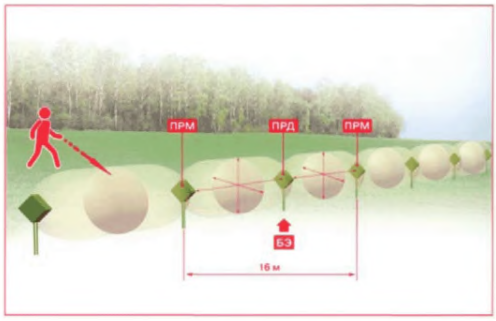


Рисунок 35 - Зоны обнаружения извещателя «Наст»

Обнаружение ползущего нарушителя

Пример нового изделия с повышенной обнаружительной способностью - извещатель Model 320SL (Southwest Microwave), в котором используются два приемопередаточных модуля, работающие в двух частотных диапазонах:
К (24,1 ГГц) и Х (10,5 ГГц), формирующие 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.

Вывод

Обнаружение ползущего или перекатывающегося нарушителя является актуальной задачей, так как линейные радиоволновые извещатели, ныне устанавливаемые на объектах, охраняемых подразделениями вневедомственной охраны, фактически не обнаруживают эти способы преодоления периметра нарушителем.

Примечание. «Линар-200» выполняет эту функцию, но при определенных ограничениях к дальности действия и к подстилающей поверхности.

Интерфейс RS-485

Для дистанционной диагностики и настройки этих извещателей с помощью компьютера и специальной программы MWATEST используется интерфейс RS-485.

В последнее время в рамках работ по этому направлению развития радиоволновых извещателей большинство производителей использует интерфейс RS-485. Желание повысить информативность средств охранной сигнализации вполне понятно, но несомненная перспективность этого пути может быть обеспечена только при условии создания стандарта обмена данными в системах с использованием этого интерфейса.

Вывод

Дистанционная диагностика и настройка являются перспективной тенденцией при разработке извещателей.

Комплект сменных антенн

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.

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.



Рисунок 36 – Быстро разворачиваемый комплект

Горизонтальная проекция трех зон обнаружения показана на рисунке 37.

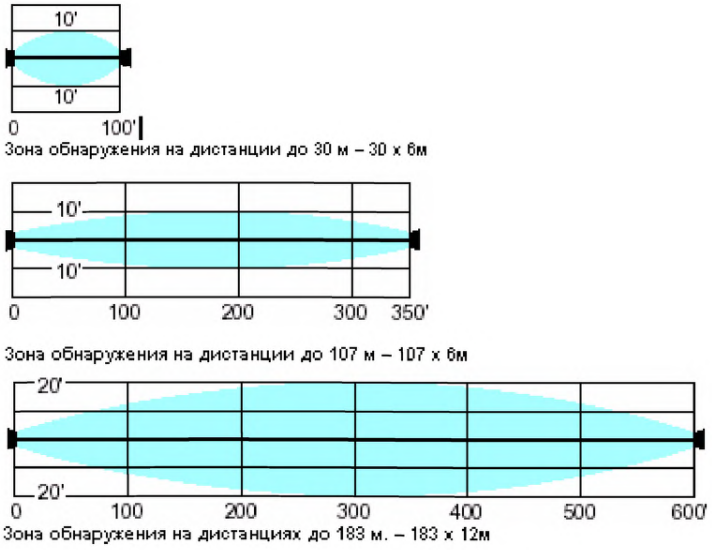


Рисунок 37 – Горизонтальная проекция зоны обнаружения

Вывод

Применение сменных антенн актуально при разработке быстроразворачиваемых мобильных извещателей.

Этот способ позволяет оперативно изменять параметры зоны обнаружения, которые будут оптимальны для конкретного охраняемого объекта, ландшафта и т.д.

Дополнительное оборудование

Практически все производители заявляют о простой инсталляции выпускаемых изделий, хотя часто упрощение касается только какой-либо одной функции и не является принципиальным.

Например, юстировка блоков проводится "на глаз" и не требует каких-либо приборов, пороги обнаружения определяются автоматически. Этого достаточно, если участок периметра соответствует требованиям эксплуатационной документации, что в последнее время бывает далеко не всегда. В противном случае часто возникают проблемы, требующие технического анализа и, если это вообще возможно, средств ручной регулировки для адаптации извещателя к конкретным условиям.

Совмещение функции автоматической регулировки с возможностью ручной в других областях техники сейчас уже норма (например, автомобильная автоматическая коробка передач с функцией "TIPTRONIC"). Подобный подход уже реализован в новой линейке извещателей серии «Радий», «РМ», выпускаемых ЗАО "Фирма "ЮМИРС". В режиме ручной регулировки имеется возможность контроля запаса радиосигнала и изменения порогов обнаружения. Как в ручном, так и автоматическом режиме возможно изменение значений максимальной и минимальной обнаруживаемых скоростей. Отображение сигналов и установленных параметров, изменение установок осуществляется для "РМ-300" при помощи встроенного в приемный блок тестера; для "РМ-150" и "РМ 24-800", "Радий-7" - при помощи отдельного прибора контроля.

Вывод

Включение в комплект поставки дополнительного оборудования позволяет адаптировать извещатель к конкретным условиям, что повышает надежность его функционирования по назначению.

2.5.4 Технические решения по увеличению надежности обнаружения радиоволновыми однопозиционными линейными средствами обнаружения

Увеличение диапазона обнаруживаемых скоростей

Упрощенные версии линейных радиоволновых извещателей фирмы Southwest Microwave, выпускаемых под наименованиями PAC 375C и PAC 385, работают соответственно в X-диапазоне (регулируемая длина зоны до 61 м) и K-диапазоне (длина зоны до 122 м). Для модели PAC 385 рабочая частота в 2,5 раза 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.

Однопозиционный датчик типа TMPS-21200 с чувствительной зоной в виде цилиндра радиусом до 48 м использует рабочую частоту от 5,725 до 5,850 ГГц. Это позволило расширить диапазон обнаруживаемых скоростей движения объекта (от 0,025 до 31 м/сек). Датчик имеет встроенную схему для ограничения радиуса чувствительности, что позволяет исключать сигналы ложной тревоги от предметов, расположенных вне охраняемой зоны. Сигналы тревоги передаются по кабелю или по радиолинии. В состав системы входит радар с круговой диаграммой и радиусом действия до 4 м, используемый для охраны ближних подступов к датчику.

Вывод

Увеличение рабочей частоты обеспечивает лучшее обнаружение медленно перемещающихся целей со скоростями до 0,03 м/с.

Ограничение дальности действия (метод RCO)

Запатентованный метод RCO позволяет ограничивать радиус действия прибора. Эта уникальная особенность делает его невосприимчивым к помехам, вызванным объектами за пределами этого радиуса, в том числе имеющими значительные габариты (грузовики и деревья).

Нечувствительность в ближней зоне (технология ZRS)

В моделях 380, 385 также применяется запатентованная технология ZRS (Zero-Range Suppression - подавление сигнала в ближней зоне), которая уменьшает амплитуду сигнала от близко расположенных целей.

Обе технологии (RCO и ZRC) существенно уменьшают ложные тревоги от дождя, вибраций, птиц и не изменяют форму и размеры зоны обнаружения (приложение В). На рисунке 38 показаны зоны извещателя с использованием технологий RCO и ZRC.



Рисунок 38 – Зоны извещателя

Вывод

Технологии, аналогичные RCO и ZRS, использованы в извещателе «Фон-3».

Разделение на подзоны

Одним из направлений уменьшения влияния местных предметов на качество обнаружения проникновения является деление зоны обнаружения извещателя на подзоны.

Радиоволновый однопозиционный извещатель «Зебра 30/60» (ЗАО «Охранная техника») имеет зону обнаружения, разделенную на 12 подзон (рисунок 39), 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.

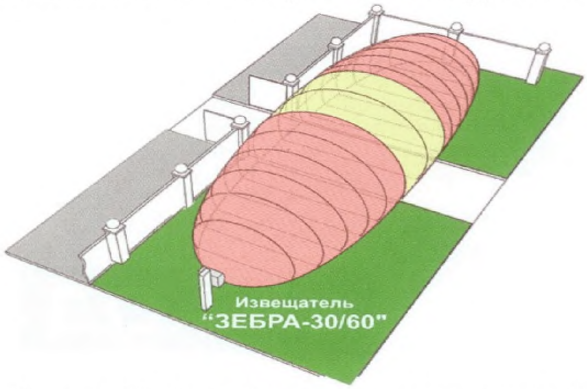


Рисунок 39 - Зона обнаружения извещателя «Зебра»

Извещатель имеет возможность настройки с ПЭВМ (USB) и функцию «АНТИМАСКИНГ». Эта функция позволяет определить намеренное маскирование части охраняемой зоны для совершения несанкционированных действий, например, маскирования с помощью большого металлического листа подходов к охраняемому объекту.

Вывод

Разделение зоны обнаружения на подзоны, управление ими, функция определения маскирования и дистанционный контроль функционирования можно рассматривать как повышение качества обнаружения для линейных (объемных) однопозиционных радиоволновых извещателей.

Распознавание ближних объектов (метод SRTD)

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 40.



Рисунок 40 - Однопозиционный извещатель «Armidor»

Выводы

В однопозиционных радиоволновых извещателях также применяется цифровой анализ принимаемых сигналов на базе типовых моделей нарушителя (принцип «нечеткой логики»).

Предусмотрена автоматическая температурная компенсация для исключения влияния погодных условий на работу извещателя.

Система мультиплексирования

Встроенная система мультиплексирования позволяет моделям 380, 385 работать рядом с другими трансиверами или радиоволновыми извещателями без взаимного вмешательства. Для организации мультиплексирования все датчики соединяются кабелем синхронизации (витой парой). Любой на выбор извещатель или внешние часы включаются в режиме "ведущий", а остальные - в режиме "ведомый". В группе из 16 устройств в определенный момент времени будет работать только один извещатель.

2.5.5 Технические решения по увеличению надежности обнаружения однопозиционными объемными радиоволновыми средствами обнаружения

Сложный зондирующий сигнал

Применение традиционных однопозиционных радиоволновых извещателей, принцип действия которых основан на эффекте Доплера, требует соблюдения достаточно большого количества условий. Присущие им недостатки (неравномерная чувствительность в зависимости от расстояния до обнаруживаемого объекта, низкая помехоустойчивость к близкорасположенным колеблющимся и вибрирующим предметам) ограничивают использование этих извещателей. Неравномерная чувствительность проявляется в том, что крупногабаритный объект, находящийся даже за пределами зоны обнаружения (по человеку), формирует такой же сигнал, как и мелкий объект около извещателя.

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 41) принцип действия также основан на методе линейной частотной модуляции СВЧ излучения, но есть возможность осуществлять управление чувствительностью приемного тракта для сигналов, поступающих с отдельных выделенных зон.

Аналогичные характеристики имеет и извещатель охранный радиоволновый однопозиционный ОПД-5L.

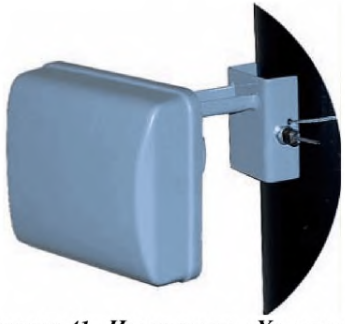


Рисунок 41– Извещатель «Хамелеон»

Разделение зоны обнаружения

В отличие от своих традиционных предшественников в извещателе зона обнаружения разбита на пятнадцать поперечных зон с возможностью индивидуальной настройки чувствительности в каждой из них, что, несомненно, является достоинством, т.к. обеспечивает достоверность обнаружения и повышенную помехоустойчивость во всей зоне.

В извещателе реализована возможность организации зон «санкционированных» проходов на охраняемом участке, например, для передвижения людей или транспорта через ворота.

В этом случае тревога формируется только при перемещениях объекта до ворот или после них.

Определение направления перемещения

Извещатель может работать в четырех режимах. Выбор режима влияет на условия формирования тревоги, а именно: при приближении нарушителя, при его удалении, при продольном перемещении (независимо от направления), при любом перемещении. В первых трех режимах извещатель будет работать с повышенной помехоустойчивостью к колебаниям травы, кустарника, качающимся воротам и т.д.

Интерфейс RS 232

Настройка режимов работы и отключения отдельных зон может производиться на предприятии-изготовителе по требованию заказчика либо на месте эксплуатации непосредственно подключением его к персональному компьютеру (ПК) по интерфейсу RS 232.

Применение новых технологий СВЧ модулей, цифровая обработка

Микроволновый радар-сенсор АГАТ-7 (рисунок 42) предназначен для охраны территории объектов от проникновения нарушителей.



Рисунок 42 - Извещатель «Агат – 7»

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).

Вывод

В объемных радиоволновых средствах обнаружения применяют те же технические приемы для уменьшения влияния внешних воздействующих факторов, усложняющих их функционирование, как и для радиоволновых периметровых средств обнаружения.



Рисунок 43 - Извещатель «Агат – 7» на объекте

2.6 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» заграждения из металлической сетки, колючей проволоки, армированной колючей ленты АКЛ (рисунок 44).



Рисунок 44 - Установка извещателя на АКЛ

Термин «вибрационные» относится к характеру внешнего воздействия, вызывающего извещение о тревоге. Извещатели этого класса обнаруживают нарушителя при перелазе, разрушении или демонтаже полотна ограждения.

В отечественных извещателях в качестве чувствительных элементов (ЧЭ) используются специальные кабели со спиралевидным центральным проводником (типа КТВ). Также широко применяются телефонные экранированные кабели (типа ТПП 10×2×0,5), обладающие выраженным «паразитным» трибоэффектом.

Уровень разработки простых и сравнительно недорогих отечественных вибрационных извещателей в целом не ниже импортных аналогов. Извещатели имеют вероятность обнаружения Р = 0,95, среднюю наработку на ложную тревогу – Тл = 720 ч, минимум регулировок, необходимых для оптимальной настройки извещателя на различных ограждениях. К достоинствам этих извещателей также относятся небольшая потребляемая мощность (до 500 мВт) и расширенный температурный диапазон эксплуатации (от минус 50 до плюс 65 °С).

К тактическим достоинствам вибрационных извещателей можно отнести:

1 Возможность установки ЧЭ с учетом геометрии защищаемого периметра. Величина угла поворота ограничена лишь допустимым радиусом изгиба самого ЧЭ.

2 Размеры зоны обнаружения ограничены размерами контролируемого ограждения.

Недостатки и ограничения

1 Высокие требования, предъявляемые к качеству монтажа как самого ограждения, так и ЧЭ (крепеж кабеля к ограждению, монтаж соединительных муфт и т.д.). Если в пределах одной зоны обнаружения ограждение имеет участки с различной чувствительностью (например, с разным усилием натянута металлическая сетка, с

разным качеством установлены опоры, кронштейны козырька и т.п.), настроить извещатель практически невозможно.

2 Необходимость регулярного контроля параметров настройки извещателя, так как свойства ограждения могут заметно изменяться при резких изменениях температуры, а также при смене сезонов.

3 Недопустимость прямого контакта ЧЭ с ветвями деревьев и больших кустарников.

4 Возможность выдачи ложной тревоги при проезде тяжелой техники вдоль ограждения и от ударов по нему камнем, палкой и т.д.

5 Ограниченность применения. Извещатели могут применяться только на «мягких» (сетчатых) или на легких металлических ограждениях (профнастил, гофрированный лист). Установка этих извещателей на «жестких» ограждениях (железобетонных, кирпичных или конструкциях из пластика) не предусмотрена.

Техническим решением охраны для таких ограждений является устройство дополнительных козырьков из металлической сетки или спирали из армированной колючей ленты.

Разновидности извещателей

1 Внутри класса вибрационных извещателей существуют ярко выраженные подгруппы, различающиеся по диапазону выделения полезных сигналов, связанных с колебаниями ограждения.

Можно выделить следующие разновидности:

- диапазон низких частот – от 0,1 до 6,0 Гц;
- диапазон высоких частот – от 80 до 400 Гц;
- диапазон акустических частот - до 400 – 1700 Гц.

В отечественных извещателях широко используются телефонные кабели ТПП. Благодаря наличию различных кабелей, извещатели этого типа имеют небольшую стоимость и относятся к подгруппе с низким диапазоном частот. Эти извещатели замечательно чувствуют колебания полотна ограждения, связанные с перелазом нарушителя, но совершенно нечувствительны к колебаниям, вызываемым перекусыванием или перепиливанием металлической сетки.

Поэтому для извещателей с диапазоном низких частот расположение ЧЭ на полотне ограждения должно быть таким, чтобы нарушитель не смог вырезать кусок полотна и без его сотрясения преодолеть ограждение (рисунок 45).



Рисунок 45 - Установка извещателя на сетке

Извещатели с диапазоном высоких частот (ЧЭ типа КТВ), наоборот, прекрасно чувствуют разрушение полотна «мягкого» ограждения (перекусывание ячейки или приподнимание сетки), но перелезающего нарушителя могут определить, если он наступит на кабель или захватит его рукой.

В настоящее время применяется двухчастотный метод («окна» в нижней и верхней полосе частот), который позволяет обнаруживать нарушителя при попытках преодоления или разрушения «мягкого» ограждения. Вместе с тем в результате расширения частотного спектра уменьшается помехозащищенность к удару брошенным камнем или палкой. Кроме этого, стоимость специальных кабелей значительно выше, чем в предыдущем случае.

2 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. Одним из этих методов является снижение силы токов, протекающих в блоке обработки сигналов (БОС). БОС регистрирует сигналы, возникающие в ЧЭ и местах его жесткого крепления к ограждению (узлах напряжения), при механическом воздействии на элементы ограждения.



***Рисунок 46 –Извещатель** «Гюрза-35ПВЗ»*

Извещатель охранный трибоэлектрический «Гюрза-035ПВЗ» (рисунок 46) отличается от аналогичных изделийо тем, что ЧЭ имеет оболочку из специального ПВХ пластиката. Изделие предназначено для оборудования ограждений, расположенных во взрывоопасных зонах, за счет применения искробезопасных электрических цепей уровня ic подгруппы IIB и специального кабеля для ЧЭ. Прибор имеет маркировку 2ExicIIB T6X.

Необходимо отметить, что на рынке технических средств охранной сигнализации (ТСОС) наблюдается недостаток извещателей для установки во взрывоопасных зонах. Этот извещатель можно рассматривать как перспективное устройство для охраны протяженных периметров объектов нефтегазовой и химической промышленности.

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 50^0 до плюс 70^0С.

3 **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 раздельно охранять нижнюю и верхнюю части ограждения, на которые воздействуют различные по своей природе помехи различной интенсивности.

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.



Рисунок 47 - Извещатель «МУРЕНА»

4 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».

Извещатель для охраны периметра **«МУРЕНА»** (рисунок 47), разработанный в **ЗАО «Фирма «ЮМИРС»**, предназначен для установки на сетчатые ограждения и обеспечивает формирование извещения о тревоге при перелезании ограждения и (или) попытках его разрушения.

Специально разработанный вибрационный кабель позволяет определять разрушение полотна способами перепиливания и перекусывания.

Новая модификация извещателя дополнена интерфейсом, который позволяет производить установку параметров обнаружения предполагаемого нарушителя. В нем применяется технология преобразования сигналов от ЧЭ в цифровой код для дальнейшей обработки процессором. Разработанная программа управления процессом инсталляции извещателя существенно облегчает процесс настройки прибора и установку оптимальных параметров для его надёжной работы. Программа обеспечивает визуальный контроль помеховой обстановки и «полезного» сигнала при преодолении ограждения.

На рисунке 48 показан скриншот программы управления процессом инсталляции.

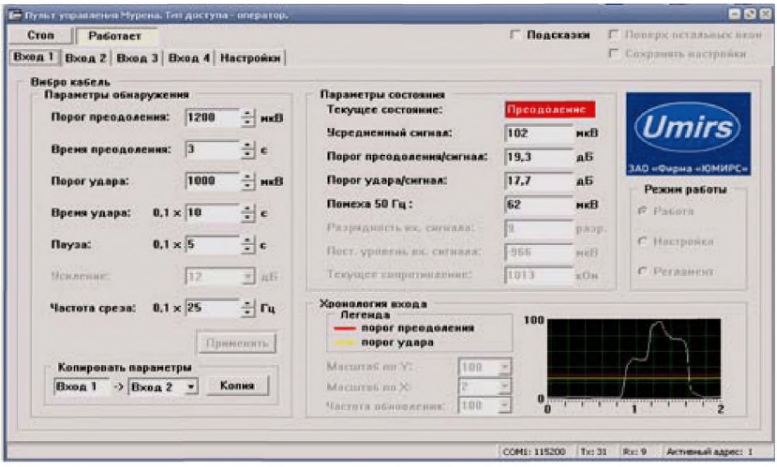


Рисунок 48 – Скриншот программы извещателя «МУРЕНА»

С помощью персонального компьютера (ПК) имеется возможность:

- раздельной установки уровней различных «порогов» срабатывания;
- задания времени преодоления ограждения нарушителем;
- установки других признаков «полезного» сигнала.

Каждый из четырёх ЧЭ настраивается индивидуально. Любой из них может быть отключен при сохранении общей работоспособности других ЧЭ.

Кроме возможностей прецизионной настройки каждого канала, программа позволяет копировать режимы настройки. При этом процессор БОС автоматически устанавливает одинаковые настройки для указанных входов, что сокращает время настройки извещателя. На рисунке 49 показан вариант установки ЧЭ на ограждение.

Протяженность рубежа, блокируемого одним комплектом, составляет 500 м (два фланга в две линии по 250 м).

Извещатель «МУРЕНА» не требует большой зоны отчуждения. Также на его 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.

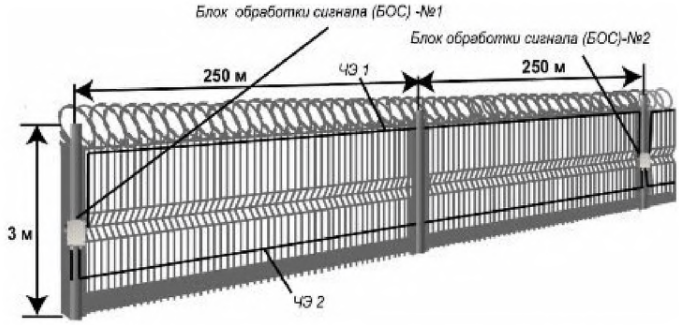


Рисунок 49 - Вариант применения извещателя «МУРЕНА»

5 В отличие от остальных извещатели с диапазоном акустических частот (виброакустические) работают даже на «жестких» (тяжелых) сварных решетках и на качественных деревянных ограждениях, так как акустические волны распространяются в ограждении при любом способе преодоления или воздействия (рисунок 50).



Рисунок 50 - Установка извещателя на сварных решетках

Для построения таких извещателей используются только специализированные кабели со сложной структурой и высокой стоимостью (до 500 рублей за метр). Наряду с логической тревогой, в извещателях обеспечивается аналоговый контроль акустической обстановки возле ограждения.

Виброакустические извещатели могут устанавливаться на различные существующие ограждения (рисунок 51).

Рассмотрим более подробно функционирование виброакустических извещателей на примере электронной системы Guardwaire («Гардвайр») фирмы Geoquip («Джеокуип», Великобритания)



Рисунок 51 - Ограждения с виброакустическими извещателями

Центральное звено системы - специально разработанный сенсорный микрофонный кабель GW400k, представляющий собой распределенный электромагнитный микрофон (рисунок 52). Кабель содержит два неподвижных и два подвижных проводника, расположенных в зазоре между двумя гибкими магнитными полосками полукруглого сечения, выполненными из гибкого магнитного полимера (буквами N и S обозначены полюса магнитов).

Сердечник кабеля покрыт изолирующим слоем майларовой пленки и экраном из алюминиевой фольги, к которому подключен провод заземления. Снаружи сенсорный кабель защищен полиэтиленовой оболочкой.

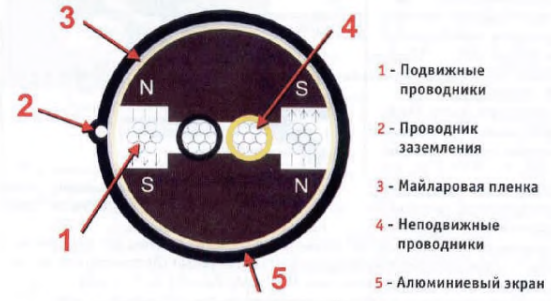


Рисунок 52 - Структура микрофонного кабеля

Кабель монтируется на ограждении и воспринимает вибрации, создаваемые нарушителем при попытке проникнуть на объект. Подвижные проводники при этом перемещаются в магнитном поле. В них наводится электрическое напряжение, которое регистрируется анализатором.

Анализатор серии **GW400 «Гардвайр»**, объединенный с микрофонным кабелем, представляет собой автономную систему охраны для одной зоны, т.е. для отдельного участка периметра длиной от 100 до 300 м (всего два участка). Анализаторы обеспечивают двухканальную обработку сигналов, необходимую для регистрации двух различных типов вторжения: перелезания через ограду или разрушения ограды (перекусывание сетки, удары).

Чувствительность системы устанавливается независимо по каждому каналу. Сменные фильтры позволяют эффективно подавлять помехи (например, от ветра или дождя) и оптимизировать отклик системы для данного типа ограды (сетка, сварная решетка и др.). Отличительной особенностью анализаторов «Гардвайр» является наличие звукового канала, позволяющего оператору прослушивать обстановку в каждой зоне.

По утверждению своих дистрибьюторов, система «Гардвайр» уже достаточно широко применяется на российском рынке (смонтировано несколько десятков километров). Хотя это и не идет ни в какое сравнение с отечественными системами, объем внедрения которых составляет сотни, если не тысячи километров, это самая популярная из зарубежных систем.

В таблице 1 приложения А приведены тактико-технические характеристики некоторых отечественных и зарубежных вибрационных извещателей.

Выводы

1 В настоящее время широко применяются извещатели, позволяющие определять как разрушение ограждения, так и его преодоление нарушителем.

2 При установке извещателя на периметре предъявляются высокие требования к монтажу ЧЭ, качеству ограждения.

3 Техногенные и природные помехи, воздействующие на ограждение и непосредственно на ЧЭ, могут приводить к формированию ложных тревог.

2.7 Оптико-электронные средства обнаружения (активные, пассивные, волоконно-оптические)

Оптико-электронные средства обнаружения (ОЭСО) построены на анализе оптического излучения. Они подразделяются на 2 типа: активные и пассивные. Активные регистрируют изменение собственного излучения, вызванное вторжением нарушителя в ЗО, пассивные регистрируют тепловое излучение нарушителя.

Требования к ОЭСО установлены в национальных стандартах Российской Федерации:

ГОСТ Р 52434-2005 Извещатели охранные оптико-электронные активные. Общие технические требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 50777-95 Системы тревожной сигнализации. Часть 2. Требования к системам охранной сигнализации. Раздел 6. Пассивные оптико-электронные инфракрасные извещатели для закрытых помещений и открытых площадок.

В этих стандартах приведены требования к показателям функционального назначения, помехозащищённости, устойчивости к климатическим воздействиям, интерфейсу и др.

2.7.1 Активные ОЭСО

Линейные оптико-электронные извещатели (активные ИК извещатели), как правило, имеют двухблочную конструкцию и состоят из блока излучателя (БИ) и блока фотоприемника (БФ), образующих оптическую систему. Излучатель формирует поток инфракрасного излучения (инфракрасный луч) с заданными характеристиками, который попадает на приемник. Появление в ЗО извещателя оптически непрозрачного объекта вызывает прерывание ИК луча (или снижение его мощности), попадающего в приемник, который анализирует величину и длительность этого прерывания и в соответствии с заданным алгоритмом формирует извещение о тревоге путем изменения сопротивления контактов, подключаемых к ШС. Также встречаются извещатели, имеющие одноблочную конструкцию, оптическая система которых состоит из излучателя и фотоприемника, объединенных в одном корпусе, а также светоотражателя (катафота). Входные окна БИ и БФ обычно закрыты специальными фильтрами (иногда эти фильтры выполнены одним целым с крышкой корпуса извещателя). Схема активного ИК извещателя представлена на рисунке 53.

Достоинством активных ИК извещателей является то, что их обнаружительная способность не зависит от характеристик теплового излучения человека

(нарушителя). Также они нечувствительны к изменению характеристик теплового излучения окружающих объектов (фона) и возникающим тепловым помехам, что очень актуально при эксплуатации на открытых площадках.

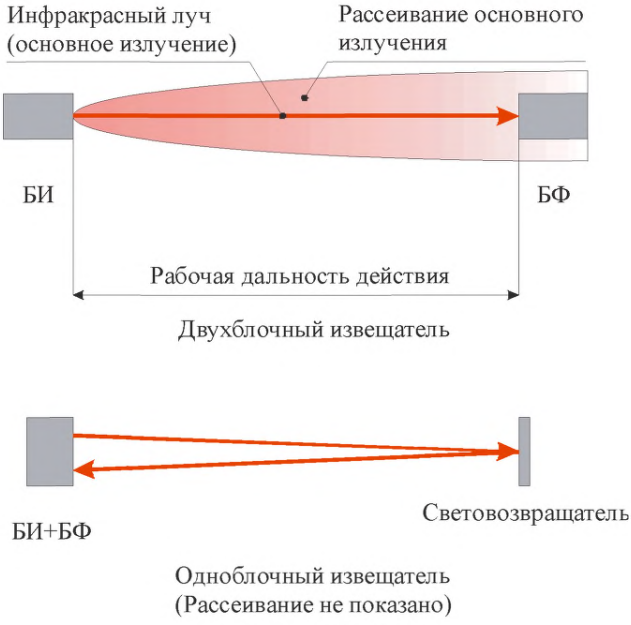


Рисунок 53 - Схема активного ИК извещателя

К недостаткам активных ИК извещателей можно отнести их способность формировать только линейную ЗО, что обуславливает узкую область применения. 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. Но при этом размеры ЗО для первого варианта будут небольшими, а второй вариант потребует увеличения финансовых затрат. К недостаткам можно отнести и чувствительность к оптическим засветкам.

В последнее время некоторыми фирмами-изготовителями предпринимаются попытки создания активного охранного извещателя с применением лазера ИК диапазона. Так, японская фирма «Optex» недавно начала выпуск извещателя, использующего принцип сканирования окружающего пространства лазерным лучом. (Подробнее об этом извещателе в разделе «Перспективные ТСО»)

Основные функциональные характеристики активных ИК извещателей и их влияние на применение и тактику охраны

Активные ИК извещатели формируют линейную ЗО. Их можно применять для организации первого рубежа охраны объектов (блокировка протяженных инженерных ограждений (заборов), окон или дверей снаружи здания, ворот, вентиляционных шахт и каналов и т.п.). Т.к. активные инфракрасные извещатели формируют линейную зону обнаружения, на их применение будет оказывать влияние форма охраняемого объек-

та, зависящая от особенностей ландшафта и самого объекта. Охраняемые объекты должны быть прямолинейными, в противном случае, объект разбивается на несколько прямолинейных участков, для блокировки которых используется отдельный извещатель (см. рисунки 54, 55).

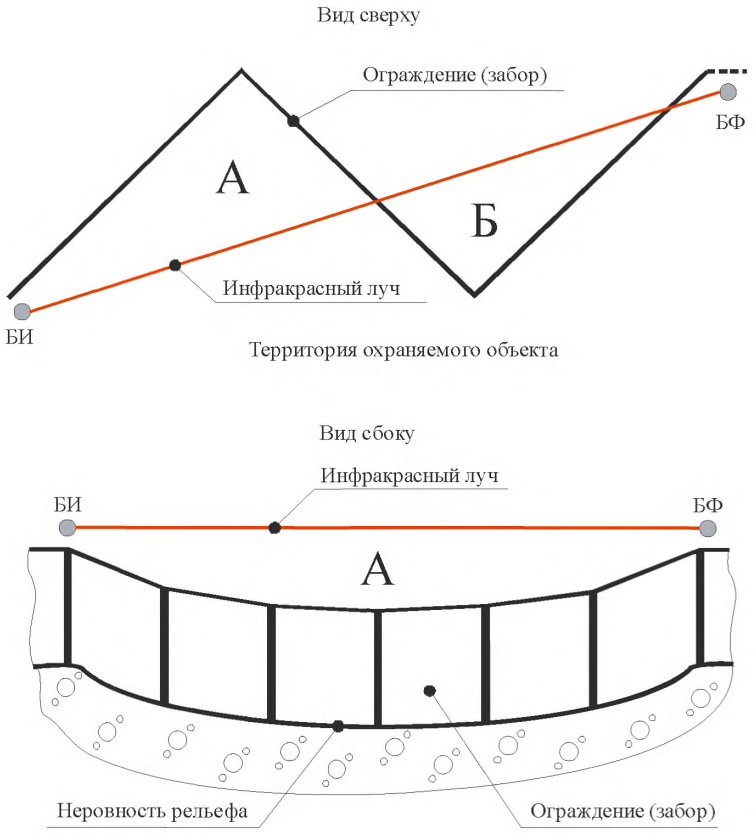


Рисунок 54- Неправильное использование активного ИК извещателя

На рисунке 54 показано неправильное использование активного ИК извещателя. В зонах А и Б возможно проникновение нарушителя через охраняемое ограждение. При этом в зоне Б ЗО извещателя находится за пределами охраняемого объекта, где есть высокая вероятность ее случайного перекрытия (качающиеся ветки деревьев, действия случайных прохожих и т.п.), что приведет к формированию ложного извещения о тревоге.

На рисунке 55 показана примерная схема охраны объекта сложной формы при помощи нескольких извещателей. Разбивка объекта на участки должна быть произведена таким образом, чтобы нарушитель не смог проникнуть на объект, не перекрыв ИК луча, т.е. максимальное расстояние между полотном ограждения и ИК лучом (воображаемой линией между БИ и БФ) должно быть меньше габаритов человека (примерно 300 – 350 мм).

Основными функциональными характеристиками активного ИК извещателя являются максимальная рабочая дальность действия, коэффициент запаса, чувствительность и помехозащищенность.

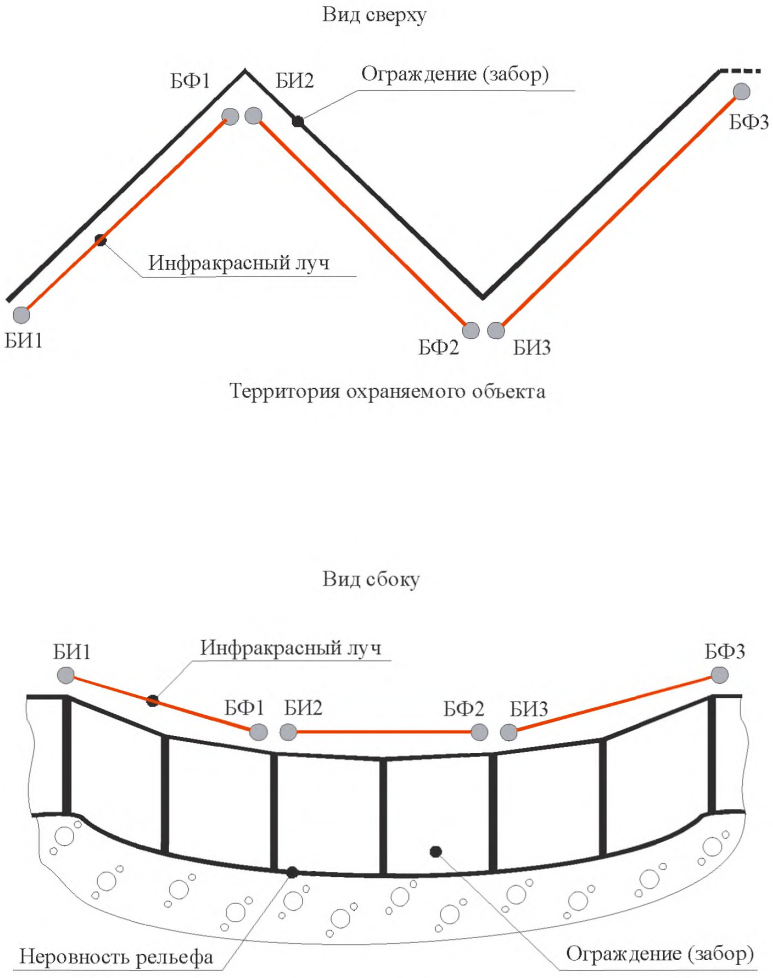


Рисунок 55 - Схема охраны объекта сложной формы

Максимальная рабочая дальность действия – максимально возможное расстояние, на которое могут быть разнесены излучатель и приемник извещателя при условии его соответствия требованиям национального стандарта.

Коэффициентом запаса называется максимальное значение уменьшения потока инфракрасной энергии, не приводящее к формированию извещения о тревоге. Этот коэффициент характеризует устойчивость извещателя к воздействию метеорологических факторов (дождь, снегопад, туман). Минимально допустимые значения коэффициента запаса зависят от рабочей дальности действия и приведены в национальном стандарте. Т.к. в помещениях не бывает атмосферных осадков, требования к коэффициенту запаса извещателей, предназначенных для эксплуатации в помещении, значительно ниже аналогичных требований для извещателей, предназначенных для эксплуатации на открытом воздухе.

Конкретные значения максимальной рабочей дальности действия и коэффициента запаса для каждой модели извещателя устанавливает предприятие-изготовитель.

Для обеспечения возможности применения на различных объектах большинство современных активных ИК извещателей имеет возможность регулировки дальности действия. Как правило, регулировка дискретна, каждое ее значение соответствует

определенному диапазону дальности действия. Не допускается эксплуатировать извещатель при несоответствии фактической дальности действия установленному при регулировке диапазону. В случае если фактическая дальность превышает установленную, коэффициент запаса может оказаться недостаточным, что при наличии атмосферных осадков (интенсивный снег, дождь, плотный туман) может привести к нарушению работоспособности извещателя (проявляющемуся в виде формирования ложного извещения о тревоге и невозможности постановки на охрану). Если фактическая дальность ниже установленной мощность ИК излучения, попадающего на приемник, будет избыточной, что в некоторых случаях может привести к пропуску нарушителя. Избыточной мощностью сигнала обусловлено и наличие у активных ИК извещателей минимальной дальности действия. Расстояние между БИ и БФ не должно быть меньше значения, указанного в эксплуатационной документации, прилагаемой к извещателю.

Чувствительностью активного ИК извещателя называется длительность прерывания инфракрасного луча, при превышении которой извещатель должен формировать извещение о тревоге. Минимально допустимое значение чувствительности для извещателей, эксплуатируемых на открытых площадках, регламентировано национальным стандартом и составляет 50 мс.

Эта величина определена с учетом антропометрических характеристик человека и соответствует пересечению нарушителем ЗО извещателя бегом с максимальной скоростью. В современных извещателях предусмотрена дискретная регулировка чувствительности до значения 400 – 500 мс.

Устанавливать значение чувствительности рекомендуется с учетом наиболее вероятного времени нахождения нарушителя в ЗО, которое зависит от его размеров и скорости перемещения. Например, если извещатель установлен на открытом пространстве, где нарушитель будет иметь возможность разбежаться и пересечь ЗО с высокой скоростью, следует устанавливать высокую чувствительность (50 мс). В случае отсутствия у нарушителя возможности для разбега и перемещения с высокой скоростью (например, при блокировке узкого пространства между двумя заборами) значение чувствительности можно установить в диапазоне 100 – 200 мс. Если нарушитель будет вынужден находиться в ЗО достаточно продолжительное время, например, при преодолении блокируемого участка ползком или перелезании ограждения (забора), значение чувствительности можно установить в диапазоне 400 - 500 мс. Корректность выбора значения чувствительности необходимо проконтролировать после установки и настройки извещателя на объекте совершением тестовых пересечений ЗО наиболее вероятными способами и с максимально возможной скоростью. После каждого пересечения ЗО извещатель должен формировать извещение о тревоге. За исключением обоснованных случаев, не рекомендуется устанавливать максимально высокую чувствительность (50 мс), т.к. это снижает помехозащищенность извещателя.

Помехозащищенностью называется длительность прерывания инфракрасного луча, при отсутствии превышения которой извещатель не формирует извещение о тревоге. Минимально допустимое значение помехозащищенности для извещателей, эксплуатируемых на открытых площадках, регламентировано национальным стандартом и составляет 35 мс. Эта величина определена с учетом размеров и скорости перемещения наиболее вероятных помех, таких как падающие листья, пролетающие птицы и т.п.

В современных отечественных извещателях изменение помехозащищенности происходит автоматически одновременно с изменением чувствительности в процессе ее регулировки.

Повышению помехоустойчивости извещателя способствует применение в нем сдвоенного (синхронизированного) ИК луча.

Соотношения между чувствительностью и помехозащищенностью для современных отечественных активных ИК извещателей приведены в таблице 3.

Таблица 3

Параметр	**Значение**				
Чувствительность, мс	50	100	200	400	500
Помехозащищенность, мс	35	70	140	280	350

Влияние внешних факторов на работу активных ИК извещателей и рекомендации по его уменьшению

1) Температурный фактор

Температура окружающей среды оказывает негативное влияние на работоспособность извещателя, если ее значение превышает допустимые значения рабочей температуры, установленные для данного извещателя.

Для уменьшения вероятности перегрева извещателя следует по возможности избегать установки его в местах, где он будет подвергаться длительному воздействию прямых солнечных лучей, а также использовать защитные козырьки.

Для эксплуатации в районах, где в зимнее время часто наблюдаются очень низкие температуры (минус 40 °С и ниже), необходимо выбирать извещатели, имеющие встроенный автоматический подогрев платы и оптики.

Нижнее значение диапазона рабочих температур для современных отечественных извещателей равняется минус 40 °С, при наличии встроенного обогрева оно снижается до минус 55 °С.

Если температура воздуха опустилась ниже допустимых значений извещателя, необходимо учесть, что он может не обнаруживать нарушителя, целесообразно организовать охрану объекта методом патрулирования.

2) Оптические засветки

Причиной высокой освещенности может быть как солнце, так и источники искусственного освещения.

Наличие на входном окне БФ извещателя освещенности, фактическое значение которой превышает нормы, установленные в национальном стандарте (более 20000 лк от естественного освещения и источников света, питающихся от источников постоянного тока, и 1000 лк от источников света (в т.ч. люминесцентных ламп), питающихся от сети переменного тока), может являться причиной ложных срабатываний или пропуска нарушителя.

Для исключения влияния данного фактора на работу извещателя он должен быть установлен таким образом, чтобы на входное окно БФ не попадали прямые солнечные лучи (это особенно актуально во время заката или восхода, когда неэффективны различные защитные козырьки) и излучение от мощных осветительных приборов (прожекторов, мощных люминесцентных ламп и пр.).

Большинство активных ИК извещателей, включенных на сегодняшний день в «Список…», обладают устойчивостью к естественному освещению величиной до 30000 лк.

3) Атмосферные осадки

Атмосферные осадки оказывают негативное влияние на коэффициент запаса извещателя вследствие ослабления излучения из-за рассеивания его каплями воды

или снежинками. Также они могут быть причиной появления влаги в корпусах блоков извещателя, что может вызвать потерю его работоспособности. В зимнее время возможно также обледенение входных окон блоков извещателя.

Коэффициент запаса современных извещателей, как правило, позволяет им исправно функционировать при наличии атмосферных осадков, но в случае их особой интенсивности может возникнуть нарушение работоспособности извещателя (проявляющееся в виде постоянного формирования извещения о тревоге и невозможности постановки на охрану). В этом случае следует организовать охрану объекта методом патрулирования.

Для уменьшения вредного воздействия атмосферных осадков можно использовать защитные козырьки, следует чаще проводить техническое обслуживание (очистку входных окон от льда и снега) извещателя. Необходимо применять извещатели с более высокой степенью защиты оболочки (не ниже IP54 по ГОСТ 14254), тщательно герметизировать вводные технологические отверстия в корпусах блоков при монтаже.

В случае установки извещателя на небольшой высоте от земли или иной поверхности (например, непосредственно над полотном ограждения) постепенно увеличивающийся слой снега (сугроб) может перекрыть ЗО извещателя, что вызовет постоянное формирование ложного извещения о тревоге. ЗО извещателя также может быть перекрыта образовавшимися сосульками в случае ее расположения под какими-либо выступающими конструкциями и их элементами.

Для предотвращения нарушения нормальной работы извещателя необходимо расчищать снег, скапливающийся в зоне обнаружения, своевременно удалять образующиеся сосульки. В случае установки извещателя вдоль верхнего края ограждения рекомендуется смещать его от оси ограждения внутрь объекта.

4) Электромагнитные помехи (ЭМП)

Источником ЭМП, способных повлиять на работу извещателя, могут быть как работающее электрооборудование большой мощности, так и атмосферные электрические разряды (гроза). Для эксплуатации на открытом воздухе следует применять извещатели, имеющие устойчивость к ЭМП по ГОСТ Р 50009 (электростатический разряд, электромагнитное поле, электрические импульсы в цепи электропитания) не ниже 3 степени.

При установке извещателей на открытом воздухе приходится прокладывать протяженные соединительные линии, подверженные воздействию ЭМП. Для ослабления влияния ЭМП на работу извещателя необходимо все соединительные линии прокладывать в металлорукавах (стальных трубах) и использовать заземление в соответствии с РД 78.36.006-2005 [8].

5) Изменение положения в пространстве конструкций, на которых закреплены блоки извещателя.

Эти изменения могут иметь как естественную, так и техногенную природу. Причиной их могут являться, например, вибрация вследствие работы каких-либо механизмов или движения большегрузного транспорта, сезонные подвижки грунта, ремонтные и другие работы, проводимые в непосредственной близости от места установки извещателя. Последствиями их могут быть ложные срабатывания и снижение коэффициента запаса.

Для предотвращения влияния данного фактора на работу извещателя необходимо по возможности устанавливать его на основаниях, не подверженных вибрации, деформации, имеющих устойчивый фундамент (несущие стены капитальных строений и т.п.).

6) Наличие в воздухе твердых мелкодисперсных частиц

Эти частицы могут иметь как естественное (пыль, пыльца растений), так и техногенное (пыль, копоть и пр.) происхождение. Их оседание на входном окне извещателя приводит к уменьшению коэффициента запаса.

Для борьбы с этим явлением на объектах с повышенным содержанием пыли или копоти в воздухе следует чаще проводить техническое обслуживание извещателя.

Эксплуатационные особенности активных ИК извещателей

Электропитание активных извещателей, как правило, допустимо осуществлять от источника постоянного тока с номинальным напряжением 12 или 24 В. Для электропитания извещателей, эксплуатируемых на открытых площадках (особенно при большой протяженности шлейфов питания), рекомендуется использовать источники с номинальным напряжением 24 В. Электропитание встроенного подогрева (при его наличии), как правило, осуществляется от отдельного источника, подключаемого к специально предназначенным для этой цели клеммам. Выходная мощность источников должна соответствовать нагрузке.

Особенности организации ИК барьера

Интервал между извещателями следует выбирать таким образом, чтобы у нарушителя отсутствовала возможность пролезть между ИК лучами, не перекрыв их. Для применения на открытом воздухе можно рекомендовать интервал около 350 мм.

Для организации ИК барьера можно применять извещатели, имеющие несколько рабочих частот. Это необходимо для исключения влияния излучения одного извещателя на работу соседнего.

В случае необходимости использования в барьере извещателей в количестве, превышающем количество рабочих частот, их нужно установить таким образом, чтобы ИК лучи извещателей, работающих на одной частоте, были направлены навстречу друг другу (рисунок 56). Таким же образом можно организовать и двухлучевой барьер из извещателей, имеющих одну рабочую частоту.

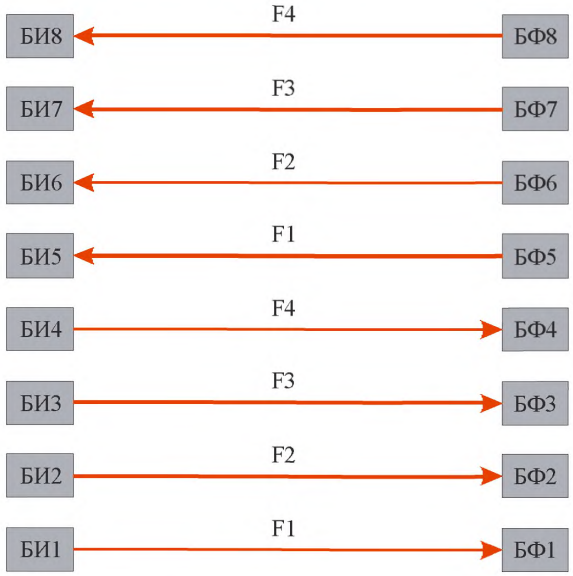


Рисунок 56 - Пример барьера ИК извещателей, работающих на одной частоте

При необходимости создания ИК барьера в горизонтальной плоскости извещатели необходимо устанавливать таким образом, чтобы излучения одной рабочей частоты близко расположенных БИ были разнонаправлены и не могли одновременно попадать на входное окно одного БФ (рисунок 57)



Рисунок 57 – Пример ИК барьера в горизонтальной плоскости

Настройка параметров извещателя, необходимых для работы на каждом конкретном объекте, производится либо с помощью переключателей, либо программированием. Процесс программирования параметров изложен в эксплуатационной документации, прилагаемой к извещателю.

После установки извещателя на объекте и подключения электропитания необходимо настроить взаимное расположение излучателя и приемника извещателя. Грубая настройка проводится визуально путем приблизительного совмещения их оптических осей или по показаниям индикатора ИК излучения (при наличии этого индикатора). В некоторых моделях извещателей (например, ИО209-32 «СПЭК-1115») для этой цели предусмотрен специальный оптический визир. После завершения грубой настройки необходимо произвести юстировку (точную настройку) блоков. Осуществляется она путем плавного поворота блока в разных направлениях на небольшой угол в горизонтальной и вертикальной плоскостях при помощи предусмотренных конструкцией извещателя юстировочных приспособлений (винтов или маховиков). Процесс юстировки контролируется в зависимости от конкретной модели извещателя либо по показаниям вольтметра, подсоединяемого к специальному разъему, либо по изменению встроенной световой индикации. Юстировка считается завершенной при максимальных показаниях вольтметра либо при наличии световой индикации, вид которой указан в эксплуатационной документации.

ВНИМАНИЕ. Юстировка блоков извещателя обеспечивает наличие на входном окне БФ необходимой мощности ИК излучения, а также достижение максимального коэффициента запаса и является необходимой и обязательной процедурой, даже в том случае, если после грубой настройки извещатель переходит в дежурный режим и способен формировать извещение о тревоге при пересечении ЗО.

Дистанционный контроль функционирования предназначен для проверки работоспособности извещателя с пульта централизованного наблюдения. Осуществляется путем кратковременной коммутации специально предназначенного для этой цели выхода и положительного выхода электропитания. В результате происходит кратковременное прерывание излучения БИ, после чего извещатель должен выдать извещение о тревоге. Данная функция требует прокладки дополнительного провода, но может оказаться полезной при охране периметров большой протяженности или затрудненном доступе к извещателю (например, в зимнее время).

В случае установки извещателя таким образом, что его ЗО направлена вдоль протяженной поверхности (полотна ограждения, стены и т.п), может проявиться эффект переотражения, заключающийся в том, что на входное окно БФ помимо прямого

ИК излучения будет попадать и переотраженное (рисунок 58). В результате, при достаточной мощности переотраженного излучения извещатель не будет формировать извещения о тревоге при перекрытии основного. Данный эффект может проявляться и при атмосферных осадках небольшой интенсивности, когда ИК излучение будет отражаться от снежинок, капель воды.

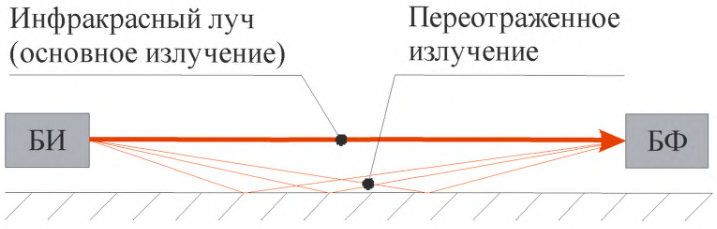


Рисунок 58 – Эффект переотражения

Для исключения отрицательного влияния эффекта переотражения в современных отечественных извещателях предусмотрена возможность включения т.н. «интеллектуального режима обработки сигнала», суть которого заключается в том, что извещатель формирует извещение о тревоге при уменьшении мощности ИК излучения на входном окне БФ примерно на 70 %.

Рекомендации по выбору извещателей

На отечественном рынке активные ИК извещатели в настоящее время представлены в основном продукцией российской фирмы ЗАО «СПЭК», (г. Санкт-Петербург), японских фирм «Optex» и «Aleph», немецкой «Bosch» и некоторых других.

На сегодняшний день полностью соответствуют требованиям отечественных национальных стандартов и ЕТТ только извещатели производства ЗАО «СПЭК». Ниже приведены рекомендации по их выбору для охраны различных объектов с учетом основных особенностей и характеристик.

Следует отметить, что конструктивные особенности активных ИК извещателей, особенно предназначенных для эксплуатации на открытых площадках, обусловливают их высокую стоимость. Поэтому применение большинства из них будет наиболее целесообразно на объектах подгруппы А1 по РД 78.36.006-2005 [8].

Выбор однолучевых извещателей (или со сдвоенным синхронизированным ИК лучом), как правило, осуществляется с учетом максимальной рабочей дальности действия. Нецелесообразно применять извещатель с максимальной рабочей дальностью действия, значительно превышающей фактические размеры охраняемого объекта. Для эксплуатации в районах, где в зимнее время часто наблюдаются очень низкие температуры (минус 40 °С и ниже), необходимо выбирать извещатели, имеющие встроенный автоматический подогрев платы и оптики (см. пункт «Влияние внешних факторов»).

Монтаж, подключение, настройка и эксплуатация извещателей должны проводиться в строгом соответствии с прилагаемой эксплуатационной документацией.

Некоторые извещатели можно эксплуатировать также и в помещениях. В этом случае их максимальная рабочая дальность действия увеличивается вследствие более низких требований к коэффициенту запаса, что должно быть отражено в эксплуатационной документации.

Каждому активному ИК извещателю, включенному в список, присвоено условное обозначение вида «ИО209-ХХ/У», где «И» означает вид продукции (извещатель), «О» – область применения (охранный), «2» –характеристику зоны обнаружения (линейная), «09» – принцип действия (оптико-электронный), «ХХ» - порядковый номер разработки, зарегистрированный в установленном порядке, через косую дробь «У» – порядковый номер конструктивной модификации (при наличии нескольких модификаций).



Рисунок 59 - ИО209-16 «СПЭК-7»

ИО209-16 «СПЭК-7»

Многолучевой извещатель 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. колонках 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. 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.

ИО209-17 «СПЭК-8»

Извещатель имеет сдвоенный в горизонтальной плоскости ИК луч, 4 рабочих частоты, 4 значения чувствительности, встроенный подогрев.

Дальность действия извещателя - от 35 до 300 м.

Извещатель рекомендуется применять для блокировки прямолинейных участков периметров большой протяженности, в т.ч. в районах с холодным климатом.



Рисунок 60 - ИО209-17 «СПЭК-8»



Рисунок 61 - ИО209-22 «СПЭК-11»

ИО209-22 «СПЭК-11»

Максимальная рабочая дальность действия - 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-Ia, В-Iб, В-Iг по ПУЭ) и другим нормативным документам, регламентирующим применение электрооборудования во взрывоопасных зонах. Взрывозащищенное исполнение вида «взрывонепроницаемая оболочка». Маркировка взрывозащиты 1 Ex d IIB T5 X. Извещатель можно применять и в помещениях. Применение на иных объектах нецелесообразно вследствие высокой стоимости.

ИО209-29 «СПЭК-1112»

Извещатель 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. Рекомендуется для охраны различных объектов в т.ч. в районах с холодным климатом.

ИО209-29 «СПЭК-1113»

Извещатель 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 62 - ИО209-29«СПЭК-1113»

Благодаря относительно невысокой стоимости, извещатель целесообразно будет применять в т.ч. для охраны объектов подгруппы Б2 по РД 78.36.006-2005 [8], объектов ИЖС и т.п. Извещатель можно применять в помещениях.



Рисунок 63 - ИО209-32 «СПЭК-1115»

ИО209-32 «СПЭК-1115»

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»).

ИО209-29 «СПЭК-1117»

Данный извещатель является упрощенной модификацией извещателя «СПЭК-1115» и имеет более низкую стоимость, благодаря чему его целесообразно будет применять в т.ч. и для охраны объектов подгруппы Б2 по РД 78.36.006-2005 [8], объектов ИЖС и т.п.

Извещатель имеет сдвоенный в вертикальной плоскости ИК луч, 1 рабочую частоту, 2 значения чувствительности.

Импортные извещатели, присутствующие на отечественном рынке ТСО, часто не соответствуют действующему национальному стандарту и ЕТТ в части устойчивости к воздействию низких температур окружающей среды и коммутационных параметров выходных реле. Также зарубежные производители в технических характеристиках своих извещателей не приводят значение коэффициента запаса.

2.7.2 Пассивные ОЭСО

Пассивные ОЭСО в настоящее время можно разделить на два класса:

а) оптико-электронные ИК извещатели;

б) СО на основе тепловизионной техники.

Для обнаружения нарушителя ОЭСО используют анализ изменения теплового излучения, возникающего при перемещении нарушителя в ЗО и попадающего на чувствительный элемент (ЧЭ). Для пассивных ИК извещателей ЧЭ является пироприемник, преобразующий тепловое излучение в электрические сигналы. ЧЭ тепловизоров является специальная матрица.

Пассивные оптико-электронные ИК извещатели

Пассивные ИК извещатели, предназначенные для эксплуатации на открытом воздухе, разделяются по типу формируемой ЗО: объемные, поверхностные и линейные. Они предназначены для обнаружения нарушителя, перемещающегося в их ЗО. Основными их характеристиками являются:

- максимальная рабочая дальность действия – максимальное расстояние, на котором извещатель обнаруживает движение нарушителя в соответствии с действующим национальным стандартом;

- диапазон обнаруживаемых скоростей движения нарушителя (согласно действующему стандарту он составляет от 0,1 до 5,0 м/с);

- чувствительность – согласно действующему стандарту извещатель должен сформировать извещение о тревоге при величине перемещения нарушителя не более 3 м.

Пассивные ИК извещатели подвержены сильному влиянию различных внешних факторов, при этом на открытом воздухе их количество и степень влияния значительно выше, чем в закрытом помещении.

Так как принцип действия пассивных ИК извещателей основан на регистрации изменения уровня теплового излучения, то одним из основных факторов, оказывающих влияние на их работу, является изменение температуры предметов, находящихся в зоне обнаружения извещателя (фона), и окружающего воздуха. Можно выделить несколько основных проявлений данного фактора:

а) резкое (со скоростью свыше 5 °С/мин) изменение температуры какого-либо предмета, находящегося в ЗО, относительно температуры фона, что может вызвать выдачу ложного извещения о тревоге. В качестве примера можно привести металлическую трубу, в которую началось поступление среды, имеющей температуру, превышающую температуру фона более чем на 4 °С (пар, горячая вода, дым).

Таким образом, на работу извещателя будут оказывать влияние находящиеся в ЗО горячие трубопроводы с отсутствующей или поврежденной теплоизоляцией, дымоходы и другие предметы с резко меняющейся температурой;

б) повышение температуры фона до величин, близких к температуре тела человека, что приводит к снижению обнаружительной способности из-за уменьшения теплового контраста между нарушителем и фоном. К его уменьшению также приводит надетая на нарушителя зимняя теплоизолирующая одежда.

На открытых площадках может наблюдаться значительная неравномерность температуры фона вследствие различности характеристик (цвет, теплопроводность и т.д.) грунта и предметов в ЗО. Это приведет к тому, что в некоторых областях ЗО обнаружительная способность извещателя может оказаться недостаточной;

в) наличие перемещения в зоне обнаружения больших объемов теплого воздуха, что может вызвать выдачу ложного извещения о тревоге.

Перемещение воздуха в зоне обнаружения может быть вызвано конвекцией (как естественной, так и имеющей техногенную природу) или наличием выходов вентиляционных воздуховодов и т.п.;

г) температура окружающей среды.

Температура окружающей среды оказывает влияние на обнаружительную способность и помехозащищенность извещателя, а также на его работоспособность в целом, если ее значение превышает допустимые значения рабочей температуры, установленные для данного извещателя разработчиком.

Для уменьшения вероятности перегрева извещателя следует избегать установки его в местах, где он будет подвергаться длительному воздействию прямых солнечных лучей, а также использовать защитные козырьки.

Для уменьшения влияния сезонных изменений температуры окружающей среды на обнаружительную способность необходимо в зависимости от времени года производить регулировку (при ее наличии) чувствительности, коэффициента усиления, порогов срабатывания извещателя. В противном случае, извещатель может или пропустить нарушителя, или часто формировать ложные извещения о тревоге.

В случае если температура окружающего воздуха ниже допустимых значений рабочей температуры извещателя, необходимо учесть, что он может не обнаруживать нарушителя, целесообразно организовать охрану объекта методом патрулирования.

Оптические засветки

Наличие на входном окне извещателя постоянной или переменной освещенности, фактическое значение которой превышает нормы, установленные в национальном стандарте (более 20000 или 6500 лк соответственно), может являться причиной ложных срабатываний или пропуска нарушителя. Причиной высокой освещенности может быть как солнце, так и источники искусственного освещения.

Для исключения влияния данного фактора на работу извещателя он должен быть установлен таким образом, чтобы на его входное окно не попадали прямые солнечные лучи (это особенно актуально во время заката или восхода, когда неэффективны различные защитные козырьки) и излучение от мощных осветительных приборов (прожекторов и пр.).

Следует заметить, что резкое чередование на входном окне извещателя света и тени (вызванное, к примеру, перемещающимися по небу облаками, качающимися ветвями деревьев и т.п., перекрывающими солнце) негативно влияет на работу извещателя и может послужить причиной частых ложных срабатываний.

Атмосферные осадки

Атмосферные осадки оказывают негативное влияние на обнаружительную способность и максимальную дальность действия извещателя вследствие ослабления теплового излучения от нарушителя из-за рассеивания его каплями воды или снежинками. Также они могут быть причиной появления влаги в корпусе извещателя, что может вызвать потерю его работоспособности. В зимнее время возможно также обледенение входного окна (линзы) извещателя.

Для уменьшения вредного воздействия атмосферных осадков нужно использовать защитные козырьки и чаще проводить техническое обслуживание. Следует применять извещатели с более высокой степенью защиты оболочки (не ниже IP54) и тщательно герметизировать вводные технологические отверстия в корпусе извещателя при монтаже.

Для своевременного предупреждения оператора ПЦО об обледенении линзы необходимо применять извещатели, имеющие функцию антимаскирования.

Наличие в воздухе твердых мелкодисперсных частиц

Эти частицы могут иметь как естественное (пыль, пыльца растений), так и техногенное (пыль, копоть и пр.) происхождение. Их оседание на входном окне извещателя приводит к уменьшению максимальной рабочей дальности действия и обнаружительной способности.

Для борьбы с этим явлением на объектах с повышенным содержанием пыли или копоти в воздухе следует чаще проводить техническое обслуживание извещателя.

Для своевременного предупреждения оператора ПЦО о чрезмерном загрязнении линзы необходимо применять извещатели, имеющие функцию антимаскирования.

Изменение положения в пространстве конструкций, на которых закреплен извещатель

Эти изменения могут иметь как естественную, так и техногенную природу. Причиной их могут являться, например, вибрация вследствие работы каких-либо механизмов или движения большегрузного транспорта, сезонные подвижки грунта, ремонтные и другие работы, проводимые в непосредственной близости от места установки извещателя. Последствиями их могут быть ложные срабатывания или переориентация зоны обнаружения, что может привести к пропуску нарушителя.

Для предотвращения влияния данного фактора на работу извещателя необходимо устанавливать его на основаниях, не подверженных вибрации, деформации, имеющих устойчивый фундамент (несущие стены капитальных строений и т.п.), а также периодически проводить контроль ориентации зоны обнаружения путем совершения тест-прохода.

Наличие в зоне обнаружения крупногабаритных предметов и конструкций

Такие предметы (небольшие строения, сплошные и сетчатые ограждения и т.п.) перекрывают зону обнаружения извещателя, перемещение нарушителя за ними обнаружено не будет. При этом обеспечить полное отсутствие таких предметов на большинстве объектов невозможно.

Следует исключить возможность появления в зоне обнаружения извещателя вне периода охраны каких-либо посторонних предметов, перекрывающих зону обнаружения (не допускать стоянки автотранспорта, складирования и т.п). При невозможности соблюдения этого требования необходимо либо изменить место установки извещателя, либо применить дополнительные ТСО или патрулирование объекта.

Электромагнитные помехи (ЭМП)

ЭМП могут иметь природное или техногенное происхождение.

Источником ЭМП, способных повлиять на работу извещателя, могут быть как работающее электрооборудование большой мощности, так и атмосферные электрические разряды (гроза). Для эксплуатации на открытом воздухе следует применять извещатели, имеющие устойчивость к ЭМП по ГОСТ Р 50009 (электростатический разряд, электромагнитное поле, электрические импульсы в цепи электропитания) не ниже 3 степени.

При установке извещателей на открытом воздухе приходится прокладывать протяженные соединительные линии, подверженные воздействию ЭМП. Для ослабления влияния ЭМП на работу извещателя необходимо все соединительные линии прокладывать в металлорукавах (трубах) и использовать заземление в соответствии с РД 78.36.006-2005 [8].

Возможность появления на охраняемом объекте животных

На многих объектах имеется вероятность появления животных (например, бродячих собак). Перемещающееся в ЗО извещателя животное может привести к формированию извещателем ложного извещения о тревоге. Вероятность ложного срабатывания зависит от размеров животного, длины его шерсти, скорости перемещения и др. факторов, а также от количества животных, находящихся в ЗО.

Направление перемещения нарушителя в ЗО

Обнаружительная способность пассивных ИК извещателей из-за их конструктивных особенностей сильно зависит от направления перемещения нарушителя в ЗО. При его перемещении поперек ЗО она будет максимальной, а при перемещении в радиальном направлении (от внешней границы к извещателю) – минимальной.

Извещатель следует устанавливать на объекте таким образом, чтобы наиболее вероятные траектории перемещения нарушителя проходили поперек ЗО.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что эксплуатация пассивных ИК извещателей на открытых площадках будет сопряжена со значительными трудностями, в том числе:

а) частыми ложными срабатываниями. Попытки снизить чувствительность в целях уменьшения их числа приведут к снижению обнаружительной способности, т.е. к повышению вероятности пропуска нарушителя;

б) сложностями с ориентацией ЗО, при определении которой необходимо одновременно учитывать как наличие тепловых и оптических помех, так и вероятное направление движения нарушителя;

в) выполнением большого объема работ по обслуживанию извещателей.

В настоящее время в «Списке…» пассивные ИК извещатели отсутствуют. Имеющиеся на сегодняшний день на российском рынке ТСО извещатели производятся преимущественно зарубежными фирмами, зачастую не соответствуют в полной мере требованиям отечественного национального стандарта (в основном в части устойчивости к воздействию низких температур, диапазона обнаруживаемых скоростей и коммутационных параметров выходных реле). Применять их допускается в исключительных случаях, под личную ответственность лица, принявшего решение о применении, только в сочетании с другими СО и видеонаблюдением для организации первого рубежа охраны объектов, имеющих внутреннюю охрану. Целесообразно применять их для включения освещения и камер видеонаблюдения.

2.7.3 Тепловизионная техника.

Тепловизором называется устройство, преобразующее тепловое (инфракрасное) излучение в видимое человеческим глазом изображение.

Достоинством тепловизоров является возможность их работы в различных условиях. Они нечувствительны к оптическим засветкам, конвективным потокам воздуха, могут работать в полной темноте, имеют большую дальность действия, могут обнаружить нарушителя (в т.ч. одетого в камуфляж), скрывающегося в пыли, дыму, тумане, высокой траве, кустарнике, достаточно надежно работают при наличии атмосферных осадков средней интенсивности.

К недостаткам можно отнести, прежде всего, очень высокую стоимость, зависимость обнаружительной способности от теплового контраста нарушителя и фона, чувствительность к перемещению животных в ЗО.

Для решения задач охраны объектов используются тепловизоры на основе неохлаждаемых матриц, которые обеспечивают небольшую массу, простоту в обслуживании, низкое энергопотребление.

Восприятие изображения нарушителя на мониторе тепловизора определяется тремя критериями (т.н. критерии Джонсона):

а) обнаружение – на мониторе отображается расплывчатое пятно, по которому можно сделать вывод о том, что в ЗО появился инородный объект;

б) распознавание – на мониторе отображается силуэт инородного объекта, по которому можно сделать вывод о том, является он человеком (нарушителем) или, например, бродячей собакой, т.е. помехой, не представляющей угрозы;

в) идентификация – на мониторе появляется детализированное изображение, позволяющее определить какую угрозу может представлять нарушитель (например, имеется ли у него оружие).

Дальность, на которой происходят обнаружение, распознавание, идентификация, зависит от погодных условий и характеристик нарушителя. При благоприятных климатических условиях дальность обнаружения человека может составлять 1–2 км.

В настоящий момент тепловизионную технику можно классифицировать больше как средство наблюдения, чем как средство обнаружения. Хотя в некоторых системах и применяются специальные программы распознавания человека (т.н. видеоаналитика), которые сигнализируют оператору о вторжении, в основном тепловизионное изображение выводится на монитор оператора, который принимает окончательное решение о тревоге.

Наиболее эффективным является применение тепловизоров в составе комплексов технических средств охраны совместно с видеокамерами видимого спектра для наблюдения за объектом и подтверждения извещений о тревоге, поступивших от установленных СО проникновения. Переносные тепловизоры могут существенно облегчить поиск группой реагирования уже проникшего на объект и скрывающегося там нарушителя. При этом если нарушитель находился некоторое время в одном месте (например, прятал похищенные ценности), то с помощью тепловизора можно обнаружить это место по оставленным нарушителем тепловым следам, которые возможно будет различать в течение нескольких минут.

Наблюдение за объектом с помощью тепловизора помимо обнаружения преступных посягательств может выявлять на ранней стадии некоторые опасные ситуации и производственные неполадки (например, аномальный перегрев отдельных частей электрооборудования и т.п., возникающие очаги пожара).

На сегодняшний день тепловизионная техника применяется для охраны объектов как за рубежом, так и в России, но из-за высокой стоимости оснащения охраняемого объекта тепловизорами они применяются только на стратегических и особо важных объектах (подгруппы А1 по РД 78.36.006-2005 [8]). В основном это объекты оборонного комплекса, ТЭК, культурного наследия и т.п.

Сложившаяся на настоящий момент на отечественном рынке ситуация с изготовлением и импортом тепловизионных матриц не позволяет гарантировать бесперебойных поставок, не обеспечивает большого выбора. Тепловизионные матрицы сегодня в России не производятся, а импортируются в основном из Франции. Еще одним аспектом, негативно влияющим на развитие тепловизионной техники, является запрет правительства США на экспорт в Россию (и частично в страны ЕС) матриц высокого разрешения, которые не изготавливаются в других странах.

Некоторые изготовители и импортеры тепловизионной техники, работающие на отечественном рынке:

- Центральный научно-исследовательский институт «Циклон», на протяжении нескольких десятилетий являвшийся одним из наиболее известных и авторитетных в СССР предприятий электронной промышленности, в настоящее время является единственным в России разработчиком и производителем неохлаждаемых тепловизоров;
- ОАО «Пергам-Инжиниринг», которое представляет продукцию фирмы FLIR;
- ООО «Эл Би Скай Глобал» Group LB, которое представлет продукцию фирмы OPGAL.

В настоящее время в «Списке технических средств безопасности, удовлетворяющих "Единым техническим требованиям к системам централизованного наблюдения, предназначенным для применения в подразделениях вневедомственной охраны" и "Единым техническим требованиям к объектовым подсистемам охраны, предназначенным для применения в подразделениях вневедомственной охраны", одобренном на заседании технического совета ГУВО МВД России от 24 апреля 2012г., тепловизионная техника отсутствует [12].

2.7.4 Волоконно-оптические средства обнаружения

По способу применения и определения нарушителя по физическому воздействию на ЧЭ волоконно-оптические системы (ВОС) аналогичны вибрационным извещателям. Однако ЧЭ этих систем по сравнению с обычными кабельными линиями обладают иными параметрами и потребительскими свойствами.

Оптическое волокно – основа любой ВОС. Состоит оно из внутреннего слоя с

высоким показателем преломления (сердечника), наружного слоя с низким показателем преломления и защитной оболочкой. Свет распространяется во внутреннем слое, претерпевая полное внутреннее отражение на границе слоев.

Оптическое волокно бывает одномодовое (ООВ) и многомодовое (МОВ). В ООВ (толщина сердечника от 7до 9 мкм) реализуется режим распространения одной моды (одного типа световой волны). МОВ (толщина сердечника 50 мкм и более) дают возможность использовать многие типы световых волн.

В волоконно-оптических охранных системах используются различные методы регистрации сигналов вторжения.

Метод регистрации межмодовой интерференции

Полупроводниковый лазер обычно генерирует несколько десятков близких по частоте мод (спектральных линий) с определенным распределением энергии по спектру излучения. Если многомодовый оптоволоконный кабель подвергается механическим воздействиям, то на его выходе регистрируемый приемником спектр излучения меняется, что позволяет детектировать деформации кабеля.

Метод регистрации спекл-структуры

На выходе многомодового оптоволокна наблюдается так называемая "спекл-структура", представляющая собой нерегулярную систему светлых и темных пятен. При деформациях или вибрациях волокна спекл-структура излучения претерпевает изменения. Для детектирования деформаций кабеля здесь применяют пространственно-чувствительные фотоприемники.

Интерференционный метод

В этом методе используется принцип двухлучевой интерферометрии. Луч лазера расщепляется на два и направляется в два идентичных одномодовых оптических волокна, одно из которых является детектирующим, а другое – опорным. На приемном конце оба луча образуют интерференционную картину. Механические воздействия на чувствительный кабель приводят к изменениям интерференционной картины, которые и регистрируются фотоприемником.

Волоконно-оптическая система, как правило, содержит:

- передатчик (светодиод или лазер);
- волоконно-оптический сенсорный кабель - ЧЭ;
-волоконно-оптический кабель связи (нечувствительный к воздействиям);
- приемник;
- процессор для обработки сигнала.

Внешние воздействия на ЧЭ могут приводить к изменениям амплитуды, фазы, модового состава или поляризации волны. Процессор обрабатывает сигналы от воздействия на ЧЭ и принимает решение о выдаче извещения о тревоге.

ЧЭ прочен, легок, гибок и прокладывается любыми способами (в трубах, на инженерных ограждениях, в земле).

К несомненным достоинствам волоконно-оптических систем следует отнести:

- их невосприимчивость к электромагнитным 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;

- высокая электробезопасность. Зону обнаружения с этим ЧЭ можно организовать на взрывоопасных объектах, а также под водой (пресной или морской среде);

- отсутствие излучения электромагнитной энергии (трудно обнаружить с помощью поисковой техники);

- возможность эксплуатации в неблагоприятных атмосферных условиях (морской туман, кислотные пары, индустриальные выбросы, песок) и в диапазоне температур от минус 30 до плюс 70 ^{0}С. Оболочка ЧЭ обеспечивает защиту оптоволокна от УФ излучения, влаги, т.п.

К недостаткам волоконно-оптических систем следует отнести:

- высокую 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);

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

- потерю чувствительности при промерзании грунта;

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

Среди отечественных разработок волоконно-оптических периметровых систем можно отметить систему «Ворон». Она предназначена для защиты «мягких» металлических оград (из сетки «рабица», колючей проволоки и т.п.). Комплексы ВОРОН^{TM} предназначены для создания протяженных систем обнаружения (ПСО) на ограждениях различных типов. Любой вариант комплекса ВОРОН^{TM} состоит из пультовой (аппаратно-программной) и линейной частей (рисунок 64).

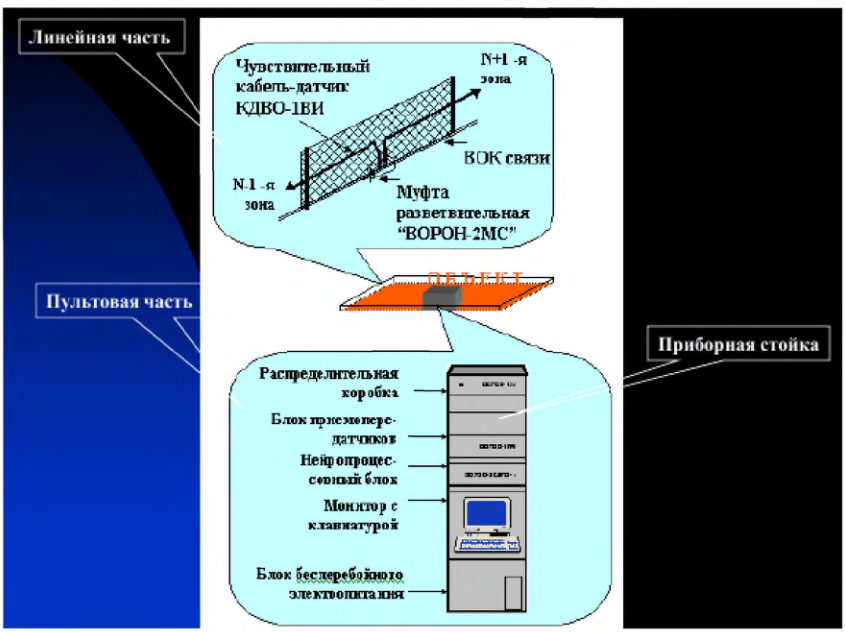


Рисунок 64 – Состав комплекса Ворон ^{TM}

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 °С. 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.

К особенностям системы «Ворон» можно отнести применение волоконно-оптической линии связи с кольцевой конфигурацией, позволяющей полностью отказаться от электрических кабелей сигнализации и питания, прокладываемых вдоль периметра.

В каждой зоне охраны устанавливается муфта типа Ворон-2МС, которая соединяет ЧЭ с волоконно-оптическим кабелем связи. Сварка обоих кабелей производится так, что фазовые изменения в ЧЭ трансформируются в амплитудную модуляцию в оптическом кабеле связи. Сигналы ЧЭ обрабатываются центральным процессором, построенным по принципу многопараметрического нейронного анализатора. Анализатор «обучается» непосредственно на объекте, обрабатывая и запоминая реальные отклики от ЧЭ, соответствующие как сигналам вторжения, так и фоновым сигналам помех. Центральный процессор системы «Ворон», содержащий блок приемопередатчиков, распределительные устройства, нейропроцессорный блок, монитор компьютера, клавиатуру и блок бесперебойного питания выполнен в виде стандартной стойки. Вариант установки системы Ворон^{TM} представлен на рисунке 65.

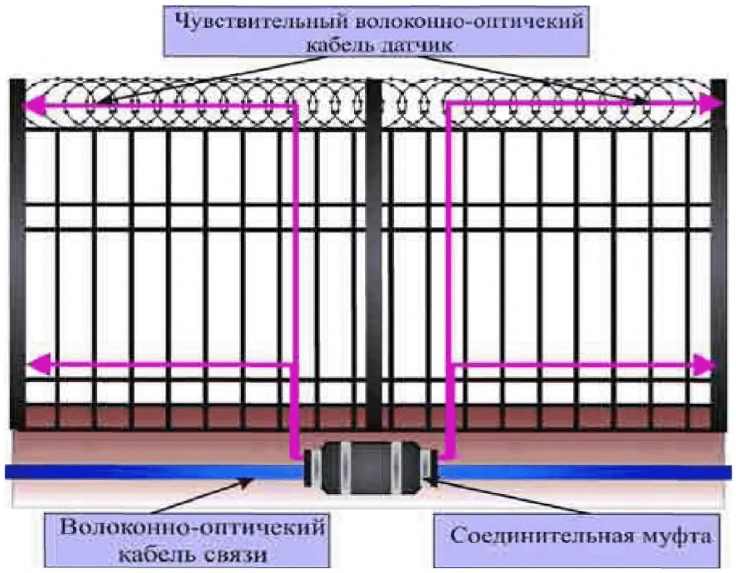


Рисунок 65 – Вариант монтажа системы Ворон^{TM}

Основные тактико-технические данные комплекса ВОРОН-3М-К (Базовый вариант) представлены в таблице 4.

Примечание

Все недостатки по изменению чувствительности при климатических изменениях, присущие сейсмическим средствам охраны, распространяются и на волоконно-оптический кабель. Вместе с тем «фотографии картинок» попыток проникновений с помощью подкопа, хранящихся в памяти блока обработки, будет отсекать помехи от проезда транспорта и перемещения корней деревьев при сильных порывах ветра.

Максимальная длина кабель - датчика совместно с кабелем связи может составлять 60 км. Например, при охране периметра длиной 50 км пультовая часть может быть размещена на расстояние до 10 км.

Таблица 4

Тип ограждения	Любые профессиональные заграждения деформационного типа: ССЦП, «сетка-рабица», «Репейник» и т.п
Максимальное число охраняемых зон	Определяется вычислительными возможностями процессорного модуля блока обработки, распознавания и отображения сигналов
Максимальная длина кабеля (максимальное удаление адресной зоны от аппаратно–программной части)	60 000 м
Длина одной охраняемой зоны	До 500 м
Климатические зоны применения	Любые климатические зоны России и мира
Восприимчивость к электромагнитным помехам	Абсолютная невосприимчивость к любым электромагнитным помехам
Срок эксплуатации	Не менее 12 лет
Гарантийный срок	3 года

Отечественные разработки на основе ВОС

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 ниже 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.

Возможное количество одновременно регистрируемых одинаковых и/или различных воздействий – по числу каналов измерения. Предусмотрена возможность сопряжения одиночных модулей для контроля более протяженного объекта. Ограничения по длине объекта отсутствуют. Для точного позиционирования на местности ЗАО

«Омега» использует GPS-привязку прокладываемой трассы кабеля-датчика к используемой карте местности. Также указывается, что многоступенчатая обработка полезного сигнала гарантирует отсутствие ложных срабатываний каналов даже в случае регистрации несанкционированного воздействия на фоне многократно более сильной помехи.

Кабель-датчик выполнен (рисунок 66) на базе серийного оптического кабеля, не содержит проводников электрического тока и не требует особых условий по его размещению. Строительные длины кабеля-датчика (обычно от 4 до 6 км) соединяются между собой при помощи специальных защищенных муфт для оптоволоконного кабеля. Соединение кабелей и последующий их ремонт в случае разрыва производятся путем сварки оптических волокон стандартным оборудованием.

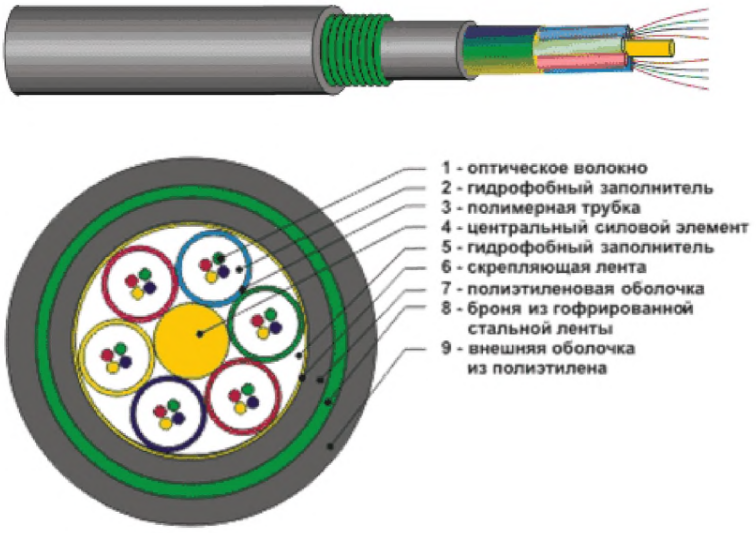


Рисунок 66 – Волоконно-оптический кабель

Единичный модуль системы представляет собой комплекс оборудования, состоящий из специализированного волоконно-оптического кабеля-датчика, логического модуля системы и персонального компьютера.

В 2011 году предприятие **ЗАО «СИГМА»** приступило к сертификационным испытаниям системы оптического контроля «Сокол», по своим параметрам аналогичной системе ЗАО «Омега», но с меньшим числом каналов измерения (до 20000). Производитель указывает, что количество и длина зон обнаружения не ограничены, определяются программным способом. Минимальный размер зоны обнаружения - 5 м. При прокладке многожильного оптического кабеля допускается использование свободных оптических волокон для передачи информации, включая видео.

Система «Сокол» представляет собой комплекс оборудования, состоящий из специализированного волоконно-оптического кабеля-датчика, логического модуля системы, источника бесперебойного питания, контроллера управления внешним оборудованием (при необходимости) и консоли оператора, представляющей собой моноблочный персональный компьютер.

Основные принципы системы защищены патентом Российской Федерации № 2271446 «Устройство для мониторинга виброакустической характеристики протяженного объекта». Действие системы основано на фазовой чувствительности оптоволоконного кабеля к внешним воздействиям (вибрации, температуры), который играет роль распределенного датчика виброакустических возмущений окружающей среды.

Использование рефлектометрического принципа, аналогичного радиолокационному, позволяет определять место и тип (характеристику) воздействия. Действие системы основано на изменении положения световода, проложенного вдоль контролируемого объекта. Фактически чувствительным элементом системы является сам световод, при этом одна такая система заменяет множество точечных датчиков.

Принципиальная схема одного плеча системы «Сокол» включает в себя непрерывный лазер, волоконно-оптический циркулятор, фотоприемник, таймер, аналого-цифровой преобразователь, буферную память, цифровой спецпроцессор и группу промышленных компьютеров. Принцип действия и метрологические характеристики системы обусловлены использованием запатентованных технических решений и высоким качеством самостоятельно производимых узлов.

Зарубежные системы

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

Первая технология, получившая название M/V, позволяет обнаруживать движение и вибрации кабеля (Movement & Vibration – M/V). Сенсорный кабель (рисунок 67) 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 концевого модуля сигнал.



Рисунок 67 - Структурная схема технологии M/V фирмы FFT для обнаружения движения и вибраций волоконно-оптического кабеля

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, используется главным образом на эластичных (деформируемых) оградах.

Вторая технология фирмы FFT построена на принципе обнаружения микронапряжений в оптическом волокне (MSL, от MicroStrain Locator – Локатор Микродеформаций).

На рисунке 68 показана структурная схема системы.

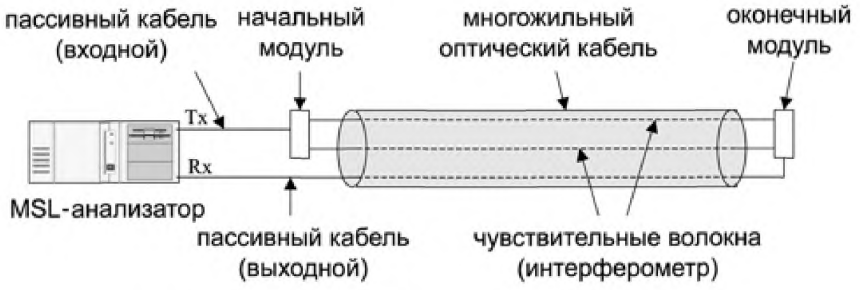


Рисунок 68 - Структурная схема технологии MSL фирмы FFT для обнаружения микродеформаций волоконно-оптического кабеля

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. По сути дела эта система является интерферометром. Если оба плеча этого интерферометра находятся в невозмущенном состоянии, то интерференционная картинка на его выходе, т.е. на оконечном модуле, остается неизменной. При этом сигнал, передаваемый с оконечного модуля по выходному оптическому волокну на анализатор, не имеет переменной составляющей. При деформациях или вибрациях кабеля оптическая разность хода в чувствительных волокнах (т.е. плечах интерферометра) изменяется, 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. На рисунке 69 показана структура такого кабеля, где две одномодовых жилы являются плечами чувствительного интерферометра. 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 69 - Схема многожильного волоконно-оптического кабеля фирмы FFT

Очевидно, что длина зоны в несколько десятков километров неудобна для практического применения. При отсутствии информации о конкретном месте вторжения сигнал тревоги будет почти бесполезен. Поэтому весьма интересно, что 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 70) используются для обнаружения вторжения интерферометрическим способом, а в третье волокно подается зондирующий сигнал, определяющий расстояние от начала кабеля до точки возникновения микродеформаций. Начальный и оконечный модули здесь используются для обработки сигналов от всех трех волокон. Данные о примененном методе локализации вторжения являются секретом фирмы, однако можно предположить, что здесь использована модифицированная технология оптической рефлектометрии во временном диапазоне (OTDR), применяемая для диагностики повреждений коммуникационных волоконно-оптических кабелей.

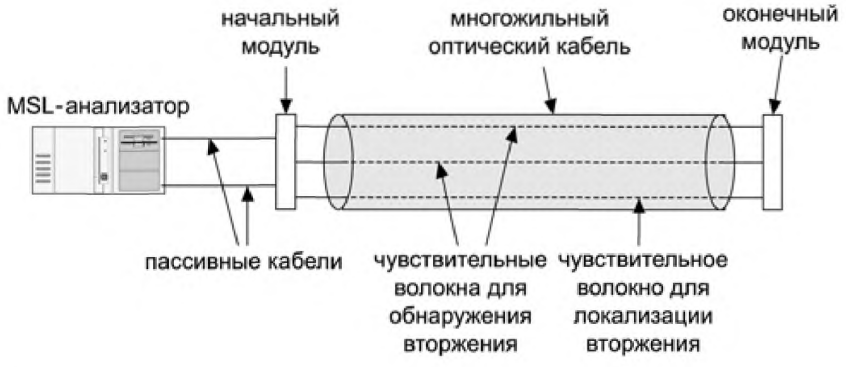


Рисунок 70 - **Схема волоконно-оптической охранной системы фирмы FFT с функцией обнаружения места вторжения**

Разработанные фирмой 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 оконечный модули (рисунок 71) помещаются под землей в стандартных телекоммуникационных колодцах, расположенных на краях зоны.



Рисунок 71 - Начальный модуль системы Secure Fence в подземном колодце

За последние годы фирма FFT заметно улучшила параметры системы Secure Fence, увеличив протяженность одной зоны охраны с 40 до 80 км и повысив точность обнаружения места вторжения с 50 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. К оригинальному оборудованию относятся начальный и конечный "сенсорные модули", обеспечивающие разделение и сведение интерференционных потоков.

Отметим, что модифицированная система может теперь применяться не только на "мягких" оградах (из сетки типа "рабица"), но и на жестких оградах в виде сварной решетки (рисунок 72) или оградах "палисадного" типа, собранных из тяжелых стальных элементов (рисунок 73). Сенсор крепится к ограде гибкими пластиковыми стяжками шириной 4,8 мм, стойкими к ультрафиолетовому излучению. При креплении сенсорного кабеля разработчики рекомендуют избегать:

- резких изгибов сенсора;
- излишних механических напряжений в точках крепления.
-



Рисунок 72 – Крепление сенсора на сварной решетке



Рисунок 73 – Крепление сенсора на оградах из тяжелых стальных элементов

Вблизи опорных столбов ограды, где жесткость ограды выше, кабель прокладывают в виде петли, чтобы обеспечить равномерность чувствительности. На "палисадных" оградах волоконно-оптический сенсор монтируют в пластиковой или металлической защитной трубе, которая крепится к горизонтальной опорной балке.

По сообщениям фирмы FFT, независимое тестирование показало, что 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 до плюс 70 °С.

В 2006 г. фирма FFT представила два варианта упрощенной волоконно-оптической системы охраны для периметральных оград, получивших наименования Secure Fence 408 и Secure Fence 108. Эти системы не поддерживают функцию локализации вторжения и предназначены для охраны отдельных удаленных объектов. В отличие от описанной выше "однозонной" системы Secure Fence в указанных моделях 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.

Кроме того, компания FFT выпускает периметральную охранную систему Secure Fence Taut Wire, которая представляет собой комбинацию волоконно-оптического сенсора и проводно-натяжного 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. Максимальная длина отдельной зоны – 4 км. Система устойчива к ветрам со скоростью до 100 км/час; система автоматической коррекции регулирует параметры сенсоров при изменении температуры в диапазоне от -40^0 до $+75^0$ С. Система Secure Fence Taut Wire обнаруживает попытки перелезания через ограду, раздвижения проволочных лучей или перерезания их. Фирма-изготовитель отмечает очень высокую обнаруживающую способность системы при весьма умеренной стоимости ее обслуживания.

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.

Основное "ноу-хау" разработок фирмы сосредоточено в весьма дорогом программном обеспечении, используемом для обработки сигналов сенсоров и обнаружения нарушителя на фоне различных помех. Поэтому применение такой системы для небольших периметров невыгодно - цена процессора с программой превышает $100 тыс. Затраты на систему становятся оправданными при длине зоны охраны более 30 км, когда удельная стоимость одного метра периметра не превышает $10.

Английская компания Remsdaq

Система SabreFonic предназначена для защиты периметров из сетчатых или решетчатых металлических оград. Максимальная длина ЧЭ между передатчиком и приемником – 1000 м. Диапазон рабочих температур - от минус 10 до плюс 50 °С.

Система SabreLine предназначена для блокирования подходов к объектам или запретным зонам (рисунок 74). 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.

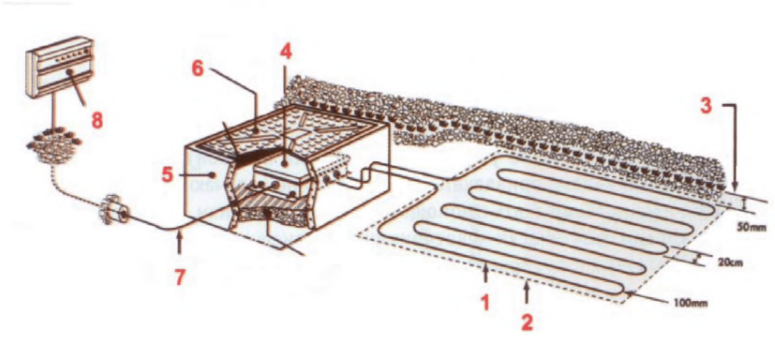


Рисунок 74 - Система SabreLine

Оптический ЧЭ 1 располагается вдоль границы охраняемого периметра и маскируется защитным покрытием. ЧЭ помещают между двумя эластичными матами 2 и укладывают в виде параллельных петель с шагом 20 см под поверхностью земли 3 на глубине 5 см. ЧЭ обнаруживает изменения давления, вызываемые идущим или ползущим человеком. Излучатель и анализатор по своим характеристикам аналогичны системе SabreFonic: электронный блок 4 устанавливают под землей в специальном колодце 5, закрытом металлической крышкой 6. Подземный сигнальный кабель 7 соединяет анализатор с контрольной панелью 8.

Система SabreTape. ЧЭ 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, индустриальные выбросы, песок) и диапазон рабочих температур от минус 30 до + 70 °С.

Система Optimesh. ЧЭ образует сеть с квадратными ячейками, которую монтируют внутри стен или перегородок. Система срабатывает только при обрыве ЧЭ, поэтому она регистрирует только «силовые» воздействия (пролом стены и т.п.). При таком критерии детектирования вероятность ложной тревоги получается достаточно низкой.

Система Aquamesh. В подводной версии ЧЭ помещен в жесткую защитную оболочку. Эту сеть применяют для охраны водозаборных каналов, морских буровых установок и т.п.

Израильская фирма TRANS Security Systems and Technology (TSS)

Система F-5000. ЧЭ является сеть, спаянная из одножильного многомодового оптического волокна, защищенного пластиковой оболочкой, упрочненной кевларом. Диапазон рабочих температур системы - от минус 30 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 исключить 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-7000т сравнительно недороги, их ЧЭ 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 поверхностью 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.

Система F-8000 Marinet предназначена для защиты морских и подводных объектов. ЧЭ системы является сеть, аналогичная по параметрам сети системы F-5000 и отличающаяся лишь наличием дополнительной оболочки, защищающей волокно от соленой воды. Сеть выпускается в двух вариантах – для крепления к жестким конструкциям охраняемого объекта и для установки в открытых акваториях.

При этом в процессоре предусмотрена фильтрация фоновых шумов, вызываемых морскими волнами.

Фирма Senstar-Stellar

Система INNO-FENCE предназначена для защиты «жестких» металлических оград. 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 до плюс 71 °С.

Фирма FiberDefender

Система FD-340 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 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.

В системе применяется специализированный кабель, разработанный для оптимизации эффектов вибрации и давления, оказываемых на ограждения. Система проходит опытную эксплуатацию. Примеры прокладки ЧЭ приведены на рисунках 75-79.



Рисунок 75 - Декоративный кованый забор



Рисунок 76 - Установка ЧЭ на кованом заборе



Рисунок 77 - Бетонный забор с АКЛ



Рисунок 78 – Фрагмент ЧЭ на АКЛ



Рисунок 79 - Установка ЧЭ на АКЛ

Наиболее целесообразными способами использования оптоволоконных систем является установка ЧЭ в траншее (при условии компенсации потери чувствительности при промерзании грунта) и на жестких ограждениях (типа железобетонного забора, кирпичной стены) для обнаружения вторжения путем разрушения полотна ограждения.

В этом случае необходимо дополнительное использование охранных извещателей других типов, позволяющих обнаруживать попытки преодоления периметра путем перелаза ограждения.

Выводы по использованию систем охраны периметра на основе волоконно-оптических систем.

1 Кабель – датчик является универсальным средством преобразования вибрации и деформации элементов заграждения в оптический сигнал, несущий полную информацию о воздействии на заграждение, что позволяет его устанавливать на любых профессиональных заграждениях (сварные сетки ССЦП, сетка-рабица, АСКЛ, «Репейник» и т.п.), применять для работы на слабодеформируемых ограждениях типа кованого забора или жесткого забора из профильных труб, а также использовать как сейсмически чувствительный элемент для обнаружения подкопа.

2 Система позволяет охранять километровые периметры одним кабелем без установки блоков обработки сигналов на ограждении. (При охране вибрационным кабелем необходимо устанавливать блок обработки через каждые 250-500 м).

3 На ограждении устанавливается полностью пассивная волоконно-оптическая линейная часть, что определяет ее следующие преимущества:

- кабель-датчик не имеет электрических проводников, на которые могут наводиться помехи, связанные с природными и техногенными электромагнитными излучениями;
- отсутствуют электрические линии электропитания и передачи сигнала;
- отсутствуют устройства, требующие регулировки и настройки.

4 Можно использовать проложенный вдоль периметра волоконно-оптический кабель связи для передачи любой другой информации, включая передачу телевизионных сигналов.

5 Протяженность охраняемого периметра объекта может достигать 50 км с его разделением на отдельные участки длиной до 500 м. В этом случае точность определения места нарушения определяется длиной отдельного участка.

6 Работоспособность всей системы охраны не нарушается при умышленном обрыве кабель-датчика на одном из участков.

7 Кабель-датчик выполнен в антивандальном исполнении и выдерживает усилие на разрыв почти в одну тонну. Кабель связи – бронированный, закапывается в землю.

8 Линейная часть обладает полной электромагнитной совместимостью с любыми радиоэлектронными и электромагнитными приборами и устройствами.

9 Периметр объекта практически является необслуживаемым, за исключением исполнения необходимых требований, предъявляемых к контролю сопряжения кабеля с полотном ограждения и проверке чувствительности при сезонном климатическом переходе.

2.8 Проводноволновые средства обнаружения

В большинстве случаев ЧЭ проводноволновых извещателей является пара расположенных параллельно проводников, к которым подключены соответственно передатчик и приемник радиосигналов.

Достоинством проводноволновых извещателей является независимость зоны обнаружения от профиля почвы и точное следование линии ограждения.

Другим достоинством этих извещателей является 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.

Зона обнаружения

Передатчик формирует импульсный высокочастотный сигнал, создающий электромагнитное поле между проводниками. Вокруг проводящей пары («открытой антенны») образуется объемная чувствительная зона с поперечным сечением в виде эллипса, в фокусах которого расположены проводники. Расстояние между проводниками обычно составляет 0,4 м; при этом зона обнаружения имеет размер 0,5×0,8 м. При появлении нарушителя в зоне обнаружения сигнал на входе приемника изменяется, извещатель формирует извещение о тревоге.

ЧЭ устанавливают в основном двумя способами: на консолях по верху ограждения (рисунок 80) либо на изоляторах, непосредственно на ограждении.

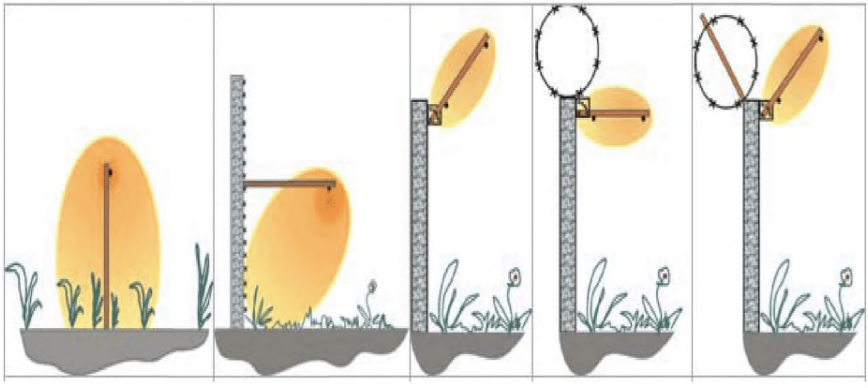


Рисунок 80 – Установка ЧЭ проводноволновых извещателей

Установка ЧЭ по верху ограждения на консолях практикуется в отечественных извещателях **«Уран-1М», «Липа-П», «Линия 200»**.

Эти извещатели достаточно надежно охраняют периметры. Извещатели настраиваются на обнаружение объектов массой не менее (30±10) кг. Поэтому извещатели не выдают ложную тревогу при попадании мелких животных в зону обнаружения и при посадке птиц на проводники. Извещатели не формируют извещение о тревоге при проезде транспорта на расстоянии более 3 м от охраняемого периметра, устойчивы к воздействию сильного дождя (до 40 мм/ч), снега, града. Длина охраняемого участка для этих извещателей составляет до 250 м.

Недостатком такой установки ЧЭ извещателей является возможность выдачи ложной тревоги от вибрации проводов. Поэтому извещатели устанавливают на любых «жестких» ограждениях (кирпич, бетон, металл), так как вибрация проводов на «мягких» ограждениях может привести к выдаче ложной тревоги. Расстояние между соседними стойками (кронштейнами) должно составлять от 5 до 7 м, в районах с сильными ветрами рекомендуется уменьшить расстояние от 3 до 5 м.

Существует другой вариант установки проводноволновых извещателей – верхний провод прокладывают на диэлектрических стойках по верху ограждения, а нижний – по земле или углубляют в грунт. Верхний провод устанавливают на диэлектрических стойках на высоте от 1,5 до 2,0 м, а нижний прокладывают по земле или углубляют в грунт от 0,03 до 0,05 м. Ширина зоны обнаружения на грунте составляет 3,0 м.

Такая установка предусмотрена для извещателей, **«Плющ»**, **«Импульс-11»** и **«Газон-21»**. Длина охраняемых участков составляет: до 200 м («Плющ»), до 250 м («Импульс-11), 500 м («Газон - 21»).

Извещатель «Газон - 21» предназначен для охраны двух участков длиной до 250 м каждый. На рисунке 2.75 показан БО извещателя и верхний проводник ЧЭ.

На рисунке 2.76 показана установка ЧЭ извещателя «Газон-21» в трех вариантах.

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

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



Рисунок 2.75 – Извещатель «Газон-21»

Охранный извещатель **Intelli-FIELD** компании **Senstar** одновременно может использоваться как инженерное заграждение. Он имеют 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 (рисунок 2.77). Наращивание 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.

Основным недостатком проводноволновых извещателей является недостаточная помехозащищенность при воздействии электромагнитных полей на ЧЭ, который фактически является распределенной приемной антенной.

В таблице А.3 приложения А приведены тактико-технические характеристики некоторых проводноволновых извещателей.

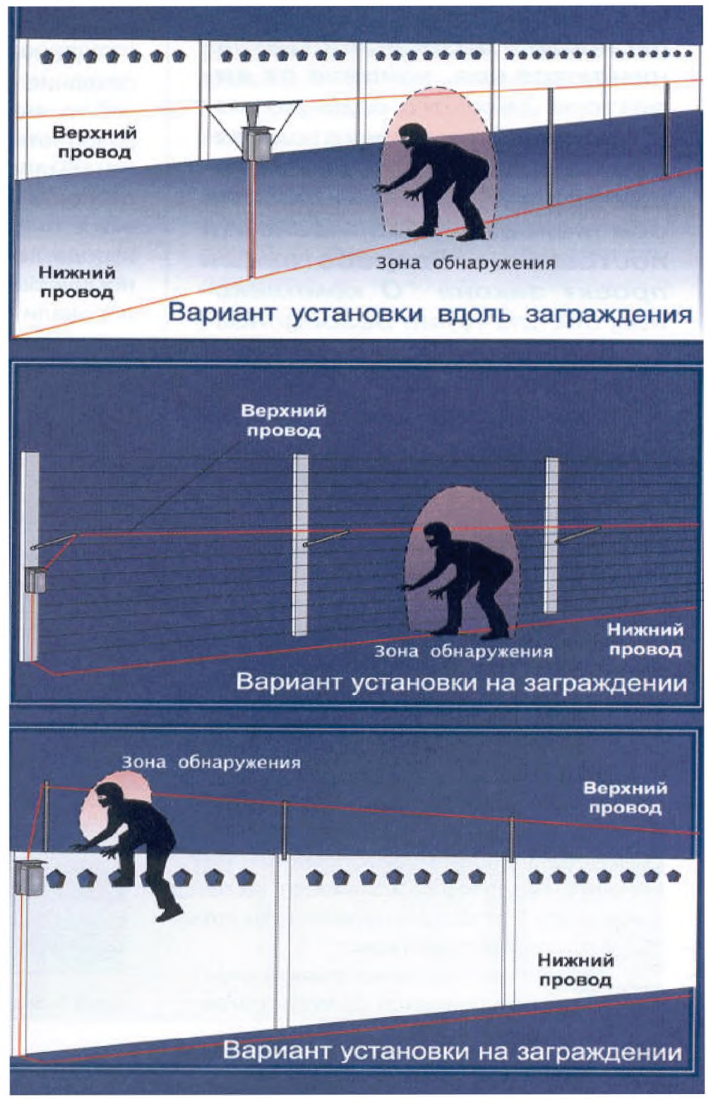


Рисунок 2.76- Варианты установки ЧЭ

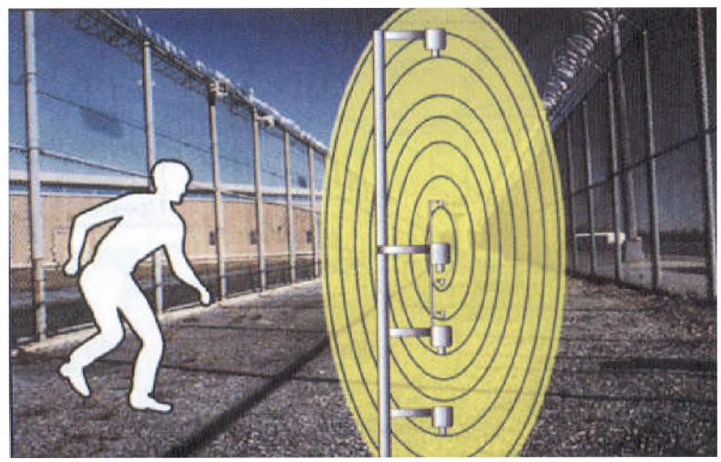


Рисунок 2.77 – Сечение зоны обнаружения

2.9 Средства обнаружения на основе «линии вытекающей волны»

Извещатель относится к радиоволновым извещателям. Термин - «линия вытекающей волны - ЛВВ» связан с особенностями конструкции ЧЭ.

Он представляет собой перфорированный кабель, в котором внешний проводник не обеспечивает полного экранирования центрального проводника, и определенная часть энергии передаваемого высокочастотного сигнала излучается через отверстия во внешнюю среду, часть энергии проникает в приемный кабель такой же конструкции (рисунок 2.78).

В передающем кабеле устанавливается режим, близкий к режиму бегущей волны, а в приемном кабеле наводится опорный сигнал.

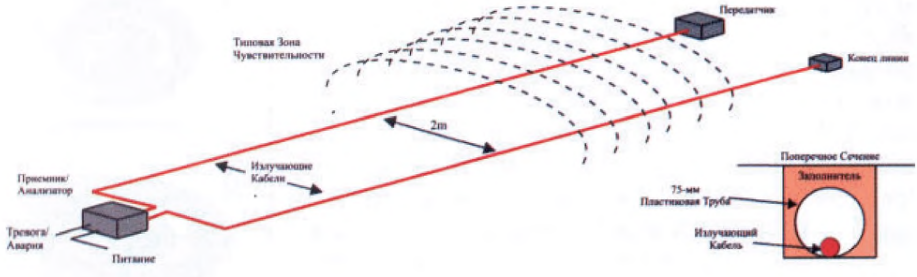


Рисунок 2.78 – ЛВВ – извещатель

Принцип действия ЛВВ основан на регистрации возмущения электромагнитного поля при пересечении нарушителем объемной зоны обнаружения. Отраженная от нарушителя электромагнитная волна принимается приемным кабелем, вследствие чего происходит низкочастотная модуляция амплитуды и фазы опорного сигнала.

Кабели (ЧЭ) могут устанавливаться на ограждение и закапываться в грунт.

На рисунке 2.79 представлена типовая зона обнаружения при установке ЧЭ в грунт.

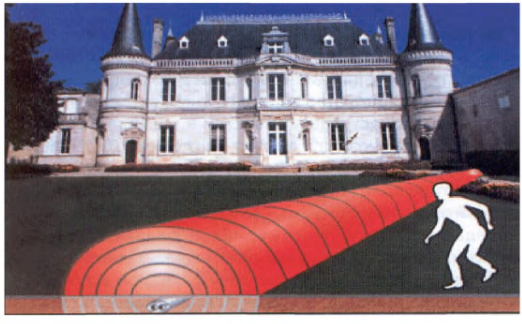


Рисунок 2.79 – Типовая зона обнаружения при установке ЧЭ в грунт

Ширина зоны обнаружения зависит от чувствительности кабеля (вида его конструкции), частоты сигнала, расстояния между кабелями, параметров подстилающей поверхности, способа обработки сигнала. Высота зоны обнаружения может достигать 1,5 м.

Типовая зона обнаружения при установке кабелей (ЧЭ) извещателя на кирпичной стене показана на рисунке 2.80.



Рисунок 2.80 – Типовая зона обнаружения при установке ЧЭ на стене

Достоинствами этих извещателей являются:

- при размещении кабелей на ограждении – возможность контроля проникновения через «жесткие» ограждений 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 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;

- помехоустойчивость к электромагнитным помехам;

- устойчивость к акустическим и сейсмическим помехам.

На рисунке 2.81 представлен реальный объект, оборудованный ЛВВ – извещателем.

Из рисунка 2.81 видно, что допускается наличие отдельных кустов и деревьев в непосредственной близости к ЧЭ.

Недостатки:

1 Внушительные массогабаритные характеристики.

Из рисунка 2.81 видно, что кабели, подходящие для построения ЛВВ - извещателей, отличаются от вибрационных кабелей в сторону увеличения веса и размера.

2 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.

3 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.

Современные конструкции кабеля и применение новых методов зондирования ЛВВ (многочастотным сигналом, видеоимпульсом) позволяют обеспечить равномерность чувствительности вдоль рубежа от 2 до 3 дБ.



Рисунок 2.81 – Установка ЧЭ на кирпичной стене

Из рисунка 2.81 видно, что допускается наличие отдельных кустов и деревьев в непосредственной близости к ЧЭ.

Недостатки:

1 Внушительные массогабаритные характеристики.

Из рисунка 2.81 видно, что кабели, подходящие для построения ЛВВ - извещателей, отличаются от вибрационных кабелей в сторону увеличения веса и размера.

2 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.

3 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.

Современные конструкции кабеля и применение новых методов зондирования ЛВВ (многочастотным сигналом, видеоимпульсом) позволяют обеспечить равномерность чувствительности вдоль рубежа от 2 до 3 дБ.



Рисунок 2.82 – Micro Track 2

Фирма South West Microwave поставляет на рынок изделие **Micro Track 2** (рисунок 2.82) 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. 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 2состоит 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.

В таблице 4 приложения А приведены тактико-технические характеристики некоторых ЛВВ-извещателей.

2.10. 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 и акваторий. Работа РЛС осуществляется посредством радиолокационного наблюдения территории, обнаружения движущихся целей, измерения их координат и скорости, распознавание класса цели и её автосопровождение. Радиолокация представляет собой метод обнаружения и определения местонахождения объектов с помощью радиоволн. Волны излучаются радиолокационной станцией, отражаются от объекта и возвращаются на станцию, которая производит их анализ с целью точно-

го определения местонахождения объекта. 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.

Особенностью применения охранных РЛС является работа в местах постоянного присутствия людей, поэтому уровень электромагнитного излучения должен быть предельно низок, чтобы соответствовать действующим в стране санитарным правилам и нормам. При этом показатели качества обнаружения, в частности, увеличение дальности действия, должны достигаться по возможности не увеличением мощности передатчика, а повышением эффективности передачи информации, например, путем использования методов расширения спектра, и совершенствованием методов и алгоритмов обработки данных.

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.

Задачами РЛС по охране периметра и территории объектов являются:

- обнаружение движущихся целей;
- измерение дальности, азимута и радиальной скорости целей;
- распознавание классов целей (человек, группа людей, автомобиль);
- идентификация и автосопровождение целей;
- автоматическое построение радиолокационной карты охраняемой территории, неподвижных объектов, а также посторонних (вновь появившихся) и движущихся целей;
- привязка радиолокационной карты к топографической карте местности.

Далее рассмотрены основные тенденции развития радиолокационных систем в целях повышения качества обнаружения проникновения на охраняемый объект.

2.10.1 Совершенствование алгоритмов обработки сигналов

Вследствие того, что на вход приемного устройства системы поступает сумма полезного сигнала и помехи, вероятность правильного приема будет определяться отношением полезного сигнала к помехе. Для повышения вероятности правильного приема сигнала должна быть произведена предварительная обработка принятого сигнала, обеспечивающая увеличение отношения сигнал/помеха. Таким образом, средства предварительной обработки при приеме должны содержать два основных элемента (рисунок 2.83) : фильтр Ф, обеспечивающий улучшение отношения сигнал/помеха, и решающее устройство РУ, выполняющее главные функции приема (обнаружения, различения и восстановления сигналов).

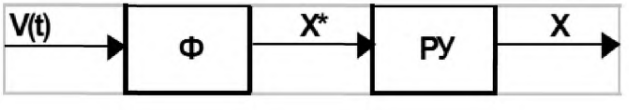


Рисунок 2.83- Структура оптимального приемного устройства

Алгоритмы обработки сигналов в радиолокаторе с непрерывным и квазинепрерывным зондирующим сигналами (ЗС), предназначенными для обнаружения человека или малоразмерного объекта, как правило, строятся по следующим принципам обеспечивающим улучшение соотношения сигнал/помеха:

- метод накопления;
- частотная фильтрация;
- корреляционный метод;
- согласованная фильтрация;
- нелинейная фильтрация.

Все эти методы основаны на использовании различий свойств полезного сигнала и помехи.

Для построения оптимальной обработки принятого сигнала в РЛС необходимо снизить влияния помеховых факторов на работу радиолокатора. К помеховым факторам относим:

Помехи радиолокационному наблюдению

При радиолокационном наблюдении на практике неизбежно встречаются различные помехи, которые нередко значительно сокращают дальность обнаружения объектов и затрудняют чтение (расшифровку) изображения. Для эффективного использования радиолокатора необходимо знать характер помех, условия возникновения и возможности уменьшения их влияния на радиолокационное наблюдение.

Туман, частицы воды тумана рассеивают и поглощают часть электромагнитной энергии, излучаемой радиолокатором, что приводит к уменьшению дальности обнаружения объектов. Чем больший путь должен пройти сигнал через туман, тем значительнее будет его ослабление, а значит и сокращение дальности радиолокационного обнаружения.

Дальность визуальной видимости находится в определенном соотношении с количеством воды в тумане. Следовательно, вызываемое туманом сокращение дальности обнаружения различных плавсредств может быть поставлено в зависимость от визуальной видимости. При визуальной видимости более 100 м сокращение дальности радиолокационного обнаружения незначительно, но при видимости менее 100 м, т. е. при плотных густых туманах, дальность радиолокационного обнаружения значительно сокращается. Имеются сообщения о сокращении дальности обнаружения на 40 и даже 50%, которое имело место при очень густых туманах.

Песчаные бури также уменьшают дальность радиолокационного обнаружения. Причем степень сокращения дальности, как и при тумане, зависит от содержания в воздухе твердых частиц. Дальность обнаружения при песчаных бурях и дымке несколько меньше, чем при тумане для одной и той же дальности визуальной видимости.

Атмосферные осадки

Количество воды, содержащейся в единице объема, зависит от интенсивности осадков, а поэтому и дальность радиолокационного обнаружения зависит от количества осадков. При малом количестве осадков отраженная ими энергия недостаточна, чтобы на экране появились сигналы, способные «забить» сигнал от объекта. Но вместе с тем ослабление сигналов уменьшает дальность радиолокационного обнаружения. Сокращение дальности обнаружения происходит не только за счет ослабления сигналов. При увеличении количества осадков наступает момент, когда отраженная от капель дождя энергия становится достаточной, чтобы вызвать свечение экрана радиолокатора, способное «забить» отметку сигнала от объекта. Этот эффект сильнее сокращает дальность обнаружения, нежели ослабление сигналов, и в этих случаях максимальная дальность обнаружения определяется расстоянием, на котором интенсивность сигнала от объекта становится равной интенсивности сигналов от осадков.

Град и снег также сокращают, хотя и менее, чем дождь, дальность радиолокационного обнаружения, но главным фактором, влияющим на дальность обнаружения, является интенсивность осадков.

Влияние волнения

При спокойном море отражение радиолокационного луча от поверхности воды близко к зеркальному и направлено в сторону от антенны. Если же на поверхности моря имеются волны, то часть отражённой от них электромагнитной энергии воспринимается радиолокатором, и на экране появляются сигналы от волн.

Мощность сигналов зависит от степени волнения и быстро уменьшается с увеличением расстояния. При небольшом волнении на экране РЛС наблюдается множество слабых сигналов, которые меняют свое место и яркость с каждым оборотом антенны. При значительном волнении сигналы от волн сгущены и засвечивают полностью большую часть площади в центре экрана. Современные судовые радиолокационные станции при высоте антенны до 20 м воспринимают сигналы от волн в радиусе до 4 миль.

Засветка центра экрана РЛС сигналами от волн в значительной степени затрудняет радиолокационное, наблюдение. Если же сигналы от объекта по силе не превосходят сигналы от волн, то обнаружить их на фоне помех невозможно.

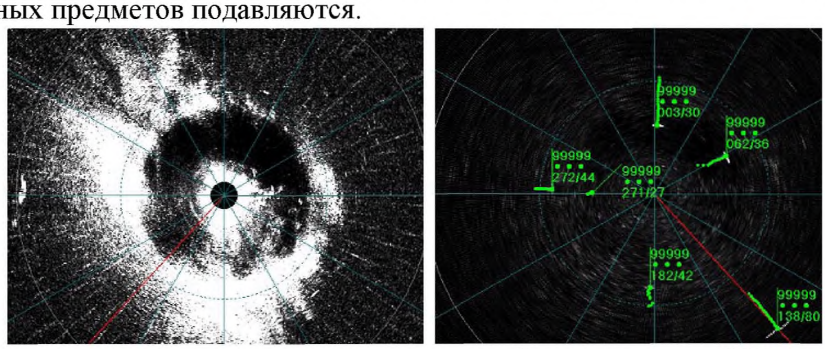
В некоторых случаях сигналы от судов могут быть выделены среди помех от волнения. Для этого используют схему временной автоматической регулировки усиления (ВАРУ). Следует помнить, что если сила сигнала от другого судна не превышает силу сигналов от волн, то оно не может быть обнаружено.

Когда волнение отсутствует, то регулятор ВАРУ должен быть выведенным, так как нет необходимости уменьшать чувствительность приемника на малых расстояниях. При волнении, помехи от которого желательно уменьшить, необходимо правильно отрегулировать ВАРУ величину начального усиления. Если начальное усиление будет уменьшено незначительно, то отражение от волн по-прежнему будет давать яркие сигналы, способные забить отметки судов. Если же начальное усиление будет уменьшено очень сильно, то сигналы не только от волн, но и от других судов будут не различимы.

Влияние работы других радиолокаторов

Иногда на экране радиолокатора появляются сигналы в виде точек, пунктирных линий или сплошных линий. Положение таких сигналов на экране и их взаимное расположение может быть разнообразным, но наиболее часто встречаются сигналы в виде спиральных пунктирных линий.

В качестве примера влияния помех на работу РЛС приведен фрагмент экрана кругового обзора радиолокатора до и после межпериодной обработки. Видно, что цели, замаскированные метеообразованиями, выделяются, а помехи от метеобразований, гор и местных предметов подавляются.



а) без подавления помех *б) при включении СДЦ*

Рисунок 2.84 - Экран монитора радиолокатора

2.10.2 Выбор зондирующего сигнала радиолокационной системы

Увеличение дальности действия РЛС, при ограниченной пиковой мощности передатчика, делает необходимым применение сложных сигналов. Зондирующий сигнал для этих РЛС выбирают исходя из требования обеспечения необходимой разрешающей способности и помехоустойчивости. При этом диаграмму направленности (ДН) стараются сделать «карандашного» типа в соответствующей плоскости, с минимальным уровнем боковых лепестков. Для этого применяют различные сложные виды модуляции. Наиболее распространенными из них являются: частотно-модулированные сигналы; многочастотные сигналы; фазоманипулированные сигналы; сигналы с кодовой фазовой модуляцией; дискретные частотные сигналы или сигналы с кодовой частотной модуляцией; составные сигналы с кодовой частотной модуляцией и ряд сигналов, являющихся комбинацией нескольких видов модуляции.

Чем уже главный лепесток и чем ниже уровень излучения боковых лепестков, тем, соответственно, выше разрешение и помехоустойчивость РЛС.

Когерентный метод радиолокации основан на выделении и анализе разности фаз излученного и отраженного сигналов, которая возникает из-за эффекта Доплера при отражении сигнала от движущегося объекта. Передающее устройство может работать как непрерывно, так и в импульсном режиме. Одно из преимуществ данного метода заключается в том, что наблюдение производится только за движущимися объектами, что позволяет исключить помехи от неподвижных предметов, расположенных между приемником и целью.

В последнее время широкое распространение нашло применение сверхширокополосных сигналов, имеющих η в пределах: $0{,}25 < \eta < 1$, где η определяется по формуле:

$$\eta = (f_{верх} - f_{ниж})/(f_{верх} + f_{ниж})$$

Напомним, что называть сигналы сверхширокополосными (СШП) принято по определению, введенному в 1990 г. Комиссией Управления перспективных военных НИОКР Министерства обороны США (DARPA).

И хотя это определение не охватывает всего многообразия СШП систем и сигналов, оно в настоящее время используется большинством разработчиков.

Проблема перехода к СШП сигналам особенно актуальна для радиолокации. Дело в том, что обычные радары с полосой частот, не превышающей 10% от несущей частоты, позволяют только обнаруживать цель и выдавать ее координаты (с относительно невысокой точностью), но не позволяют получить образ цели или ее изображение. Эти радары подобны человеку с ослабленным зрением, который видит предмет, но не может его определить. Поэтому сегодня на практике для увеличения информации о наблюдаемом объекте принимаются дополнительные меры.

Повышение информативности радара при использовании СШП сигналов происходит благодаря уменьшению импульсного объема по дальности. Импульсный объем по дальности – это объём пространства в котором находятся одна или несколько целей за время облучения их одним импульсом. Эти цели дают несколько похожих друг на друга источников вторичного излучения, которые не возможно идентифицировать обычными методами или не уменьшая длительности импульсов. Так, при уменьшении длительности излучаемого импульса с 1 мкс до 1 нс глубина импульсного объема радара уменьшается с 300 м до 30 см. Можно сказать, что инструмент, который исследует для измерения в пространстве, становится значительно более тонким и чувствительным.

В настоящее время широко применяются устройства на основе цифровых методов обработки сигналов с использованием микропроцессорной элементной базы.

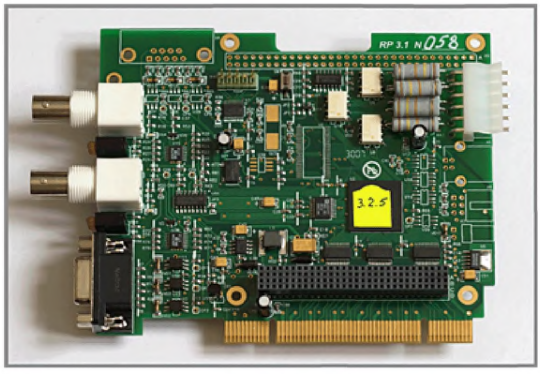


Рисунок 2.85-Радарный процессор «RP-3.2»

Многофункциональный радарный процессор RP-3.2 (рисунок 2.85) предназначен для обработки радиолокационной информации и преобразования ее в цифровую форму в виде, удобном для различных технических приложений.

Радарный процессор имеет следующие особенности:

- осуществляется аналогово-цифровое преобразование радиолокационного видеосигнала от одного из двух подключенных радаров;
- имеет режимы ручной и автоматической (адаптивной) установки порога обнаружения видеосигнала;
- имеет регулировку длительности обнаруживаемого видеосигнала;
- имеет режим защиты от протяженных (низкочастотных) помех (режим «Дождь») с возможностью регулировки уровня;
- режим подавления асинхронных помех от других РЛС;
- режим подавления шумовых помех;
- имеет аппаратную индикацию отсутствия (пропадания) сигналов от выбранного радара;
- осуществляется оценка режима работы приемо-передатчика РЛС путем измерения частоты следования импульсов SYNCHRO;
- обеспечивается формирование радиолокационного изображения на шкалах дальности от 0,125 мили до 32 миль.
- формирование радиолокационного изображения осуществляется с учетом текущего курса судна, что исключает искажения изображения вследствие «рысканья» судна по курсу и неравномерного вращения антенны РЛС (азимутальная стабилизация).

Практическая реализация радиолокационных систем с сверхширокополосными сигналами

РЛС обнаруживает цель при пересечении ею короткого участка (строба) дальности в широкой угловой зоне обзора. За счет широкой диаграммы направленности антенн этот строб перекрывает значительную контролируемую площадь, создавая узкий пространственный барьер в виде части сферы с радиусом, ограниченным дальностью действия РЛС (рисунок 2.86).

Параметрами строба являются дальность R_S и ширина, где $t_и$ - длительность зондирующего импульса, с - скорость света. В РЛС ширина строба дальности может изменяться от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров.

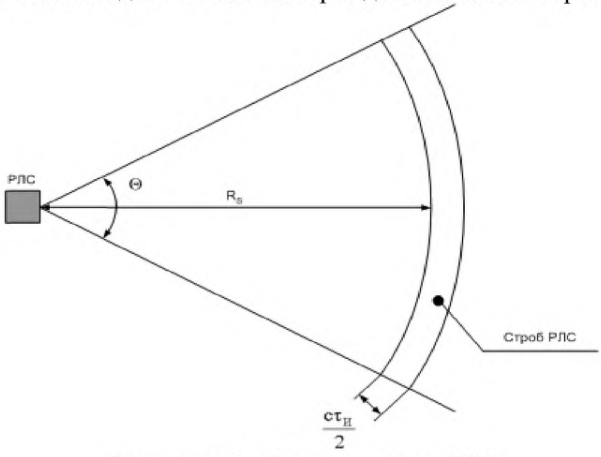


Рисунок 2.86 - Принцип работы РЛС

В каждый момент времени РЛС может контролировать один или несколько стробов на разных дальностях R_S. В данном макете РЛС предусмотрен контроль одного строба дальности. При отсутствии в стробе движущихся объектов на входе приемника присутствует сигнал, определяемый только отражением от подстилающей поверхности и неподвижных объектов. Этот сигнал не попадает в полосу частот, соответствующую доплеровским скоростям движения цели, и не проходит в систему обработки. При появлении в стробе объектов, движущихся в заданном диапазоне скоростей, на выходе приемника возникает сигнал, который используется для принятия решения о наличии цели.

После принятия решения о наличии цели и для определения направления ее движения, производится сопровождение цели путем смещения строба РЛС по дальности.

Достоинство описываемого метода обзора является одновременный контроль большой площади пространства, позволяющий простыми аппаратурными решениями решить поставленную перед РЛС задачу. Для определения угловых координат цели возможно совместное использование двух РЛС, позволяющее разрешать объекты по углу в одной плоскости. При совместной работе трех РЛС возможно определение угловых координат в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

В научно-исследовательском Центре сверхширокополосных технологий Московского авиационного института разрабатываются СШП радары для обнаружения двигающихся и неподвижных людей за оптически непрозрачными преградами (стена, дым, обломки строительных конструкций) или в растительности (кустарник, лес) и использование таких радаров для антитеррористической деятельности или охраны объектов. Малая длительность сигнала обеспечивает СШП радарам высокую точность определения местоположения человека за преградой и устойчивую работу радара в условиях многократных переотражений от окружающих предметов. обеспечивает наблюдение человека за стеной, как при его перемещении по помещению, так и в неподвижном положении - по движению грудной клетки.

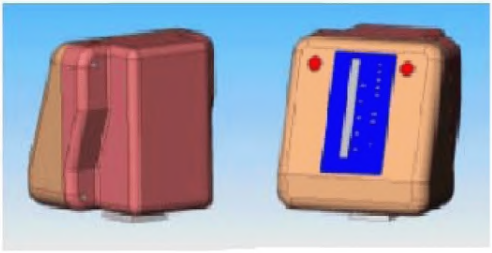


Рисунок 2.87 - макет СШП радара

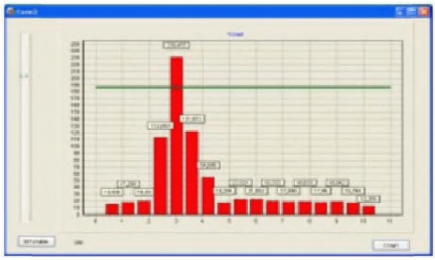


Рисунок 2.88 - Сигналы радара по дистанции

С учетом этих особенностей разработан макет СШП радара (рисунок 2.87). Радар обеспечивает обнаружение двигающегося и неподвижного человека на расстоянии до 10 метров за стеной. Дистанция за стеной разделена на элементы разрешения протяженностью 30см. Погрешность измерений не превышает 5%. Радар имеет два рабочих режима: обнаружение двигающегося человека с темпом 2 с и обнаружение неподвижного человека (по его дыханию) с темпом 10 с. Переход из одного режима в другой производится вручную. Информация о дальности до обнаруженных объектов отображается на светодиодном табло на верхней панели радара (рисунок 2.88). Для одновременного наблюдения за всей дистанцией, радар позволяет вывести на экран дополнительного монитора сигналы из каждого элемента дальности Элементы дальности, в которых сигнал превысил порог высвечиваются на светодиодном табло. Чтобы устранить влияние движения рук оператора на результаты наблюдения, работа радара производится с переносной легкой опоры. Корпус радара обеспечивает его защиту от пыли и влаги и выдерживает механические нагрузки в соответствии с действующими нормами.

2.10.3 Использование частотного диапазона мм-волн. Преимущества радиолокационных станций (РЛС) миллиметровых волн (ММВ) перед РЛС дециметровых (ДМ) и сантиметровых (СМ) волн

Существующие радиолокационные станции РЛС ДМ и СМ диапазонов волн наряду с известными преимуществами имеют ряд существенных недостатков при обнаружении и опознавании объектов в охранной зоне:

• трудность опознавания ориентиров по радиолокационному изображению, недостаточная точность определения координат объектов;

• сложность и трудность глазомерной оценки ситуации при наблюдениях в сложившихся условиях с быстро изменяющимися обстоятельствами во времени;

• отсутствие возможности классификации наблюдаемых объектов и определение ситуации развития событий по радиолокационному изображению;

• недостаточная информативность.

Одним из наиболее эффективных путей улучшения технических, эксплуатационных и временных характеристик существующих РЛС и средств автоматической радиолокационной прокладки (САРП) является применение, в качестве датчиков информации, высокоинформативных с повышенной точностью РЛС ММ диапазона волн.

Следует отметить ряд преимуществ РЛС ММ диапазона при использовании их для целей охраны объектов.

Известно, что с учетом наличия подстилающей морской поверхности диаграмма направленности антенны (ДНА) в вертикальной плоскости имеет многолепестковую структуру. Обнаружение малых надводных объектов (человека, пловца, знаков навигационного ограждения, лодок, катеров, мелкобитого льда) видится нижним лепестком ДНА.

Угол наклона нижнего лепестка ДНА РЛС ММ диапазона значительно меньше, чем РЛС ДМ и СМ диапазона. Например, при установке антенны РЛС этих диапазонов на высоте 10 м соответственно угол наклона лепестка в каждом из диапазонов будет равняться $\beta_{10\ см}$ = 2,5 мРад, $\beta_{3,2\ см}$ = 0,8 мРад, $\beta_{0,8\ см}$ = 0,2 мРад, то есть в ММ диапазоне он меньше соответственно в 12,5 раза и в 4 раз, чем в ДМ и СМ диапазоне. ДНА в вертикальной плоскости в ММ диапазоне больше «прижимается» к подстилающей поверхности, а следовательно, при использовании такой РЛС с большей вероятностью и на большем расстоянии обнаруживаются малоразмерные цели.

При одном и том же раскрыве антенны для РЛС с длинной волны $\lambda 1$ = 10 см, $\lambda 2$ = 3,2 см, $\lambda 3$ = 0,8см коэффициент усиления G антенны в ММ диапазоне в 155 раз больше, чем в ДМ диапазоне, и в 11 раз больше, чем в СМ диапазоне.

При прочих равных условиях это позволяет создать больший энергетический потенциал РЛС ММ диапазона, что в свою очередь компенсирует потерю части энергии при распространении зондирующего импульса при неблагоприятных метеоусловиях.

Расчет показывает, что потенциальная информативность ММ диапазона соответственно на 3 и 2 порядка выше, чем ДМ и СМ диапазонах.Важным преимуществом изображения РЛС ММ диапазона является возможность быстрой глазомерной оценки ситуации с выделением наиболее опасных объектов. Особенно это важно при обнаружении движущихся объектов при их маскировке в отражении от неподвижных объектов. Для охранных целей важным преимуществом РЛС ММ диапазона является повышенная вероятность и дальность обнаружения низкорасположенных объектов с малой эффективной поверхностью рассеивания (ЭПР).

ЗАО «Морские комплексы и системы» разработали и серийно выпускают охранные РЛС ММ диапазона. Охранные РЛС ММ диапазона могут устанавливаться как на берегу для охраны особо важных государственных объектов со стороны морской поверхности, так и на подвижных охраняемых объектах или использоваться на мобильных передвижных средствах с возможностью менять свое место положения в зависимости от решаемых задач. Функционально охранные системы могут применяться самостоятельно или входить в состав более сложных охранных систем, включая охрану со стороны воздуха и морских глубин.



Рисунок 2.89 - РЛС «Балтика Б»

РЛС миллиметровых волн **«Балтика-Б»** (рисунок 2.89) предназначена для использования на постах технического наблюдения, как отдельное изделие, а при комплектации устройствами сопряжения и как источник радиолокационной информации (РЛИ) в автоматизированных системах обработки, отображения и регистрации РЛИ. Основные преимущества РЛС заключаются в использовании 8-мм диапазона, в применении цифровой обработки информации. Предусмотрена возможность автоматизированного съема информации. РЛС "Балтика - Б" обладает высоким разрешением по координатам, что позволяет обеспечить лучшие точности измерения координат, а также обеспечивает ее преимущество по уровню ложных тревог при работе в условиях взволнованной морской поверхности. Для решения задач охраны в качестве датчика радиолокационной информации используется импульсная РЛС ММ диапазона с горячим резервированием.



Рисунок 2.90 - Радиолокатор 112L1A «Барсук-А»

Малогабаритный радиолокатор **112L1A «Барсук-А»** (рисунок 2.90) 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.

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-А "Барсук-А" обнаружение и идентификация цели происходят 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 до1600 м;
- пловец до 200 м.

2.10.4 Повышение помехозащищенности

Под термином «помехоустойчивость» имеется в виду устойчивость РЛС к помехам, обусловленным отражениями зондирующего сигнала от объектов, не являющихся целями и расположенных вне анализируемого строба (частотного, временного).

Помехозащищённостью называется способность радиолокационного устройства сохранять свои основные тактические показатели при воздействии помех того или иного вида. Для оценки помехозащищённости не выработано числовых показателей. Можно только сказать, что из двух РЛС та будет обладать более высокой помехозащищённостью, у которой при прочих равных условиях воздействие помехи вызовет меньшее ухудшение тактических данных (дальности действия, точности и разрешающей способности). К тактическим данным относят иногда и те условия, в которых должна работать станция (характеристики целей, условия погоды, место размещения и т.д.).

Переход от селекции движущихся целей (СДЦ) в соответствии с правилом Доплера к селекции по дальности позволяет обнаруживать нарушителя с малой радиальной скоростью. Влияние подстилающей поверхности (колебания травы, кустов, отражения от местных предметов сведено к минимуму.

Береговая РЛС (БРЛС) «Атлантика-КХ» (рисунок 2.91) комплектуется двумя приемо-передатчиками миллиметрового (Ка) и сантиметрового (Х) диапазонов совмещенной антенной, установленной на общем приводе. Работает в Ка и Х диапазоне раздельно или одновременно по желанию оператора. При одновременной работе осуществляется комплексирование обоих диапазонов путем совместной обработки их сигналов, что заметно улучшает помехозащищенность и дальность обнаружения целей.



Рисунок 2.91 - БРЛС «Атлантика-КХ»

Станция характеризуется сверхвысокой разрешающей способностью по азимуту 0,22 град, по дальности 8-10 м и точностью измерения координат, увеличенной дальностью обнаружения малых надводных объектов. Максимальная дальность обнаружения надводных целей:

- большое судно в Ка диапазоне 21,0 км, в Х диапазоне 54,7 км;
- резиновая лодка, буй в Ка диапазоне 6,7 км, в Х диапазоне 16,4 км.

Радиолокатор **111L1 «ЛИС»** (рисунок 2.92) производства ОАО «Укрспецтехника» 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 2.92-Радиолокатор «ЛИС»

2.10.5 Интеграция РЛС с видеонаблюдением и тепловизором

Несомненный плюс радиолокаторов это возможность совместной работы с тепловизором и системой видеонаблюдения. В этом случае РЛС выступает в качестве предварительного целеуказателя для поворотных камер видеонаблюдения. РЛС в связке с видеонаблюдением отвечает за предварительное обнаружение цели на подступах к ответственной камере. Фактически радар отвечает за измерение скорости движения цели, определяет её класс и начинает вести слежение, фокусируя на неё камеры видеонаблюдения и тепловизор.



Рисунок 2.93 - РЛС MRS-1000

Цифровая **РЛС «MRS-1000»** (рисунок 2.93) производства **НПФ «Микран»** — это широкополосный радар, выполненный на твердотельном приемо-передающем устройстве. Заявленная производителем дальность обнаружения человека до 1000 м, автомобиля до 2000м. 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.

В паре с тепловизором **радиолокационная система Orwell-R** (рисунок 2.94) 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.



Рисунок 2.94 - РЛС Orwell-R

На мониторе оператора, который управляет комплексной системой безопасности, появляется информация о текущей обстановке в зоне наблюдения. Информация отображается в виде координатной сетки со схематическим отображением на ней стационарных объектов, а также местоположением всех обнаруженных целей.

По каждой из целей показывается класс цели, её координаты и скорость передвижения в данный момент. Кроме того, можно выполнить привязку информации с РЛС к топографической карте местности.

Технические характеристики РЛС ORWELL-R приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания, В	~220 / 50 Гц
Диапазон напряжения питания, В	от 187 до 242
Габаритные размеры, мм	505×207× 491
Габаритные размеры с присоединенной антенной (с учетом вращения антенны), мм	660×660× 472
Габаритные размеры с установленным защитным куполом (диаметр × высота), мм	821× 763,5
Масса изделия (без учета антенны и защитного купола), кг	Не более 18
Диапазон рабочих температур, °С	От – 50 до +50
Средняя излучаемая мощность, мВт	75
Ширина спектра сигнала, МГц	84
Рабочая полоса, МГц	16 600–17 300
Интерфейс передачи данных 100 Мбит	Ethernet
Интерфейс управления	RS-485
Скорость связи по интерфейсу RS-485, бит/с	9600, полудуплекс
Потребляемая мощность, Вт	Не более 400

Типовые пользовательские характеристики при работе в составе интегрированной системы безопасности «Orwell-2K» приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Наименование параметра	Значение
1	2
Режимы излучения (по типу модуляции зондирующего сигнала)	Короткоимпульсный, без внутриимпульсной модуляции (КИ-режим). Режим с внутриимпульсной линейной частотной модуляцией (ЛЧМ-режим).
Параметры автоматического обнаружения	
Типы целей	Наземные цели: человек (идущий, бегущий); транспортные средства. Водные цели (суда, включая сверхмалые)
Максимальная дальность обнаружения, м	Человек (ЭПР свыше 0,5 м^2, радиальная скорость свыше 0,5 м/с: 500 - (КИ-режим) или 950 - (ЛЧМ-режим) Транспортное средство, надводные цели (ЭПР свыше 5 м^2) - 1 100
Минимальная дальность обнаружения, м	50 - (КИ-режим) или 150 - (ЛЧМ-режим)
Максимальная радиальная скорость цели, при которой происходит обнаружение	30 м/с для сверхмалых целей (резиновая лодка). Для более ярких целей без ограничений скорости
Ошибки определения параметров целей	
Ошибка измерения наклонной дальности цели, м, не более	6 - (КИ-режим) или 3 - (ЛЧМ-режим)
Ошибка измерения азимута цели, град., не более	1

1	2
Ошибка измерения радиальной скорости цели, м/с, не более	0,5
Возможность оценки полного вектора скорости	Да - путем экстраполяции траектории
Вторичная обработка	
Распознавание класса целей	Да - человек, группа людей, транспортное средство, судно, поезд, область интенсивного движения
Наименование параметра	Значение
Построение траектории, автосопровождение	Да
Зоны тревоги произвольной формы с выдачей визуального и звукового сигнала тревоги	Да
Управление поворотными телекамерами	Ручное, полуавтоматическое (указанием точки на карте), автоматическое, по факту обнаружения целей
Архив	Да, синхронный архив радиолокационной информации и всех связанных источников видео
Параметры зоны обзора	
Аппаратный диапазон дальностей	50–850 м в КИ-режиме или 150–950 м в ЛЧМ-режиме; возможно изменение (сдвиг) диапазона до 400–1 200 м
Способ азимутального обзора	Механическое сканирование (вращение)
Азимутальный размер зоны обзора	Любой
Угловая скорость сканирования (вращения), град/с	20–100, оптимальная скорость для обнаружения человека: 40.

2.10.6 Повышение мобильности - Радио сканер траекторий (ЗАО «Фирма ЮМИРС»)

РАСТР(с) (радио сканер траекторий) – 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.

РАСТР(с) предназначен для обнаружения траекторий движущихся объектов (человек, транспортное средство и т.д.) на открытой земной поверхности, а также для обнаружения траекторий движущихся объектов (водный мотоцикл, лодка, судно и т.д) на водной поверхности в пределах своего рабочего сектора.



Рисунок 2.95 - Радио сканер траекторий

РАСТР(с) обеспечивает следующую выходную траекторную информацию по каждому из обнаруженных объектов: дальность, азимут, вектор скорости, площадь отражательной поверхности и тип объекта.

РАСТР(с) – это твердотельное, электронное устройство, без движущихся механических частей в своем составе, с полностью цифровой реализацией алгоритмов синтеза и обработки сигналов на основе специализированного микропроцессора.

Области применения:

- Контроль больших по площади открытых территорий, в том числе: государственные границы, морские побережья, аэродромы, акватории речных, морских портов и водохранилищ и т.д.;
- Контроль протяженных коммуникаций, в том числе: железные дороги, трубопроводы, ЛЭП и т.д.

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.

Технические характеристики приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5

Наименование параметра	Значение
1	2
Полоса рабочих частот, МГц	2 300…2 450
Средняя мощность излучения, мВт, не более	100
Протяженность рабочего сектора (инструментальная дальность), не менее, м	3 000
Минимальная дальность обнаружения, не более, м	20
Ширина рабочего сектора, не уже, град	90
Ширина луча антенны по углу места, не уже, град	23
Максимальная дальность обнаружения: - человек, ЭПР 0,5 кв.м, не менее, м - транспортное средство, ЭПР 3 кв.м, не менее, м*	 2 000 3 000
Разрешение по дальности, не более, м	6
Разрешение по радиальной скорости, не более, км/ч	0,6

Диапазон радиальных скоростей обнаруживаемых объектов, не уже, км/ч	0,72…150
Точность определения дальности объекта, не хуже, м	1
Точность определения азимута объекта, не хуже, град	0,5
Максимальное количество одновременно вычисляемых траекторий обнаруженных объектов, не менее	100
Частота обновления выходной (траекторной) информации, не менее, Гц	12
Время обнаружения траектории объекта, не более, с*	3
1	2
Типы распознаваемых объектов - земная поверхность - водная поверхность	 Животное, человек группа людей транспортное средство скутер, лодка, судно
Внешние интерфейсы	RS-485, Ethernet
Диапазон рабочих температур, град С	-40…+60
Габаритные размеры, не более, мм	360x360x150
Масса, не более, кг	3
Номинал питающего напряжения, В	+10…36
Потребляемая мощность, не более, Вт	10
Среднее время наработки на отказ, не менее, ч***	60 000

* - при высоте установки над поверхностью не менее 15 м
** - при наличии условий радиовидимости в данной точке появления объекта
*** - расчетная величина

Фрагмент испытаний радиолокационного устройства обнаружения объектов приведен на рисунке 2.96.



Рисунок 2.96 - Полевые испытания РАСТР(с)

При проектировании РЛС сейчас особое внимание уделяется решению задачи оптимизации расходования ресурсов. Обнаружить и распознать объект необходимо не за счёт количественного наращивания энергетики, а прежде всего за счёт создания эффективных алгоритмов обработки информации. Перспективным решением является применение радиолокационных систем высокого разрешения (широкополосных) ШРЛС. Они дополняют существующие, однако при этом имеют характеристики, достижимые только при использовании нескольких устройств одновременно. ШРЛС позволяют получать высокое качество радиолокационных изображений и при этом иметь возможность их интеллектуальной обработки. Радиолокация становится радиолокацией предельных характеристик. Всё шире используются сверхширокополосные сигналы, сверхдлинные и сверхкороткие импульсы. Диапазон используемых длин волн — от сверхдлинных до миллиметровых, дальность действия — от сантиметров и метров до десятков тысяч и более километров. Точности и разрешения приближаются к оптическим. Получат дальнейшее развитие РЛС, адаптирующиеся к помеховой и целевой обстановке. Акцент делается на объединение РЛС различного типа в единую систему обнаружения. Перспективные системы обнаружения и сопровождения различного назначения должны работать с современными средствами навигации, в частности глобальной навигационной спутниковой системой ГЛОНАСС, средствами связи и информационного обеспечения.

Использование РЛС охраны периметра и территории объектов выгодно с экономической точки зрения: на российском рынке представлены системы, которые обладают низкой удельной стоимостью охраны квадратного километра.

2.10.7 Мобильные патрульные комплексы

Мобильный патрульный комплекс (МПК) контроля за наземной (надводной) обстановкой, позволяющий вести обнаружение и распознавание неподвижных и движущихся объектов на дальностях до 15 км (рисунок 2.97).



Рисунок 2.97 - Мобильный патрульный комплекс

В комплекс входят радиолокационный и оптико-электронный модули, связанные единым алгоритмом управления, обработки, документирования, отображения и передачи информации. Всесуточность и всепогодность комплекса обспечиваются сочетанием в нем радиоэлектронных датчиков, работающих в различных диапазонах длин волн: сантиметровом, инфракрасном и видимом диапазонах спектра.

Комплекс имеет в своем составе:

1 систему навигации:

магнитный электронный комплекс, спутниковый навигационный GPS-приемник,

2 систему связи: УКВ-радиостанция, телефон спутниковой связи,

3 радиолокационный модуль: когерентная радиолокационная станция, работающая в диапазоне длин волн 3 см,

4 оптико-электронный модуль: тепловизор, видеокамера, лазерный дальномер,

5 систему электропитания: 6 комплект аккумуляторов, электростанция.

Основные ТТХ комплекса:

- Базовое шасси комплекса — автомобиль повышенной проходимости серии «УАЗ-Патриот».
- Общий вес аппаратуры комплекса на превышает 350 кг.
- Потребляемая мощность аппаратуры — около 900 Вт.
- Аппаратура комплекса по стойкости к внешним воздействиям соответствует требованиям группы 1.3 УХЛ ГОСТ РВ 20.39.304-98.
- Время непрерывной работы от комплекта аккумуляторов — не менее 8 часов.
- Ограничение по времени непрерывной работы при работе от сети нет.
- Время развертывания, не более 10 минут.

Условия эксплуатации

Для аппаратуры, размещаемой снаружи:

- повышенная температура, рабочая и предельная - +45°С;
- пониженная температура, рабочая - минус 40°С
- пониженная температура, предельная - минус 40°С;

Для аппаратуры, размещаемой внутри:

- повышенная температура, рабочая и предельная - +45°С;
- пониженная температура, рабочая - минус 10°С
- пониженная температура, предельная минус 40

Характеристики модулей

А) Радиолокационный модуль (РЛМ) // 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 формата SXF.
- Возможность создания 5 зон повышенной ответственности с выдачей звукового сигнала тревоги при пересечении целью их границ.

Внешний вид индикатора и РЛС обнаружения наземных целей приведены на рисунке 2.98.



Рисунок 2.98 - Вид индикатора и РЛС «Окапи-С»

Характеристики РЛС
Средняя мощность (Вт) 0,4
Дальность обнаружения целей с вероятностью ..... не ниже 0,9
Дальность обнаружения человека (км) 5
Дальность обнаружения автомобиля, катера, лодки (км) 8
Дальность обнаружения большегрузного автомобиля, БТР (км) 12
Приборная дальность, км 15
Погрешность измерения координат и параметров движения целей:
- по азимуту (град) ..... не хуже 1,0
- по дальности (на всех диапазонах дальности) (м) ..... не хуже 5
- по скорости (км/ч)..... не хуже 0,2
Скорость обзора пространства (град/сек.)..... до 10

Б) Оптико-электронный модуль (ОЭМ)
Тепловизор Proton XLR2
Поле зрения (град)
- широкое..... 18,3x14,7
- узкое 3,7x2,9
Распознавание (км)
- человек 3
- легковой автомобиль 4,5
Диапазон длин волн (мкм) ..... 3,6...4,9
Дальность распознавания видеокамеры
в условиях нормальной атмосферы, км:
- человека 3
- автомобиля..... 8
Максимальное увеличение (крат)..... 25
Минимальная рабочая освещенность (лк)..... 2,5
Количество пикселей 800000
Диапазон длин волн (мкм) ..... 0,4...0,8

Расширяя линейку своих мобильных средств, предприятие разработало и изготовило опытный образец мобильного патрульного комплекса на базе шасси автомобиля Defender производства фирмы Land Rover (рисунок 2.99, 2.100).



Рисунок 2.99 - МПК на базе шасси автомобиля Defender

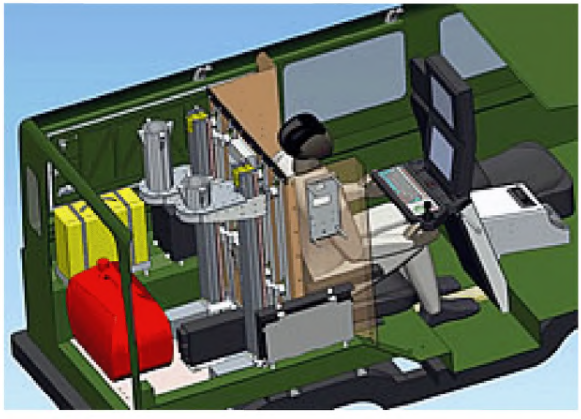


Рисунок 2.100 - Схема внутреннего оснащения МПК

Выводы

1 Для решения об оснащении подразделений вневедомственной охраны РЛС необходимо более глубоко изучить возможности этого направления охраны и определить количество объектов, которые целесообразно оборудовать дорогостоящим оборудованием.

2 РЛС наблюдения за периметрами и территориями (акваториями) объектов в целях предупреждения проникновения, по анализу литературы и материалов сети Интернет, обеспечивают быстрое и точное обнаружение движущихся целей (живой силы и техники) в зоне обзора, приблизительное определение количества целей и скорости их перемещения. Однако радиолокаторы имеют и ряд недостатков:

- 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;

- и, наконец, еще один недостаток РЛС, как и любой другой электронной аппаратуры, состоит в подверженности их воздействию средств РЭБ противника.

3 Одним из направлений конструирования РЛС охраны является создание станций с меньшей длиной рабочей волны, что позволяет снизить вес и повысить транспортабельность и мобильность станций. При уменьшении длины рабочей волны возрастает зависимость работы РЛС от погодных условий (дождя, грозы, колебаний листвы деревьев и т. п.), но вместе с тем ослабляется влияние тумана и дымки.

4 С включением в алгоритмы обработки принятого сигнала цифровой обработки и уровнем развития вычислительной техники позволили создать и реализовать микропроцессоры цифровой обработки сигналов. При обработке цифровых сигналов радиолокатора используются алгоритмы цифровой фильтрации и спектрального анализа (вычисление дискретного и быстрого преобразования Фурье – ДПФ и БПФ), алгоритмы корреляционного анализа, обратной свертки, специальные алгоритмы линейного предсказания. Требования к аппаратной части цифровой обработки радиолокационных сигналов - по быстродействию составляют 10^9 умножений в секунду и размеры преобразований могут достигать до 2^{14} комплексных точек для операции фильтрации входных сигналов антенны (частоты сигналов от 10 МГц до 10 ГГц).

2.11. 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. К важным характеристикам относятся: время установки, дальность обнаружения, дальность передачи информации, вес изделия, срок непрерывной работоспособности. Такие системы отличаются скрытной установкой датчиков.



Рисунок 2.101-Комплекс БРК-П



Рисунок 2.101-Комплекс БСК

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 2.101). Программное обеспечение получило привязку к топографической карте. Увеличилась средняя продолжительность непрерывной работы от элементов питания до 2 лет для радиоволнового комплекта и до 5лет инфракрасного комплекта, увеличена дальность действия радиоканала передачи сообщений о тревоге. Приемник тревоги на основе ноутбука.

Быстроразвертываемый сигнализационный комплекс **БСК** (рисунок 2.102) 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 сообщении 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.

Охранная система **«Autoguard»** (рисунок 2. 102) производства **Sensor Electronics Ltd.** (Великобритания, дистрибьютор в РФ - «БИС Инжиниринг»), 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 2.102 - Система «Autoguard»



Рисунок 2.103- 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 2.103), 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.



Рисунок 2.104 – ERMO 482x PRO



Рисунок 2.105 - TMPS-21000

Мобильный быстроразворачиваемый СВЧ-барьер итальянской компании **CIAS** построен на базе двухпозиционных датчиков серии **ERMO 482x PRO** (рисунок 2.104), 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.

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 2.105). 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.

Мобильный охранный комплекс **«МК-64»** (рисунок 2.106), 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.



Рисунок 2.106 - «МК-64»

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»** X-диапазон (10,5–10,7) ГГц и **«Арбалет»** К-диапазон (24,0–24,25) ГГц. Количество охраняемых участков с передачей телеметрической информации от 1до 64 (в исполнении «МК-16» от 1до16), 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.

Выводы.

Прослеживаемыми тенденциями развития быстроразворачиваемых комплексов является применение более энергоемких источников питания, расширение пользовательского интерфейса (GSM, GPS, космическая связь), использование однотипных радиоканалов с целью интеграции различных средств обнаружения. Внедрение цифровых методов обработки сигналов датчиков позволяет создать "интеллектуальные" системы с такими функциями, как распознавание типовых сигналов вторжения, локализация нарушителя в пределах зоны охраны, дистанционная диагностика и настройка датчиков.

2.12 Комбинированные и совмещенные средства обнаружения

Для построения эффективной защиты периметра используют несколько рубежей и датчики работающие на различных физических принципах. Создание комбинированных извещателей для охраны периметров позволяет обнаружить достоверное проникновение на охраняемый объект и уменьшить количество ложных срабатываний сигнализации. Достоинством таких извещателей является возможность одновременного обнаружения попыток проникновения нарушителя на охраняемый объект различными способами.

Комбинированно-совмещенный извещатель «Рубеж»

Извещатель (рисунок 2.107) 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.



Рисунок 2.107 - Извещатель «Рубеж»

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

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:

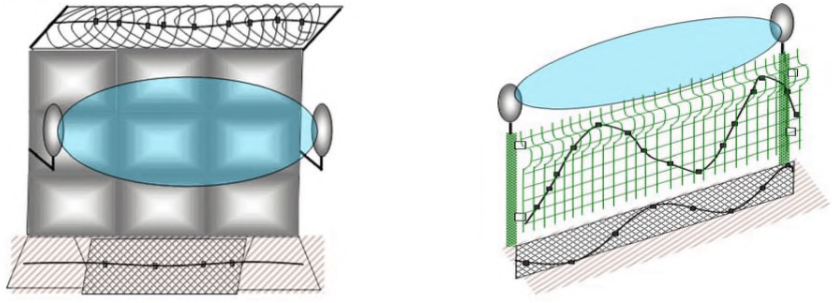
- логическое комбинирование каналов обнаружения и дополнительных извещателей по выбранной схеме (И, ИЛИ);
- управление параметрами каналов обнаружения и выбор схемы их логического комбинирования с помощью персонального компьютера (ПК) через стандартный сигнальный интерфейс RS-485;

- 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.

На рисунке 2.108 а) показано, что подкоп под ограждение определяется сейсмическим кабелем, установленным в земле на сетке под плитой. Попытка разрушения ограждения (подход к плите) определяется по срабатыванию радиоволнового канала, а перелаз через ограждение срабатыванием двух каналов: вибрационного и емкостного.

На рисунке 2.108 б) показано, что подкоп под ограждение определяется сейсмическим кабелем, установленным в земле на сетке. Попытка разрушения ограждения (перепиливанием или перекусыванием) определяется по срабатыванию двух каналов: вибрационного и емкостного, а перелаз через ограждение по срабатыванию радиоволнового канала.



а) железобетонные плиты ***б) сварная сетка***

Рисунок 2.108 - Примеры охраны ограждений

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

Основные тактико-технические характеристики приведены в таблице 2.26.

Таблица 2.26

Наименование характеристики	***Значение***
Максимальная протяженность блокируемого рубежа, м, не менее	250
Обнаружение подкопа под ограждение на глубину, см	40
Длительность извещения о тревоге, с, не менее	2
Диапазон рабочих напряжений питания, В	От 10 до 30
Потребляемый ток (при напряжении 24В), мА, не более:	100
Конструктивное исполнение корпуса блока обработки	IP54
Габаритные размеры корпуса, мм,	310×200×65
Температура окружающего воздуха, °С	-50…..+65
Относительная влажность воздуха (при +25 °С), %	100



Рисунок 2.108 - ЧЭ комбинированного проводного извещателя "Дуэт"

В комбинированном проводном извещателе **"Дуэт"** (рисунок 2.108) 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.

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.

Комбинированное проводное СО предназначено для сигнализационного блокирования верха заграждений различных типов оно может рассматриваться только как частичный аналог Комплекса.

В совмещенном **СО "Базальт"** 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.

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 образовывает второй сигнализационный рубеж охраны периметра и обнаруживает воздействия нарушителя на сигнализационный барьер различными способами, включая проползание. 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 ÷ 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.

Радиосигнализатор универсальный РС-У (рисунок 2.109) 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.



Рисунок 2.109 - Радиосигнализатор универсальный РС-У

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.



Рисунок 2.110- Последовательность установки РС-У



Рисунок 2.111- Радиосигнализатор инфракрасный РС-ИК

Радиосигнализатор инфракрасный РС-ИК (рисунок 2.111) 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. 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 (рисунок 2.112). Длина пешего нарушителя до 50м.

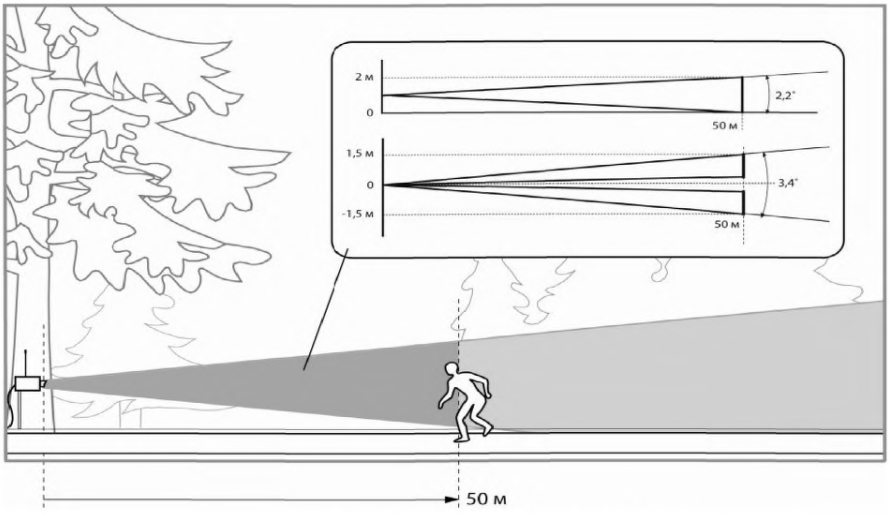


Рисунок 2.112 - Зона обнаружения РС-ИК



Рисунок 2.113 - Радиосигнализатор телевизионный РС-ТВ

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 видеоинформацию по радиоканалу. Включение производится по сигналу от радиосигнализаторов или по команде оператора. Радиосигнализатор телевизионный 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 2.114 - Радиосигнализатор радиолучевой РС-Л/100

Радиосигнализатор радиолучевой РС-Л/100 (рисунок 2.114), 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 -40 до +50 °С. 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.

Вывод

Комбинированные извещатели обладают повышенной помехозащищенностью к воздействию внешних дестабилизирующих факторов, ввиду использования методов обнаружения проникновения нарушителя на охраняемый объект основанные на различных физических принципах.

3 ВЫБОР И ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБНАРУЖЕНИЯ, ОСНОВАННЫХ НА РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРИНЦИПАХ, ДЛЯ ОХРАНЫ ОГРАЖДЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ОТКРЫТЫХ ПЛОЩАДОК

3.1 Выбор и применение периметральных средств обнаружения

Выбор и применение перспективных технических средств обнаружения, основанных на различных физических принципах, для охраны огражденных территорий и открытых площадок должно строиться на следующем методологическом подходе:

1 Возможность раннего обнаружения нарушителя - еще до его проникновения на объект;

2 Точное следование контурам периметра, отсутствие "мертвых" зон;

3 По возможности скрытая установка датчиков системы;

4 Независимость параметров системы от сезона (зима, лето) и погодных условий (дождь, ветер, град и т.д.);

5 Невосприимчивость к внешним факторам "не тревожного" характера - индустриальные помехи, шум проходящего рядом транспорта, мелкие животные и птицы;

6 Устойчивость к электромагнитным помехам - грозовые разряды, источники мощных электромагнитных излучений и т.п.

Основными принципами функционального построения системы охраны объекта, являются:

- многозональность, которая позволяет контролировать заграждение, разделяя его на локальные участки;
- комплексное и (или) комбинированное обнаружение с использованием функционально законченных извещателей, использующих различных физических принципов обнаружения, с дополнением их видеонаблюдением;
- децентрализованная обработка первичной информации, поступающей от распределенных чувствительных элементов (ЧЭ).

Проведя предварительный анализ проблемы, можно сформулировать следующие направления разработок для решения задачи:

- выбор и разработка чувствительных каналов с использованием различных физических принципов обнаружения нарушителя в зависимости от используемого типа ограждения;
- алгоритм совместной работы каналов на различных физических принципах в локальном участке, а также с учетом сигналов от других ТСОС, установленных на этом участке;
- дополнительное оборудование для управления параметрами комплекса при монтаже и регулировке.

При решении задачи необходимо рассмотреть вопрос по организации интерфейса:

- передача извещения о тревоге с локального участка по двухпроводной линии или радиоканалу с указанием его адреса на местный пункт охраны объекта;
- способ передачи извещений на ПЦН – радиоканал для передачи и обмена (протокол, работа в реальном режиме времени, работа при постановке активных помех, кодирование информации, выбор радиочастот);
- дублирование радиоканала.

3.2 Проектироавание системы охраны объекта.

Этап проектироавание системы охраны объекта заключается в проведении ряда мероприятий [21].

1 Анализа возможных угроз и способов преодоления рубежа и разработки модели потенциального нарушителя;

2 Осмотра местности, анализа грунта (глинистый, песчаный, болотистый, скальный, возможность произвести подкоп);

3 Анализа климатических и погодных условий, возможность образования снежных заносов, их возможную высоту (прежде всего, у сигнализационного ограждения), узнать диапазон изменения температур и вероятность сильных ветров со скоростью более 25 м/с;

4 Уточнение особенности конструкции основного пассивного ограждения (материал, высота, изгибы, повороты);

5 Оценки «зашумленности» территории (наличие различного вида индустриальных помех, близость высоковольтных линий электропередач);

6 Оценки сведений о пересечении периметра подземными и надземными магистралями (трубопроводами, эстакадами, канализационными и кабельными линиями и т. п.);

7 Определения количества и видов разрывов в ограждении (автомобильные проезды, ворота, калитки, водопропуски и т. п.);

8 Определения требований к маскируемости системы сигнализации и эстетические требования;

9 Оценки возможности службы безопасности, обслуживающей периметровую систему, квалификацию персонала;

10 Определения вида и комбинации систем сигнализации;

11 Анализа возможностей вариантов систем и выбрать наиболее приемлемую по критичному критерию (например, степень защищенности или простота конструкции);

12 Оценки финансовых возможностей (как правило, принято считать, что стоимость системы периметровой сигнализации не должна превышать 10…15% от возможных потерь, вызываемых проникновением нарушителя на охраняемый объект).

В целях рекомендаций по выбору и использованию технических средств обнаружения в таблице 3.1 представлены типы средств обнаружения и особенности их применения с целью обеспечения помехоустойчивости (качества обнаружения при наличии внешних факторов, усложняющих их функционирование). Более полная информация по характеристикам извещателей: их достоинствам и ограничениям по применению изложены во 2 разделе при рассмотрении конкретного типа извещателей. Интервальные оценки средней наработки на ложное срабатывание даны на основании известных данных и экспертных оценок [9]. При этом вероятность обнаружения нарушителя подразумевается на уровне не менее 0,95.

Таблица 3.1

Характеристики Тип (вид) извещателя	Установка ЧЭ: Г- в грунт, С- стойки, П- на полотно заграждения, К- козырек (по верху)	Обнаружение нарушителя: П–пересечение, ПЛ-перелаз, ПР-пролаз, ПК-подкоп	Длина ЗО: М- мал., С –сред., П – повыш., Б –бол.	Тлс (1 изделие): М- малая, С – сре- дняя, П –повышенная, В –высокая, О –очень высокая	Основные причины ложных тревог извещателя	Особенности применения извещателя			Погонная стоимость Н – низкая, С – средняя, У- умеренная, В – высокая
						Ограничения к применению (вблизи ЗО)	Особенности по обнаружению	Уязвимость к «обходу»	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Радиоволновое ЛВВ (в грунте)	Г	П, ПК	П	С	Крупные и роющие норы животные, потоки воды при ливне, молнии	Металлические конструкции, строения, автодороги	Наивысшая обнаружительная способность	Блуждающие «дыры», обход максимально затруднен	В
Радиоволновое ЛВВ (в монолитном заграждении)	С	П	П	П	Крупные животные, молнии, сильный ветер	Металлические конструкции, строения, автодороги	Наивысшая обнаружительная способность	Обход практически невозможен, «дыр» нет	В
Сейсмическое трибоэлектрическое	Г	П, ПК	Б	С	Крупные и роющие норы животные, гроза, сильный ветер + корни деревьев	Строительные механизмы, автодороги, ЛЭП	Низкая чувствительность в промерзшем грунте	При высоком снежном покрове	С
Сейсмическое с сейсмокосой из геофонов	Г	П, ПК	С	Н	Крупные, средние и роющие норы животные, гроза, сильный ветер, самолеты	Строительные механизмы, автодороги, ЛЭП	Широкая ЗО, высокая чувствительность	Объемная ЗО, обход затруднен	

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сейсмическое с гидравлическим датчиком давления	Г	П, ПК	П	С	Крупные, средние и роющие норы животные, сильный ветер+ корни деревьев, гроза, самолеты	Строительные механизмы, строения	Узкая ЗО, высокая чувствительность	Объемная ЗО, обход затруднен	У
Сейсмическое оптоволоконное	Г	П, ПК	Б	П	Крупные, средние и роющие норы животные, сильный ветер+ корни деревьев, гроза, самолеты	Строительные механизмы, автодороги, деревья в ЗО	Низкая чувствительность, промерзание грунта	При высоком снежном покрове, медленно, осторожно	У
Магнитометрическое	Г	П, ПК	Б	П	Молнии, сильный ветер + корни деревьев	ЭЖД, ЛЭП, речной транспорт, «городская» черта, деревья в ЗО	Практическая нечувствительность к животным	«Магнито-чистый» обходит, медленно	У
Сейсмомагнитометрическое	Г	П, ПК	Б	П	Молнии, ЭЖД, ЛЭП, сильный ветер + корни деревьев, крупные и роющие норы животные	«Городская» черта, ЭЖД, ЛЭП, автодорога, деревья и кусы в ЗО	Узкая объемная ЗО	Обход затруднен	У
Емкостное	С, К	ПЛ, ПР	Б	П	Крупные и средние животные, сильный дождь и ветер, мокрый снег, молнии, птицы, растительность вблизи	ЛЭП, транспорт	Объемная ЗО	Подкоп	У
Индуктивное	С, К	ПР	П	С	Сильный ветер, молнии, крупные и средние животные, крупные птицы, сильный дождь, град,	ЭЖД, ЛЭП, автодорог, «городская» черта	Контактная линейная ЗО	Подкоп, «мост»	С
Вибрационное, двухпроводная согласованная линия	С, К	ПЛ, ПР	П	П	Сильный ветер, молнии, крупные и средние животные, крупные птицы, град	ЛЭП, транспорт	Определяет с точностью до 3 м место нарушения	Подкоп, «мост», медленное разрушение полотна	У

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вибрационное оптоволоконное	С, К	ПЛ, ПР	П	В	Сильный ветер, крупные и средние животные, крупные птицы, град	Транспорт	Нечувствительно к любым электромагнитным помехам	Подкоп, «мост», медленное разрушение полотна	У
Вибрационное трибо, микрофон	С, К	ПЛ, ПР	Б	П	Сильный ветер, молнии, крупные и средние животные, крупные птицы, град	ЛЭП, транспорт	Виниловая сетка ухудшает чувствительность к перекусу	Подкоп, «мост», медленное разрушение полотна	Н, С
Вибрационное с сейсмокосой	С, К	ПЛ, ПР	П	С	Сильный ветер, молнии, крупные и средние животные, град, крупные птицы,	ЛЭП, транспорт	Высокая чувствительность	Подкоп, «мост», медленное разрушение полотна	У
Вибромагнитометрическое	С, К	ПЛ, ПР	Б	П	Сильный ветер, молнии, крупные животные	ЛЭП	Универсальное применение для различных заграждений	Подкоп, «мост», медленное разрушение полотна	У
Проводноволновое	К	ПЛ	П	С	Сильный ветер, крупные и средние животные, крупные птицы, сильный дождь, град	ЛЭП, транспорт	Объемная ЗО, низкая чувствительность к молнии	Подкоп,	Н
Вибромагнитоволновое	К	ПЛ	П	В	Крупные животные, близкие молнии	ЛЭП, транспорт	Объемная ЗО	Подкоп, медленное разрушение полотна	С
Проводнонатяжное	С	ПР, ПЛ	Б	О	Крупные животные	Большие сугробы	Регулируемая чувствительнось	Подкоп	В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Радиолучевое двухпозиционное	С	П	П	П	Крупные и средние животные, мусор при ветре, листопад, ветки деревьев в ЗО, потоки воды (после дождя)	Неровный рельеф, высокая трава, кусты, сугробы	«Мертвая» зона вблизи приемника/ передатчика;	Ползком по траве	С
Радиолучевое однопозиционное	С	П	С	П	Крупные и средние животные, мусор при ветре, листопад, ветки деревьев, потоки воды	Неровный рельеф, высокая трава, кусты, сугробы	«Мертвая» зона вблизи СО	Ползком по траве, очень медленно	Н
ИК активное двухпозиционное	С	П	С	С	Крупные и средние животные, листопад, большие птицы, мокрый снег, растительность в ЗО, засветка автотранспортом	Неровный рельеф, высокая трава, кусты, сугробы, туман	Легко обнаруживаемая ЗО; при сильном тумане и смоге неработоспособны	Подкоп, «мост», высокая вероятность «обхода»	У
ИК пассивное однопозиционное	С	П	С	Н	Крупные и средние животные, солнечная засветка, большие птицы	Неровный рельеф, высокая трава, кусты, сугробы	В жаркую погоду снижается чувствительность	Подкоп, очень медленно	Н
ИК пассивное + микроволновое однопозиционное	С	П	М	С	Крупные и средние животные, ветки деревьев в ЗО, мусор при ветре, большие птицы	Неровный рельеф, высокая трава, кусты, сугробы	«Мертвая» зона вблизи СО, в жаркую погоду снижается чувствительность	Подкоп, ползком по траве, очень медленно	Н
ИК активное + микроволновое двухпозиционное	С	П	С	П	Крупные и средние животные, ветки деревьев в ЗО, мусор при ветре, большие птицы	Неровный рельеф, высокая трава, кусты, сугробы, туман	«Мертвая» зона вблизи СО	Подкоп, ползком по траве, мост»	С
Радиолокационные системы (радиолокаторы)	С	П	Б	С	Крупные и средние животные, мусор при ветре, листопад, ветки деревьев в ЗО, потоки воды (после дождя)	Неровный рельеф, высокая трава, кусты, сугробы, местные предметы	«Мертвая» зона вблизи РЛС	Ползком по траве, очень медленно	С

Пояснения к таблице 3.1

По дальности действия (максимальной длине ЗО) все извещатели условно разбиты на 4 категории:

- малая «М» - от 20 до 50 м;
- средняя «С» - от 50 до 150 м;
- повышенная «П» - от 150 до 250 м;
- большая «Б» - до 500 м и более.

Стоимостные показатели – погонная стоимость. В погонную стоимость (на 1 м блокируемого периметра) входит стоимость монтажа извещателей и коммуникаций, не включается стоимость системы сбора и обработки информации, заграждения. Уместным является введение 4-х градаций:

- низкая («Н») – менее 10 у.е./м;
- средняя («С») - 10…20 у.е.;
- умеренная («У») - 25…50 у.е.;
- высокая («В») – свыше 50 у.е.

Вероятностные характеристики – наработка на ложное срабатывание. Вводим 5 градаций наработки извещателя на ложное срабатывание (на 1 изделие):

- низкая («Н») - 100…200 час;
- средняя («С») - 250…500 час;
- повышенная («П») - 600…1200 час;
- высокая («В») - 1300…2500 час;
- очень высокая («О») - не менее 3000 час

При выборе и использование перспективных средств обнаружения , основанных на различных физических принципах, для охраны огражденных территорий и открытых площадок особую значимость приобретает учет и снижение влияния помеховых факторов усложняющих их функционирование.

Помеховыми факторами принято считать:

1.Климатические: температура (в России: от минус 60 до + 60 °С), влажность, туман, дождь, гроза, снег, град ,наледь, ветер, пыль, песок, солнечная радиация.

2.Фауна: насекомые, птицы, животные.

3.Флора: трава, кусты, деревья.

4.Условия применения: дизайн периметра, перемещение вблизи периметра людей, животных, автомобилей, поездов и пр., изгибы периметра по горизонтали и вертикали, характеристики грунта, характеристики заграждения (если оно есть), наличие луж, ручьев, неровности почвы, наличие или близость крупных предметов, близость различных коммуникаций.

4.Промышленные помехи: высоковольтные ЛЭП, радиостанции, сотовая связь, мощные электроустановки, электрифицированный транспорт.

Здесь перечислены далеко не все помеховые факторы. На специфических объектах их число может возрастать. Например, химически-активная среда, радиационное излучение и др.

На различные технические средства обнаружения, основанных на различных физических принципах, перечисленные факторы влияют по-разному. Например, насекомые, никак не влияющие на подавляющее большинство извещателей, могут существенно нарушать нормальную работоспособность инфракрасных приборов, закрывая собой чувствительный элемент или создавая непрозрачную паутину. Или в условиях вечной мерзлоты невозможно установить прочные опоры для извещателей

требующих точной юстировки или определенным усилием натяжения чувствительного элемента. Отдельно можно остановиться на собаках, которые появляются внутри или вблизи подавляющего числа охраняемых объектов, особенно где есть пункты питания. Даже объекты Заполярья, находящиеся за десятки и сотни километров от населенных пунктов, - не исключение. Подлезая под ворота и калитки, собаки проникают даже на очень серьезные объекты с трех рубежной системой охраны периметра. Чаще собаки перемещаются стаями по несколько штук и способны вызвать сигнал тревоги практически у любого средства с зоной обнаружения примыкающей к земле ближе 0,5 - 0,7м. Без ограничения доступа животных в зону обнаружения эффективность охраны такими средствами будет сведена к нулю.

Необходимо учитывать, что воздействие большинства помех носит вероятностный характер. Конкретное событие для данного объекта может происходить раз в год, или раз в минуту. Можно привести некоторые примеры.

Если средство будет реагировать на проезд автомобиля, а случается это раз в месяц, то с этим можно смириться.

Если средство реагирует на пролет птиц всего лишь один раз из десяти, а таких пролетов насколько сот в сутки, его установка недопустима.

Если помехи происходят днем, когда средство снято с охраны и отсутствуют вечером и ночью, то ими можно пренебречь. Частый случай, когда средство устанавливается на забор между двумя соседними дачными участками и может реагировать на подход с внешней стороны.

Когда средство срабатывает по сравнительно редкому известному событию, например открывание ворот, включение поливальной установки и т.п., это можно учесть.

Как правило, для объекта охраны существенными являются 5 - 7 помеховых факторов, не считая климатических. С учетом этих факторов осуществляют выбор средств обнаружения. У каждого средства есть свои "плюсы" и "минусы", свои ограничения по применению (см. таблицу 3.1).

Подводя итог вышесказанному отметим, что вариант применения средств обнаружения напрямую связан с помеховыми факторами, которые могут влиять на работу периметровых средств охраны.

Наиболее распространенными, традиционными, средствами для защиты периметра объектов являются:

1) вибрационные, емкостные и инфракрасные средства, защищающие верх заграждения;

2) инфракрасные и радиолучевые средства, установленные на полосе отчуждения (КСП);

3) вибрационные средства, смонтированные на сетчатых заграждения.

Наиболее уязвимыми, но более дешевыми являются инфракрасные средства обнаружения.

Обычно в таком порядке строятся 3-х рубежные системы охраны периметра. На менее важных объектах применяется какой-нибудь один вариант, иногда два.

Необходимые условия применения указанных вариантов:

- для 1-го — добротный, прочный забор, отсутствие примыкающих веток деревьев;

- для 2-го — выровненная, без ям и бугров полоса отчуждения вдоль периметра шириной 3-6 метров, отсутствие на ней деревьев, кустов и высокой травы;

- для 3-го — наличие качественного сетчатого заграждения, отсутствие примыкающих к нему деревьев, кустов и высокой травы.

Очень часто при оборудовании периметра средствами охраны приходится учитывать наличие ворот и калиток, крыш и стен зданий, переходов трубопроводов и коммуникаций над, и под заграждением, водостоки и др. В каждом таком случае может потребоваться свой, нетрадиционный подход к поставленной задаче.

Нормативные требования по выбору и применению технических средств охранной, тревожной сигнализации изложены в РД 78.36.006-2005 [8].

3.3 Выбор и применение перспективных оптико-электронных ТСО.

Особенности, присущие ИК оптико-электронным извещателям (как активным, так и пассивным), накладывают определенные ограничения на их использование при организации охраны объектов. Так, активные извещатели формируют только линейную ЗО, позволяющую использовать их для охраны прямолинейных объектов. В случае непрямолинейности объекта, а также при необходимости создать многолучевой барьер, приходится использовать несколько комплектов извещателя. Пассивные же извещатели чувствительны к тепловым и оптическим помехам, возникающим при эксплуатации на открытом воздухе.

Извещатель формирует поверхностную зону обнаружения (ЗО) и допускает три варианта установки, при которых ЗО направлена горизонтально, вертикально или под углом к горизонтальной плоскости.

Вариант с горизонтальной ЗО, в свою очередь может иметь как узкую зону в виде полосы, так и веерообразную зону в виде полукруга (рисунок 3.1).

Данный вариант установки допускает как ручную так и автоматическую регулировку ЗО, которая подразделяется на 4 частные зоны (А1, А2, В1, В2). В режиме ручной регулировки размеры зон А и В (от 0 до максимального) устанавливаются вручную с помощью переключателей и потенциометров (рисунок 3.3). Данный режим рекомендуется использовать в случае отсутствия в ЗО строений, деревьев или иных предметов.

Тактика охраны в варианте с узкой ЗО будет подобна тактике охраны с использованием ИК линейного активного или пассивного оптико-электронного извещателя (блокировка рядов оконных проемов, ворот), при этом необходимо учесть, что извещатель обнаруживает нарушителя пересекающего ЗО только со стороны противоположной входному окну (показано стрелками на рисунке 3.1). Данное обстоятельство является недостатком, существенно ограничивающим область применения извещателя.

В варианте с полной зоной в виде полукруга извещатель обнаруживает движение нарушителя во всех направлениях.

В режиме автоматической настройки извещатель анализирует размеры и конфигурацию ЗО (рисунок 3.2), для чего предусмотрен т.н. «период обучения» длительностью около 3 мин. Результаты анализа сохраняются в энергонезависимой памяти, что исключает необходимость повторного запуска «периода обучения» в случае прерывания электропитания. Данный режим рекомендуется использовать в случае сложной конфигурации границ ЗО и наличия в ней предметов, перекрывающих обзор. Следует учитывать, что движение нарушителя за находящимися в ЗО предметами извещатель обнаруживать не будет (область Х на рисунок 3.2).

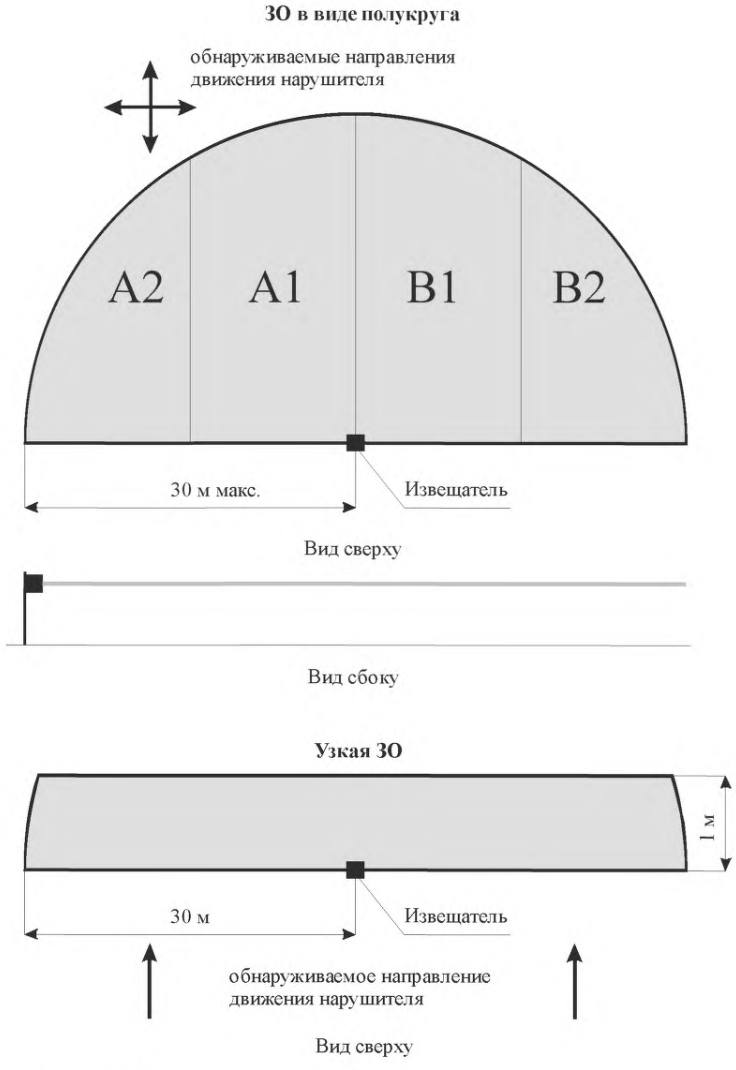


Рисунок 3.1 - Вариант установки извещателя с горизонтальной ЗО

Имеется также режим автоматической трассировки, позволяющий задавать границы зоны обнаружения путем тест-прохода.

Рекомендуемая производителем высота установки извещателя для данного варианта составляет от 0,75 до 1 м, что не обеспечивает обнаружение нарушителя, перемещающегося ползком. Ввиду этого, вариант установки извещателя с ЗО, направленной горизонтально сможет найти ограниченное применение.

Вариант установки с ЗО, направленной вертикально показан на рисунке 3.3.

Настройка вертикально направленной ЗО осуществляется только в автоматическом режиме.

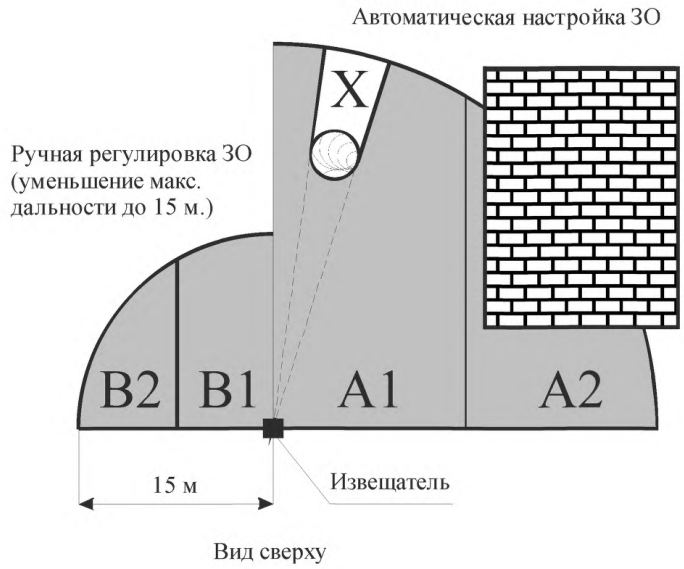


Рисунок 3.2 – Регулировка зоны обнаружения

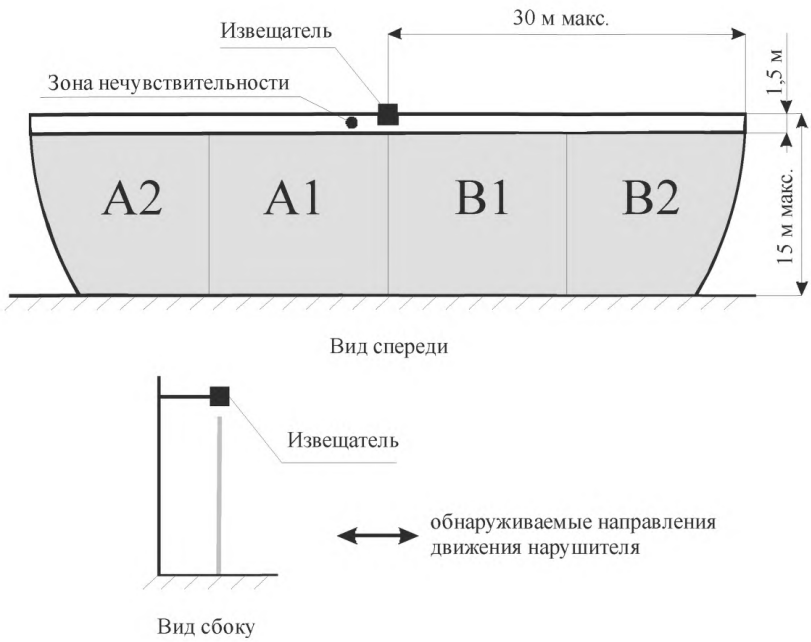


Рисунок 3.3 - Вариант установки извещателя с вертикальной ЗО

Извещатель в данном варианте установки может применяться для охраны периметров, блокировки стен и окон зданий. Тактика охраны в этом варианте ЗО будет подобна тактике охраны с использованием инфракрасных оптико-электронных извещателей: поверхностного пассивного или барьера из нескольких активных.

Также имеется возможность с помощью нескольких извещателей организовать блокировку периметра участка местности, не оборудованного средствами инженерной укрепленности (ограждением). Возможность точной установки размеров и формы зоны обнаружения облегчает организацию охраны объектов со сложной конфигурацией за счет уменьшения зоны отчуждения.

К недостаткам данного варианта можно отнести наличие зоны нечувствительности размером 1,5 м ниже уровня установки извещателя.

В извещателе реализована возможность соединения с компьютером (ноутбуком) по протоколу TCP/IP. Данная функция значительно облегчает процесс настройки извещателя на объекте. При помощи специального программного обеспечения, интерфейс которого представлен на рисунок 3.4, и входящего в комплект поставки, на монитор компьютера выводятся текущие настройки извещателя (прямоугольники выделенные зеленым цветом), его состояние (тревога/норма), схематично отображаются конфигурация ЗО и перемещение в ней нарушителя. Линиями оранжевого цвета показаны границы общей и частных ЗО, окружность красного цвета – нарушитель, перемещающийся в ЗО. установленная рабочая дальность действия (радиус ЗО) составляет 3 м.

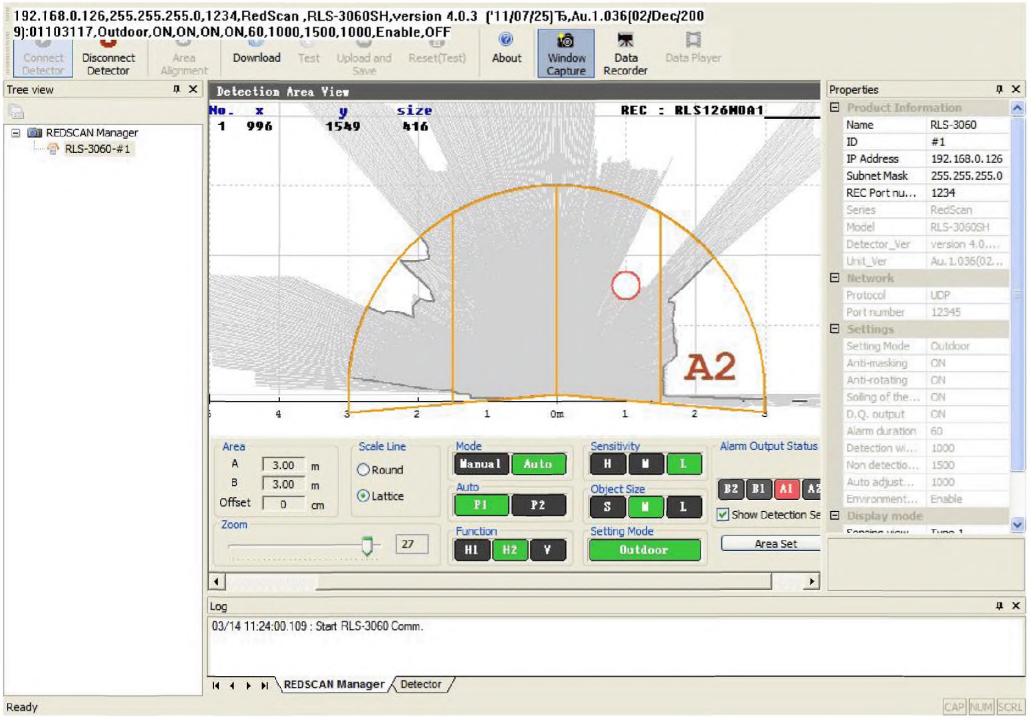


Рисунок 3.4 - Интерфейс программного обеспечения

Серым цветом показана область пространства, сканируемая извещателем, белым – область пространства перекрытая оптически непрозрачными предметами (в т.ч. и нарушителем), находящимися в поле зрения извещателя. Извещение о тревоге будет выдаваться только при перемещении нарушителя в сканируемой извещателем области в пределах границы ЗО. На рисунке 3.4 видно, что извещатель обнаружил нарушителя, перемещающегося в частной зоне А1 и выдал извещение о тревоге

(прямоугольник «А1», выделенный красным цветом). Данная программа позволяет также изменять некоторые настройки извещателя (например, размер обнаруживаемой цели и скорость ее перемещения), запускать «период обучения».

В извещателе имеется возможность выдачи извещения о тревоге по каждой из четырех частных зон по отдельным ШС, что можно использовать для включения камер видеонаблюдения.

Извещатель выдает извещение о тревоге при попытках несанкционированного воздействия на него в виде:

- маскирования входного окна извещателя;
- поворота извещателя;
- вскрытия корпуса.

Для выдачи этих извещений предусмотрено подключение отдельных ШС.

Извещатель выдает извещение о неисправности при особо неблагоприятных климатических условиях (сильном дожде, снегопаде, густом тумане). Для выдачи данного извещения предусмотрено подключение отдельного ШС.

К недостаткам извещателя можно отнести следующее:

- значительная техническая сложность (что может вызвать затруднения при монтаже, настройке и эксплуатации);
- очень высокая стоимость;
- в некоторых случаях для монтажа и настройки необходимо применение дополнительного оборудования (индикатор наличия излучения, регулируемый кронштейн, кронштейн для монтажа на трубе), не входящего в комплект поставки.

Вследствие высокой технической сложности и стоимости данный извещатель целесообразно применять для охраны особо важных объектов.

Выводы

Выбор и использование перспективных технических средств обнаружения, основанных на различных физических принципах, для охраны огражденных территорий и открытых площадок основан на анализе уязвимости средств обнаружения, вероятности обнаружения, частоте ложных тревог, маскируемости, надежности и универсальности.

Использование различных видов и типов периметровых СО показывает, что для обеспечения высокой надежности их функционирования, в охране периметра каждого из объектов следует применять наиболее эффективный в данных условиях физический принцип обнаружения, положенный в основу работы того или иного СО.

4 ТИПОВЫЕ ВАРИАНТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ОБНАРУЖЕНИЯ, ОСНОВАННЫХ НА РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРИНЦИПАХ, В ОБЫЧНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПРИ НАЛИЧИИ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ, УСЛОЖНЯЮЩИХ ИХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ

Разработка концептуального проекта системы охраны периметра (СОП) объекта обычно включает:

- анализ угроз и моделей нарушителей;
- выделение на объекте охраняемых зон;
- определение конфигурации системы в целом и ее отдельных компонент;
- определение функциональных и технологических связей как внутри СОП, так и с другими системами безопасности объекта;
- формирование различных вариантов построения СОП;
- оценку эффективности вариантов построения СОП;
- оценку стоимости вариантов построения СОП;
- выбор варианта (вариантов) на основе критерия "эффективность/стоимость";
- подготовку предложений для включения в техническое задание на создание (модернизацию) СОП.

Следовательно, ключевым моментом в построении СОП является модель угроз охраняемому объекту и модель нарушителя.

Определение целей вторжения на территорию объекта, модели наиболее вероятного нарушителя и наиболее вероятных сценариев его действий дает возможность сформировать требования к инженерно-техническим средствам СОП, при реализации которых возможно ее эффективное противостояние существующим угрозам и выполнение требованиям нормативных документов.

Как правило, к СОП объектов высоких категорий, критически важных и опасных объектов предъявляются следующие основные требования:

- организация не менее двух рубежей охраны периметра объекта;
- каждый рубеж охраны должен состоять не менее чем из двух физических барьеров, каждый из которых оборудован своим рубежом охранной сигнализации;
- каждый рубеж должен включать в себя не менее чем два типа СО, работающих на различных физических принципах.

Исходя из рассмотренных выше соображений, приведем варианты построения СОП объекта.

4.1 Вариант построения системы охраны периметра, предназначенной для функционирования в простых условиях

Простые условия функционирования СОП предполагают:

- нет ограничений по площадям, на которых разворачиваются рубежи охраны;
- нет пересечений периметра оврагами, реками, ручьями, болотами, дорогами, мостами, воздушными трубопроводами, водоотводными сооружениями и подземными коллекторами;
- нет влияния ЛЭП;
- на периметре нет зданий;
- вблизи периметра нет дорог;

- рубежи охраны расположены на ровной поверхности, очищенной от травы, кустов, деревьев и фоновых металлических предметов;

- район установки СОП – малоснежный.

Требуемая высота инженерных заграждений должна быть не менее 2,5 м.

Физические барьеры на рубежах охраны строятся заново. Ранее построенные заграждения отсутствуют.

В этом случае фрагмент СОП может иметь вид, изображенный на рисунке 4.1, где 1 – внешнее предупредительное заграждение (1м, ССЦП), 2 – первое основное заграждение (высота 2,3 м, ССЦП, диаметр проволоки 5 мм) с V-образным козырьковым заграждением и объемной АКЛ, 3 – зона обнаружения вибрационного трибоэлектрического извещателя, 4 – зона обнаружения проводноволнового извещателя, 5 – наклонное козырьковое заграждение и зона обнаружения емкостного извещателя, 6 – второе основное заграждение (высота 2,7 м, ССЦП из диаметр проволоки 8 мм) и зона обнаружения ТЭСО, 7 – зона обнаружения двухпозиционного РВСО, 8 – внутреннее предупредительное заграждение, 9 – тропа наряда, 10 – противоподкопное заграждение, 11 –контрольно-следовая полоса, 12 – зона отчуждения.

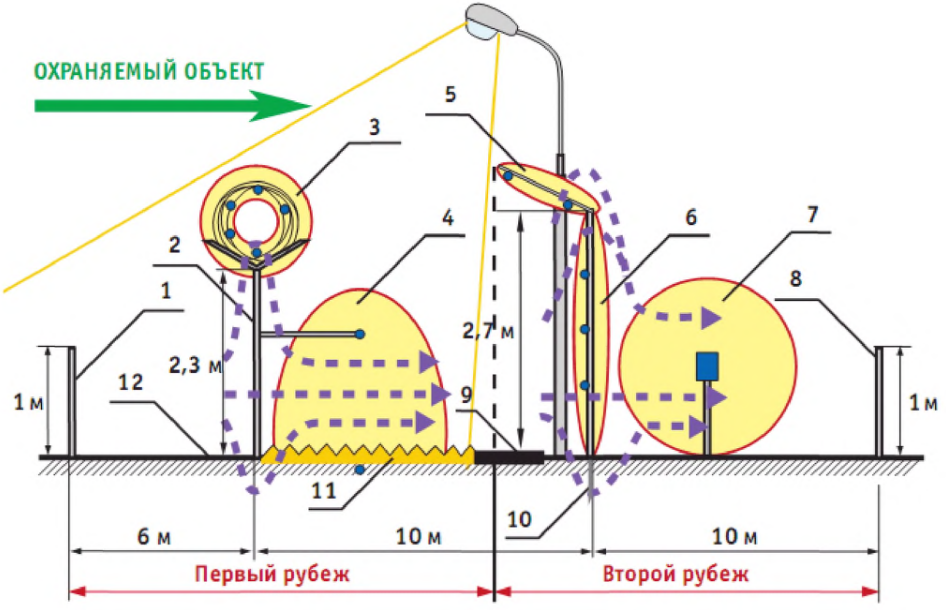


Рисунок 4.1 – Вариант построения фрагмента СОП, предназначенной для функционирования в простых условиях

Чувствительные элементы средств обнаружения подключаются к электронным блокам обработки сигнала, которые размещаются в участковых шкафах или в герметичном корпусе на физических барьерах.

Кроме того, в участковых шкафах располагаются контроллеры нижнего уровня системы сбора и обработки информации и блоки питания средств обнаружения. Расстояние между участковыми шкафами определяется, прежде всего:

- характеристиками систем сбора и обработки информации (допустимым расстоянием между контроллерами нижнего уровня);
- допустимой длиной шлейфов охранной сигнализации;
- плотностью установки средств обнаружения;
- наличием дополнительного оборудования.

Обычно расстояние между участковыми шкафами составляет 250-500 м.

Магистральные линии связи между контроллерами нижнего и верхнего уровня, обычно проходящие вдоль тропы нарядов, укладываются в лотки (короба).

Вариант размещения элементов систем сбора и обработки на рубеже охраны изображен на рисунке Ж.2, где 1 – внутреннее предупредительное заграждение, 2 – второе основное заграждение, 3 – шкаф участковый, 4 – лоток с магистральной линией связи, 5 – тропа наряда, 6 – первое основное заграждение, 7 – контрольно-следовая полоса, 8 – внешнее предупредительное заграждение, 9 – электронный блок СО, 10 – ручной охранный извещатель (кнопка контроля положения часового), 11 – шлейф ЧЭ СО.

Шкафы участковые предназначены для:

- размещения приборов и источников питания в условиях открытой местности;
- обеспечения пыле- и влагозащищенности;
- термоизоляции;
- контроля несанкционированного вскрытия;
- грозозащиты и кроссировки размещаемого оборудования.

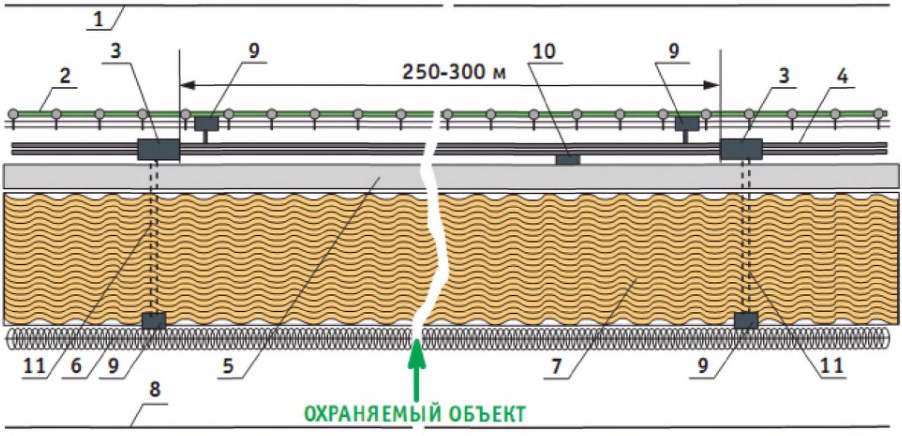


Рисунок 4.2 – Вариант размещения элементов системы сбора и обработки информации на рубеже охраны

4.2 Варианты построения системы охраны периметра, предназначенной для функционирования в сложных условиях

Рассмотрим возможные варианты построения рубежей охраны объекта при наличии факторов естественного происхождения, усложняющих функционирование СОП.

Холмистая местность

В этом случае вместо двухпозиционного РЛСО можно использовать ЛВВ для установки чувствительного элемента в грунт. Кабельная линия, а вместе с ней и зона обнаружения, способны повторять изгибы рельефа местности в горизонтальной и вертикальной плоскостях, что позволяет применять ЛВВ на холмистой местности. Фрагмент СОП может иметь вид, изображенный на рисунке 4.3. В отличие от рисунка 4.1, позиция 7 обозначает зону обнаружения ЛВВ.

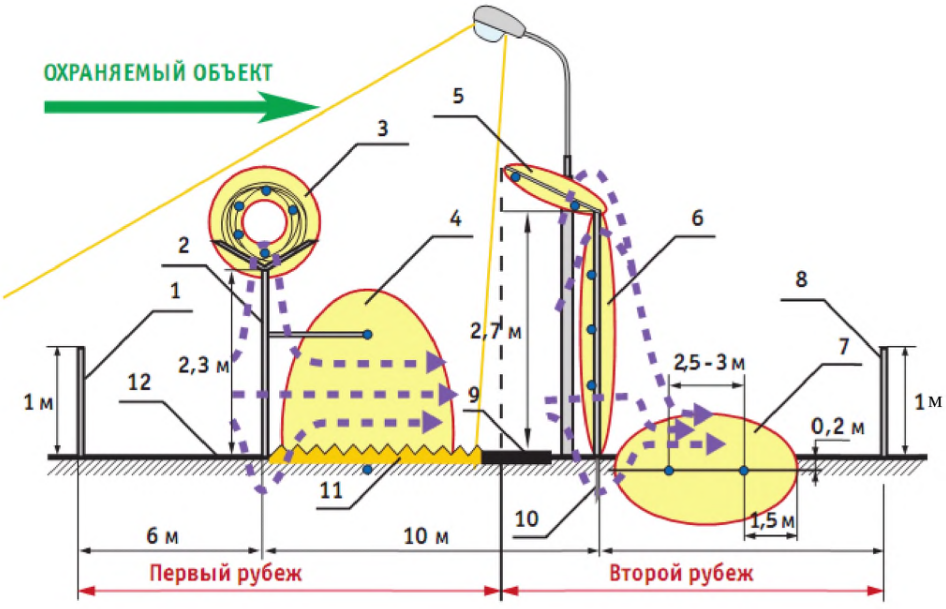


Рисунок 4.3 – Вариант построения фрагмента СОП для размещения на холмистой поверхности

Неравномерная структура и плотность грунта

Данный фактор необходимо учитывать при:

- организации рубежей охранной сигнализации с использованием сейсмических средств обнаружения;
- построении фундаментов для заграждений;
- создании контрольно-следовой полосы (при наличии участков с очень твердым грунтом (например – скальными породами) – производится насыпка контрольно-следовой полосы привозным грунтом).

Организация охраны водных периметров

В данном случае используются:

- в качестве физических барьеров – боновые заграждения;
- в качестве подводных средств обнаружения – гидроакустические и магнитометрические извещатели;
- в качестве надводных средств обнаружения – береговые радиолокационные станции миллиметрового или сантиметрового диапазона длин волн, ИКСО и телевизионные системы, а также их комбинации.

Пересечение периметра естественными аномальными образованиями

Заболоченные участки

В качестве заболоченного будем рассматривать участок местности с почвой, состоящей из смеси грунта и воды (возможно наличие верхнего слоя воды глубиной до 0,5 м), обладающей:

1) низкой плотностью в теплое время года, которая:
- не позволяет применять сейсмические средства обнаружения;
- не позволяет нарушителю перемещаться без использования технических средств или значительно уменьшает скорость его движения;
- не образует волн (неровностей) под действием ветра.

2) высокой плотностью (лед, замерзший грунт) в холодное время года, которая:
- не ограничивает перемещение нарушителя;
- имеет ровную поверхность.

В данном случае возможно проникновение нарушителя по каналам:
- под поверхностью воды;
- над поверхностью воды;
- по льду;
- подо льдом (в зависимости от глубины промерзания).

Для перекрытия данных каналов проникновения возможно:

1 Устранить (по возможности) места пересечение рубежей охраны заболоченными участками, напримебр, путем:
- выбора альтернативных мест строительства рубежей охраны;
- перемещения рубежей охраны с заболоченного участка;
- ликвидации заболоченного участка путем его осушения и засыпки соответствующими материалами (щебень, гравий, песок и т.д.).

2 Построить рубежи охраны на заболоченной местности.

2.1 В теплое время года:
- использовать натяжной извещатель для обнаружения нарушителя под поверхностью воды;
- использовать двухпозиционный РЛСО для обнаружения нарушителя над поверхностью воды.

2.2 В холодное время года:
- использовать двухпозиционный РВСО для обнаружения нарушителя над поверхностью льда;
- использовать натяжной извещатель для обнаружения нарушителя под поверхностью льда;
- в качестве физического барьера можно использовать переносное инженерное заграждение (ежи, рогатки, проволочные сети);
- на переносных инженерных заграждениях возможно размещение чувствительных элементов вибрационных извещателей.

Вариант построения фрагмента СОП, защищающего место пересечения периметра заболоченным участком, представлен на рисунке 4.4, где 1 – двухпозиционный РВСО, 2 – зона обнаружения двухпозиционного РВСО. 3 – извещатель натяжного типа, 4 – слой воды, 5 – основное заграждение, 6 – зона обнаружения ТЭСО, 7 – лед, 8 – переносное инженерное заграждение.

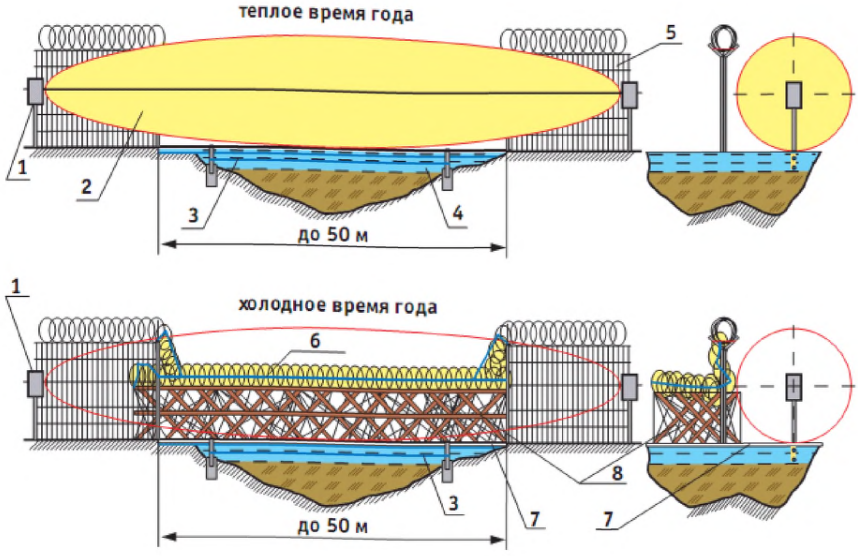


Рисунок 4.4 – Вариант построения фрагмента СОП, защищающего место пересечения периметра заболоченным участком

Реки

Реки, пересекающие периметр охраняемого объекта, ставят сложную задачу перед проектировщиком по созданию средств физической укрепленности и рубежей ПСО.

Особенности, усложняющие функционирование СОП:

1. Изменение плотности среды в зависимости от сезонно-климатических условий (вода, вода и лед).

2. Изменение уровня водной поверхности в зависимости от погодных или сезонных условий (паводок).

3. Агрессивная водная среда:

- коррозия металлов;

- ограничения номенклатуры применяемых средств обнаружения по следующим причинам:

диэлектрическая проницаемость воды, близкая к живому организму;

ограничение на распространение радиоволн;

ограниченная видимость в водной среде;

волнения водной поверхности;

высокая плотность водной среды, способная при течении создавать высокие механические нагрузки на элементы конструкции.

Возможны наиболее типовые решения по созданию элементов СОП при пересечении рубежей охраны периметра рекой:

1. Строительство моста через реку с целью создания надводных рубежей охраны, по возможности, аналогичных наземным.

2. Дно реки в месте пересечения наземных рубежей охраны выкладывается бетонными плитами, для предотвращения:

- возможных подкопов;
- вымывания грунта на рубежах охраны.

3. Создание подводных физических барьеров.

Подводные физические барьеры, как правило, выполняются в виде совокупности последовательно установленных стальных решеток с диаметром прута (или труб) от 10 до 30 мм и стороной ячейки не более 200 мм.

Для пропуска льда и мусора во время паводка секции решеток должны быть подъемными. Положение решетки контролируется с помощью магнитоконтактных извещателей.

4. Создание подводных рубежей охранной сигнализации.

Для создания подводных рубежей охранной сигнализации чаще всего могут использоваться следующие типы средств обнаружения:

- магнитометрические;
- гидроакустические;
- вибрационные (ЧЭ СО помещается в трубы, из которых формируется решетка).

Возможно и более простое решение – ячейки решетки, выполненной из труб, "прошнуровываются" кабелем с хорошей изоляцией. При попытке перепиливания или отгибания элементов решетки такое устройство будет работать как контактный датчик.

Вариант построения фрагмента физического барьера, защищающего место пересечения периметра рекой, представлен на рисунке 4.5, где 1 – основное заграждение, 2 – верхнее заграждение, 3 – мост, 4 – бетонные плиты, 5 – уровень воды, 6 – преграждающая решетка.

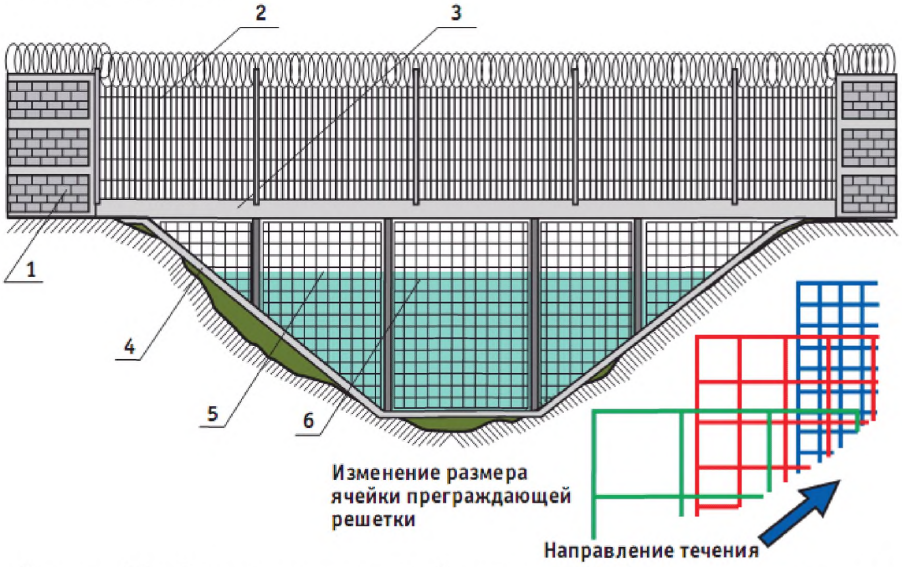


Рисунок 4.5 – Вариант построения фрагмента СОП, защищающего место пересечения периметра рекой

Овраги

Для перекрытия канала проникновения нарушителя по оврагу возможно:

1. Устранить пересечение рубежей охраны объекта оврагом (наиболее часто использующийся путь) за счет:

- выбора места строительства рубежей охраны;
- перемещения рубежей охраны с оврага;
- ликвидации участка оврага, пересекающего рубежи охраны объекта, путем засыпки его соответствующими материалами (щебень, гравий, песок и т.д.).

2. Построить рубежи охраны, проходящие по дну оврага.

Варианты построения физических барьеров и оснащения их рубежами охранной сигнализации могут быть самыми различными, в зависимости от:

- размеров оврага (глубины, ширины, углов наклона склонов и т.д.);
- состояния грунта на дне и склонах оврага (плотность, подвижность, наличие ручьев и водотоков и т.д.);
- наличия растительности и путей миграции животных;
- влияния сезонных факторов (ветра, туманы, дожди, снежные заносы).

Кроме того, при построении рубежей охраны, пересекаемых оврагом, необходимо решать вопросы освещения периметра в ночное время, безопасного прохода наряда сил охраны во время патрулирования по склонам, своевременной доставки группы задержания к месту проникновения нарушителя и т.д.

Вариант построения фрагмента СОП, защищающего место пересечения периметра нешироким оврагом, представлен на рисунке 4.6, где 1 – основное заграждение, 2 – верхнее заграждение, 3 – мост, 4 – бетонные плиты, 5 – фрагменты основного транспарантного заграждения, 6 – водосток, защищенный решеткой, 7 – противоподкопное заграждение, 8 – трубы, "прошнурованные" трибоэлектрическим кабелем, 9 – трибоэлектрический кабель.

По своей структуре он может быть аналогичен фрагменту СОП, защищающему место пересечения периметра рекой (каналом), с некоторыми отличиями:

- вместо преграждающих решеток используются фрагменты основного заграждения (транспаранты);
- на дне оврага обычно делается водосток, защищенный решеткой, охраняемой, например, ТЭСО.

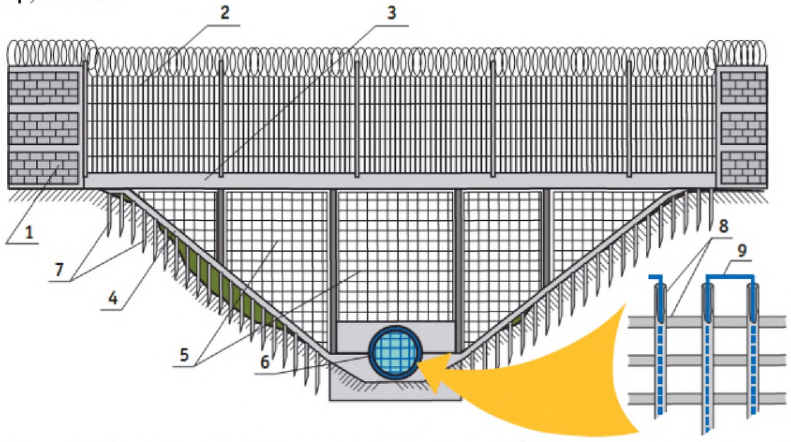


Рисунок 4.6 – Вариант построения фрагмента СОП, защищающего место пересечения периметра нешироким оврагом

4.3 Типовые варианты применения оптико-электронных активных средств обнаружения

4.3.1 Блокировка ограждения (забора) «на перелаз».

Особенность данного варианта применения заключается в том, что при попытке преодолеть ограждение сверху, нарушитель окажется в ЗО извещателя, перекроет ИК луч и извещатель сформирует извещение о тревоге.

Согласно РД 78.36.006-2005 [8] устанавливать извещатель сверху ограждения допускается только в случае, если высота ограждения превышает 2 м. Таким образом исключается прямой доступ в ЗО извещателя и к его блокам. Это необходимо для того, чтобы исключить непредумышленное перекрытие ЗО случайными прохожими, а также значительно затруднить доступ к извещателю лицам, пытающимся преднамеренно перекрыть ЗО или переориентировать блоки извещателя из хулиганских побуждений, вследствие необходимости использования для этого лестниц и т.п.

Извещатель необходимо устанавливать таким образом, чтобы нарушитель при преодолении ограждения гарантированно перекрыл ЗО (расстояние между верхним краем полотна ограждения и воображаемой линией, проходящей через БИ и БФ не должно быть больше 300 – 350 мм). Чувствительность установить в диапазоне 400 – 500 мс.

Для исключения перекрытия ЗО снегом, скапливающемся в зимнее время на полотне ограждения, а также садящимися на него птицами извещатель рекомендуется устанавливать не по оси ограждения, а со смещением внутрь охраняемого объекта. На особо важных объектах для обнаружения попыток перепрыгнуть ЗО можно организовать двухлучевой ИК барьер. Чувствительность извещателя верхнего яруса можно повысить до 100 мс.

В случае если полотно ограждения не подвержено деформациям и сильным вибрациям (например, конструкция из толстых металлических прутков или труб) извещатель допускается устанавливать непосредственно на него. В случае недостаточной жесткости ограждения извещатель следует монтировать на отдельных стойках, устанавливаемых в грунт. Общая схема блокировки ограждения «на перелаз» представлена на рисунке 4.11 (элементы крепления извещателя не показаны).

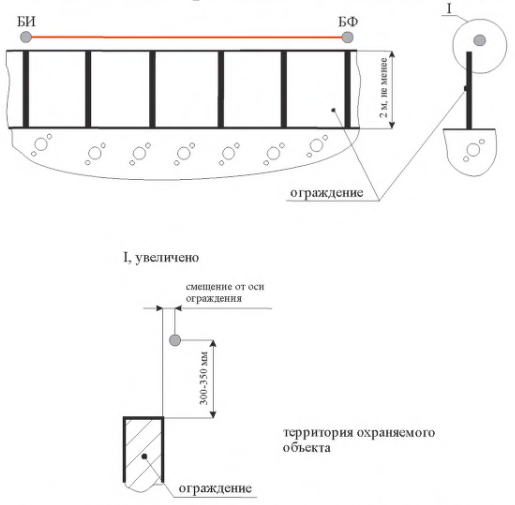


Рисунок 4.11- Схема блокировки ограждения «на перелаз»

В местах, где ограждение имеет излом (угол) извещатели следует устанавливать таким образом, чтобы ИК лучи пересекались (рисунок 4.12).

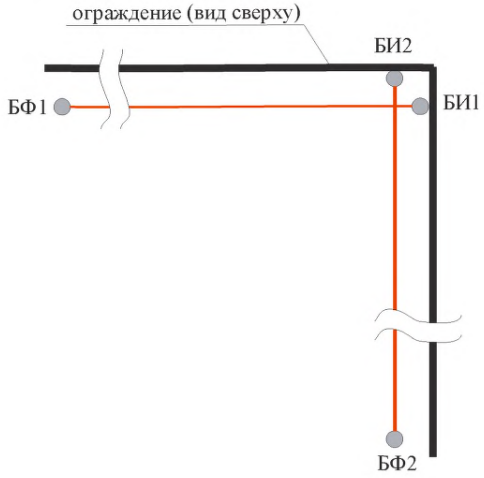


Рисунок 4.12 – Схема размещения извещателей вдоль ограждения

Фактором, значительно осложняющим организацию блокировки ограждения «на перелаз», является наличие непосредственно над ограждением каких-либо конструкций (например, проложенных открытым способом трубопроводов), перекрывающих ЗО извещателя и по которым нарушитель может проникнуть на охраняемый объект. В этом случае следует отдельно блокировать участки ограждения по обеим сторонам трубопровода (рисунок 4.13), а путь по трубопроводу перекрыть дополнительным ограждением в соответствии с РД 78.36.006-2005 [8]. Это дополнительное ограждение (на рисунке 4.13 не показано) можно блокировать еще одним извещателем, устанавливаемым так, чтобы его ЗО и ЗО извещателей, блокирующих основное ограждение, взаимно перекрывались.

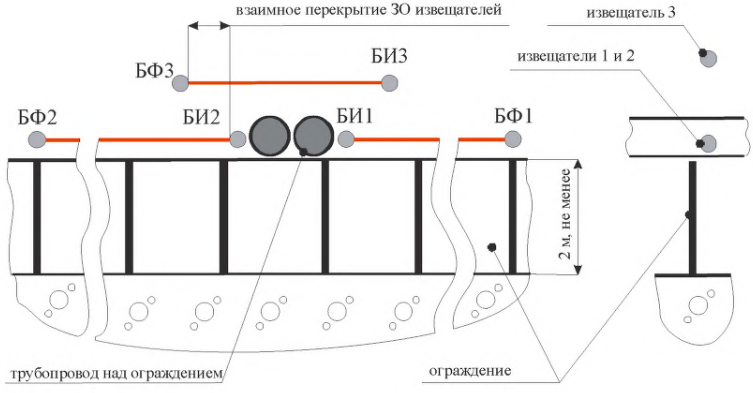


Рисунок 4.13 – Схема блокировки трубопровода проложенного над ограждением

Тип используемых извещателей определяется исходя из длины участков охраняемого периметра и климатических факторов, обусловливающих необходимость встроенного подогрева. Во взрывоопасных зонах применять допускается только извещатель ИО209-22 «СПЭК-11».

4.3.2 Блокировка ограждения (забора) «на пролом»

Данный вариант применения предназначен для обнаружения попыток проникновения на охраняемый объект через отверстие в полотне ограждения. Осуществляется путем организации многолучевого вертикального ИК барьера с внутренней стороны ограждения. Принцип данной блокировки заключается в том, что нарушитель, пытаясь проникнуть на территорию охраняемого объекта через отверстие в ограждении, окажется в ЗО извещателей, перекроет ИК лучи и извещатели сформируют извещение о тревоге. Общие принципы построения ИК барьера изложены в разделе «Аналитический обзор…».

Извещатели, составляющие барьер можно устанавливать как непосредственно на ограждении, так и на отдельных стойках. Предпочтительным является вариант установки на отдельных стойках на расстоянии 2 – 2,5 м от ограждения. Такой способ установки имеет ряд преимуществ:

- нарушитель, преодолевший ограждение и блокировку «на перелаз» сверху, будет вынужден пересечь ИК барьер (согласно имеющейся статистике встречаются случаи попыток преодоления ограждения путем спрыгивания с приставной лестницы);
- нарушитель, преодолевший ограждение путем подкопа также будет вынужден пересечь ИК барьер (для подготовленного нарушителя, осведомленного о наличии ИК барьера, возникнет необходимость делать подкоп большей длины);
- можно не учитывать незначительную непрямолинейность ограждения, что позволит использовать меньшее количество извещателей;
- извещатели, установленные на отдельных стойках не будут зависеть от колебаний ограждения.

Недостатком данного способа является увеличение затрат на прокладку кабелей электропитания и ШС.

Высота барьера должна быть не менее 1,5 м, что практически полностью исключает преодоление его человеком без использования каких-либо подручных средств. На особо важных объектах высоту барьера можно увеличить.

Для обеспечения стабильной работы извещателей нижних ярусов ИК барьера необходимо по всей длине барьера скашивать траву в летнее время и расчищать снег в зимнее. Для обеспечения устойчивости к перемещению мелких животных (грызунов, птиц и т.п.) извещатель нижнего яруса должен быть установлен на высоте 300 – 350 мм от поверхности земли. Следует также максимально уменьшить его чувствительность (до 400 – 500 мс). Следует учитывать, что извещатели нижних ярусов ИК барьера будут реагировать на перемещение в ЗО крупных животных (например, собак), поэтому рекомендуется принять меры по недопущению их появления на охраняемом объекте.

4.3.3 Блокировка проемов в ограждении

Данный вариант применения предназначен для обнаружения перемещения нарушителя через проемы в ограждении (ворота, калитки, технологические каналы). Активные ИК извещатели позволяют также обнаруживать проезд транспортных средств через ворота.

Согласно РД 78.36.006-2005 [8] извещатели, обеспечивающие охрану основных ворот объекта, должны быть подключены к отдельному ШС. Извещатели должны быть установлены как в проеме ворот для обнаружения прохода (проезда транспортных средств), так и над воротами для обнаружения попыток перелезания через них. Для блокировки калиток и ворот в большинстве случаев целесообразно применять извещатели ИО209-16/1 «СПЭК-7-2» или ИО209-29 «СПЭК-1113».

Активными ИК извещателями возможно осуществлять также блокировку имеющихся на охраняемом объекте выходов на поверхность различных подземных коммуникаций, а также технологических проемов в ограждении (водостоки, коллекторы и т.п.), имеющих размеры, достаточные для проникновения через них человека. Для этого варианта использования рекомендуется установить максимально низкую чувствительность. Извещатель должен быть установлен таким образом, чтобы нарушитель гарантированно перекрыл ЗО при выходе из проема.

4.3.4 Блокировка окон, световых фонарей, ворот, выходов технологических каналов и т.п. извещателями, установленными снаружи здания.

Блокировка окон, световых фонарей и т.п. извещателями, установленными снаружи здания, применяется как для обнаружения проникновения в здание через проем, так и для обнаружения попыток несанкционированного воздействия на оконные конструкции (согласно имеющейся статистике нередки случаи попыток проникновения в здание через оконный проем путем изъятия стекла без его разрушения, при которых акустические извещатели, установленные в здании, извещение о тревоге не формируют).

Согласно РД 78.36.006-2005 [8] в случае если здание объектов категорий А1 и Б2 охраняется по всему периметру, блокировку окон допускается применять только на первом этаже.

Извещатели монтируются непосредственно на капитальные стены (или иные конструктивные элементы) здания, таким образом, чтобы нарушитель при попытке проникнуть в здание гарантированно перекрывал бы ЗО. Количество извещателей определяется исходя из важности объекта, размеров оконного проема и факторов, определяющих возможность проникновения через него. В качестве примера таких факторов можно привести производственное здание с большими по высоте оконными проемами. Верхнюю часть проема необходимо блокировать в случае наличия внутри и (или) снаружи здания каких-либо конструкций, по которым возможно проникновение в него через охраняемый проем. Одним извещателем можно охранять несколько оконных проемов (расположенных в ряд) одновременно.

Активными ИК извещателями удобно блокировать также проемы ворот, имеющиеся в здании (например, ворота боксов или гаражей для хранения автотранспорта). В этом случае помимо прохода человека через проем, извещатель будет обнаруживать и проезд транспортного средства. Также, в случае если ворота имеют распашную конструкцию, и их створки открываются наружу, извещатель будет обнаруживать факт открытия ворот.

Количество используемых извещателей должно определяться исходя из особенностей объекта и тактики охраны. Так, если необходимо блокировать одновременно несколько ворот, расположенных в ряд, выбирается извещатель с максимальной дальностью действия, соответствующей длине объекта, либо организуется горизонтальный ИК барьер из нескольких извещателей с меньшей максимальной дальностью. В случае если необходимо обнаружение только прохода человека и проезда транспортного средства через проем ворот, целесообразно устанавливать один извещатель на высоте около 1 м от поверхности земли. Для обнаружения проникновения нарушителя через проем ворот любым способом, необходимо организовать вертикальный ИК барьер аналогично описанному в п. 4.1.2.

4.4 Типовые варианты применения оптико-электронных пассивных средств обнаружения

4.4.1 Общие принципы

Извещатель настраивается исходя из особенностей, присущих охраняемому объекту. После установки извещателя корректность произведенных настроек, а также правильность ориентации его ЗО проверяется путем совершения тест-прохода. Он должен быть осуществлен в разных местах ЗО, с разными скоростями (минимальной и максимальной) и в разных положениях (человек должен пройти прямо, согнувшись, проползти). Траектории совершения тест-прохода должны примерно соответствовать наиболее вероятным путям перемещения нарушителя.

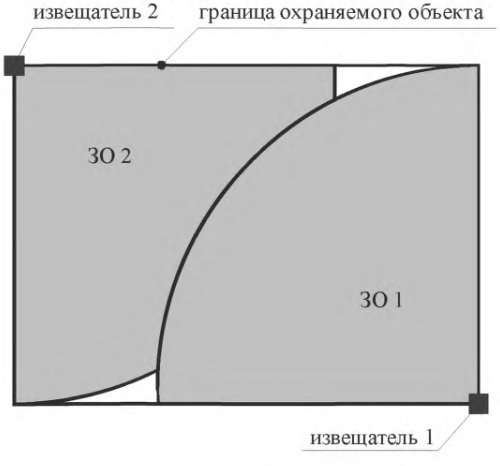
В случае если ЗО больше чем охраняемый объект (участок периметра, площадка), необходимо отрегулировать рабочую дальность действия извещателя (при наличии регулировки), организовать зону отчуждения, замаскировать сегменты линзы извещателя, соответствующие участкам ЗО выступающим за пределы охраняемого объекта. Замаскировать необходимо также те сегменты линзы, в поле зрения которых попадают источники тепловых помех. Невыполнение данных рекомендаций приведет к ложным срабатываниям.

При установке извещателя необходимо учитывать, что поверхностная и линейная ЗО извещателей, имеющих большую рабочую дальность действия, могут иметь значительную ширину на максимальной дальности.

4.4.2 Охрана участков местности, подходов к зданиям

Для этой цели необходимо использовать извещатели с объемной ЗО. Устанавливать их целесообразно в углах площадки. Рекомендуется устанавливать несколько извещателей таким образом, чтобы их ЗО взаимно перекрывались. Это повышает вероятность обнаружения нарушителя. Примерная схема размещения извещателей представлена на рисунке 4.14.

Следует также учитывать, что движение нарушителя за находящимися в ЗО крупногабаритными предметами обнаружено не будет.



Вид сверху

Рисунок 4.14 - Схема размещения извещателей для блокировки площадки

4.4.3 Блокировка ворот, окон и световых фонарей снаружи здания, технологических проемов в ограждении

Для этой цели необходимо использовать извещатели с поверхностной или линейной ЗО. Устанавливать извещатель следует таким образом, чтобы его ЗО перекрывала охраняемый проем (проемы). Нарушитель при проходе через проем пересечет ЗО и извещатель сформирует извещение о тревоге. Если конструкцией извещателя предусмотрено формирование вертикальной ЗО, не рекомендуется устанавливать извещатель таким образом, чтобы его ЗО была ориентирована горизонтально (повернув на 90°). Это приведет к снижению обнаружительной способности и помехозащищенности.

Извещатель необходимо установить таким образом, чтобы его элементарные чувствительные зоны не пересекались с поверхностью охраняемого объекта (рисунок 4.15).

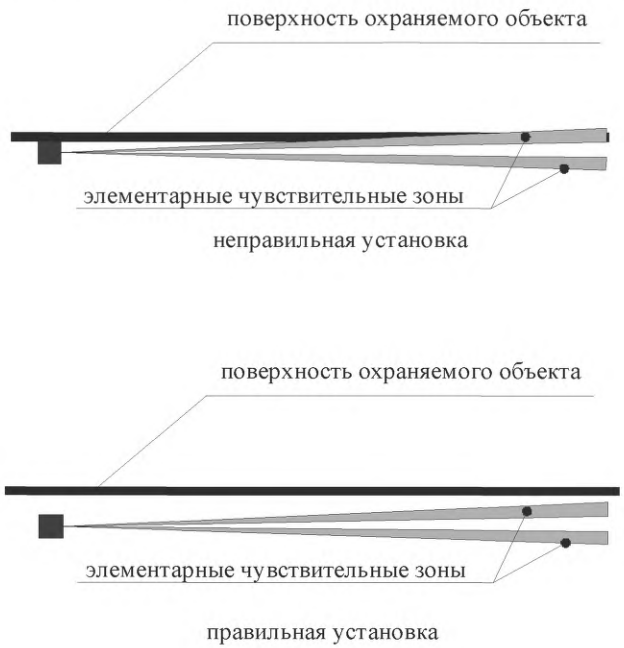


Рисунок 4.15 – Схема установки извещателя вдоль поверхности охраняемого объекта

4.4.4 Блокировка ограждения (забора) «на перелаз»

Для этой цели необходимо использовать извещатели с линейной ЗО. Устанавливать извещатель следует над ограждением таким образом, чтобы нарушитель при попытке преодолеть его (ограждение) сверху попадал бы в ЗО. Элементарные чувствительные зоны при этом не должны находиться вне охраняемого объекта. Согласно РД 78.36.006-2005 [8] устанавливать извещатель сверху ограждения допускается только в том случае, если высота ограждения превышает 2 м. Примерная схема размещения извещателей представлена на рисунке 4.16.

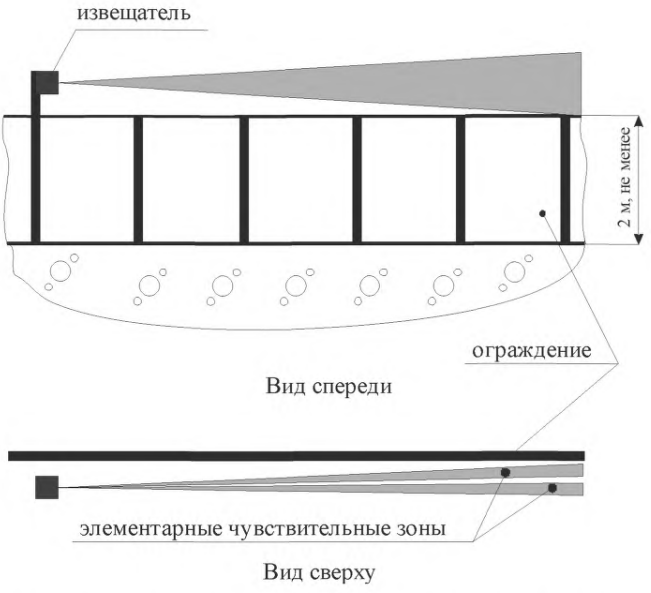


Рисунок 4.16 – Схема блокировки ограждения (забора) «на перелаз»

Наличие над блокируемым ограждением каких либо конструкций, как и в случае с активными ИК извещателями, значительно осложнит охрану ограждения, схема которой должна быть выполнена подобно аналогичной схеме с использованием активных ИК извещателей (п.4.1.1 настоящего раздела).

4.4.5 Блокировка ограждения (забора) «на пролом»

Для этой цели необходимо использовать извещатели с поверхностной ЗО. Извещатель рекомендуется устанавливать на расстоянии 2,0 – 2,5 м от ограждения. В этом случае:

- нарушитель, преодолевший ограждение и блокировку «на перелаз» сверху, будет вынужден пересечь ИК барьер (согласно имеющейся статистике встречаются случаи попыток преодоления ограждения путем спрыгивания с приставной лестницы);
- нарушитель, преодолевший ограждение путем подкопа также будет вынужден пересечь ИК барьер (для подготовленного нарушителя, осведомленного о наличии ИК барьера, возникнет необходимость делать подкоп большей длины). Примерная схема размещения извещателей представлена на рисунке 4.17.

Выводы

В связи с постановкой перед вневедомственной охраной новых задач по охране критически важных и опасных объектов с протяженными периметрами (аэропорты, стоянки атомных судов и т.п.) возникает необходимость по расширению номенклатуры извещателей, представленной в «Списке технических средств безопасности» [12] для охраны периметров, так как применение только линейных радиоволновых или активных оптико-электронных извещателей недостаточно для обеспечения надежной охраны объектов указанной категории.

Для обеспечения эффективной защиты периметра любого протяженного объекта необходимо оптимальное сочетание механических препятствий (например, забора) со средствами сигнализации, образующих единый комплекс технических средств, состав и сложность которого определяются надежностью обнаружения, а также природными и климатическими условиями расположения объекта, рельефом местности, наличием сильных электромагнитных помех и т.д.

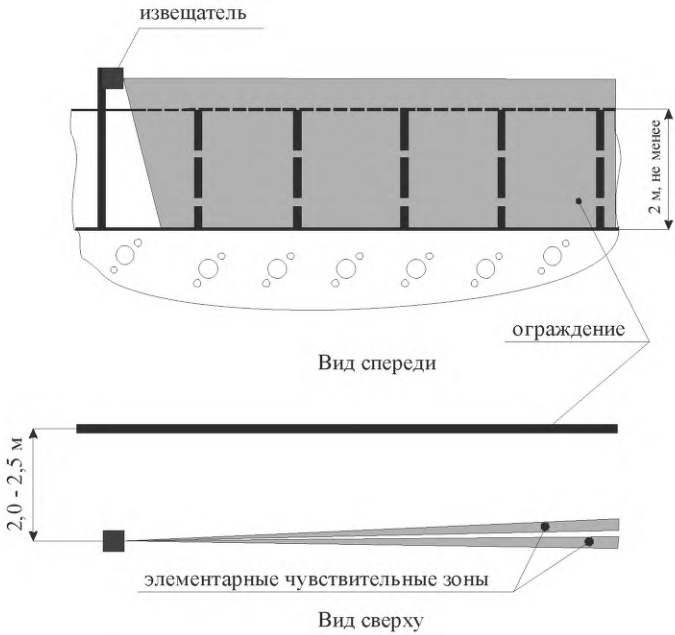


Рисунок 4.17- Схема блокировки ограждения (забора) «на пролом»

Приложение А

Таблица А.1 - Тактико-технические характеристики вибрационных извещателей

Наименование, марка	Производитель, страна происхождения	Принцип действия системы	Состав комплекта	Зона обнаружения (зона чувствительности)	Назначение, условия применения	Выход сигналов тревоги	Условия эксплуатации	Герметизация корпусов, блоков (пыле- и влагозащита)	Электропитание	Наличие автономного электропитания (встроенных батарей)	Другие параметры	Дополнитель-ные сведения	Цена
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
CPS 100, 200	GPS Standart, Италия	Трибо-электрический с динамическим контролем помех	Микрофонный кабель, концентратор	300, 300+300 м	Защита ограждения от преодоления и/или разрушения	Контакты реле, цифровая шина передачи данных	-30… +60°С	Герметичный корпус	12 В	Нет	4 встроенные программы обработки сигналов, порт RS-232 для мониторинга аналоговых сигналов и программирования с использованием сервисной программы	Равномерность чувствительности по длине кабеля для вставок из нечувствительного кабеля, минимальные трудозатраты при инсталляции	от 10,3 евро/м
Multisen-sor	Secotec-Galdor, Израиль	Трибоэлектрический эффект с микропроцессорной обработкой	Чувствительный кабель, контроллеры различного типа	Длина кабеля до 1200 м на один контроллер	Для охраны сетчатых ограждений, на АКЛ, на подземное расположение	Сухой контакт либо интерфейс 4000	-40… +70 °С	IP65	11-28 В/ 25 мА	Опция	Высокая помехозащищенность, низкий уровень ложных тревог	Передовая система охраны, которая может быть установлена на любом типе ограждений, стен, колючей проволоки, закопана под землю как скрытая охранная система	В зависимости от комплектации

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Trezor-B	ЗАО «Восток-Специальные системы», Россия	Вибрационное средство обнаружения	Блок электронный, кабельный ЧЭ*	Полнорослое заграждение – до 250 м, козырек – до 400 м	Блокирование легких гибких металлических заграждений	Размыкание «сухих» контактов	-40… +60 °С	IP65, пылебрызгозащищенные	11-30 В, потребляемая мощность не более 300 мВт	Нет	Вероятность обнаружения не менее 0,95. Наработка на ложную тревогу не менее 800 ч	Усиленная грозозащита, ручной контроль работоспособности, диагностика неисправностей, датчик вскрытия, настройка с помощью присоединяемого пульта управления с ЖК-индикатором под конкретное заграждение по 9 параметрам	1000 долл.
Багульник-М	ЗАО «Элта», Россия (поставщик – компания «ГРОСС-ЭЛЕКТРО»)	Вибрационный	Блок обработки сигналов; блок питания; ЧЭ; упаковка	До 400 м (2 участка по 200 м)	Регистрация механических воздействий при попытках преодоления ограждений в виде козырьков из гладкой или колючей проволоки, спирали из АКЛ	Размыкание «сухих» контактов реле	-50… +50 °С	Влажность до 95 %	12-36 В/ 6 мА	Нет	Вероятность обнаружения нарушителя 0,95. Время наработки на ложную тревогу не менее 720 ч для участка 200 м	Время готовности после подачи питания не более 30 с. Время готовности после выдачи сигнала срабатывания не более 5 с. RS-485. Установленный срок службы изделия – 8 лет.	37800 руб.
Вибрационное средство обнаружения «Годограф-СМ-В-1»	ФГУП «НИКИРЭТ», Россия	Регистрация механических колебаний заграждения или грунта с помощью виброчувствительного кабеля	Блок электронный – 1 шт.; ЧЭ – 2 шт.; пульт контроля –1 шт. (на 3-5 изделий)	Высота до 2,5 м	Обнаружение подкопа, разрушения и перелаза сетчатого или железобетонного заграждения или козырька из сетки, или козырька из спирали АКЛ	Контакты реле	-50… +50 °С	Пылевлагозащита	От 20 до 30 В	Нет	Два независимых участка до 250 м каждый	Нормированные параметры ЧЭ, модификации изделий по условиям применения	47000 руб.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Дельфин-М	ГУП «Дедал», Россия	Вибрационный: контроль вибраций сигнализационного заграждения при попытках его преодоления	Блок электронный, комплект монтажных частей, комплект инструмента и принадлежностей, ЧЭ	Протяженность участка, блокируемого одним прибором, - от 3 до 500 м: высота «козырька» - 1,25 м высота полнометра-жного заграждения - 2,25 м	Контроль вибраций сигнализационного заграждения: полнометражного или козырькового. Устанавливается на любые виды заграждений	Релейный выход, время 8-15 с	-50… +50 °С Не требует специального обслу-живания, рассчитано на круглосуточную непрерывную работу в любое время года в различных климатических условиях	Пыле-брызго-защищенный	12 - 30 В	Нет	Вероятность обнаружения не менее 0,95. Средняя наработка на ложную тревогу не менее 1000 ч. Наработка на отказ не менее 30000 ч. Потребляемая мощность не менее 100 мВт. Устойчив к электромагнитным помехам (на работу прибора не влияют грозовые разряды)	Сигнал тревоги выдается блоком электронным при попытках отключения или обрыва ЧЭ, вскрытия кожуха, отключения напряжения питания, а также при попытках преодоления сигнализационного заграждения. Защищены патентами РФ № 1817119 от 30.07.99 и № 2106016 от 27.02.98	78617 руб.
Дефенсор (Defensor)	Geoquip Великобритания	Вибрационный (микрофонный сенсорный кабель)	Сенсор-ный микрофонный кабель, анализа-тор, концевая коробка, крепеж-ный комплект	Длина зоны охраны-до 400 м, ширина зоны чувствительности-по 1,5 м от линии крепления сенсора	Защита легких и тяжелых металлических и деревянных оград, оград из колючей проволоки, спирали АКЛ	Релейные выходы, канал звукового контро-ля	-40… +70 °С	IP65	10-24 В/ 60 мА	Нет	Невосприимчивость к электромагнитным помехам. Встроенные элементы грозозащи-ты	Двухканальная обработка сигналов в анализаторе обеспечивает регистрацию преодоления - канал А, попыток разрушения ограды (перекусывание элементов, пролом и т.п.)-канал В	От 11,9 ф.ст./м
Извещатели охраны периметра (ИОП)	ООО «НПФ ПОЛИСЕРВИС», Россия	Регистрация механических воздействий на ограждение	Чувствительные датчики, блок обработки, защита от электромагнитных помех (ЭМС)	2 плеча по 200 м	Охрана протяженных участков заграждений	3 шлейфа и/или RS-485	-30… +50 °С	IP56 (по МЭК)	9-24 В	Нет	Микропроцессорная обработка сигналов	Варианты датчиков: трибоэлектрические, вибрационные, сейсмические	450 дол.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Извещатель охранный поверхностный вибрационный «Гюрза-048П»	ООО «Фрактaль-СБ», Россия	Регистрация зарядов в ЧЭ (виброка-бель) при попытке разрушения блокируемой поверхности	Блок обработки сигнала – 1 шт; муфта переходная- 1 шт; устройство оконечное - 1 шт; кабель РК-50-2-16 – 1 м; ЧЭ-кабель КТВУ (КТВУ-М)	4000 м^2	Предназначен для защиты от попытки разрушения жестких ограждений периметров и строительных конструкций	Нормально замкнутый контакт-реле (оптореле)	-40… +50 °С	Герметичный корпус IP55	8-35 В/ 1,2 мА	Нет	Устойчив к воздействию импульсного нейтронного потока электромагнитных полей РЛС, сверх коротких импульсов электромагнитных полей	Гарантия – 3 г, (с военной приемкой- 8 лет)	31360 руб.
Микро-Алерт (Micr-Alert)	Geoquip Великобритания	Вибрационный (микрофонный сенсорный кабель)	Сенсорный микрофонный кабель, 4-зонный анализатор, концевые и соединительные коробки, соединительный кабель, крепежный комплект	4 зоны охраны по 200 м, ширина-по 1,5 м от линии крепления сенсора	Защита оград из металла (сетка, решетка сварная, кованая), из дерева, оград с козырьками из колючей проволоки, спирали АКЛ	Релейные выходы, канал звукового контро-ля, RS-232	-40… +70 °С	IP65	10-24 В/ 400 мА	Нет	Дистанцион-ная настройка через RS-232	Многоканаль-ная цифровая обработка сигналов, обнаружение основных типов вторжения: преодоление, ударное воздействие, перепиливание. 4 входа для дополнительных датчиков	16,8 ф.ст./м
УПО-02Ф	ОАО «Тензор», Россия	Пассивный вибрационный. Комбинированный способ выделения сигнала (НЧ+ВЧ + счет)	Блок обработки БО-02Ф, ЧЭ (кабель ТПП 10х2х0,32)	Высота 3,3 м длина от 5 до 500 м (при закреплении ЧЭ на сетчатом ограждении СОС-1)	Обнаружение попыток преодоления перелазом, подкопом, перекусом, проломом	«Сухой контакт» (3,6 В, время от 3,2 до 4с)	-50… +70 °С влажность 98 % (при +25°С)	БО-02Ф-УХЛ 1.6.1 по ОСТ В95 2446-84, IP30, ЧЭ-УХЛ 1.14.1	18-30 В, 0,2 Вт	Блок питания БНН-24Ф со встроенным аккумулятором	Вероятность обнаружения не менее 0,95. Наработка на ложную тревогу 1000 ч	Наработка на отказ не менее 31 000 ч. Однофланговое и двухфланговое подключение. Автотестирование. Ручная настройка чувствительности. Способность обнаружения основана на реагировании ЧЭ на сжатие, растяжение, перегиб, вибрацию и последующим комбинированном выделении сигнала	2260-5709 дол. в зависимости от протяженности зоны обнаружения
*- чувствительный элемент													

Таблица А.2 - Тактико-технические характеристики сейсмических извещателей

Наименование, марка	Производитель, страна происхождения	Принцип действия системы	Состав комплекта	Зона обнаружения (зона чувствительности)	Назначение, условия применения	Выход сигналов тревоги	Условия эксплуатации	Герметизация корпусов блоков (пыле- и влагозащита)	Электропитание	Наличие автономного электропитания (встроенных в датчик батарей)	Другие параметры	Дополнительные сведения	Цена
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Сейсмическое средство обнаружение «Годограф-СМ-1»	ФГУП «НИКИРЭТ», Россия	Регистрация сейсмочувствительным элементом колебаний грунта, вызванных движущимся нарушителем	БЭ-1 шт; ЧЭ - два комплекта	Ширина по грунту от 6 до 12 м	Обнаружение нарушителя, пересекающего рубеж бегом, шагом, полком или перекатом	Контакты реле	-50… +50 °С	Пылевлагозащита	От 20 до 30 В	Нет	Два независимых участка до 150 м каждый	Скрытый рубеж охраны, встроенный пульт контроля, возможность управления от удаленной ПЭВМ	140000 руб.
УП О-06Ф	ОАО «Тензор», Россия	Пассивный сейсмический, скрытного размещения	Блок обработки БО-06Ф, сейсмоантенна с геофонами	Ширина зоны обнаружения 12-18 м, длина охраняемого участка до 500 м	Обнаружение попыток преодоления шагом, бегом, ползком	«Сухой контакт» (3,6 В, время 3,2-4 с)	-40… +50 °С влажность 98 % (при +25°С)	IP30 для БО-06Ф	18-72 В, 15 Вт	Блок питания БНН-22Ф со встроенным аккумулятором	Вероятность обнаружения не менее 0,95. Наработка на ложную тревогу 1000 ч.	Средняя наработка на отказ не менее 30 000 ч. Автотестирование. Дистанционная регулировка чувствительности. Заглубление сейсмоантенн в грунт (кроме скалистых массивов) до 0,5 м	13500 дол./ 500 м

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Извещатель охранный периметровый трибовибрационный «Гюрза-038П»	ООО «Фракталь-СБ», Россия	Регистрация зарядов в ЧЭ (трибокабель +виброкабель)	Блок обработки сигнала – 1 шт; муфта переходная-1 шт; муфта соединительная – 1 шт; устройство оконечное - 1 шт; кабель РК-50-2-16 – 1 м; ЧЭ-кабель ТППэп +КТВУ-М	1000 м	Предназначен для охраны территорий с любым типом ограждений от преодоления методом подкопа	Нормально замкнутый контакт реле (оптореле)	-40… +50 °С	Герметичный корпус IP55	8-35 В/ 1,2 мА	Нет	Устойчив к воздействию импульсного нейтронного потока электромагнитных полей РЛС, сверх коротких импульсов, электромагнитных полей	Гарантия – 3 года (с военной приемкой - 8 лет)	31840 руб.
Амулет-М - вибрационное противоподкопное средство обнаружения	ФГУП «Дедал» Россия	Основан на регистрации ЧЭ изменения положения или деформации кабеля, заглубленного в грунт на 5-20 см	Блок электронный, КЧЭ, (до 1000 м), комплект запасных частей, комплект конструкторской документации	Протяженность участка до 1000 м	Обнаружение попыток преодоления заграждения путем подкопа под заграждением	Контакты реле	-50… +50 °С	Герметичный	20-30 В		Высокая помехоустойчивость обеспечивается принципом действия и алгоритмом обработки сигнала	Стыкуется со всеми системами сбора и обработки информации, имеющими контактный или потенциальный вход	130450 руб.
Гавот-М - вибрационное кабельное средство	ФГУП «Дедал» Россия	Регистрация электрических сигналов, возникающих в КЧЭ вследствие механической вибрации заградительной решетки водопропуска при попытках ее преодоления	Блок электронный, КЧЭ, комплект монтажных частей	Ширина зоны блокирования водопропуска до 30 м, глубина зоны блокирования водопропуска до 2 м	Предназначено для сигнализации и блокирования водопропусков. Блокирование металлических заградительных решеток, устанавливаемых на водопропусках путем разрушения решетки или ЧЭ прибор	При попытках разрушения решетки в ЧЭ возникает электрический сигнал, регистрируемый блоком электронным прибора.	-50… +50 °С	Герметичный корпус	20-30 В		Высокая вероятность обнаружения, устойчивость к воздействию климатических, промышленных и транспортных помех, высокая эксплуатационная надежность.	Применяется с любыми типами решеток, устанавливаемых на водопропусках, в т.ч. со специально разработанными решетками ШЗПАН53 (водопропуски до 2 м шириной), ШЗПАН54 (участки до 30 м шириной)	114500 руб.

Таблица А.3 – Тактико-технические характеристики проводноволновых извещателей

Наименование, марка	Принцип действия системы	Зона обнаружения (зона чувствительности)	Условия эксплуатации	Электропитание	Цена, руб.
Однофланговые извещатели					
Импульс-12 ТПМ	Блокирует рубежи на поверхности земли, верх или полотно заграждений. Обладает повышенной помехоустойчивостью к изменениям питающего напряжения	Объемная зона обнаружения от 20 до 250 м.	-50…+ 50 °С	Может быть постоянным 11…36 В или переменным	22500
Уран-М1	Блокирует рубежи охраны со сложной конфигурацией на верхней части заграждения	Длина блокируемого рубежа от 10 до 200 м	-50…+ 55 °С	20…30 В	55932
Газон-21	Блокирование протяженных рубежей охраны и периметров стационарных объектов со сложным рельефом и конфигурацией рубежа на поверхности земли и вдоль заграждений	Длина блокируемого рубежа от 50 до 250 м	-50…+ 50 °С	10,2…30,0 В	47908
TREZOR-R	Блокирует участки периметра объектов при проникновении через верх ограждения или где ограждение разрушено.	Длина блокируемого участка до 250 м	-40…+ 50 °С	до 30 В	64000
Двухфланговые извещатели					
Импульс-мини 1/500	Блокирует рубежи на поверхности земли, верх или полотно заграждений	Протяженность от 20 до 250 м на каждый фланг	-50…+ 50 °С	20…36 В	36500
Монтажные комплекты:					
Провода чувствительного элемента					
Провода ЧЭ1/250	Два изолированных провода (П-274М)	ЧЭ извещателя 250 м			1800
Провода ЧЭ2/250	Два неизолированных провода (БСМ-1)	Козырьковый ЧЭ 250 м			2950
КЧЭ-R	Два радиочастотных излучающих кабеля	Объемная зона вокруг двух параллельных радиочастотных кабелей длиной до 250 м, высотой от 1,8 до 5 м, шириной от 1 до 3 м			792 (за погонный метр)
Узлы крепления проводов ЧЭ					
УК-01	Для крепления проводов ЧЭ извещателя на столбах или стволах деревьев. Консоль длиной 0,3 м изготовлена из древесины				95
УК-02	Для крепления проводов ЧЭ в верхней части заграждения, «козырек». Консоль длиной 0,7 м изготовлена из древесины с лакокрасочным покрытием				190

Таблица А.4 – Тактико-технические характеристики ЛВВ-извещателей

Параметр	RAFID (Великобритания)	H-FIELD (США)	SENTRAX (Канада)	PANTHER (Канада)	TRINDEL (Франция)	TREZOR-R (Россия)
Длина участка, м	150	150	200	150	200	2×125
Расстояние между кабелями, м	1…2	2,1 (в грунт)	2,0 (в грунт)	1,0…2,0 (в грунт)	1,0 (в грунт)	1,5…3,0 (на ограждение и в грунт)
Размеры зоны обнаружения, м×м	2×3	0,5×4,6	1×3	1×3	0,5×2	от 1×3 до 1,8×5
Напряжение питания, В	12	~220±15% 12±10%	~220±15% 12±10%	+ 25% 12 - 15%	~220±15% 12±10%	10…30
Потребляемая мощность, Вт	7,8	60	180	6	36	≤ 2,5
Период наработки на ложный сигнал тревоги, ч	–	720			240	720

Приложение Б

Характеристики РЛС обнаружения

РЛС средней дальности обнаружения "Кредо-1Е"

РЛС "Кредо-1Е" (рисунок Б.1) высокоточный, быстроразвертываемый, модульный радар для обнаружения и сопровождения движущихся людей, техники на фоне земной и водной поверхностей. Дальность действия до 40 километров. Используется для корректировки стрельбы артиллерии.



Рисунок Б.1 – РЛС "Кредо-1Е"

Основные характеристики:

- доплеровский импульсный радар с истинной когерентностью, работающей в Кн диапазоне;
- твердотельный, многолитерный задающий генератор с клистроном;
- автоматическое обнаружение и сопровождение, распознавание типа цели;
- круговой обзор, секторное наблюдение;
- стабилизация ложных тревог;
- быстрая автоматическая перестройка частоты;
- отображение целевой обстановки на фоне карты местности;
- цветовое кодирование целей, формирование трасс движущихся целей;
- специализированный пульт управления типа NOTEBOOK, разработанный по военному стандарту;
- вынос пульта управления;
- информационный обмен по стандартному интерфейсу. Радар устанавливается на: треногу; ходовые базы; подъемномачтовые устройства; вертолеты, БПЛА.

Применение: вооруженные силы; охрана границ, прибрежных зон и акваторий; таможенные посты; охрана важных объектов

Мобильный радиолокационный комплекс разведки наземных целей "Кредо-1С"

Разведывательная система "Кредо-1С" (рисунок Б.2) с подъемно-мачтовым устройством на бронетранспортере БТР-80 для работы в условиях сильнопересеченной и лесистой местности, обнаружения и визуального наблюдения движущихся наземных, воздушных и надводных целей и корректировки стрельбы артиллерии.

Состоит из радиолокационной аппаратуры; телевизионной аппаратуры с лазерным дальномером; тепловизионной аппаратуры; подъемно - мачтового устройства; автоматизированных мест командира и оператора; автономной системы топопривязки; автономного источника питания; аппаратуры передачи данных и средства связи.



Рисунок Б.2 – Мобильный радиолокационный комплекс "Кредо-1С"

Основные характеристики:

- максимальная дальность обнаружения до 40 км;
- автоматическое обнаружение и сопровождение цели;
- визуальное наблюдение и распознавание типа цели;
- круговой обзор, секторное наблюдение;
- отображение целевой обстановки на фоне карты местности;
- цветовое кодирование целей, формирование трасс движущихся целей;
- высота подъема подъемно - мачтового устройства 4, 8, 12 м;
- информационный обмен по стандартному интерфейсу

Применение: вооруженные силы; охрана важных объектов.

РЛС "Монитор-М"

"Монитор-М" (модернизация серийной РЛС ПСНР-5) (рисунок Б.3) - недорогой, переносный всепогодный обзорный радар для автоматического обнаружения, определения местонахождения и распознавания движущихся людей, техники, низколетящих вертолетов на фоне земной и водной поверхностей.



Рисунок Б.3 – РЛС "Монитор-М"

Основные характеристики:

- когерентный доплеровский импульсный радар;
- автоматическое обнаружение и определение координат движущихся объектов;
- дальность действия до 20 км;
- одновременное сопровождение до 10 целей;
- распознавание типа цели по характеру звукового сигнала;
- отображение целевой обстановки на фоне карты местности, формирование трасс движущихся целей;
- цветовое кодирование целей;
- вынос пульта управления до 100 м;
- информационный обмен по стандартному интерфейсу.

Применение: пограничные и таможенные службы; охрана важных объектов; вооруженные силы.

РЛС ближней дальности "Фара-1"

Переносный радар "Фара-1" (рисунок Б.4) для обнаружения и сопровождения движущихся людей, техники на фоне земной и водной поверхностей и наведения станкового автоматического стрелкового оружия в условиях отсутствия оптической видимости. Дальность действия до 5 километров.



Рисунок Б.4 – РЛС ближней дальности "Фара-1"

Основные характеристики: доплеровский радар, работающий в J диапазоне; твердотельный приемопередатчик; секторное наблюдение; автоматическое обнаружение движущихся целей; распознавание типа цели по характеру звукового сигнала; выносной пульт управления; по требованию заказчика обеспечивается вывод информации по стандартному интерфейсу; установка на авто-бронетехнике. Радар переносится и обслуживается одним оператором. Сопряжение: с оптическими приборами; с пулеметом, гранатометом. Применение: вооруженные силы;
охрана границ, таможенных постов, предотвращение перемещения контрабандных грузов и формирований; охрана важных объектов.

РЛ система "Гамма-ПВ"

Радиолокационная система "Гамма-ПВ" (рисунок Б.5) для всепогодного круглосуточного обнаружения, распознавания и документирования местонахождения неподвижных и движущихся объектов на морской поверхности при волнении моря до 4 баллов, движущихся объектов на земной поверхности и летательных аппаратов на высоте до 30 м. Максимальная дальность обнаружения надводных объектов 24 мили, наземных объектов - 25 км.

Основные характеристики:

- импульсный когерентный доплеровский радар;
- автоматическое обнаружение и сопровождение объектов на фоне взволнованной поверхности и на суше, распознавание объекта;
- измерение координат и параметров движения обнаруженных объектов;
- формирование радиолокационного изображения наблюдаемой акватории, территории на фоне стилизованной карты;
- формирование траекторий движущихся объектов, контрольных рубежей;
- тревожная сигнализация при обнаружении объекта;

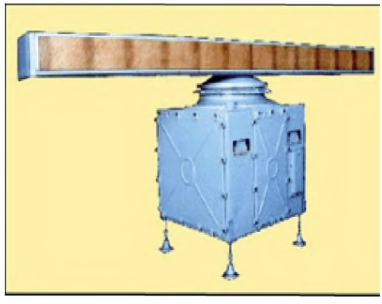


Рисунок Б.5 - Радиолокационная система "Гамма-ПВ"

- документирование, архивация входной и выходной информации;
- работа в составе автоматизированной системы сбора и обработки информации.

Применение: прибрежные пограничные и таможенные посты; контроль за промыслом рыбы в прибрежных районах.

Комплекс РЛ и визуального наблюдения "Страж-СТ"

Комплекс радиолокационных и визуальных средств для круглосуточного всепогодного обнаружения "Страж-СТ" (рисунок Б.6), распознавания и документирования местоположения движущихся надводных и наземных объектов на охраняемых акваториях, территориях, а также участках перемещения контрабандных грузов и формирований.

Основные характеристики:

- автоматическое обнаружение и наблюдение за движущимися объектами;
- измерение координат и параметров движения обнаруженных объектов;
- выдача данных по дистанции и пеленгу для средств перехвата;
- дальность радиолокационного обнаружения до 20 км, визуального распознавания до 10 км;
- формирование радиолокационного изображения наблюдаемой акватории, территории на фоне стилизованной карты с условными обозначениями местонахождения радаров, телекамер;



Рисунок Б.6 - Комплекс РЛ и визуального наблюдения "Страж-СТ"

- формирование контрольных рубежей (запретных зон) любой произвольной конфигурации;
- автоматическая выдача сигнала тревоги при обнаружении нарушителя;
- документирование факта нарушения;
- обмен информацией с другими взаимодействующими средствами физической защиты по стандартному интерфейсу.

Применение: пограничные и таможенные посты; охрана крупных важных объектов; контроль за промыслом рыбы в прибрежных районах.

Система РЛ и визуального наблюдения "Барьер"

Круглосуточные всепогодные системы радиолокационных и визуальных средств обнаружения "Барьер" (рисунок Б.7), распознавания и документирования перемещающихся людей, техники, приземляющихся летательных аппаратов на всей площади охраняемого объекта.



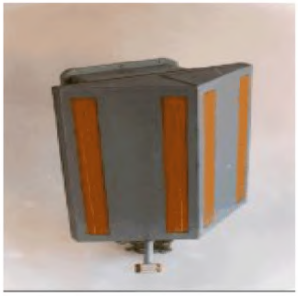


Рисунок Б.7 - Система РЛ и визуального наблюдения "Барьер"

Основные характеристики:

- автоматическое обнаружение вторжения на территорию охраняемого объекта по земле и с воздуха;
- дальность обнаружения на открытых участках 300 м, на участках, покрытых лесной растительностью 100м;
- формирование контрольных рубежей, запретных зон;
- автоматическая выдача сигнала тревоги при обнаружении нарушителя;
- дистанционно-управляемые телевизионные посты для визуального наблюдения, распознавания нарушителя;
- документирование факта нарушения;
- обмен информацией с другими взаимодействующими средствами физической защиты объектов по стандартному интерфейсу.

Применение: охрана объектов атомной энергетики, гидроэлектростанций, хранилищ опасных веществ; охрана военных стратегических объектов.

Система радиотехнической разведки излучающих целей 85В6 "Орион"

Основные характеристики:

- частота разведываемых сигналов 0,2-18 (40) ГГц;
- ширина полосы приемника 500 МГц;
- зона обзора по азимуту 0-360°, углу места 0-20°;
- период обновления информации 20 с;
- ошибки измерения азимута 0,2-2°;
- число целей, выдаваемых потребителю 50;
- расположен на 1 транспортной единице.

Предполагается комлексирование нескольких (4-х) станций для определения дальностей целей методом триангуляции.

ЛС наблюдения за полем боя обеспечивают быстрое и точное обнаружение движущихся целей (живой силы и техники) в зоне обзора, приблизительное определение количества целей и скорости их перемещения. Однако довольно трудно по некоторым характерным признакам распознать тип целей, например отличить ползущего человека от идущего, легкие бронемашины от танков и т.п. Зона обзора станций ограничивается дальностью прямой видимости, поэтому основными факторами, определяющими выбор местоположения антенны РЛС, являются топографические свойства местности.

Радиолокационная станция разведки наземных целей РЛС 111L1 «Лис»

В процессе создания современных РЛС средней дальности основное внимание уделяется:

- автоматизации процесса обнаружения цели, что придает им принципиально новое качество по отношению к парку существующих РЛС этого класса;
- возможности установки этих РЛС на автотранспорте с обеспечением автоматического горизонтирования антенной системы;
- повышению надежности, уменьшению массы и энергопотребления РЛС при обеспечении высокой разрешающей способности и точности измерения координат целей.

На решение вышеперечисленных задач была направлена разработка ХК «Укрспецтехника» РЛС разведки наземных целей средней дальности 111L1 «Лис» (рисунок Б.8).



Рисунок Б.8 - РЛС 11L1 «Лис»

Главная отличительная черта РЛС «Лис» - работа в миллиметровом диапазоне длин волн, что облегчает решение ряда технических задач: не создает помех радиотехническим средствам; повышает невосприимчивость к случайным и преднамеренным помехам; практически безвредна для здоровья человека.

Существенной отличительной чертой РЛС «Лис» является то, что ее антенная система установлена на стабилизационной платформе и укрыта радиопрозрачным обтекателем. Это обеспечивает стабильность эксплуатационных характеристик в процессе обнаружения и распознавания целей.

По принципу действия станция разведки наземных целей «Лис» является когерентно-допплеровской РЛС непрерывного излучения миллиметрового диапазона с фазо-кодоманипулированным сигналом. РЛС «Лис» - это мобильное средство обнаружения целей и устанавливается на автотранспорте. Она обеспечивает автоматическое обнаружение движущихся целей (людей и техники) в любое время года и суток, в дождь, в пыли и тумане при отсутствии оптической видимости. Антенная система РЛС представляет собой пару раздельных антенн (приемная и передающая антенны), чем обеспечивается необходимая развязка между передающим и приемным каналом. Антенны выполнены в виде параболоидов вращения. Облучатель - круглый волновод.

Радиолокационная станция разведки наземных целей ближней зоны 112L1 "БАРСУК"

112L1 "Барсук" (рисунок Б.9) - патрульный носимый радиолокатор, обеспечивающий обнаружение людей, наземных и надводных транспортных средств.

На экране индикатора РЛС 112L1 «Барсук» (рисунок Б.10) информация о движущейся цели отображается в виде амплитуды сигнала (идентификация цели – человек, группа людей, автотранспорт, животное осуществляется по звуковому каналу с помощью наушников).



Рисунок Б.9 - 112L1 "Барсук"

РЛС разведки наземных и надводных целей успешно прошли войсковые испытания в Погранвойсках Украины, приняты на вооружение МО Украины и могут быть использованы:

для охраны сухопутных и водных участков государственной границы, для охраны военных и администра-тивно-хозяйственных объектов (склады, атомные электростанции, резиденции важных персон и т.д.) в любых погодных условиях при отсутствии оптической видимости.



Рисунок Б.10 - Индикатор РЛС 112L1 «Барсук»

РЛС непрерывного излучения позволяют применять передатчики с очень малой мощностью излучения, что затрудняет их обнаружение, а использование кодовой манипуляции делают РЛС невосприимчивыми к помехам и не создают помех для других радиотехнических средств.

РЛС включает в себя антенное устройство, СВЧ приемопередатчик, аппаратуру обработки и управления, средство отображения.

Передатчик - твердотельный, формирует непрерывный сигнал, модулируемый по фазе М-последовательностями, передающая антенна формирует в пространстве узкий луч. Прием осуществляется на отдельную приемную антенну. СВЧ приемное устройство построено по супергетеродинной схеме. В устройстве обработки и управлении происходит корреляционная и фильтровая обработка сигналов.

Малый вес РЛС (5–6 кг с аккумулятором электропитания) позволяет оператору носить ее на груди и осматривать зону обзора путем поворота своего корпуса. Мгновенное поле зрения РЛС соответствует полю зрения глаза человека. РЛС удобна при поиске и преследовании нарушителей патрулем при отсутствии оптической видимости.

Основные тактические и эксплуатационные характеристики

1. Зона обзора:

- по азимуту ..... 0–360°
- по дальности..... 0–1,6 км

2.Дальность обнаружения целей, движущихся
с радиальной скоростью 2-50 км/час:
- одиночный человек..... 600-800 м
- автотранспорт..... до 1600 м
3. Разрешающая способность РЛС:
- по пеленгу..... 5–6°
- по дальности:
в режиме обзора ..... 100–200 м
в режиме распознавания..... 50 м
4. Частота ..... 36 ГГц
5. Мощность передатчика ..... 30 - 40 Вт
6. Вид излучаемого сигнала ..... непрерывный с фазокодовой манипуляцией
7. Диаметр раскрыва антенны..... 90 мм
8. Электропитание от встроенного аккумулятора ..... 12 В, 3 А/ч
9. Электропотребление..... 8 Вт
10. Диапазон рабочих температур..... от - 20 до + 60°С
11. Скорость ветра ..... до 15 м/с
12. Масса аппаратуры..... 5 - 6 кг
13. Время развертывания с полной подготовкой к работе ..... не более1 мин.

На передней панели прибора расположены органы управления и индикаторы измерений.

Радиолокационная станция обнаружения движущихся целей «РОСА»

РЛС «Роса» (рисунок Б.11) - цифровая твердотельная когерентная станция 3-см диапазона волн с пассивной фазированной антенной решеткой. РЛС выпускается в двух вариантах исполнения – переносном и стационарном.

Режимы работы станции «РОСА»:

-селекция движущихся наземных и надводных целей;

-автоматическое сопровождение целей;

-автоматическая топографическая привязка с помощью встроенной системы GPS навигации;

-автоматическое документирование обстановки;

-отображение РЛИ на фоне цифровой карты местности;

-автоматический расчет зон радиолокационной видимости;

-выдача информации в автоматизированные системы управления;

-формирование зон повышенной ответственности с выдачей сигнала тревоги;

-целеуказания на средства доразведки и распознавания объектов.



Рисунок Б.11 - РЛС

Год окончания разработки – 2008. Изделие выпускается серийно.

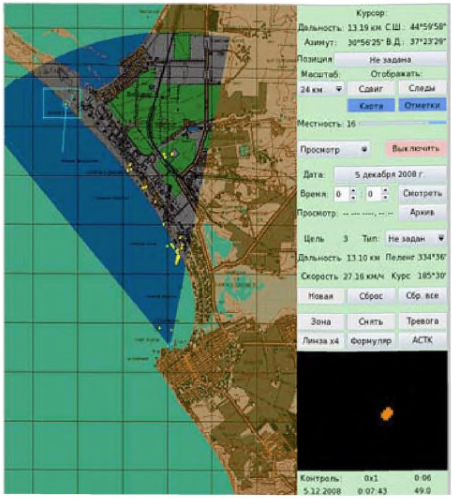


Рисунок Б.12 - Отображение радиолокационной информации

Назначение и особенности РЛС:

РЛС осуществляет эффективный контроль за наземной и надводной поверхностью путем обнаружения и автоматического сопровождения целей различных классов, движущихся со скоростями от 0,4 до 200 км / ч (рисунок Б.12). Реализация всепогодного и круглосуточного наблюдения за протяженными территориями и объектами с использованием широкого выбора предоставляемых режимов работы позволяет применять РЛС для решения задач силовых структур и гражданских ведомств: охраны участков Государственной границы, крупных промышленных предприятий, аэродромов и акваторий морских и речных портов, территорий заповедников и заказников, подходов к транспортным магистралям и трубопроводам, объектам повышенного внимания и опасности.

РЛС «РОСА» обладает уникальной совокупностью характеристик для изделий своего класса, соответствующих лучшим мировым стандартам, и незаменима при проведении антитеррористических и спасательных операций на суше и на море.

Основные тактико-технические характеристики

Дальность обнаружения и сопровождения целей:

- человек ..... не менее 7,5 км
- автомобиль ..... не менее 13 км

Приборная дальность ..... 15 км

Средняя излучаемая мощность .....400 мВт

Масса нетто .....не более 31 кг

Потребляемая мощность .....не более130 Вт

Время непрерывной работы от аккумуляторов ..... не менее 8 часов

Время развертывания .....не более 5 минут

Точность определения координат:

- дальности .....не хуже 5 м;
- азимута .....не хуже 1°

Разрешающая способность по координатам:

- по дальности ..... 15 м;
- по азимуту ..... 4,5°

Разрешение по скорости ..... 0,4 км/ч

Вынос рабочего места от РЛС ..... до 100 м.

Сектора обзора по азимуту: ..... 15, 45, 90, 180,270°

Сканирование по углу места:.....± 20°

Диапазон рабочих температур:.....- 30…+ 40°С

Зарубежные РЛС

В настоящее время на вооружении армий иностранных государств имеется боевой парк РЛС разведки наземных целей, подразделяемый на классы:

- РЛС ближнего действия (типа AN/PPS15 США);
- РЛС малой дальности (типа RB12B Франция);
- РЛС средней дальности (типа `Монитор` Россия и AN/PPS-5 США);
- РЛС большой дальности (типа Rasit Франция и Ratak Германия).Парк РЛС разведки наземных целей, разработанных в 70.80-е годы, представлен, в основном станциями ближнего действия (до 20 наименований).В настоящее время большое внимание уделяется созданию РЛС средней дальности, обеспечивающих обнаружение одиночного человека на удалении до 4-5 км и бронетехники на удалении до 10-12 км.

gost.e-ecolog.ru