

СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ СРЕДСТВ ОБНАРУЖЕНИЯ

С. Журин

к.т.н., проектировщик систем защиты

ЧТО ТАКОЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ?

Помехоустойчивость – это показатель качества средства обнаружения (СО), характеризующий его способность стабильно работать в дестабилизирующих условиях.

Дестабилизирующие факторы, являющиеся причиной возникновения ложных тревог, могут быть разбиты на две группы:

- организационно-технические мероприятия и решения (зависящие от человека);
- внешние помехи (независящие от человека).

Организационно-технические мероприятия и решения включают в себя:

- недостатки конструктивных и схемотехнических решений;
- неправильная установка и настройка датчика (по халатности, неопытности, преднамеренности);
- недостатки алгоритма обработки сигналов;
- некачественное техобслуживание.

Внешние помехи бывают естественными и техногенными:

- состояние атмосферы (изменения температуры, влажности воздуха, порывы ветра, дождь, солнечная радиация и т.д.);
- посторонние объекты в охраняемой зоне (птицы, мелкие животные и пр.);
- электромагнитные наводки (помехи от ЛЭП, радиостанций, электропроводки, других СО).

Не стоит забывать, что понятие "ложная тревога" для средства обнаружения, не включает в себя действия объектов, похожих на человека, например проход медведя через зону обнаружения радиоволнового СО. В данном случае сигнал ложным не будет, т.к. радиоволновое СО обнаруживает не человека, а объект определенных размеров, движущийся с определенной скоростью.

СЛОЖНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ

СО не видит нарушителя. Оно его обнаруживает по одному-двум косвенным признакам: скорости, габаритам, тепловому излучению, наличию металла, равномерному шагу, колебанию сетки (при перелазе)...

Не всегда этих признаков бывает достаточно для однозначной идентификации, именно человека. Внешние проявления среды в виде животных и птиц, похожих по анализируемым параметрам, могут вызывать сигнал тревоги.

Кроме того, нарушитель увидев СО, может предугадать его алгоритмы обнаружения и имитировать метод прохода, эквивалентный помеховому воздействию.

В этом случае, задача проектировщика еще более усложняется.

Поэтому повышение помехоустойчивости, предусматривающее данные аспекты, является одной из основных задач разработчика нового СО или модернизированного старого. Для этого применяют:

- новые технические решения;
- новые алгоритмы обработки,
- интеграцию с датчиками других принципов действия.

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Исключение взаимного влияния соседних СО

Временное разделение

Принцип перекрытия зон. Для многих периметровых радиоволновых средств обнаружения характерен эффект постепенного раскрытия луча. Т.е., если в документации указано, что ширина зоны обнаружения три метра, то это не значит, что ширина зоны будет равна трем метрам во всей области между приемником и передатчиком (рис.1).

Поэтому обычно используют перекрытие зон (рис.2). Это позволяет создать непрерывный рубеж обнаружения. Однако в этом случае "Передатчик 1" будет "зашумлять"

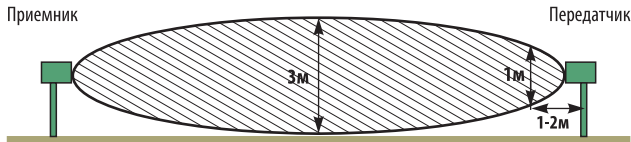


Рис. 1. Вид зоны обнаружения периметрового радиоволнового СО

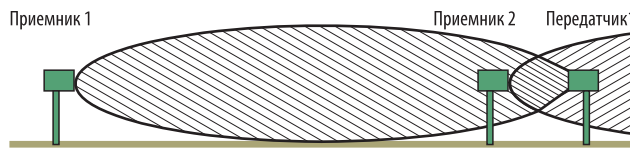


Рис. 2. Перекрывание зон для создания непрерывного рубежа обнаружения

"Приемник 2". Для исключения этого (при наличии согласующей аппаратуры) применяется временное разделение каналов для каждой пары приемник-передатчик. На диаграмме на рис.3 видно, что передатчики излучают импульсы в разные моменты времени, поэтому приемник принимает сигнал только от "своего" передатчика.

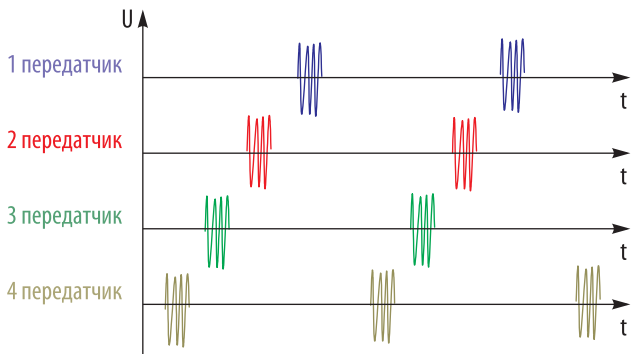


Рис. 3. Поочередная работа 4-х передатчиков

Частотное разделение.

Близкая установка. Для металлообнаружителей стоящих рядом (как впрочем и для других СО) возможно взаимное влияние их электромагнитных полей друг на друга (рис.4). Обычно на металлообнаружителях стоят переключатели частот, например частота дискретно меняется от 2,5кГц до 4,5 с шагом 300Гц.

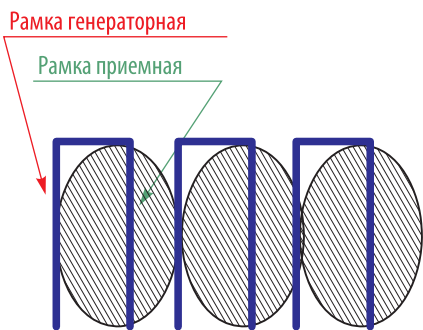


Рис. 4. Влияние полей близко установленных металлообнаружителей

Увеличение числа зон

Активный уличный ИК-датчик: применение сдвоенного луча (рис. 5). Падающий лист перекроет вначале один луч потом второй, пролетающая птица может задеть только один луч.

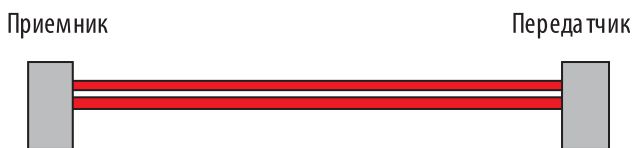


Рис. 5. Применение сдвоенного луча для повышения помехоустойчивости в ИК-датчиках

Многозонный металлодетектор (рис.6). Современные однозонные (одна стойка – панель генераторная, вторая – панель приемная) металлодетекторы имеют два существенных недостатка (рис.5):

- Сигнал тревоги формируется по совокупному анализу ферромагнитных предметов у проходящего человека: если у него много мелких металлических предметов (по площади поверхности эквивалентных, например гранате или ножу), то это вызовет соответствующий уровень сигнала обнаружения.
- Зона обнаружения неравномерна: она лучше в центре и ухудшается кверху и книзу. Поэтому нарушители, несущие пистолеты в ботинке и на поясе, будут обнаруживаться по-разному. Многозонность эти проблемы решает (рис. 6).

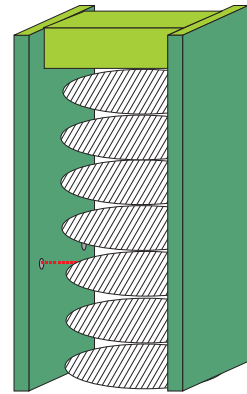


Рис. 6. Многозонный металлообнаружитель

Аппаратные методы борьбы с помехами

Применяют следующие аппаратные методы борьбы с помехами:

- фильтрация (отсечение помех из анализируемого сигнала);
- селекция (выделение полезного сигнала);
- накопление (процесс аккумуляирования анализируемого сигнала для определения его нарастания за заданный промежуток времени);
- компенсация (взаимное гашение мощных помех, после которого можно выделять полезный сигнал).

Для борьбы с помехами используются три схемы:

- **Простой пороговый обнаружитель** – схема, выдающая сигнал при превышении исследуемым сигналом заданного уровня;
- **Обнаружитель с оптимальным фильтром** – схема, выдающая сигнал при наличии в исследуемом сигнале заданной частоты с определенной амплитудой. На рис. 7 показан пример применения оптимального фильтра в радиоволновом СО. Антенна передатчика (ПРД) излучает пакеты импульсов с частотой генератора СВЧ, и длительностью задаваемой модулятором. Оптимальный фильтр выделяет возвращаемую частоту сигнала с антенны приемника (ПРМ). Если она больше или меньше заданного порога (нарушитель идет к нам или от нас), то исполнительное устройство формирует сигнал тревоги.
- **Обнаружитель с накоплением** – схема, выдающая сигнал при превышении исследуемым сигналом заданного уровня, в течение определенного промежутка времени.

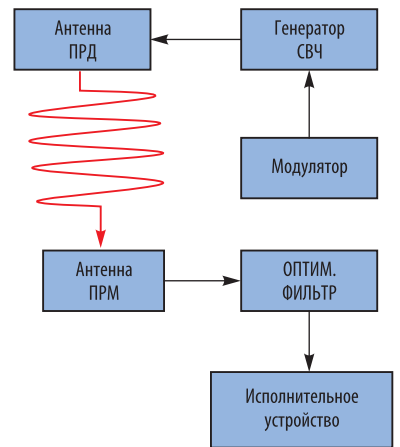


Рис. 7. Радиоволновое СО с оптимальным фильтром.

Пример схемотехнической реализации такого обнаружителя покажем на примере радиоволнового линейного (состоящего из двух проводов между которыми формируется электромагнитное поле) периметрового СО (рис. 8). Эпюры напряжений приведены на рис. 9.

Генератор импульсов, дает "разрешение" формирователю импульсов на генерацию пакеты сигналов (импульсный режим применяется для уменьше-

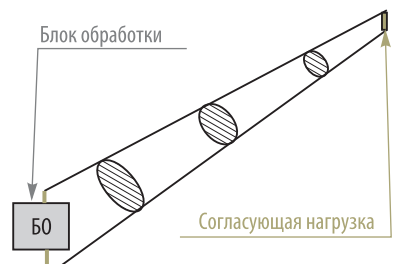


рис. 8. Периметровое радиоволновое линейное СО

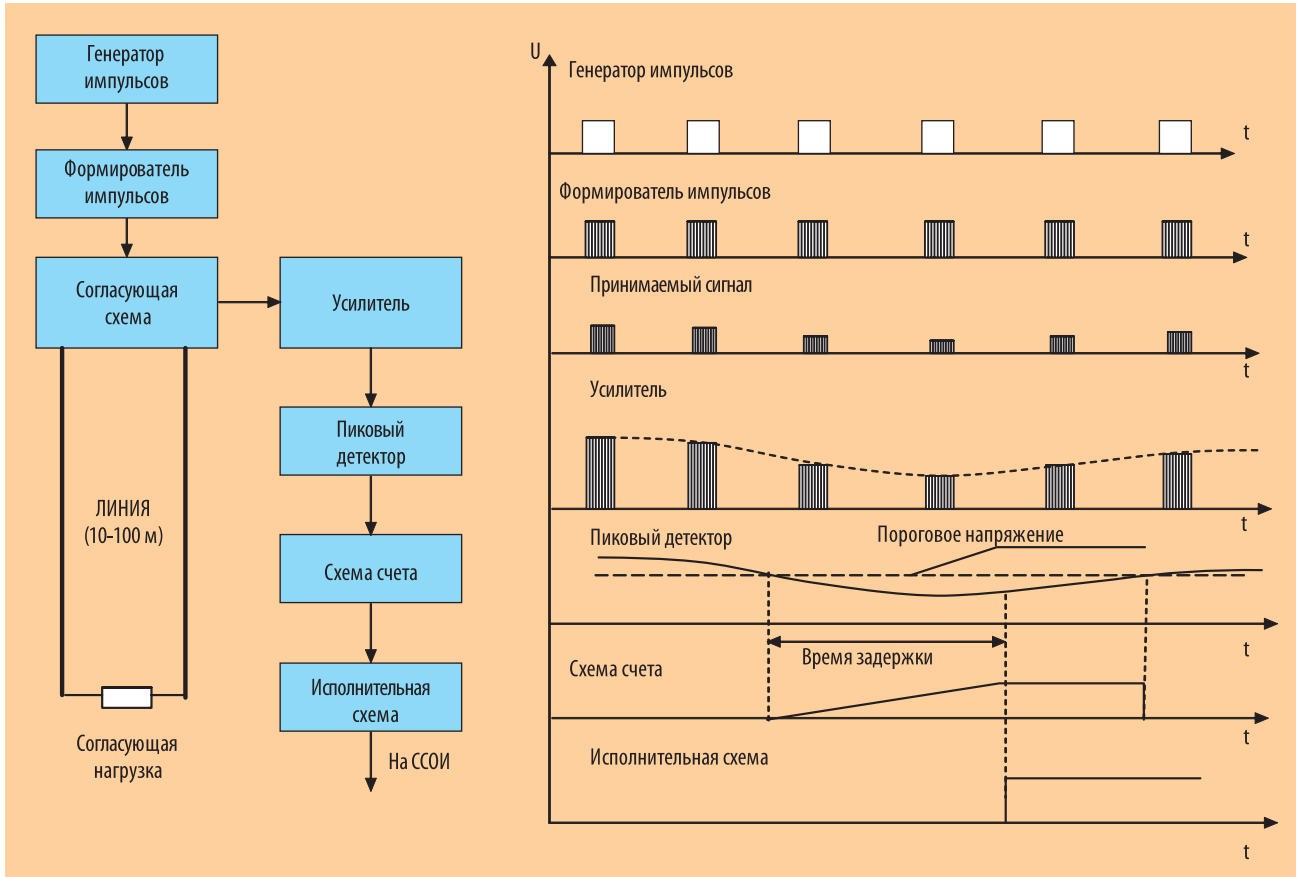


Рис. 9. Схема и эюры напряжения линейного радиоволнового СО

ния потребляемой мощности). Отраженный сигнал усиливается (регулятором мощности) и для него пиковым детектором выделяется "оглабающая сигнала". Как только значение оглабающей становится ниже определенного уровня, включается "обнаружитель с накоплением". Он накапливает сигнал около секунды (больше или меньше секунды в зависимости от скорости изменения сигнала, которая зависит от скорости и габаритности нарушителя) и выдает сигнал тревоги.

• Компенсационные схемы мостового типа обычно строят таким образом, чтобы сигналы от помех взаимно компенсировали друг друга. Чувствительный элемент сейсмического датчика (гидравлического типа) регистрирует колебания почвы. Два шланга с жидкостью (по одному на каждый фланг), подключены к дифференциальному измерителю давления (рис. 10).



Рис. 10. Гидравлический датчик давления

Помехи, вызванные сейсмическими колебаниями почвы, воздействуя одновременно на оба фланга, вычитаются, тем самым взаимно компенсируя друг друга. Движущийся человек воздействует на один фланг, поэтому сигнал от него выделяется в качестве полезного.

Выделение последовательности действий

Акустические СО на разбитие стекла. Процесс разбития стекла состоит из трех действий: инфразвуковое колебание стекла при его запредельной деформации, частота образование трещин и звук падающих осколков. Для повышения помехоустойчивости датчик анализирует последовательность первых двух (если под СО имеется ковровое покрытие, заглушающее звук падающих осколков) или трех действий. И только при наличии такой последовательности выдает сигнал тревоги.

Для ИК-датчиков для предупреждения перекрытия насекомыми части зоны применяется перекрытие зон, т.е. сигнал тревоги вырабатывается только при сигнале с двух каналов (схема "И") (рис.11) с разных частей датчика.

Перекрытие зон

В таком случае насекомое перекрывая часть зоны приема, не вызывает сигнала тревоги.

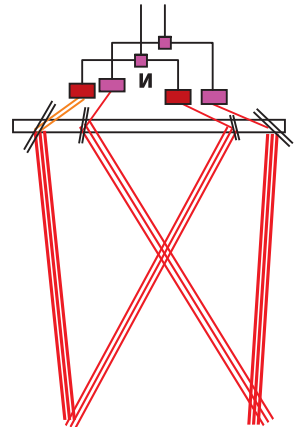


Рис. 11. Прием сигнала с двух зон

АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ПОМЕХАМИ

Выделение скоростного коридора (селекция сигнала по частоте)

Для увеличения помехоустойчивости вводят понятие скоростного коридора: диапазон скорости движения нарушителя. Обычно он меняется в диапазоне от 0,1 до 5 м/с, иногда диапазон расширяют от 0,03 до 6 м/с. Скорость выше 6 м/с считается затруднительной и хотя она возможна, все равно скорость движения ступни при беге меняется от нуля до 10 м/с (руки и ноги в целом также совершают колебательные движения плюс-минус 1-4 м/с от скорости тела) поэтому такой способ передвижения будет обнаружен. При движении со скоростью меньше 0,03 м/с время преодоления может растянуться на несколько минут и нарушитель может быть обнаружен патрулем.

Для анализа скорости используется эффект Доплера, который проявляется в изменении частоты гармонических колебаний излучаемых радиоволн при их отражении движущимся объектом. Если нарушитель будет двигаться к СО, то отраженная от него волна будет большей частоты, чем та которая отразилась от стены. Величина доплеровского изменения f' частоты описывается соотношением:

$$f' = 2v \cdot \cos\alpha / \lambda.$$

где, v – скорость цели,

α – угол движения цели относительно вектора датчик-цель,

λ – длина волны.

При радиальной скорости движения цели, т.е., по направлению к сигнализатору смещение частоты для Зсм-диапазона при скорости 0,5 м/с будет равно 33Гц.

Выделение габаритов нарушителя (селекция по размеру цели)

Габариты нарушителя влияют на изменение емкости поля или на размер эффективной поверхности рассеивания (ЭПР), которая обеспечивает изменение энергии принимаемого электромагнитного сигнала. ЭПР зависит от дальности нарушителя, одежды, размеров, длины волны излучения, поляризации излучения, ракурса нарушителя.

ЭПР обеспечивает мощность возвращаемого сигнала. Чем больше ЭПР, тем больше мощность. Также чем больше скорость, тем больше вероятность обнаружения данного объекта. ЭПР обычно связано со скоростью. Поэтому при учете вероятного движения нарушителя необходимо устанавливать СО таким образом, чтобы он шел на него. Если нарушитель будет идти под углом к нормали излучения, то будет регистрироваться лишь его скорость по отношению к нормали (нормальная составляющая скорости) и ЭПР будет меньше за счет отражения от меньшей площади тела.

Селекция по дальности

Термин селекция по дальности пришел из радиолокации, когда с помощью радара обнаруживали расстояние до самолета или другой летящей цели, на основании анализа времени послыпания и возвращения сигнала. В радиоволновых СО этот принцип также используют для анализа возвращенного сигнала. Если отраженный сигнал приходит позже определенного времени, т.е. он отражается от целей находящихся вне зоны обнаружения, то сигнал тревоги не выдается. Селекция по дальности, как правило, применяется для того, чтобы предотвращать срабатывание датчиков при перемещении объектов за пределами максимально желаемого радиуса действия.

Селекция по дальности необходима, когда датчик используется там, где микроволновое излучение может проникнуть через стены защищаемого помещения. Микроволновое излучение легко проникает через большинство видов стекла, а также через штукатурку, гипс, фанеру и многие другие материалы, обычно используемые при возведении стен и перегородок.

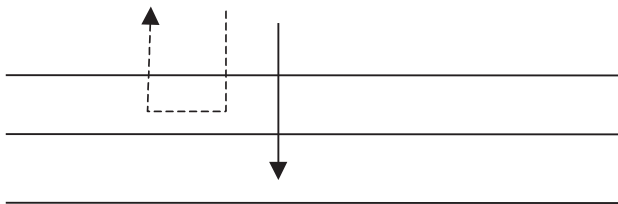


Рис. 12. Определение направления движения для многозонных СО

Временной интервал движения

Для обеспечения достаточности обнаружения оценивается время изменения сигнала, который являются признаком движения нарушителя. Обычно время изменения считается от 0,5 до 1 секунды в зависимости от типа СО, области обнаружения и мощности сигнала.

Счет числа импульсов

Для обеспечения достаточности обнаружения подсчитывается количество импульсов, которые являются признаком движения нарушителя или его действий. Например для вибрационного СО (настенной, напольной или потолочной установки) Грань-2 признаком сигнала тревоги является один сильный удар или три средней силы.

Определение интервала между импульсами

В вибрационных и сейсмических (подземных) СО определяется интервал между импульсами, который служит признаком действий нарушителя. Если средней силы удары для Грань-2 будут следовать с интервалом 10 секунд, то сигнала тревоги не будет. Для сейсмических СО интервал (от 0,3 до 1,5 секунды) служит для идентификации нарушителядвигающегося шагом (осторожным шагом) или бегом. Три-четыре повторяющихся сигнала заданной мощности и СО посылает сигнал тревоги.

Определение направления движения

Для многозонных периметровых рубежей, возможно определение направления движения нарушителя. Т.е., если для трех рубежей будут пересечены два (как показано на рис. 12) это будет сигналом проникновения на объект или наоборот ухода с объекта.

Сейсмические средства обнаружения представляют собой несколько закопанных в землю датчиков. Анализируя сигнал с двух-трех датчиков можно определить направление движения (рис.13).

Пассивные инфракрасные СО: динамическая настройка чувствительности.

Чем ближе температура окружающей среды к температуре человеческого тела, тем больше увеличивается уровень чувствительности датчика. Ведь если температура фона и человека совпадут, средство обнаружения его не увидит.

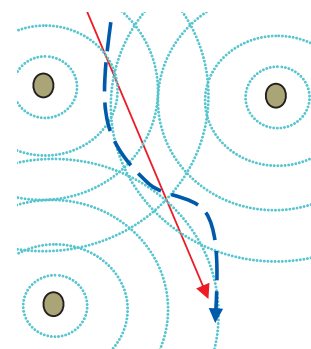


Рис. 13. Определение направления движения для сейсмического СО

55 лет генеральному директору компании "Центр речевых технологий" Михаилу Васильевичу Хитрову

Мастер спорта по альпинизму, кандидат технических наук, совладелец известной в мире HiTech-компании, вице-президент консорциума "Российские речевые технологии". Ему покорялись не только горные вершины, но и вершины бизнеса. Основанная и возглавляемая им на протяжении 15 лет компания "Центр речевых технологий" с успехом выдержала все испытания, связанные со становлением частного бизнеса в России.

Опыт "Центра речевых технологий" показывает, что разработки российских ученых и конструкторов могут на равных конкурировать с американскими, японскими или западноевропейскими технологиями записи и обработки речевой информации.

Коллектив компании от всей души поздравляет Михаила Васильевича с днем рождения, желает крепкого здоровья, процветания и удачи в любимом деле! Дерзать, удивлять, побеждать, и, самое главное, - помогать людям слышать и понимать друг друга.

Редакция всецело присоединяется к поздравлению — так держать!



ИНТЕГРАЦИЯ С ДАТЧИКАМИ ДРУГИХ ПРИНЦИПОВ ДЕЙСТВИЯ

Применение сигнализаторов прохода для металлообнаружителей.

Микропроцессор металлообнаружителя начинает обрабатывать изменения электромагнитного поля только после пересечения первого луча и заканчивает при пересечении второго (рис.14). Это предупреждает срабатывания при отсутствии проходящих людей, позволяет задавать направление, в котором обнаруживаются предметы, запрещенные к проносу (ПЗП), и соответственно более качественно обнаруживает ПЗП именно в момент прохода человека.

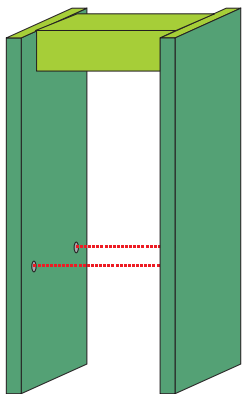


рис. 14. ИК-датчики металлообнаружителя

Интеграция микроволнового активного и ИК-пассивного датчиков

Преимущество таких датчиков заключается в существенном снижении частоты ложных тревог. Это достигается за счет комбинации двух различных физических принципов обнаружения. Сигнал тревоги выдается только в том случае, если одновременно или в течение

небольшого интервала времени срабатывают оба детектора. Помехи, вызывающие ложные срабатывания, по-разному воздействуют на каждый детектор (табл. 1.).

Таблица 1.

Причина ложных срабатываний	ИК	МВ
Турбулентность воздуха	+	-
Источники тепла	+	-
Изменения температуры	+	-
Яркий свет	+	-
Электромагнитные помехи	+	+
Люминесцентное освещение	-	+
Вибрации	+	+
Включенные вентиляторы	-	+
Электрический звонок	-	+
Потоки дождевой воды на стеклах	-	+
Перемещения за пределами помещения	-	+
Животные и птицы	+	+

Развитие микроэлектронных технологий и острого ума разработчиков с каждым десятилетием принципиально улучшает помехоустойчивость средств обнаружения. Сейчас активно развивается микропроцессорная обработка сигналов с датчиков: каждое СО проводит статистический анализ помеховой обстановки и более качественно отслеживает воздействие помеховых факторов. Изменятся ли технологии еще через десять лет? Какие будут новые алгоритмы обработки сигналов? Как изменятся принципы обнаружения? Поживем, увидим!

СЕМИНАРЫ

3 августа 2005 года в Нижнем Новгороде прошел третий семинар из серии региональных мероприятий, которые компания "Ниеншанц" проводит для специалистов в области информационных технологий, систем безопасности, энергетики и АСУ ТП. Семинар прошел при поддержке генерального партнера мероприятия, компании ITV. Перед слушателями также выступили: компании APC (комплексные решения для обеспечения высокой готовности систем) и 3Com (телекоммуникационное оборудование).

С сентября 2005 года все слушатели семинаров в компании "Систем Сенсор Фаир Детекторс" получают в подарок два проекта адресно-аналоговых систем пожарной сигнализации в AUTOCAD: для 20-ти этажного жилого здания и административного здания с подвалом. Подготовлены новые темы семинаров:

6 октября "Новинки Ademco и МЗЭП Охрана"2005".

13 октября "Новое решение для систем сигнализации небольших объектов "Сфера 250". Проектирование адресно-аналоговых систем для крупных объектов Сфера "2001".

25 октября "Практический опыт пожарной защиты ответственных объектов: энергоблоки АЭС, нефтеперерабатывающие и химические предприятия, жилые и административные здания повышенной этажности" совместно ОАО "Приборный завод "Тензор".

3 ноября "Новинки рынка взрывозащищенного оборудования" совместно с "Эрвист".

График всех семинаров на www.937.ru. Участие бесплатно! Запись (095)937-7982.

В компанию "Балтика" требуются специалисты:

- инженер CCTV,
- монтажники слаботочных систем

тел.: (812) 380-96-56, 316-75-00, 316-33-01

факс: (812) 316-75-00

www.baltika-cctv.ru

POLYSET
СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

КОМПЛЕКСНЫЕ ПОСТАВКИ
ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ
СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ,
ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ.
ШИРОЧАЙШИЙ АССОРТИМЕНТ НА СКЛАДЕ.

Доставка по Москве,
регионам России и ближайшего зарубежья.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОНТАЖ
КОМПЛЕКСНЫХ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ,
СВЯЗИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И АВТОМАТИЗАЦИИ
ВСЕ СПЕКТР ОБЩЕСТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

117105, МОСКВА, Варшавское шоссе, д. 39 Б
тел./факс: (095) 931 99 18, 931 99 19
www.polyset.ru e mail: info@polyset.ru