

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОХРАНЫ ПЕРИМЕТРОВ КРУПНЫХ ОБЪЕКТОВ

К.В. Колесник, Государственное предприятие Научно-исследовательский проектный институт «Союз»
пр. Гагарина 168, г. Харьков, 61648, Украина
тел./факс: (8-057)-2523146, e-mail: kolesniknet@ukr.net
Г.И. Чурюмов, Харьковский национальный университет радиоэлектроники
Пр. Ленина, 14, Харьков 61166, Украина
тел./факс: (8-057)-7021013, e-mail: churyumov@ic.kharkov.ua

Annotation - The main objective of this analytical review is the comparative analysis of radio means with various physical principles of operation which are used in creation of perimeters protection systems of large objects.

Key words – radio means, perimeters protection systems.

ВВЕДЕНИЕ

Сравнительный анализ средств, используемых при обеспечении охраны периметров крупных объектов, рассмотрим на примере радиотехнических средств охраны (РТСО), используемых в рубежах радиотехнической защиты от несанкционированного проникновения. Эти средства обеспечивают контроль присутствия человека – нарушителя в области пространства, называемой зоной контроля (обнаружения). В общем случае нарушитель (или группа нарушителей) могут использовать транспортные средства, приспособления и средства противодействия обнаружению. Все эти особенности должны быть учтены при выборе РТСО охраны периметров крупных объектов.

КЛАССИФИКАЦИЯ РТСО ПЕРИМЕТРОВ КРУПНЫХ ОБЪЕКТОВ

РТСО охраны периметров крупных объектов, используемых в рубежах радиотехнической защиты от несанкционированного проникновения можно классифицировать по следующим признакам.

По своему отношению к объекту контроля - нарушителю, РТСО охраны периметров крупных объектов можно разделить на следующие группы:

- пассивные, контролирующие физические параметры нарушителя;
- активные, контролирующие изменения параметров внешнего источника энергии (поля) при воздействии на него нарушителя.

По виду взаимодействия с нарушителем средства обеспечения безопасности периметров крупных объектов можно разделить на следующие группы:

- непосредственного взаимодействия, когда контролируемый субъект оказывает непосредственное (механическое) взаимодействие с устройством контроля;
- взаимодействие посредством взаимного влияния физических полей (сигналов).

В зависимости от особенностей построения РТСО охраны периметров крупных объектов также можно классифицировать:

- по климатическим условиям применения: внутреннего и внешнего исполнения;
- по характеристике диаграммы направленности: линейные и объемные;
- по принципу преобразования сигналов: релейные (цифровые) и адресные;

– по способу энергообеспечения: автономные и зависимые от источника электроэнергии.

Также имеется и ряд других признаков классификации, определяющих специфические особенности построения средств контроля.

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В РТСО ПЕРИМЕТРОВ КРУПНЫХ ОБЪЕКТОВ

В основу методов контроля присутствия человека, используемых в РТСО периметров крупных объектов, могут быть положены следующие физические явления:

- инфракрасное излучение биологического объекта;
- отражение оптических волн;
- отражение электромагнитных волн;
- рассеивание акустических волн;
- рассеивание электромагнитных волн;
- рассеивание СВЧ - сигналов;
- изменение магнитного поля;
- изменение электростатического поля;
- изменение электрического сопротивления металлического проводника;
- нарушение электрического контакта цепи контроля;
- оптические методы контроля и т.д.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ РТСО ПЕРИМЕТРОВ КРУПНЫХ ОБЪЕКТОВ

Рассмотрим принципы использования указанных физических явлений в РТСО периметров крупных объектов.

Инфракрасные оптоэлектронный извещатели

Структурная схема РТСО, использующих физический принцип контроля инфракрасного излучения биологического объекта, приведена на рисунке 1.

Принцип действия пассивного (однопозиционного) инфракрасного извещателя движения (рисунок 1А) заключается в следующем:

Инфракрасное излучение биологического объекта, в диапазоне приблизительно от 8 до 14 мкм, через оптическую систему воспринимается чувствительным элементом (ЧЭ) извещателя, который входит в состав преобразователя физического параметра (ПФП).

Электрический сигнал, пропорциональный уровню принятого инфракрасного излучения преобразуется

аналогоцифровым преобразователем (АЦП) в цифровую форму, которая поступает на микроконтроллер (МкК) для последующей обработки и регистрации.

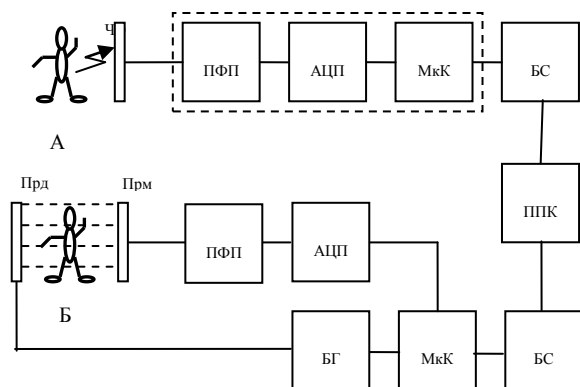


Рис. 1 Структурная схема инфракрасного оптоэлектронного извещателя движения

Микроконтроллер посредством блока сопряжения (БС) подключается к приемо-контрольному прибору (ППК) для передачи и отображения информации о факте наличия в контролируемой зоне биологического объекта..

Отличие активного (двухпозиционного) инфракрасного извещателя движения (рисунок 1Б) заключается в том, что с целью повышения эффективности работы извещателя используется пара – приемник и передатчик инфракрасного излучения, образующие между собой зону контроля.

Данный тип извещателей характеризуется следующими техническими характеристиками: диаграммой направленности (угол места и азимут) и дальностью (чувствительностью).

В таблице 1 проведен сравнительный анализ параметров наиболее распространенных оптоэлектронных извещателей.

Таблица 1

Тип	Принцип действия	Диаграмма направленности	Дальность
ИД- 40, ИД- 70	инфракрасный оптоэлектронный	зона (40×3×2)м	до 40 -70 м;
ИД2-50, Д2-150	однопозиционный пассивный	зона (50×3)м «коридор»	до 50 -150 м
СПЭК-7-2	инфракрасный оптоэлектронный	многолучевой-2 луча	до 8-150 м.
СПЭК-8	двухпозиционный	одноручевой	до 300 м
МИК-03-12	активный линейный	многолучевой-12 лучей	до 50 м
UNIRI Sorhea	активный инфракрасный барьер (Франция)	Двухлучевой, угол обнаруж.: горизонт.-180°, вертикаль.+/- 10°	-
SBT-30/60/80/100 Selko	двухлучевой инфракрасный извещатель (Япония)	Двухлучевой, угол обнаруж.: -горизонт.- 90°, -вертикаль.- 8°	30,60,80, 100 м
STA-456/M2 ASIM Technologies Ltd	Инфракрасный извещатель объемный на дальние дистанции (Швейцария)	ширина зоны- 20м	80 м

Проводно-радиоволновые извещатели

Принцип работы проводно - радиоволнового извещателя заключается в создании объемной зоны обнаружения вокруг чувствительного элемента, состоящего из двух изолированных проводов, проходящих параллельно друг – другу на расстоянии 40 – 160 см и образующих систему, повторяющую рельеф блокируемого рубежа.

Данные провода образуют так называемую «открытую антенну», к одному концу которой подключается передатчик – генератор УКВ – энергии, а к другому, приемник.

Вокруг двух проводов, закрепляемых на изолирующих кронштейнах, создается электромагнитное поле, формирующее зону обнаружения.

В качестве зондирующего сигнала в линейную часть от передатчика подаются радиоимпульсы, при прохождении которых по проводам устанавливается две волны: бегущая и стоячая. Нарушитель, пересекая зону контроля, оказывает воздействие на амплитуду и фазу стоячей волны, что регистрируется приемником и вызывает формирование сигнала обнаружения.

Безусловным достоинством проводно - радиоволновых извещателей являются:

- независимость от рельефа местности;
- использование в антенных системах недорогих проводов типа провод полевой П-237 или аналогичных;
- универсальность применения.

К недостатка этого типа извещателя следует отнести наличие в зоне контроля опор с проводами, что в некоторых случаях недопустимо.

В таблице 2 проведен сравнительный анализ параметров наиболее распространенных проводно - радиоволновых извещателей.

Таблица 2

Тип	Принцип действия	Дальность
ИМПУЛЬС- 12	проводно-радиоволновые	дальность – до 250 м; повышенная помехозащищенность
РЕЛЬЕФ	проводно-радиоволновые	длина зоны: при установке козырьком- 25- 250 м; при установке приземным типом- 25- 200; расстояние между проводами- 0,5- 1,8 м.
Газон - 2	проводно-радиоволновые	длина зоны: при установке козырьком- 25- 250 м; при установке приземным типом- 25- 200; расстояние между проводами- 0,4- 1,6 м.

На рис. 2 приведен пример использования проводно-радиоволнового извещателя типа «Газон-2». Проводно-радиоволновые извещатели могут устанавливаться как на периметровое ограждение, как показано на рисунке 2, так и непосредственно на грунт на диэлектрических стойках, входящих в его комплект.



Рис. 2 Проводно-радиоволновой извещатель «Газон-2»

Радиоволновые извещатели

Радиоволновые извещатели используют эффект измерения изменений параметров электромагнитного поля. В отличие от предыдущих извещателей, электромагнитное поле создается не между двумя проводниками, а электронным СВЧ - модулем, работающем с отраженным сигналом. Для повышения чувствительности используют вариант с двумя модулями – передатчиком и приемником СВЧ – сигнала.

В таблице 3 проведен сравнительный анализ параметров наиболее распространенных проводно - радиоволновых извещателей.

Таблица 3

Тип	Принцип действия	Диаграмма направленности	Дальность
СПЗУ 10 (20)	радиоволновой однопозиционный объемный	ширина зоны-8м; высота зоны- 4 м.	1-10 (3-20) м
Фантом-30	радиоволновой однопозиционный объемный	ширина зоны-8м; высота зоны- 4 м	3- 30 м
АГАТ-СПЗУ	радиоволновой однопозиционный объемный	ширина зоны-8м; высота зоны- 4 м. повышенная помехоустойчивость	40 м
Радий- 2	радиоволновой двухпозиционный линейный	ширина зоны-1,2м; высота зоны-1,8м	10- 200 м
PM-800	радиоволновой двухпозиционный линейный	ширина зоны -1,2 м; высота зоны- 2 м.	до 800 м
Фортеза-12- 20	радиоволновой мобильный комплекс	-	20 участ. по 50 м

Радиолучевые извещатели

Радиолучевые извещатели выполняются в виде двух разнесенных блоков – передатчика и приемника. Они предназначены для охраны прямолинейных участков слабопересеченной местности.

Принцип действия радиолучевых извещателей основан на выявлении приемником изменений электромагнитного поля (амплитуды и фазы), созданного передатчиком под воздействием нарушителя.

Радиолучевые средства формируют объемную зону обнаружения – «вытянутый» эллипсоид вращения, диаметр которого в середине зоны может составлять от 50 до 6000 см (рисунок 3). Это обеспечивает обнаружение нарушителя, передвигающегося в полный рост.

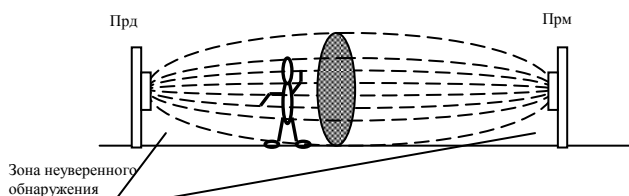


Рис. 3 Зона обнаружения радиолучевого извещателя

Радиолучевые средства имеют следующие достоинства:

- высокая (около 0,98) вероятность обнаружения;
- широко используются потребителями;
- хорошо зарекомендовали себя в эксплуатации;
- позволяют контролировать водные или др. рубежи, где отсутствует возможность прокладки по рубежу кабеля, создавая так называемые «виртуальные» заграждения.

К недостаткам следует отнести:

- требование к отсутствию в зоне обнаружения больших (от 0,1 до 0,8 м) неровностей, которые вызывают ложные срабатывания на отраженном сигнале;
- наличие «мертвых зон» – снижение чувствительности вблизи приемника и передатчика.

В таблице 4 проведен сравнительный анализ параметров наиболее распространенных радиолучевых извещателей.

Таблица 4

Тип	Принцип действия	Диаграмма направленности	Дальность
FMW-3	радиолучевой двухпозиционный линейный	ширина зоны -5 м; высота зоны- 1,8 м	10- 300м
FMW-4	радиолучевой двухпозиционный линейный	ширина зоны -8 м; высота зоны- 2,5 м	5- 50 м
ЛУЧ-М	радиолучевой двухпозиционный линейный	ширина зоны -5 м; высота зоны- 1,8 м	10- 300м
БАРЬЕР-500	радиолучевой двухпозиционный линейный	ширина зоны -3,5 м; высота зоны- 1,9 м	10- 500м
Призма-1/500	радиолучевой двухпозиционный линейный	ширина зоны -6,5 м; высота зоны- 2 м	до 500м
ЕМЦ - 200/2	радиолучевой двухпозиционный линейный	ширина зоны -3 м; высота зоны- 2 м	до 500м

На рисунке 4 приведен внешний вид радиолучевого извещателя типа ЕМЦ - 200/2.



Рис. 4 Радиолучевой извещатель ЕМЦ-200/2

Извещатель использует принцип регистрации основанный на контроле изменения электромагнитного потока СВЧ-сигнала между разнесенными на охраняемом периметре приемной и передающей антеннами.

Поток электромагнитной волны между передающей и приемной антенной имеет форму вытянутого тела, а т.к. в извещателе типа ЕМЦ200/2 используются плоские прямоугольные антенные решетки одинаковой формы и ориентации – форму близкую к вытянутому прямоугольному параллелепипеду.

Для минимизации интерференционных составляющих сигнала в реальных условиях применены фазированные антенные решетки, выполненные по микрополосковой технологии.

Эти особенности выделяют извещатель ЕМЦ – 200/2 в данной группе извещателей и позволяют отметить следующие его достоинства:

- в виду наличия вытянутой по вертикали прямоугольной антенны – практически отсутствуют в диаграмме направленности «мертвые зоны».

- возможность обнаружения нарушителей в большом диапазоне скорости их перемещения (от 0,1 до 10м/с);

- возможность получения прогнозируемых и постоянных характеристик зоны обнаружения;

- малая мощность излучения менее 10 мВт;

- возможность достижения высокой надежности обнаружения нарушителя при пересечении охранной зоны в полный рост при ходьбе, бегом, ползком (перекатом), прыжком (вероятность обнаружения не менее 0,95);

К недостаткам этого извещателя следует отнести необходимость настройки положения антенн по максимуму сигнала, что снижает технологичность

Вибрационные извещатели

К вибрационным извещателям относится широкий класс средств обеспечения охраны периметров, использующий принцип обнаружения нарушителя от вибрационного воздействия его на чувствительный элемент извещателя.

При этом различают следующие вибрационные извещатели:

- манометрические, использующие чувствительную мембрану, преобразующую механические колебания в электрический сигнал;

- трибоэлектрические, использующие эффект возникновения ЭДС между проводниками при их деформации;

- магнитометрические, использующие измерение низкочастотных изменений магнитного поля в чувствительном элементе извещателя, вызванных наличием ферромагнитных предметов у нарушителя;

- сейсмические, регистрирующие колебания платформы (ограждения) при толчках и ударах.

При этом:

- сейсмические и магнитометрические извещатели обладают высокой чувствительностью, позволяющей регистрировать очень слабые сигналы, например в массивных бетонных ограждениях.

- манометрические извещатели устанавливаются на оконных стеклах и неподвижных площадях небольшого размера, например извещатель «Паук-В» (см. рис. 5);



Рис. 5 Применение вибрационного манометрического извещателя типа «Паук- В»

- трибоэлектрические устанавливаются на подвижных металлических ограждениях (сетке «рабица», колючей проволоке, ограждении типа «егоза») – например извещатель «Багульник-М» (см. рис. 6);

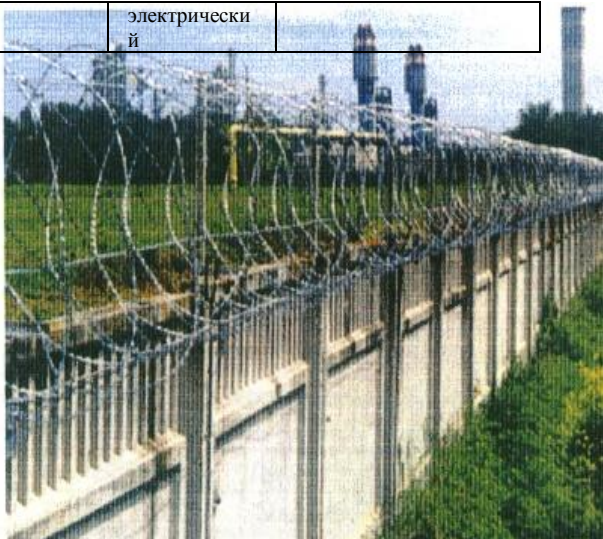


Рис. 6 Применение вибрационного трибоэлектрического извещателя типа «Багульник-М»

По физике сигналообразования и характеру распространения сигнала в грунте сейсмические извещатели регистрируют либо волны давления (диапазон частот - десятки доли – единицы Гц), либо поверхностные волны (10 -200 Гц).

Спектр полезных сейсмических сигналов (поверхностные волны) лежит в диапазоне 5...50 Гц, причем с увеличением скорости движения максимум (6 – 8 Гц при скорости движения 0,3 – 0,5 м/с) смещается в сторону более высоких частот.

Вторжение группы нарушителей приводит к расширению спектра в область высоких частот (до 80 – 100 Гц) с максимумом в районе 10 Гц.

Спектр сейсмосигналов от животных крайне неравномерен и шире с 2 – 3 максимумами.

Спектр транспортной помехи чаще всего перекрывает всю область полезных сигналов без максимумов.

В таблице 5 проведен сравнительный анализ параметров наиболее распространенных вибрационных извещателей.

Таблица 5

Оптоволоконные извещатели

Системы, использующие регистрацию изменений параметров электрического сигнала (амплитуды и фазы), при деформации оптоволоконного кабеля, называются оптоволоконными извещателями.

Эти системы не излучают электромагнитную энергию и сами практически не зависят от ее излучения, поэтому имеют высокую помехозащищенность.

Кроме того, отсутствие электрических потенциалов и практически полная независимость от погодных условий позволяют использовать их для охраны не только огражденных периметров и открытых территорий, но и надводных и подводных рубежей.

К недостаткам оптоволоконных извещателей следует отнести сложность процедуры сращивания и ремонта кабелей в полевых условиях.

В таблице 6 приведен пример оптоволоконного извещателя «Ворон».

Таблица 6

Тип	Принцип действия	Дальность
Ворон	оптоволоконное средство охраны периметров	до 30 км; число зон- до 56; длина зоны до 550 м;

Извещатель «Ворон», как и вибрационные извещатели, требует надежного контакта чувствительного элемента – кабеля с охраняемой поверхностью.

Применение его на парканах из колючей проволоки или сетке «рабица» проблематично, так как при сильном ветре в системе создается сплошной хаотический «шум».

Емкостные извещатели

Принцип действия емкостного извещателя основан на регистрации изменения емкости между двумя проводниками, расположенными вдоль периметра объекта на определенном расстоянии друг от друга. Нередко его выполняют в виде «kozyрька» над ограждением.

Появление человека вблизи емкостного извещателя или дотрагивание до него вызывает изменение электрического сигнала, которое после соответствующей обработки микроконтроллером блока управления вызывает сигнал тревоги.

К основным достоинствам данного метода контроля следует отнести:

- отсутствие «мертвых зон»;
- стабильно высокую чувствительность;
- возможность получения узкой зоны обнаружения;
- невысокая чувствительность к неровностям грунта или профиля ограждения.

К недостаткам емкостного метода следует отнести зависимость чувствительности от погодных условий. При изменении влажности или сильном дожде возможны ложные срабатывания за счет изменений электрической емкости извещателя.

В таблице 7 приведены примеры извещателей, использующих емкостной принцип контроля.

Таблица 7

Тип	Принцип действия	Дальность
РАДИАН-14	емкостной	зона - 2 × 250 м
РАДИАН-15	емкостной	зона - 2 × 250 м; повышенная помехозащищенность

Индуктивные извещатели

В таблице 8 приведен пример извещателя, использующего индуктивный принцип контроля.

Таблица 8

Тип	Принцип действия	Дальность
АЛМАЗ-01	индуктивный	зона - 2 × 250 м

Извещатели обрывного типа

Извещатели обрывного типа являются технически наиболее простыми средствами контроля, используя принцип контроля протекания электрического тока в замкнутом контуре.

При этом они обладают следующими достоинствами:

- низкая стоимость;
- простота установки и эксплуатации;
- отсутствие зависимости от погодных условий и электромагнитных наводок.

К недостаткам следует отнести невысокую эффективность, которая позволяет применять их на неособо важных объектах в расчете на нарушителей низкой квалификации или в виде блокирующих устройств.

В таблице 9 приведены примеры извещателей обрывного типа.

Таблица 9

Тип	Принцип действия	Дальность
МОСКИТ-СТ	датчик обрывного типа	до 1500 м; стационарный
МОСКИТ	датчик обрывного типа	до 2000 м; переносной
ЕГЕРЬ	датчик обрывного типа	до 2000 м; переносной

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как видно из рассмотренного выше, номенклатура технических средств, используемых

для построения рубежей РТСО охраны периметров, позволяет, в зависимости от конкретных метеорологических и др. эксплуатационных условий, выбрать оптимальный вариант их использования.

Так, при решении задач защиты периметров длиной 50-500 м. при условии непересеченной поверхности целесообразно выбрать инфракрасные или радиолучевые извещатели ввиду их относительно небольшой стоимости.

В случае периметров 0,5 - 2 км и более – более эффективными будут проводно - радиоволновые или радиоволновые извещатели.

В случае пересеченной местности – проводно-радиоволновые, вибрационные трибоэлектрические или оптоволоконные.

Для защиты от проломов и подкопов – сейсмические, на металлических поверхностях и решетках – манометрические.

То - есть, при выборе типа извещателя в каждом конкретном случае необходимо учитывать комплекс параметров – характеризующих условия применения радиотехнических средств охраны периметров и характеристики самих извещателей, определяемых физическими принципами их работы и конструктивными особенностями их построения.

При этом для уменьшения вероятного противодействия нарушителя, рубежи электронной защиты должны работать на различных физических принципах построения

При проведении данного анализа была использована техническая информация о радиотехнических средствах охраны периметров объектов из специализированных технических периодических изданий [1, 2, 3], а также прайсы ведущих фирм производителей и поставщиков данной аппаратуры, таких как: ЗАО «Охранная техника», Россия; НПФ «Фортеза», Россия; АИБ «Юго-Запад», Украина; «Geoquip», Великобритания; «Selco» Япония, «Sorhea», Франция; «SWM», США; «Asim Technologies», Швейцария, «Jablotron», Чехия.

[1] «Бизнес и безопасность», 2006 - 2007 г.г.

[2] «Best of Security», 2006 - 2007 г.г.

[3] «Fire & Security», 2006 - 2007 г.г.