

## Периметровые распределенные маскируемые средства обнаружения нарушителей и транспортных средств с передачей информации по радиоканалу

**Станислав ЗВЕЖИНСКИЙ**, доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник АО «НПК «Дедал» (компания госкорпорации «Росатом») **Сергей КОЗЛОВ**, кандидат технических наук, доцент, заместитель генерального директора по НИОКР АО «НПК «Дедал» (компания госкорпорации «Росатом»)

Системы физической защиты (СФЗ) предназначены для обеспечения защиты объектов разной формы собственности. Технические средства охраны (ТСО) как часть СФЗ осуществляют автоматическое обнаружение нарушителей, вторгающихся на объекты, а их основным компонентом являются сигнализационные средства обнаружения (СО). Периметровые СО выявляют события вторжения нарушителей (люди, транспорт, технические аппараты и проч.) в контролируемую область пространства – зону обнаружения (ЗО), распространенную вдоль внешнего периметра объекта охраны. В общем, любое периметровое СО состоит из чувствительного элемента (ЧЭ), преобразующего контролируемую физическую величину в электрический сигнал, и блока электронного (блока обработки сигналов (БОС), который дискриминирует полезные сигналы, вызываемые нарушителями, от помех и формирует на своем выходе сигнал тревоги. Разные типы СО, классифицируемые по физическому принципу регистрации вторжения и соответствующему виду ЧЭ, обладают различной сигнализационной надежностью, которая определяется двумя основными характеристиками: обнаружительной способностью, оцениваемой вероятностью обнаружения  $P_0$ , и помехоустойчивостью, оцениваемой средней наработкой на ложное срабатывание Тл. Поскольку они дифференцированно чувствительны к различным видам вторжения и источникам природных и промышленных помех, для их эффективного применения необходимо знание соответствующих специфических особенностей и возможностей.

Периметровые магнитометрические средства обнаружения (МСО) основаны на регистрации изменений локального магнитного поля земли, обусловленных перемещением в ЗО нарушителя с ферромагнитными предметами – оружием, амуницией, средствами радиосвязи и проч. МСО является маскируемым, его ЧЭ пассивного принципа действия (в виде специально сконфигурированного провода или кабеля) помещается в грунт на глубину до 0,5 м, следует ландшафту поверхности в месте установки, не требует инженерной подготовки местности (кроме удаления деревьев по траектории рубяжа). Последнее является преимуществом по сравнению с теми СО, у которых зона распространяется в виде луча или линии. Зона обнаружения МСО – объемная (волюмометрическая), позволяющая обнаруживать как обычные способы вторжения нарушителей («шаг», «бег», «прыжок», «ползком»), так и более изощренные («перекат», «подкоп», построение «моста»).

Конкурентоспособность МСО по сравнению с другими типами сигнализационных средств обеспечивается наличием следующих факторов:

- визуальная и радиомаскируемость;
- отсутствие сезонных настроек (полезные сигналы не зависят от климатических и почвенно-геологических условий), работоспособность в воде и под толстым слоем снега;

- высокая помехоустойчивость к мощным удаленным помехам (ЛЭП, грозы и т. д.) вследствие дифференциальной структуры ЧЭ;
- нечувствительность к перемещению животных (прежде всего крупных) в ЗО.

В нашей стране уже многие годы осуществляется разработка периметровых МСО, накоплен опыт, позволяющий оценить возможности данного класса специальной техники и перспективы разработки новых средств, в том числе при комплексировании с другими типами СО [3]. Тактико-технические характеристики одного из магнитометрических средств обнаружения в области маскируемых СО приведены в табл. 1.

**Таблица 1. Тактико-технические характеристики магнитометрического средства обнаружения**

Параметр	Значение
Принцип обнаружения	Пассивный магнитоиндукционный, по локальному изменению магнитного поля земли, вызванного движением ферромагнитного объекта
Вид зоны обнаружения	Маскируемая, объемная, не требующая инженерной подготовки местности
Длина зоны обнаружения, м	Не более 500 (2 x 250)
Типы обнаруживаемых нарушителей	Военная техника, авто- и мототранспорт, гужевой транспорт, велосипеды и проч.
Вероятность обнаружения $P_0$	Не менее 0,98
Вероятность правильного определения направления движения	Не менее 0,95
Ограничения по применению	Вблизи источников мощных промышленных электромагнитных помех (высоковольтные ЛЭП, городской транспорт и проч.), в болотах, в лесу
Нечувствительность к классам помех	Выпадаемые осадки, скорость ветра, состояние грунта, вид и толщина постилающей поверхности
Средняя наработка на ложное срабатывание, час	Не менее 1500
Работа в составе	Автономная или в составе радиоканального сигнализационного комплекса «Гермес»
Напряжение питания, В пост. тока	5...7,5
Энергопотребление, мВт, не более	30
Диапазон рабочих температур, °С	-50...+50
Состав изделия:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• БОС;</li> <li>• распределенный ЧЭ на основе провода П-274М;</li> <li>• автономный источник питания;</li> <li>• передатчик с антенной;</li> <li>• блок контроля и индикации;</li> <li>• комплект монтажных частей</li> </ul>

На рис. 1 представлена графическая схема установки изделия.

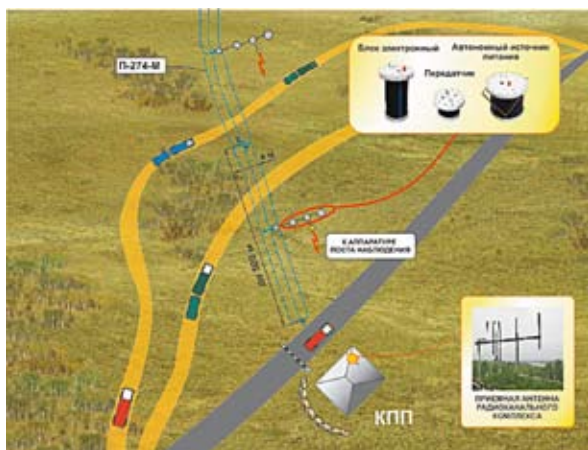


Рис. 1. Схема установки магнитометрического средства обнаружения

Подтвержденная в условиях эксплуатации на реальных объектах высокая сигнализационная надежность изделий обеспечивает их соответствующий технический потенциал. Еще большим по сравнению с МСО сигнализационным потенциалом обладает комбинированное СО, которое совмещает два пассивных принципа обнаружения – сейсмический и магнитометрический – на базе единого конструктива ЧЭ и БОС. При этом повышается сигнализационная надежность, расширяется область применения, появляются дополнительные информационные признаки предполагаемого нарушителя, повышая эффективность СФЗ в целом.

Разработка периметровых комбинированных средств обнаружения с распределенным маскируемым ЧЭ основана на интеграции магнитометрического и сейсмического принципов обнаружения. Так, одной из разработок является маскируемое комбинированное СО, предназначенное для обнаружения и указания направления движения практически любых нарушителей, свободно пересекающих скрытно контролируемый рубеж охраны.

Трехлинейный кабельный ЧЭ, установленный в грунт на глубину 30 см, формирует совмещенную объемную сейсмомагнитометрическую ЗО шириной около 4 м. ЧЭ построен на основе специального кабеля КТПЭДЭП с усиленным и нормированным трибозлектрическим эффектом. Сейсмические сигналы, возникающие под действием веса нарушителя, образуются в виде изменений заряда между двумя экранами каждой линии кабеля и регистрируются с помощью зарядочувствительных усилителей. Сигналы ЭДС индукции образуются на выходе многовиткового трехлинейного магнитометрического ЧЭ, обладающего пространственной дифференциальной структурой.

Таким образом, на БОС с каждого фланга рубежа (левый, правый) поступают 3 сейсмических и 2 магнитометрических независимых сигнала. Алгоритм обработки информации в СО адаптивен к величине зарегистрированного магнитного момента у возможного нарушителя, причем с ее увеличением требования по обнаружению к сейсмическому каналу снижаются. БОС анализирует структуру полезных сигналов, устанавливая оптимальные параметры алгоритма для данного агрегатного состояния грунта. Высокая помехоустойчивость СО обеспечивается в том числе оптимизацией частотно-усилительного тракта, непрерывным контролем сигнала с датчика помех, корреляционной обработкой всех сейсмических сигналов, корреляционной обработкой сигналов с двух флангов и др.

СО может подключаться к любой станционной аппаратуре, обеспечивающей необходимое питание, возможность контроля

работоспособности и прием сигнала тревоги. Средство может применяться в условиях равнинной, горно-лесистой и среднепересеченной местности с различным растительным покровом (трава, мелкий кустарник), за исключением скальных пород, болот и зыбучих песков; в ЗО не должны находиться деревья и крупный кустарник. Для комбинированного СО с маскируемым ЧЭ в большой степени снимается проблема осведомленного нарушителя, его достоинством является гибкая схема изменения алгоритма обработки информации. У СО отсутствует «мертвая зона», обеспечивается высокая помехоустойчивость и вероятность обнаружения нарушителей, в том числе магниточистых и в экстремальных зимних условиях (глубокий снег, образование наста). Основные ТТХ такого прибора приведены в табл. 2. На рис. 2 представлена графическая схема установки изделия.

Таблица 2. Тактико-технические характеристики сейсмомагнитометрического средства обнаружения

Параметр	Значение
Принцип обнаружения	Пассивный комбинированный сейсмо-магнитометрический, по локальным изменениям микросейсмического и магнитного полей земли, вызванных нарушителем
Вид зоны обнаружения	Маскируемая, объемная, не требующая инженерной подготовки местности
Длина зоны обнаружения, м	Не более 500 (2 x 250)
Типы обнаруживаемых нарушителей	Военная и транспортная техника, гужевого транспорт, велосипедисты, люди
Вероятность обнаружения $P_0$	
• транспортного средства	Не менее 0,98
• человека	Не менее 0,9
Вероятность правильного определения направления перемещения	Не менее 0,9
Ограничения по применению	Вблизи источников мощных промышленных электромагнитных и сейсмических помех (высоковольтные ЛЭП, городской транспорт, автодороги), в болотах и лесу
Нечувствительность к классам помех	Выпадаемые осадки, видстилающей поверхности грунта
Средняя наработка на ложное срабатывание, час	Не менее 1500
Работа в составе	Автономная или в составе радиоканального комплекса
Напряжение питания, В пост. тока	5...7,5
Энергопотребление, мВт	Не более 100
Диапазон рабочих температур, $^{\circ}\text{C}$	-50...+50
Состав изделия	<ul style="list-style-type: none"> <li>• БОС;</li> <li>• распределенный ЧЭ на основе спецкабеля;</li> <li>• автономный источник питания;</li> <li>• передатчик с антенной;</li> <li>• блок контроля и индикации;</li> <li>• комплект монтажных частей</li> </ul>

Анализ тактико-технических характеристик, приведенных в таблицах 1 и 2, позволяет сделать вывод о достаточно высоком научно-техническом уровне разработанных отечественных периметровых СО. Их потенциал, далеко не исчерпанный, дает возможность для дальнейшей модернизации.

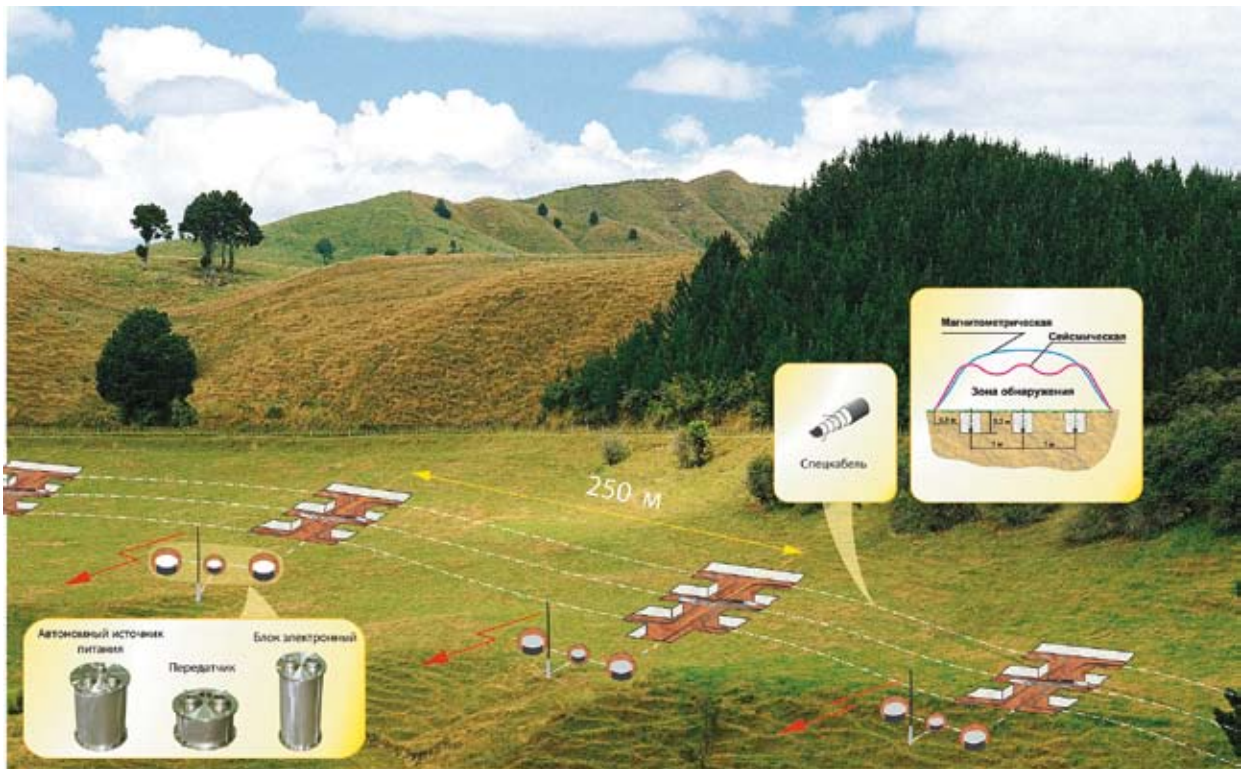


Рис. 2. Схема установки сейсмомагнитометрического средства обнаружения

Маскируемые периметровые СО, как правило, легко интегрируются в существующие и разрабатываемые комплексы технических средств охраны и могут комплексироваться с различными системами видеонаблюдения, в том числе входящими в состав постов технического наблюдения.

Например, для формирования внешних маскируемых выносных рубежей охраны с передачей сигнализационной информации по радиоканалу средства обнаружения могут быть сопряжены с автономным постом технического наблюдения (АПТН). АПТН предназначен для круглосуточного и всепогодного дистанционного наблюдения за подступами к охраняемым зонам на сухопутных и водных участках контролируемой территории с целью оценки обстановки, наблюдения за действиями и продвижением нарушителей, координации действий персонала охраны, а также архивирования визуальной информации (рис. 3).

АПТН представляет собой территориально распределенный комплекс технических средств видеонаблюдения и контроля обстановки на охраняемой территории с удаленного рабочего места оператора. Состоит из двух территориально разнесенных составных частей: линейного (ЛП) и станционного (СП) постов. Общая структурная схема АПТН приведена на рис. 4. СП размещается в центральном пункте охраны объекта. ЛП устанавливается на контролируемой территории и может располагаться на удалении до 30 км от СП. Передача информации между ЛП и СП может осуществляться либо по радиоканалу, либо по оптоволоконной линии связи.



Рис. 3. Внешний вид АПТН

В АПТН используется двухспектральная система видеонаблюдения, позволяющая обнаруживать и распознавать цели как днем, так и ночью. Для электропитания оборудования ЛП могут использоваться фотоэлектрическая станция с функцией пассивной самоочистки солнечных модулей от снега и грязи; система электропитания от промышленной сети переменного тока 220 В, 50 Гц.

Область применения АПТН: мониторинг ближних и дальних подступов к охраняемым объектам, обнаружение, распознавание и сопровождение нарушителей, а также легких и тяжелых транспортных средств и различных плавсредств; регистрация движения нарушителя по контролируемому участку маршрута; наведение технических средств наблюдения на тревожный участок, а затем обнаружение и сопровождение движущихся объектов; возможность информационного обмена с внешними комплексами средств автоматизации с использованием протоколов информационно-логического и технического взаимодействия.

Таким образом, комплексирование средств обнаружения с системами видеонаблюдения, например с АПТН, дает проектировщикам систем физической защиты объектов широкие возможности в построении различных внешних протяженных маскируемых рубежей охраны территориально распределенных и удаленных объектов с возможностью эксплуатации в круглосуточном всепогодном режиме. [2]

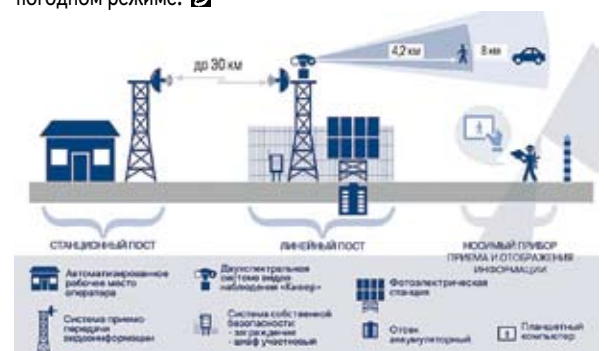


Рис. 4. Общая структурная схема АПТН