

Запреградный радар-обнаружитель с функцией 2-D.

Н.П. Семейкин, В.В. Помозов, А.В. Дудник, А.Н.Титов

Общество с ограниченной ответственностью ООО «Логические Системы», 140104, Московская обл., ул. 100-й Свирской дивизии, д. 11, Тел. /Факс +7(495) 221-75-49, 221-75-58, +7 (495) 221-75-59, E-mail: info@logsys.ru, www.logsys.ru

Разработан радар-обнаружитель, который предназначен для поиска живых людей за непрозрачными преградами. Прибор имеет дополнительный (георадарный) режим работы, который используется для обнаружения мест вероятной закладки ВУ, тайников с оружием, боеприпасами, схронов с людьми т.д.

Radar-detector was developed, which is designed to search for people alive behind opaque barriers. The device has an additional mod, which is used for the detection of the places of probable bookmarks WU, caches of weapons, ammunition, hiding-places with people etc.

Наблюдаемое во всем мире распространение террористических актов выявило острую необходимость обеспечения силовых структур техническими средствами обнаружения и наблюдения при проведении антитеррористических операций. К таким средствам, например относятся средства обнаружения скрываемого оружия и взрывоопасных предметов на теле человека, обнаружение подозрительных лиц в толпе, обнаружение мин-закладок на местности и на коммуникациях, поиск схронов с оружием. Все чаще антитеррористические операции приходится проводить в населенных пунктах, в зданиях, в жилищах. В этом случае остро стоит проблема обнаружения террористов и скрытного наблюдения за ними, за оптически непрозрачными преградами (за стенами, перегородками) с помощью специальных технических средств. Для создания таких средств представляется целесообразным использовать технику георадаров. Техника георадаров является разновидностью радиолокационной техники, использующей, как известно, явления отражения коротких импульсов электромагнитного поля от объектов и границ раздела разнородных сред. Особенностями георадарной техники является использование сверхкоротких (а, следовательно, и сверхширокополосных) импульсов электромагнитного поля, что позволяет выполнять тонкий анализ дальностной структуры источника отражения. Так, при типовой длительности импульса порядка менее - 10 нс (наносекунда) разрешающая способность по дальности (степень подробности радиолокационного портрета отражателя) характеризуется расстоянием в несколько сантиметров.

Запреградный радар-обнаружитель должен работать в условиях приема множества сигналов, обусловленных отражениями и переотражениями от стен, пола, потолка, предметами обстановки и оборудования. Сложнее дело обстоит с оценкой потерь энергии на трассе распространения сигнала. Здесь основными источниками потерь являются отражения от поверхностей преград (стен) и затухание сигналов в материале преград. На практике суммарные потери сильно зависят от частоты зондирующего сигнала. Потери тем выше, чем выше частота (и короче длины волны). В качестве среды с относительно малыми потерями можно рассматривать дерево, стекло, кирпич. Средой с большими потерями является бетон. Металлический каркас внутри бетона, обладает следующим свойством. Если, как уже указывалось, потери в материале растут с ростом частоты сигнала, то степень проникновения электромагнитной волны через металлический каркас, в общем, увеличивается с ростом частоты сигнала. Таким образом, в рассматриваемом случае можно полагать, что может быть определена некоторая оптимальная частота сигнала при которой суммарные потери сигнала в преграде минимальны.

На качественном уровне это положение иллюстрируется кривыми на рис.1. Во всех случаях потери энергии на трассе распространения обусловлены собственно преградой и доминируют над факторами, характерными для распространения расходящихся сферических волн в свободном пространстве. Таким образом, конкретный набор преград и их характеристики, особенно толщина, по существу, являются основным фактором, определяющим выбор средней частоты зондирующих сигналов. Представляется, что в России, где климатические условия вынуждают при строительстве возводить толстые стены, средняя частота спектра зондирующих сигналов не должна превышать 1ГГц, что способствует длине волны 30 см. Видимо, в условиях, характерных для Южной Европы и Израиля, средняя частота спектра может быть повышенной вплоть до 5- -8ГГц.

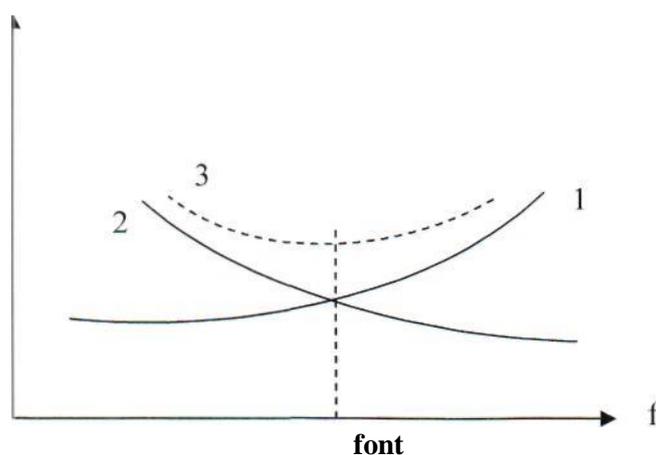


Рис.1. Зависимость энергетических потерь в железобетонно стене от частоты.

1 - потери на поглощение в материале

2 - потери на отражение от металлической структуры

3 - суммарные потери

Важно отметить, что выбор средней частоты определяет габариты и вес радара-обнаружителя. В связи с тем, что до настоящего времени в технике сверхкоротких импульсов отсутствуют автоматические коммутаторы «прием-передача», позволяющие использовать общую антенну для режимов передачи и приема, приходится использовать две отдельные антенны (для приема и передачи). Так как размеры антенны должны быть не менее половины средней длины волны, то поперечные габариты устройства не могут быть менее 300мм. Также устройство способно измерять только дальность до отражателей. Для получения более полной информации о целях, в частности, о направлении на отражатель, приходится наращивать количество антенн, что ведет к дальнейшему росту габаритов и веса устройства. В простейшем случае для определения направления в одной плоскости (например, горизонтальной) необходимо использовать разнесенные одну передающую и две приемные антенны.

Израильская фирма Самег разработала линейку приборов под общим названием Haver. Прибор Haver 400 имеет габариты 460x225x12 мм. при весе 3кг. и дальности действия до 20м. Все приборы этой линейки имеют среднюю частоту спектра излучаемых сигналов около 6 ГГц, что представляется явно завышенным.

При разработке радара-обнаружителя РО-400СН1 учтен опыт создания радара-обнаружителя РО-400СН, его эксплуатации в различных регионах страны, а также дополнительные требования, выработанные в результате анализа работ, проведенных в ООО "Логис". Для обеспечения требуемой дальности при работе через кирпичные или бетонные стены толщиной диапазон используемых частот обнаружения выбран

диапазон 300-600 МГц. Радар-обнаружителя РО-400СН1 предназначен для вооружения силовых структур Российской Федерации и предназначен для поиска живых людей за непрозрачными преградами по изменению радарограммы в статическом режиме. Радар-обнаружитель обеспечивает дальность обнаружения объектов за легкими перегородками типа гипсокартона или фанеры – не менее 21 м; за кирпичной стеной толщиной не менее 30 см – не менее 14 м; за бетонной стеной толщиной не менее 20 см – не менее 10 м. Обнаружение объектов обеспечивается в створе угла не менее 90°.

При движении объектов, расположенных за непрозрачными преградами, на экран прибора выводится совокупность сигналов (профиль), по которому можно определить местоположение и дальность до объектов. Изображение выводится на экран прибора в реальном масштабе времени в виде двумерного изображения (режим 2D).

Требование по обеспечению обнаружения объектов в створе угла не менее 90° требует применения антенн с широкой диаграммой направленности (более 90°) или использования многоэлементных антенных решеток с фазированной диаграммой направленности (ФАР). Использование ФАР более перспективно, так как позволяет одновременно решить задачу определения угловой координаты. Но ФАР на антеннах частотного диапазона 300-600 МГц получается очень громоздкой и не пригодной для ручного транспортирования.

Поэтому при разработке изделия были использованы антенны типа "бабочка", которые имеют широкую диаграмму направленности, а задача определения угловой координаты объекта решается с применением второго канала с дополнительной антенной. Этот вариант позволяет обеспечить минимальные массогабаритные характеристики изделия путем некоторого усложнения его приемной части.

Конструктивно новый разработанный заградный радар-обнаружителя РО-400СН1 представляет из себя моноблок с закрепленной на подвижном кронштейне дополнительной антенной (рис.2). Сигнал с дополнительной антенны на моноблок подается по коаксиальному кабелю. Дополнительная антенна крепится к моноблоку с помощью легкоъемного кронштейна, что позволяет при необходимости использовать только один моноблок (при этом реализуется режим отображения 1,5D).



Рис. 2. Внешний вид радара-обнаружителя РО-400СН1.

Достаточно сложным вопросом явилась разработка программного обеспечения, обеспечивающего обработку сигнала с целью определения дальности и угловой

координаты движущегося объект (режим 2D). На рис.3 приведена форма визуализации результатов обработки радиолокационных данных.

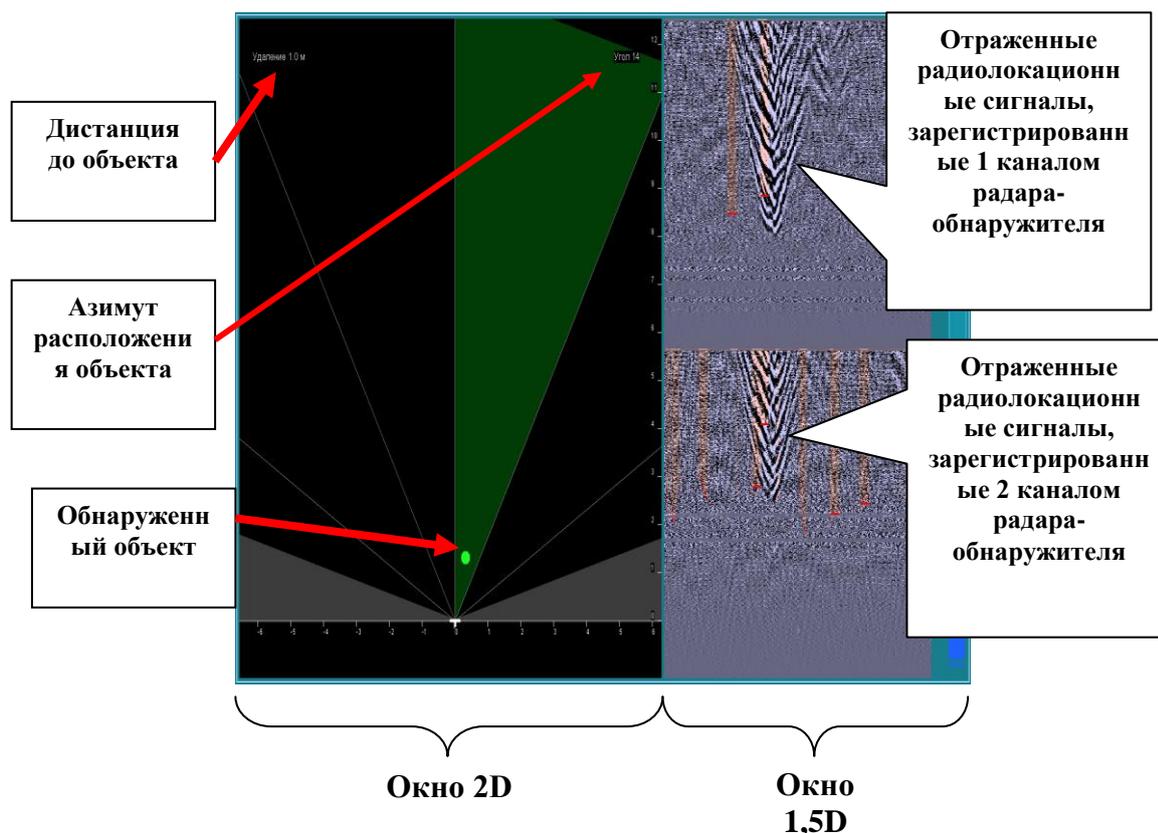


Рис. 2. Экранная форма РО-400СН1 в режиме «обнаружение».

Для обеспечения работы с изделием в труднодоступных местах предусмотрена возможность дистанционного управления с помощью специализированного блока управления с использованием радиоканала, либо по кабелю длиной 20 м. Радар-обнаружитель имеет дополнительный (георадарный) режим работы, который используется для обнаружения мест вероятной закладки ВУ, тайников с оружием, боеприпасами, схронов с людьми т.д. Для этой задачи используются дополнительные принадлежности из комплекта поставки. Это позволяет решать комплексные задачи при проведении специальных мероприятий и является, наряду с высокой проникающей способностью, конкурентным преимуществом перед высокочастотными аналогами.

Выводы:

Введение канала с дополнительной приемной антенной позволяет получать наряду с информацией по дальности до подвижного объекта, информацию по угловой координате. Тем самым обеспечивается режим 2 D, что расширяет функциональные возможности прибора. Все остальные потенциальные характеристики нового радара обнаружителя сохранены на уровне серийно выпускаемого радара-обнаружителя РО-400 СН, который за последние 5 лет хорошо себя зарекомендовал в процессе оперативного применения.