

Особенности разработки радиолокатора для обнаружения подвижных объектов за оптически непрозрачными преградами

С.В.Иода, Я.О.Васильев, В.Н.Марчук

ФГУП СКБ ИРЭ РАН, г. Фрязино, Московской области,
ФИРЭ им В.А.Котельникова РАН, г. Фрязино, Московской области,
E-mail: serg.ioda@yandex.ru

Рассмотрены особенности разработки радиолокатора для обнаружения подвижных объектов за оптически непрозрачными преградами. Приведены сравнительные характеристики по отношению к отечественным прототипам и зарубежным аналогам.

Features of radar development for detecting moving objects behind optically opaque barriers are considered. Comparative characteristics in relation to domestic and foreign prototypes are given.

Одним из направлений борьбы с терроризмом является разработка методов и средств для обнаружения людей, скрытых за оптически непрозрачными преградами: за стенами зданий и сооружений, под землей, а также в лесных массивах.

Такие свойства приборов, как оперативность и возможность дистанционного обнаружения наиболее важны при разработке средства противодействия терроризму. Этими свойствами обладают приборы, использующие радиоволновые методы. [1, 2] Использование широкополосных и сверхширокополосных сигналов, развитие микропроцессорной техники и новых методов и алгоритмов обработки сигналов позволили создать новые типы радаров, такие, как: радары подповерхностного зондирования - георадары и радары для обнаружения людей за оптически непрозрачными преградами.

Предлагаемый к рассмотрению радар может быть использован для обнаружения живых объектов за оптически непрозрачными преградами, в частности за стенами, в завалах, под снегом и пр. Прототипом его является Сверхширокополосный радиолокатор для обнаружения людей за оптически непрозрачными преградами. «Данник-5», разработанный в ФГУП СКБ ИРЭ РАН. [3, 4]. В прототипе использовались антенны рупорного типа, его недостатками являются большие масса и габариты, а также восприимчивость к объектам, движущимся позади радиолокатора, в том числе оператора радара и сторонних наблюдателей.

С учетом выявленных недочетов был разработан радар с антенной системой нового типа. Блок-схема радара представлена на Рис.1. Радар содержит фазированную приемную антенную решетку, состоящую из восьми антенн 1, к каждой из которых подключен соответствующий модуль регулировки амплитуды и фазы сигнала 2, сумматор 3, входы которого подсоединены к выходам блоков 2 регулировки амплитуды и фазы сигнала, блок 4 обработки сигналов, к входу которого подсоединен выход сумматора 3, а выход подключен к входу передающего блока, содержащему модулятор 5 и антенну 6.

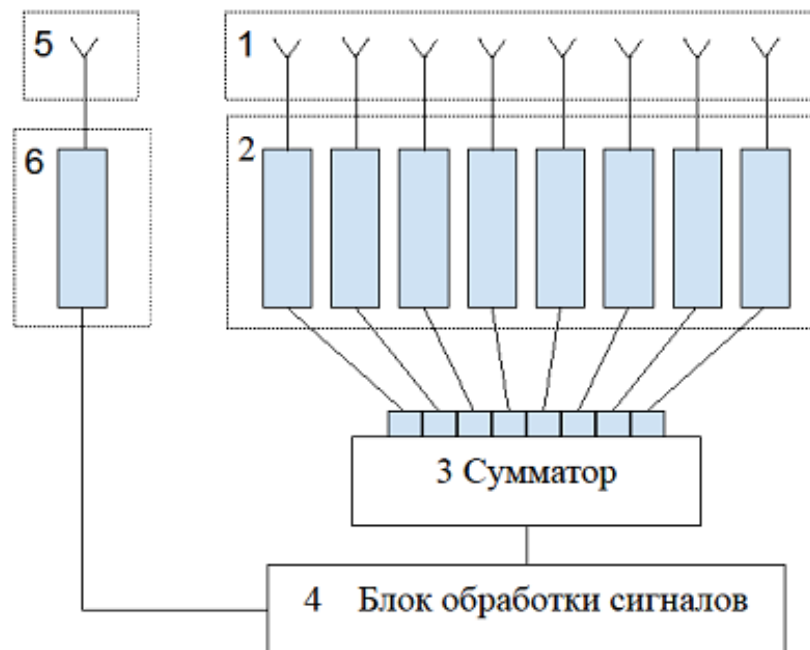


Рис.1. Блок-схема радара.

Предлагаемое устройство работает следующим образом. Передающий блок излучает короткий радиоимпульс, сформированный в блоке обработки сигналов, который отражается от объектов, встречающихся на пути сигнала, и принимается фазированной приемной антенной решеткой. Пройдя через сумматор, сигнал поступает на вход блока обработки сигналов, где обрабатывается и сигнал от подвижного объекта в виде метки выводится на экран компьютера, где определяются дальность и направление, соответствующие положению подвижного объекта и времени запаздывания отраженного от него импульса.

Благодаря тому, что в радаре используются малогабаритные печатные антенны, была улучшена его диаграмма направленности, обеспечена более четкая перестройка в зоне обзора и более точное определение местоположения подвижного объекта и, кроме того, была улучшена экранировка радара, что исключило его восприимчивость к движущимся сбоку и сзади радиолокатора объектам. А массогабаритные характеристики стали 3,5кГ и 0.35x0.2x0.18м³, вместо 5кГ и 0,5x0,37x0,13 у прототипа.

Радар предназначен для обнаружения живых объектов и их местоположения за оптически непрозрачными средами, (определения направления и расстояния до них):

- при проведении оперативных мероприятий структурами МВД для обнаружения живых людей за стенами и мониторинга их перемещения, для выявления скрытого провоза людей и животных в контейнерах, вагонах, автофургонах;
- при проведении спасательных мероприятий структурами МЧС при стихийных бедствиях, природных и техногенных катастрофах для обнаружения живых людей под завалами и лавинами, в горящих и задымленных зданиях;
- при проведении охранных мероприятий помещений и территорий для обнаружения несанкционированного проникновения людей и техники, контроля доступа, мониторинга внутреннего перемещением людей (детей).

Внешний вид радара представлен на Рис.2.



Рис.2. Внешний вид радара StenoVIII.

Основные технические параметры радара представлены в таблице 1, а в таблице 2, приведены сравнительные характеристики наиболее распространенных российских и импортных аналогов: «Хавег 400» [5], «РО-400», «РО-400 2D»[6].

Таблица1. Технические характеристики радара «StenoV»

1	Рабочая частота, ГГц	3,5
2	Обнаружение людей за стеной на расстоянии до, м	≤10
3	Радиолокатор обнаруживает людей при углах – в горизонтальной плоскости до, град – в вертикальной плоскости, град	120 ⁰ 90 ⁰
4	Разрешающая способность: – по дальности, м – по горизонтальному полю обзора, град	≤ 0,3 15 ⁰
5	Радиолокатор обнаруживает людей за стеной, выполненной из: – кирпича толщиной, м – бетона, м – каменной кладки толщиной, м – дерева толщиной, м	0,4 0,2 0,4 0,4
6	Питание автономное (от аккумулятора), В	7,4
7	Средняя мощность сигнала, мВт	4
8	Время непрерывной работы: – при температуре окружающей среды от 0 до плюс 40 ⁰ С, ч – при температуре окружающей среды от 0 до минус 20 ⁰ С,ч	≥4 ≥2
9	Габаритные размеры, мм	350x200x180
10	Масса не более, кг	3.5

Таблица 2. Сравнительные характеристики стеновизоров

Название	Xaver 400	PO-400	PO-400 2D	StenoV
Дальность, м	4, 8, 20	21	21	10
Частота, ГГц	3-10	0,4	0,4	3 - 4
Углы обзора, град	120	120	120	90-120
Вес, кг	3,2	4,4	5,8	3,5
Размеры, мм	370 x 225 x 120	395 x 290 x 155	960 x 290 x 155	350 x 200 x 180

Как видно из таблицы 2 радар StenoV не уступает зарубежным и отечественным аналогам как по масс-габаритным, так и по радиофизическим параметрам.

Проведенные испытания радара показали удовлетворительные результаты. В пустых помещениях за тонкими кирпичными стенами вероятность обнаружения движущихся объектов близка к единице, а вероятность ложных тревог минимальна. При наличии большого количества мебели в помещении на экране прибора иногда могут наблюдаться ложные цели, вызванные кратными переотражениями сигнала.

Заключение

В настоящее время ведутся работы по совершенствованию конструкции радара, доработке и верификации алгоритмов обнаружения подвижных объектов.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН

Литература

1. Бажанов А.С., Иода С.В., Марчук В.Н., Матвеев В.И. Перспективы создания новых типов радиоволновых приборов для противодействия терроризму // Сборник трудов VIII Всероссийские Армандовские чтения, 26-28 июня 2018 г., Муром, МиВЛГУ, С. 499-503.
2. Подповерхностная радиолокация. Под ред М.И. Финкельштейна М.: Радио и связь, 1994, 216с.
3. Радиолокатор для обнаружения людей за стенами "Данник-5" // <http://www.sdbireras.ru/produkcziya/blizhnyaya-radiolokacziya/radiolokator-dlya-obnaruzheniya-lyudej-za-stenami-dannik-5>
4. «Данник-5» в ФГУП СКБ ИРЭ РАН // <http://rudocs.exdat.com/docs/index-163245.html>
5. Xaver 400 (X-400) // http://mercury-pro.ru/pdf/xaver_400.pdf
6. Радары-обнаружители людей за стенами (стеновизоры) // <http://stenovizor.com>