

СШП радиолокатор для обнаружения и наблюдения живых объектов на больших дистанциях

А.В. Бердников

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д.4.

a-berd@yandex.ru

В докладе приводится описание сверхширокополосного (СШП) радиолокатора для обнаружения и наблюдения живых объектов в интересах охраны внешнего периметра охраняемых объектов. Особенностью данного радиолокатора является достаточно большая дистанция обнаружения живых объектов – до 100 метров, а также выполнение на основе унифицированных блоков.

The report provides a description of ultrawideband (UWB) radar for the detection and monitoring of live objects in behalf of protect the external perimeter of the protected objects. The peculiarity of this radar is quite a long distance detection of living objects - up to 100 meters, and the performance on the basis of standardized units.

В ходе выполнения Московским авиационным институтом опытно-конструкторской работы по теме «Создание ряда высокоточных аппаратно-программных комплексов для дистанционного обнаружения и наблюдения живых объектов в интересах медицины, охраны и безопасности» [1] был разработан ряд СШП радиолокаторов. Разработанные радиолокаторы имеют различные области применения, такие как: наблюдение живых объектов за оптически непрозрачными преградами, охрана помещений и внутреннего объема транспортных средств, дистанционный и бесконтактный контроль ритма сердцебиения и дыхания, контроль психофизического состояния человека. Однако данные радиолокаторы, объединены общими техническими требованиями, в частности, полосой радиоканала, несущими частотами, требованиями по унификации функциональных и конструктивных узлов и т.д.

Рассматриваемый радиолокатор предназначен для обнаружения и наблюдения живых объектов в интересах охраны внешнего периметра охраняемых объектов. Помимо этого данный радиолокатор может применяться для установки охранных рубежей в труднодоступных местах – на горных перевалах и ущельях.

Использование СШП радиолокаторов для охраны определяется их основным тактическим преимуществом – одной приемо-передающей позицией, в противовес распространённым охранным системам, работающим на «просвет». Помимо этого СШП радиолокаторы позволяют определять дальность до живого объекта и его скорость, и имеют низкий уровень электромагнитного излучения в широкой полосе частот, что значительно усложняет возможность подавления зондирующего сигнала.

Предлагаемый СШП радиолокатор реализован по гомодинной квадратурной схеме [4]. Аппаратно выделено три основных функциональных блока: антенна (рис. 1), субблок СВЧ (рис. 2) и субблок обработки (рис. 3).

Антенна конструктивно выполнена в виде печатной антенной решетки (АР). У данной АР узкая ширина диаграммы направленности (ДН) в угломестной плоскости, что сделано для уменьшения влияния отражений от подстилающей поверхности, а также улучшения энергетических характеристик. Ширина ДН в азимутальной плоскости, наоборот, выбрана достаточно широкой для обеспечения возможно большего перекрытия охраняемой площади. Разработка АР производилась ООО «Завант» по частному техническому заданию.

Субблок СВЧ обеспечивает формирование зондирующих и опорных сигналов, управление антенным переключателем, стробирование и бланкирование приемника, оцифровку напряжений квадратурных каналов. Техническими особенностями субблока СВЧ являются применение нониусной (каскадной) схемы включения перестраиваемых линий задержек, возможность использования аналогового когерентного накопления реализованного на устройстве выборки и хранения, а также использование управляемого аттенюатора, обеспечивающего выравнивание энергетических потенциалов при работе по разным элементам дальности, т.е. расширение динамического диапазона радиолокатора.

Субблок обработки осуществляет операции синхронизации субблока СВЧ, производит принятие решения об обнаружении объекта, выдачу тревожных сигналов по интерфейсу в соответствии с RS485 или по USB, а также формирует вторичные напряжения для питания субблока СВЧ. Предусмотрена возможность управления радиолокатором от внешнего устройства обработки и отображения информации.

Питание радиолокатора осуществляется через импульсный источник питания от промышленной сети ~200 В 50 Гц. Опционально возможна установка резервного аккумулятора.

В таблице 1 приведены основные тактико-технические характеристики дальнедистанционного СШП радиолокатора.

Таблица 1. Тактико-технические характеристики СШП радиолокатора

п/п	Характеристика	Значение
1	Несущая частота зондирующего сигнала [1], ГГц	3.5
2	Ширина полосы радиоканала [1], МГц	>500
3	Пиковая мощность зондирующего сигнала [3], Вт	≤0.5
4	Средняя мощность зондирующего сигнала [3], мВт	≤0.313
5	Диапазон рабочих дальностей обнаружения [1], м	1÷100
6	Разрешение по дальности [1], м	1
7	Ширина диаграммы направленности АРв угломестной плоскости [3], град	6
8	Ширина диаграммы направленности АР в азимутальной плоскости [3], град	90
9	Скорость передвижения живого объекта [2], м/с	0.1÷ 5
10	Вероятность правильного обнаружения[2]	0.95
11	Вероятность ложных тревог [2]	0.01
12	Перекрываемая площадь, м ²	7854

В радиолокаторе реализовано несколько режимов работы, основными из которых являются: режим непрерывного сканирования и барьерный режим.

В режиме непрерывного сканирования производится постоянное сканирование по всем элементам дальности, однако, данный режим не всегда удобен, например, если необходимо обеспечить санкционированное передвижение внутри охраняемого периметра без выдачи сигналов тревоги или если в область наблюдения радиолокатора попадают местные динамические помехи – кусты, деревья и т.д. В этих случаях можно использовать барьерный режим, в котором на заданных дальностях выставляются барьеры – контрольные зоны произвольной ширины, пересечение или нахождение в которых воспринимается как тревожное событие. Помимо этого применение барьерного режима позволяет значительно увеличить качество обнаружения за счет увеличения частоты зондирования элементов дальности, соответствующих контрольным зонам.



Рис. 1. Фотография печатной антенной решетки.

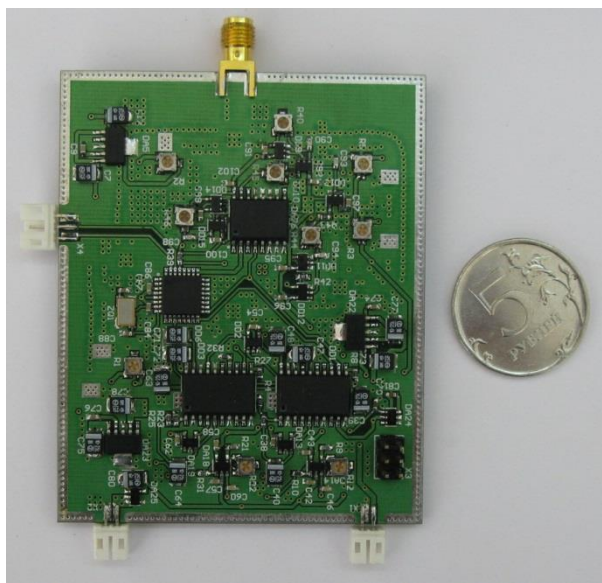


Рис. 2. Фотография субблока СВЧ.

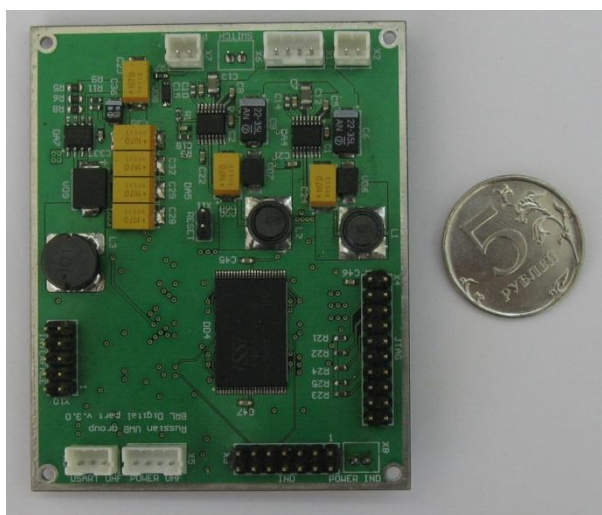


Рис. 3. Фотография субблока обработки.

В настоящее время опытный образец СШП радиолокатора проходит предварительные испытания.

Работа проводилась при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ по контракту № 07.524.11.4011.

Литература

1. Техническое задание на выполнение опытно-конструкторских работ по теме: «Создание ряда высокоточных аппаратно-программных комплексов для дистанционного обнаружения и наблюдения живых объектов в интересах медицины, охраны и безопасности».
2. ГОСТ Р 52860-2007 «Технические средства физической защиты».
3. НШИБ.464415.001ПЗ. Аппаратно-программный комплекс БРЛ-1.1 (БРЛ-1.2, БРЛ-1.3). Пояснительная записка.
4. Биорадиолокация / под. ред. А.С. Бугаева, С.И. Ивашова, И.Я. Иммореева. – М.: Из-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 396 с.: ил.