

## СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ»

### INFORMATIONAL MEASURING SYSTEMS

DOI: 10.30987/conferencearticle\_5e0282100af2e7.90674130

УДК 658.284

А.И. Ахметзянова, Э.Р. Латыпова

(г. Уфа, Уфимский государственный авиационный технический университет)

A.I. Akhmetzianova, E.R. Latypova (Ufa, Ufa State Aviation Technical University)

### РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ БИООБЪЕКТОВ

#### RADAR DETECTION METHODS BIO OBJECTS

*Рассматриваются методы радиолокационного обнаружения биообъектов. Подобран оптимальный метод для обнаружения пассивного биообъекта, без ответного радиопередатчика, представлена структурная организация устройства, реализующего данный метод.*

*Methods of radar detection of bioobjects are considered. An optimal method for detecting a passive bioobject, without a response radio transmitter, and research activity was selected.*

*Ключевые слова: радиолокационный, обнаружение, биообъект, радиопередатчик.*

*Keywords: radar, detection, bioobject, radio transmitter.*

Развитие человека и его возможностей – непрекращающийся процесс. С каждым новым днем наука и техника достигают невероятных результатов, появляются новые производства, воплощаются в жизнь свежие идеи. Одним из интересных и актуальных направлений развития деятельности человека является дистанционное обнаружение биологических объектов, контроль их физиологической активности. Данное направление очень популярно при организации охранных систем и в службах спасения МЧС.

Термин «радиолокация» составлен из двух слов: radiar — излучать и locus — место. Отсюда «радиолокация» буквально означает определение места объекта посредством радиоизлучения. Метод дистанционного обнаружения и диагностирования людей (в том числе за оптически непрозрачными препятствиями), основанный на модуляции радиолокационного сигнала колебательными движениями и перемещениями частей тела и органов человека, будем называть биорадиолокацией.

Биорадиолокация может найти применение в различных областях: спасательных операциях, антитеррористической борьбе, медицине. К особенностям этого метода относится использование аппаратуры, как правило, незначительной дальности действия (от нескольких сантиметров до

десятков метров) с пониженным уровнем излучения, не оказывающим вредного воздействия на организм человека [1].

Первопричиной наличия биометрической информации в отраженном радиосигнале являются сокращения сердца, сосудов, легких и других внутренних органов человека. Эти процессы носят квазипериодический характер и вызывают модуляцию отраженного радиолокационного сигнала. Можно выделить четыре группы биомеханических движений, которые отличаются как по частотному диапазону, так и по амплитуде. К ним относятся:

- сокращения сердечной мышцы (частоты в диапазоне от 0,8 до 2,5 Гц, амплитуды колебаний на грудной клетке 0.1 мм);

- колебания грудной клетки при дыхании (частоты в диапазоне от 0,2 до 0,5 Гц, амплитуды колебаний грудной клетки в зависимости от типа дыхания от 0,5 до 1,5 см);

- движение органов речи человека (частота основного тона колебаний голосовых связок около 100 Гц);

- движение других частей тела человека.

Полезная информация о радиолокационном объекте доставляется радиосигналами, приходящими от объекта к радиолокационной станции. В зависимости от происхождения этих сигналов радиолокация бывает двух видов: пассивная и активная [2].

Пассивная радиолокация основана на приёме собственного излучения объекта.

При активной радиолокации радар излучает свой собственный зондирующий сигнал и принимает его отражённым от цели. Активная система радиолокации может быть с пассивным и активным ответом.

При РЛС с пассивным ответом запросный сигнал отражается от объекта и воспринимается в пункте приёма как ответный.

При активной радиолокации с активным ответом предполагается наличие ответчика на объекте, который излучает радиоволны в ответ на принятый сигнал.

Использование того или иного вида радиолокации определяется прежде всего целью исследования, областью применения, возможностью установки на объект исследования приемо-передающих устройств, материальными затратами.

Для обнаружения движущихся объектов наибольшее применение получила активная радиолокация по пассивным целям. Одним из направлений применения активной радиолокации по пассивным целям является обнаружение живых людей, животных за непрозрачными препятствиями с помощью радиолокационных устройств.

Рассмотрим сенсор для обнаружения движущихся объектов. В основе работы таких датчиков лежит использование эффекта Доплера или

интерференция радиоволн сантиметрового диапазона. Для обнаружения и мониторинга движущихся объектов антеннами излучается сверхширокополосный (СШП) импульсный сигнал и принимается сигнал, отраженный от окружающих объектов. В пространстве образуется определенное распределение электромагнитного поля, которое изменяется при появлении движущихся объектов, и это изменение регистрируется сенсором.

На рис. 1 представлена разработанная структурная схема дифференциального радиоимпульсного сенсора повышенной точности.

Устройство содержит генератор радиоимпульсов, который содержит генератор задающих импульсов и генератор гармонического сигнала, схему задержки, входную цепь, состоящую из двух детекторов, две антенны, причем одна из них приемно-передающая, а другая приемная, дифференциальный усилитель, устройство обратной связи, два фильтра нижних частот, микроконтроллер и блок сигнализации.

Работает устройство следующим образом.

Генератор задающих импульсов генерирует видеоимпульсы с частотой порядка 10 КГц, поступающие далее на генератор гармонического сигнала. Здесь происходит заполнение видеоимпульсов высокочастотным сигналом порядка 1 ГГц.

Полученные радиоимпульсы излучаются через антенны по двум каналам. Первый канал содержит приемно-передающую антенну, а во втором канале используется антенна только на прием сигнала. Поэтому в данном канале необходима линия задержка, обеспечивающая синхронизацию приема отраженного сигнала двумя антеннами.

Принятые антеннами сигналы проходят через схемы детектирования и поступают на дифференциальный усилитель. Дифференциальная обработка сигнала повышает помехоустойчивость.

Для автоматического устранения возможного температурного разбаланса сигналов, для устранения внешних помех применено устройство обратной связи.

Полученная с выхода ДУ усиленная разность сигналов фильтруется ФНЧ.

Первый фильтр нижних частот обеспечивает подключение обратной связи к входу одного из детекторов, и необходимую развязку по высокой частоте формируемых радиоимпульсов. Со второго ФНЧ сигналы подаются на микроконтроллер, где сигнал сравнивается с некоторым установленным значением, при превышении которого выдается сигнал тревоги в блоке сигнализации.

Для обеспечения взаимосвязи микроконтроллера и компьютера используется интерфейс UART.

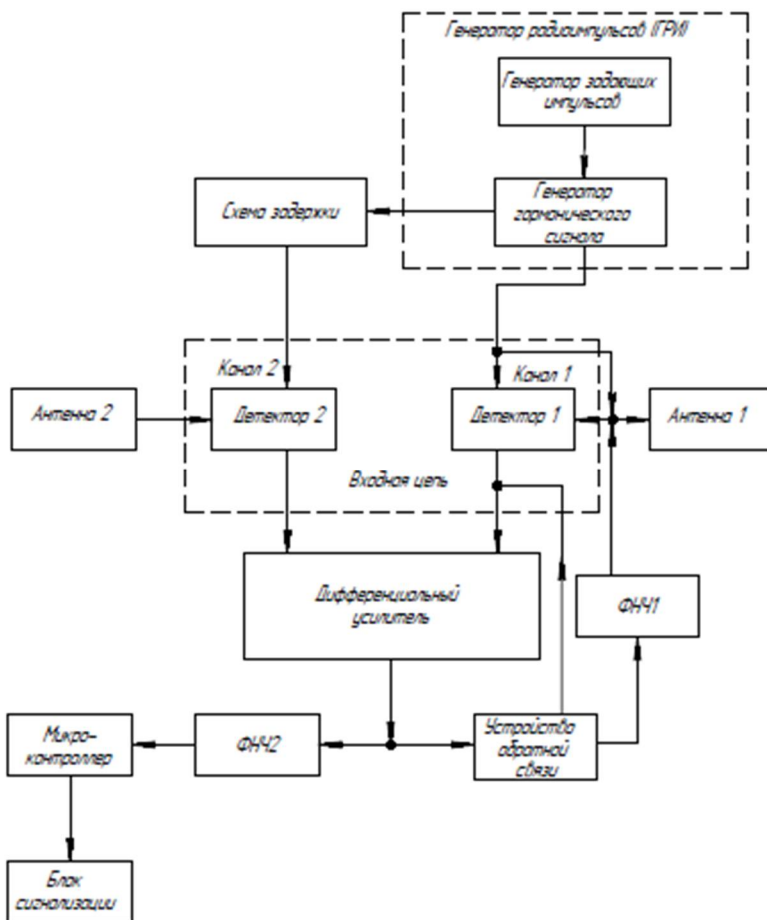


Рис. 1. Структурная схема дифференциального радиоимпульсного сенсора

К достоинствам данного сенсора можно отнести:

- простоту конструкции и реализации;
- невысокую потребляемую мощность;
- возможность всепогодной работы;
- возможность скрытого размещения под какой-либо поверхностью.

#### Список литературы

1. Бугаев, А.С. Биорадиолокация / А.С. Бугаев, С.И. Ивашов, И.Я. Иммо­реев. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2010. – 396 с.
2. Бакулев, П.А. Радиолокационные системы: учебник для вузов. – М.: Радиотехника, 2004. – 320 с.

Материал поступил в редколлегию 11.10.19.