

Приемный блок РЛС обнаружения малоразмерных воздушных объектов

А. А. Пискун^{1,2}, А. В. Супоненко^{1,2}

¹ Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Республика Беларусь

² ОАО «КБ Радар», Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Малевич И.Ю.^{1,2} – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник ОАО «КБ Радар»

Аннотация

В работе рассматриваются вопросы построения гомодинного приемного блока радиолокационного обнаружителя малоразмерных воздушных объектов непрерывного действия с широкополосным линейно-частотно-модулированным зондирующим сигналом X-диапазона.

Ключевые слова: Обработка, Биение, Сдвиг, Обнаружитель, Гомодинный тип, СВЧ, X-диапазон, Широкополосный, Зондирующий сигнал, Радиолокация, Непрерывное действие

Введение

С развитием современных технологий по созданию и малоразмерных воздушных объектов (МВО) важной задачей становится разработка средств обнаружения подобных устройств для последующего противодействия. Малогабаритные и визуально малозаметные МВО могут быть надежно обнаружены радиолокационными средствами непрерывного действия [1].

1. Обработка сигнала

Как известно [2, 3], обнаружители гомодинного типа обладают наиболее совершенными техническими характеристиками. Работа таких систем заключается в определении частотного сдвига, получаемого путем перемножения в смесителе эхо-сигнала, отраженного от МВО (с учетом времени его распространения), с зондирующим сигналом. Полученный отклик разностной частоты, выделенный фильтром нижних частот, в виде компоненты биений соответствует дальности расположения обнаруженного объекта:

$$f_{Bi} = 2 \cdot \Delta f \cdot r_z / c \cdot T_p, \quad (1)$$

где $\Delta f = (f_{\max} - f_{\min})$ — диапазон перестройки частот генератора, управляемого напряжением, r_z — расстояние между антенной и МВО, c — скорость распространения электромагнитной волны в вакууме, T_p — время развертки по частоте.

Благодаря нахождению биений дальнейшие преобразования позволят получать как расстояние до объекта, так и его текущую скорость, что превращает вопрос точности определения биения в основополагающую потребность для точности обнаружения.

2. Разработка

В результате поиска компромиссного решения с точки зрения выполнения требований по назначению и возможностей современной элементной базы, разработан приемный блок РЛС обнаружения МВО X-диапазона, общий вид которого представлен на рисунке 1.

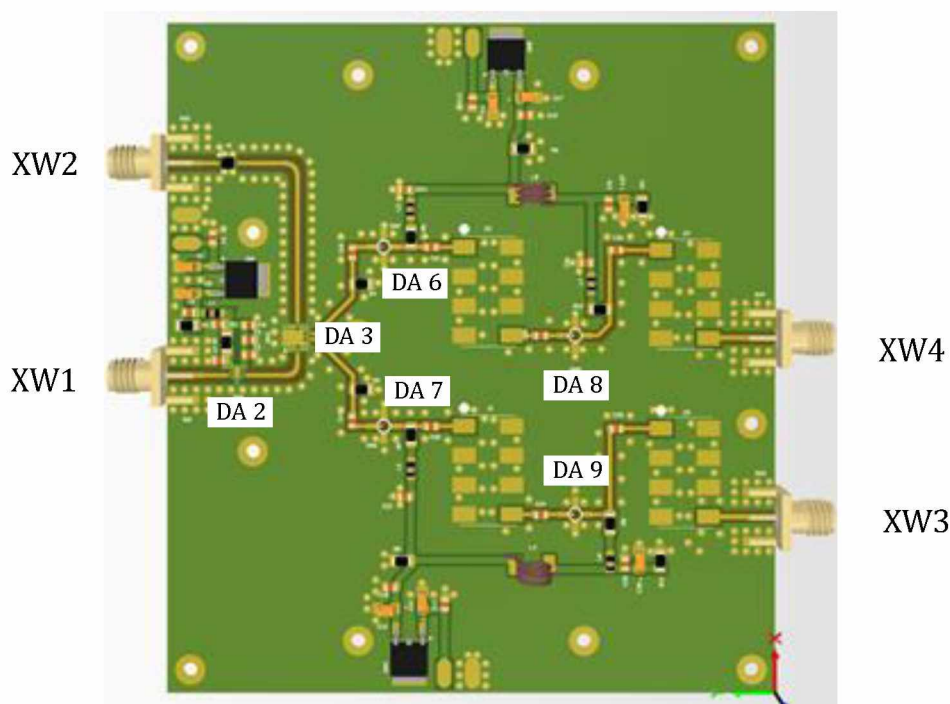


Рисунок 1 – Общий вид приемного блока

Устройство включает входной малошумящий СВЧ усилитель (DA2), квадратурный СВЧ смеситель (DA3), широкополосные селекции видеоусилителей (DA6...DA9) с ФНЧ и систему питания. Все каскады выполнены на коммерчески доступных МИС.

Конструктивно блок выполнен на двуслойной печатной плате размером 116×105 мм, изготовленной из материала WL-CT338 с толщиной диэлектрика 0,305 мм и толщиной металлизации 18 мкм, которая крепится на латунное основание. Это основание служит также для крепления блока в экранированную кассету.

Вход XW1 подключается к приемной антенне, регистрирующей отраженные эхосигналы, которые через малошумящий интегральный усилитель DA2 поступают в смеситель DA3 на гетеродинный вход которого (XW2) подводится опорный широкополосный ЛЧМ сигнал. После перемножения принятого сигнала с опорным колебанием, результирующие квадратурные составляющие частот биений через каналные видеоусилители (DA6, DA8 и DA7, DA9), фильтры нижних частот и разъемы XW3 и XW4 подаются на входы блока цифровой обработки сигналов.

Выполненный в виде функционального модуля блок позволяет обрабатывать сигналы с полосой 400 МГц в X-диапазоне. Проектные параметры модуля: коэффициент передачи 44 дБ; коэффициент шума 3 дБ; динамический диапазон 70 дБ.

Заключение

Таким образом, разработан приемный блок радиолокационного обнаружителя малоразмерных воздушных объектов непрерывного действия с широкополосным линейно-частотно-модулированным зондирующим сигналом X-диапазона.

Благодарность

Отдельная благодарность за качественное и своевременное консультирование в вопросах недостаточной компетентности авторов выражается Малевичу И.Ю.^{1,2}, Лопатченко А.С.¹ и Хоминичу А.Л.^{1,2}.

Список источников

- [1] **Чердынцев, В. А.** Радиотехнические системы / В. А. Чердынцев – Минск: Высшая школа, 1988 – 369 с.
- [2] **Комаров И.В., Смольский С.М.** Основы теории радиолокационных систем с непрерывным излучением частотно-модулируемых колебаний. / И.В. Комаров, С.М. Смольский – Москва, Горячая линия: Телеком, 2010 – 391 с.
- [3] **Jankiraman M.** FMCW Radar Design / M. Jankiraman – Norwood: Artech House, 2018 – 425 с.

The radar probing signal generation unit for detecting small-sized flying objects.

A. A. Piskun^{1,2}, A. V. Suponenko^{1,2}

¹ Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

² JSC «KB Radar», Minsk, Republic of Belarus

Scientific supervisor: Malevich I.Yu.^{1,2} – doctor of technical sciences, professor, Chief Scientific Officer JSC «KB Radar»

Annotation

The document considers the issues of constructing FMCW radar homodyne receiving unit of X-band linear-frequency-modulated probing signal for detecting small-sized flying objects

Keywords: Processing, Beat frequency, Shift, Homodyne type, SHF, X-band, broadband, Probing signal, Radiolocation, Continuous wave.