

Блок формирования зондирующего сигнала РЛС обнаружения малоразмерных объектов

А. В. Супоненко^{1,2}, А. А. Пискун^{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 блока формирования линейно-частотно-модулированного зондирующего сигнала X-диапазона для радиолокационного обнаружителя малоразмерных воздушных объектов непрерывного действия.

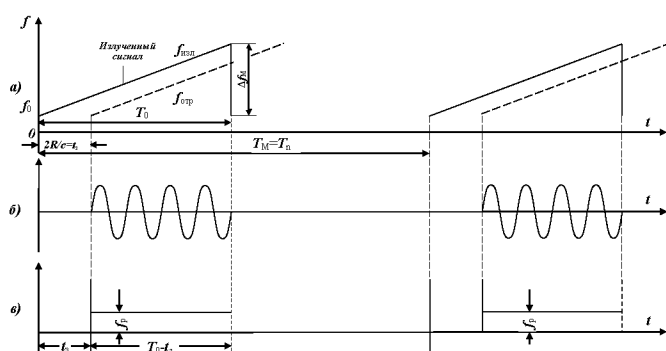
Ключевые слова: Формирование, Непрерывное действие, X-диапазон, ЛЧМ, ГУН, Зондирующий сигнал, Радиолокация, ЦАП, Пилообразный видеоимпульс, СВЧ.

Введение

В настоящее время беспилотные малоразмерные летательные аппараты стали доступны широкому кругу пользователей. Это определяет актуальность задачи развития радиолокационных средств обнаружения подобных устройств. Одной из концепций построения таких обнаружителей является радар с непрерывным линейно-частотно-модулированным (ЛЧМ) зондирующим сигналом, работа которого основана на частотном методе измерения дальности [1-3].

1. Формирование

В результате анализа известных технических реализаций радаров непрерывного действия в качестве зондирующего сигнала (ЗС), позволяющего реализовать высокое разрешение по дальности (1...2 м) при относительно низкой мощности излучения (1...2 Вт) выбран квазинепрерывный ЛЧМ сигнал с параметрами:



$f_0 = 9.4 \text{ ГГц}$ - частота ЗС;
 $\Delta f = 150 \text{ МГц}$ - девиация частоты ЗС;
 $F_n = 2.591 \cdot 10^3 \text{ Гц}$ - частота повторения ЗС;
 $T_0 = 192.9 \text{ мкс}$ - длительность половины радиоимпульса.

Рисунок 1 – Структура и параметры зондирующего сигнала

Для получения такого сигнала используется двухступенчатая схема, где на первой ступени цифровым модулятором (рис.2) производится формирование синхронизированного пилообразного видеоимпульса управляющего напряжения, а на второй – аналоговым СВЧ генератором, управляемым напряжением (ГУН), выполняется формирование непрерывного ЛЧМ зондирующего сигнала с заданными характеристиками.

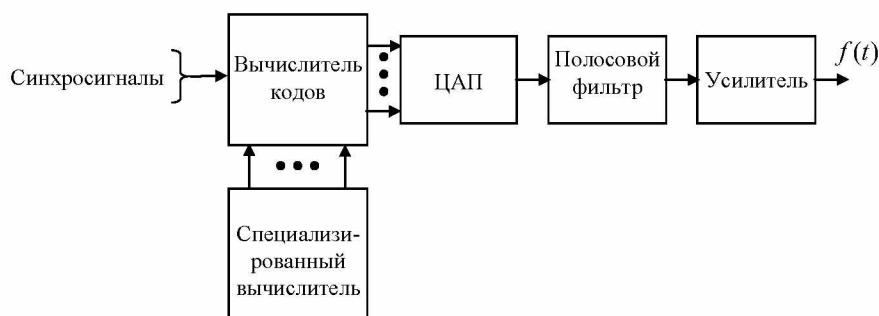


Рис. 2. Структурная схема цифрового модулятора

В цифровой модулятор от специализированного вычислителя на вычислитель кодов поступает код управления. Вычислитель кодов задает параметры формируемого ЛЧМ сигнала (T_n , T_0 , Δf_0), закон изменения частоты, начальную фазу. Вычислитель кодов в момент прихода команд от спецвычислителя и синхроимпульсов вычисляет числовые коды. В последних содержится информация о мгновенных значениях напряжения формируемого сигнала в фиксированные моменты времени, на T_q отстоящие. Сформированный код с помощью цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) преобразуется в ступенчатое напряжение, дискретно аппроксимирующее формируемый модулирующий сигнал. Посредством полосового фильтра из ступенчатого сигнала, на его выходе формируется аналоговый видеопульс управляющего напряжения с заданными параметрами.

В качестве достоинств цифрового способа формирования ЛЧМ сигнала следует отметить, что ограничение по максимальной длительности формируемого ЛЧМ сигнала практически отсутствует, кроме этого существует возможность гибкого изменения параметров ЛЧМ сигнала в широких пределах, при обеспечении достаточно высокой стабильности частоты и параметров частотной модуляции.

2. Разработка

Разработанные модули СВЧ тракта блока формирования ЛЧМ ЗС представлены на рисунке 3.

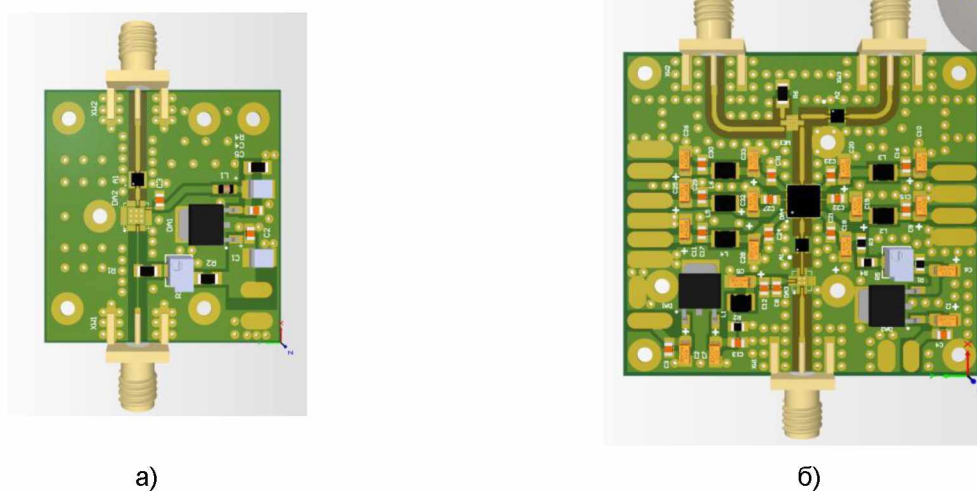


Рисунок 3 – Модули СВЧ тракта блока формирования ЛЧМ ЗС: а) ГУН; б) – усилитель мощности

Все каскады модулей СВЧ выполнены на коммерчески доступных МИС.

Конструктивно модули выполнены на двуслойных печатных платах размерами соответственно 40×38 мм и 51×55 мм, изготовленными из материала WL-СТ338 с толщиной диэлектрика 0,305 мм и толщиной металлизации 18 мкм. Платы крепятся на латунные основания и помещаются в экранированные кассеты.

Заключение

Таким образом, разработан блок формирования ЛЧМ зондирующего сигнала X-диапазона для радиолокационного обнаружителя малоразмерных воздушных объектов непрерывного действия.

Высокая скорость перестройки, возможность формирования различных типов модулирующих сигналов и технологичность позволяют использовать блок при создании радаров непрерывного действия для радиолокационного обнаружения малоразмерных, низкоскоростных и низколетающих воздушных объектов.

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: Вышэйшая 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 objects.

A. V. Suponenko^{1,2}, A. A. Piskun^{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 unit of X-band linear-frequency-modulated probing signal generation for detecting small-sized flying objects

Keywords: Generation, Continuous wave, LFM, VCO, X-band, Probing signal, Radiolocation, DAC, sawtooth videopulse.