

УДК 621.396.61:623.746.4-519

## РАДИОПЕРЕДАТЧИК БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Д.А. ДУРОВИЧ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
(г. Минск, Беларусь)*

*E-mail: durovich2000@mail.ru*

**Аннотация.** Представлен радиопередатчик беспилотного летательного аппарата, работающий в диапазоне 5,75–5,85 ГГц. Рассмотрены структурная схема устройства, особенности формирования QPSK-сигнала и выбор элементной базы. Показано, что применение интегральных СВЧ-компонентов позволяет обеспечить высокую стабильность частоты и выходную мощность до 10 Вт при компактных габаритах.

**Abstract.** The paper presents a radio transmitter for an unmanned aerial vehicle operating in the 5.75–5.85 GHz frequency range. The structural diagram, QPSK signal generation, and component selection are considered. The use of integrated microwave components provides high frequency stability and output power up to 10 W with compact dimensions.

### Введение

Современные беспилотные летательные аппараты требуют применения компактных и энергоэффективных систем радиосвязи, обеспечивающих устойчивую передачу данных в условиях ограниченного частотного ресурса. Одним из ключевых элементов таких систем является радиопередатчик, формирующий высокочастотный сигнал с требуемыми параметрами мощности и спектральной чистоты.

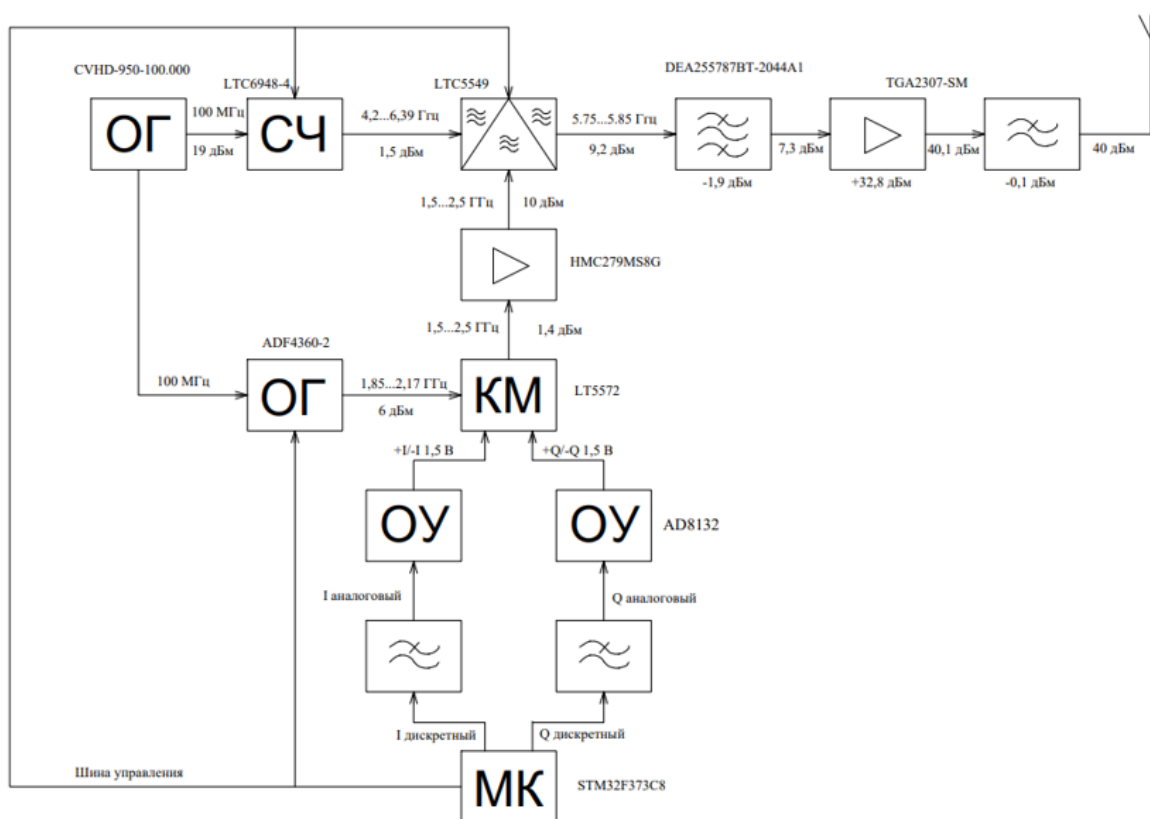
### Разработка функциональной схемы

Разработанный радиопередатчик предназначен для работы в диапазоне частот 5,75–5,85 ГГц и обеспечивает выходную мощность 10 Вт. В качестве вида модуляции выбрана квадратурная фазовая манипуляция QPSK, обладающая высокой спектральной эффективностью и устойчивостью к помехам [1].

Структурная схема устройства (рис.1) включает синтезатор частоты LTC6948-4 [2], квадратурный модулятор LT5572 [3], смеситель LTC5549 [4] и усилитель мощности TGA2307-SM [5]. Формирование сигналов I/Q осуществляется микропроцессором STM32F373C8 [6] со встроенными цифро-аналоговыми преобразователями. Управление режимами работы синтезатора выполняется через интерфейс SPI.

Для обеспечения высокой стабильности частоты используется кварцевый опорный генератор CVHD-950-100.000 [7] и система фазовой автоподстройки частоты. После смесителя сигнал проходит через полосовой фильтр DEA255787BT-2044A1 [8], подавляющий паразитные составляющие спектра. Усиление сигнала до требуемого уровня выполняется выходным каскадом на основе монолитного усилителя мощности.

Применение интегральной элементной базы позволило уменьшить массогабаритные характеристики устройства и повысить его надежность, что особенно важно для систем связи БПЛА.



**Рис. 1** Функциональная схема радиопередатчика БПЛА

### Заключение

В результате выполненной работы разработан радиопередатчик БПЛА с QPSK-модуляцией, обеспечивающий работу в диапазоне 5,75–5,85 ГГц при выходной мощности 10 Вт. Использование современных СВЧ-микросхем и цифрового управления позволило обеспечить высокую стабильность частоты, компактность конструкции и соответствие современным требованиям к беспроводным системам передачи данных.

### Список использованных источников

1. Радиопередающие устройства: Учебник для вузов / под редакцией В.В. Шахгильдяна – М.: Радио и связь, 2003 – 560 с.
2. Синтезатор частот [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/6948fa.pdf>
3. Квадратурный модулятор [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/5572f.pdf>
4. Смеситель [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/5549fa.pdf>
5. Усилитель мощности [Электронный ресурс]. Режим доступа : [https://eu.mouser.com/datasheet/3/1081/1/TGA2307\\_SM\\_Data\\_Sheet.pdf](https://eu.mouser.com/datasheet/3/1081/1/TGA2307_SM_Data_Sheet.pdf)
6. Микропроцессор [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://www.st.com/resource/en/datasheet/stm32f373c8.pdf>
7. Осциллятор [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://www.alldatasheetru.com/datasheetpdf/view/575059/CRYSTEKCRYSTAL/CVHD-950-100.000.html>
8. Полосовой фильтр [Электронный ресурс]. Режим доступа : [https://product.tdk.com/system/files/dam/doc/product/rf/rf/filter/catalog/rf\\_bpf\\_dea255787bt-2044a1\\_en.pdf](https://product.tdk.com/system/files/dam/doc/product/rf/rf/filter/catalog/rf_bpf_dea255787bt-2044a1_en.pdf)