

Храмов К.К.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: hramovkk.lan@mit.ru

### Цифровые радиопередающие устройства с быстродействующими ЦАП

Достижения последних лет в области микроэлектроники позволили ведущим производителям интегральных микросхем [1-3] существенно увеличить частоту преобразования цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП) до 6...12 ГГц и создать высокочастотные (быстродействующие) ЦАП (ВЧ ЦАП, в зарубежной литературе – RF DAC), формирующие аналоговый сигнал непосредственно на несущей частоте в УВЧ диапазоне.

Использование современных быстродействующих ЦАП с разрядность 12...16 бит позволило разработать широкополосные многоканальные цифровые радиопередающие устройства с прямой схемой модуляции непосредственно на радиочастоте [4]. Такие устройства применяются для формирования сигналов с несколькими несущими в системах кабельного телевидения, широкополосных сигналов с промежуточной частотой в радиолокационных станциях СВЧ диапазона, радиосигналов с цифровой модуляцией в телекоммуникационных системах [5, 6].

На рис. 1 представлена структура цифрового радиопередающего устройства, использующего быстродействующий ЦАП [4-6]. Тактовая частота ВЧ ЦАП задается генератором с цифровым управлением (ЦГ) и определяется при частотном планировании. Сформированный в ПЛИС цифровой модулирующий сигнал поступает в преобразователь частоты дискретизации (ПЧД), в котором обобщены функции мультиплексирования, синхронизации, интерполяции и цифровой фильтрации сигнала.

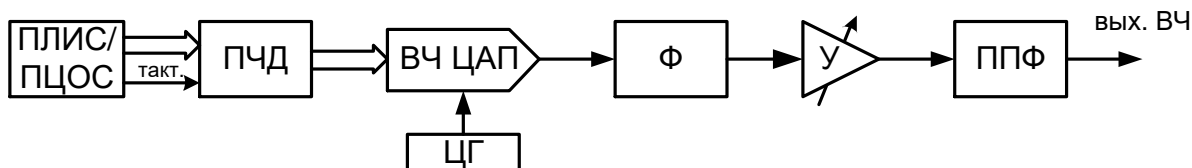


Рис. 1. Структурная схема цифрового радиопередающего устройства, использующего быстродействующий ЦАП

К преимуществам такой архитектуры относятся:

- полностью цифровое формирование сигнала;
- гибкое частотное планирование за счет высокой частоты преобразования ЦАП;
- возможность формирования широкополосного многоканального сигнала;
- отсутствие каскада аналогового преобразования частоты и отдельного синтезатора частот в каждом канале;
- снижение потерь мощности сигнала из-за отсутствия сумматора на выходе.

Названные преимущества приводят, в конечном счете, к снижению уровня дискретных составляющих в спектре выходного сигнала, улучшению шумовых характеристик тракта передачи, уменьшению его массы и габаритов, снижению сложности и стоимости изготовления.

В докладе рассмотрены особенности описанной структуры и возможности ее использования для формирования радиолокационных сигналов.

### Литература

1. High-Speed DACs [Электронный ресурс]: **официальный сайт компании Maxim Integrated, 2018.** URL: <https://para.maximintegrated.com/en/results.mvp?fam=hsdacs&tree=master>
2. High-speed DACs [Электронный ресурс]: **официальный сайт компании Texas Instruments, Inc., 2018.** URL: <http://www.ti.com/data-converters/dac-circuit/high-speed/overview.html>

3. High Speed DAC [Электронный ресурс]: **официальный сайт компании Analog Devices, Inc., 2018.** URL: <http://www.analog.com/en/products/digital-to-analog-converters/high-speed-da-converters.html>
4. Kuckreja Ajay, Ostrem Geir, “High-Speed DACs ease transmitter designs,” Microwave & RF, August 2010.
5. Application note 5446, “Direct-Sampling DACs in Theory and Application” by Stephanie Overhoff. URL: <https://www.maximintegrated.com/en/app-notes/index.mvp/id/5446>
6. Application note 3901, “Synchronizing Multiple High-Speed Multiplexed DACs for Transmit Applications“. URL: <https://www.maximintegrated.com/en/app-notes/index.mvp/id/3901>