

Сасин Р.С.

*к.т.н., доцент каф. УКТС Суржик Д.И.*

*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: roman\_sasin@mail.ru*

### **Формирователь сигналов полезной нагрузки радиопередатчика БПЛА с автокомпенсацией фазовых искажений**

Для передачи данных полезной нагрузки от целевого оборудования БПЛА к наземным комплексам управления используются радиопередатчики с различными методами цифровой модуляции. Их особенностью является необходимость формирования квадратурных составляющих для несущего и информационного сигналов. При этом косвенные методы формирования сигналов на основе преобразования частоты вверх с помощью супергетеродина отличаются высокими спектральными характеристиками, но имеет определенные ограничения в использовании, а цифровые вычислительные синтезаторы обладают квадратурными выходами, но при этом имеют ограничения на максимальную синтезируемую частоту порядка 1700 МГц [1, 2].

В работе предложено объединить достоинства данных методов формирования сигналов и устранить при этом наиболее существенные недостатки, переходя к гибриднему принципу формирования сигналов. В связи с этим структурную схему формирователя сигналов полезной нагрузки радиопередатчика БПЛА можно изобразить в виде, представленном на рис. 1. На данной схеме приняты следующие обозначения: ОГ - опорный высокостабильный генератор, УЧ1 и УЧ2 - умножители частоты опорного сигнала, ФНЧ ЦВС1 и ФНЧ ЦВС2 - выходные фильтры нижних частот для ЦВС, ЦВС – цифровой вычислительный синтезатор, I и Q - квадратурные выходы ЦВС, КМ - квадратурный модулятор.

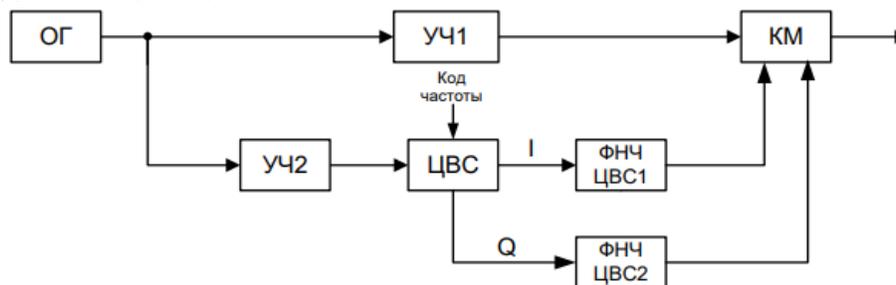


Рисунок 1 - Структурная схема формирователя сигналов полезной нагрузки радиопередатчика БПЛА

В данной схеме в качестве опорного высокостабильного генератора используется прецизионный кварцевый генератор с частотой не более 20 МГц (для приемлемого энергопотребления). Первый умножитель частоты предназначен для получения необходимой несущей частоты и может быть реализован косвенным синтезатором частоты на основе петли фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ), второй умножитель частоты служит для получения заданной тактовой частоты цифрового вычислительного синтезатора. Выходные фильтры нижних частот ЦВС осуществляют функцию устранения побочных спектральных составляющих, лежащих выше тактовой частоты цифрового вычислительного синтезатора в его выходном спектре, а квадратурный модулятор представляет собой универсальное устройство, с помощью которого могут быть получены сигналы с различными видами цифровой модуляции.

Недостатком такого формирователя сигналов является недостаточная спектральная чистота синтезируемых сигналов. Для ее улучшения предложено модифицировать схему, добавив

автокомпенсатор фазовых искажений цифрового вычислительного синтезатора с регулированием по возмущению и устройством управления на основе управляемого фазовращателя. Проведенные исследования показали эффективность такого подхода по улучшению спектральных характеристик формирователя на 10-15 дБ.

#### **Литература**

1. Vankka, J. Direct Digital Synthesizers: Theory, Design and Applications / J. Vankka, K. Halonen. - Helsinki University of Technology, 2000. - 208 p.
2. Goldberg, Bar-Giora. Digital Frequency Synthesis Demystified DDS and Fractional-N PLLs / Bar-Giora Goldberg. - LLN Technology Publishing, 1999. – 355 p.