

Д.И. Суржик, В.В. Ромашов

Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета имени  
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых  
602264, г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: [rt@mivlgu.ru](mailto:rt@mivlgu.ru)

### Экспериментальное исследование спектральных характеристик звеньев информационного тракта автокомпенсатора фазовых искажений ЦВС AD9854

В данной работе проводится экспериментальное исследование спектральных характеристик звеньев опорного и информационного трактов автокомпенсатора фазовых искажений (АКФИ), разработанного для цифрового вычислительного синтезатора (ЦВС) AD9854 [3], подтверждающие на практике достоверность алгоритма выделения его фазовых искажений. На рис. 1 изображен внешний вид отладочного модуля ЦВС AD9854 с описанием основных элементов управления, на рис. 2 - автокомпенсатора его фазовых искажений.

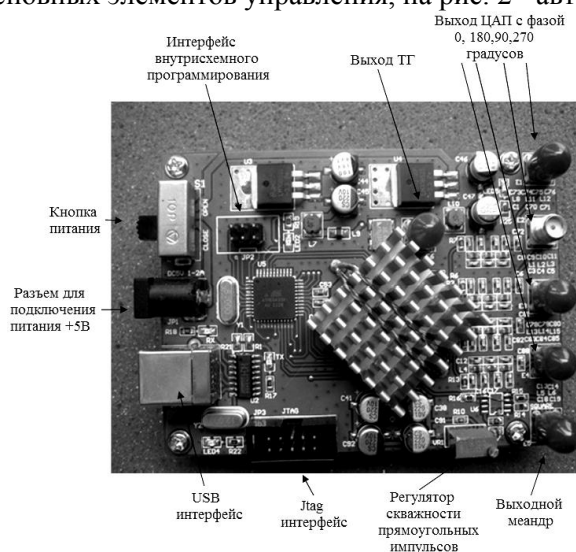


Рис. 1. Внешний вид отладочного модуля ЦВС AD9854 с описанием основных элементов управления

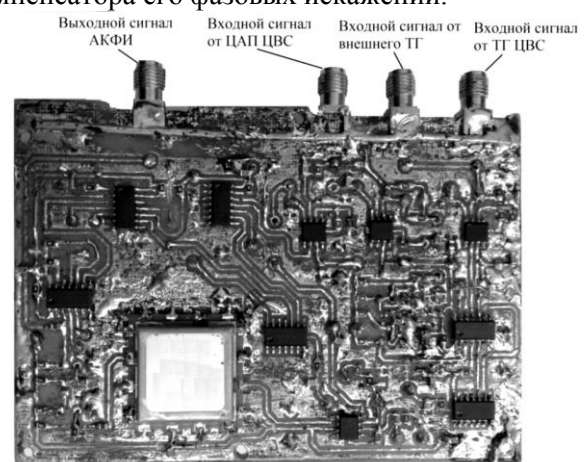


Рис.2. Внешний вид АКФИ ЦВС AD9854 с описанием основных элементов управления

Исследуемый ЦВС, содержит аккумулятор фазы разрядностью 48 бит, 14-разрядное постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), 12-разрядный цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) и встроенный тактовой генератор с частотой 30 МГц.

В качестве дифференцирующих цепей автокомпенсатора использованы ФВЧ 1-го порядка. Для усиления дифференцированного сигнала опорного тракта автокомпенсатора использована схема неинвертирующего усилителя на операционном усилителе (ОУ) AD8055, для усиления дифференцированного сигнала информационного тракта - 2 каскада на биполярных транзисторах КТ368А по схеме включения с общим эмиттером. Т-триггеры опорного и информационного трактов АКФИ реализованы на основе D-триггера 74VHC74 с максимальной частотой переключения 170 МГц. Двухполупериодный выпрямитель информационного тракта реализован схемой на малошумящем операционном усилителе AD8055. В качестве фазового детектора автокомпенсатора использован логический элемент «Исключающее ИЛИ» на микросхеме 74VHC86, в качестве ФНЧ - RC-фильтр 1-го порядка. Для ослабления компенсирующего сигнала АКФИ до нужной величины использована схема Т-аттенюатора.

Для уменьшения влияния действующих на АКФИ электромагнитных наводок предусмотрен экранирующий корпус. Помимо разъемов для передачи на вход опорного и информационного трактов АКФИ тактового и выходного сигналов ЦАП ЦВС на плате предусмотрена возможность подачи опорного меандра от внешнего высокостабильного источника тактовых импульсов. Разъемы для подключения питания автокомпенсатора  $\pm 5$  В располагаются на внутренней стороне платы.

Структурная схема экспериментального стенда, использованного для исследования спектральных характеристик разработанного АКФИ ЦВС AD9854, представлена на рис. 3.

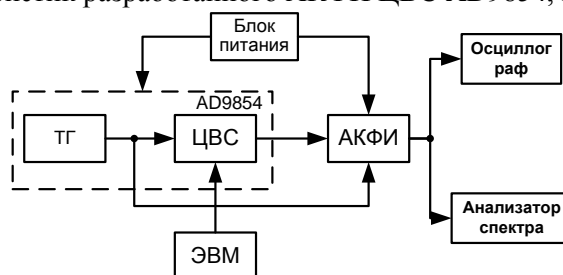


Рис. 3. Структурная схема экспериментального стенда

Для питания микросхемы AD9854 и АКФИ  $\pm 5$  В использован блок питания Rigol DP832A. Управление параметрами выходного сигнала ЦВС осуществляется от ЭВМ через USB-интерфейс. Для получения наглядного представления о формах сигналов на выходах звеньев АКФИ в экспериментальном стенде использовался осциллограф Nameg НМО1022, а для оценки их частотного представления – анализатор спектра Nameg HMS3000.

Проведено экспериментальное исследование спектров сигналов на выходах звеньев опорного и информационного трактов АКФИ при прохождении через них выходных сигналов тактового генератора (ТГ) и ЦАП отладочного модуля ЦВС AD9854. Сравнительный анализ результатов экспериментального исследования с результатами математического и схемотехнического моделирования свидетельствует о достоверности разработанного алгоритма выделения фазовых искажений выходного сигнала ЦВС, а также работоспособности и эффективности схемы автоматической компенсации фазовых искажений ЦВС.

*Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ № 15-08-05542.*

#### Литература

1. Васильев Г.С., Курилов И.А., Харчук С.М. Моделирование нелинейного автокомпенсатора фазовых помех ЦАП прямого цифрового синтезатора частот. // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. №2, 2014. – С. 30-38.
2. Surzhik D.I., Kurilov I.A., Kuzichkin O.R., Vasilyev G.S., Kharchuk S.M. Modeling the noise properties of hybrid frequency synthesizers with automatic compensation of phase noise of DDS / 2015 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON). – Omsk, May 21 – 23, 2015. – IEEE Catalog Number: CFP15794-CDR. – ISBN: 978-1-4799-7102-2.1.
3. Цифровые синтезаторы сигналов (DDS) и модуляторы [Электронный ресурс]: сайт фирмы Analog Devices, Inc. - 2016. – Режим доступа: <http://www.analog.com/ru/rfif-components/directdigital-synthesis-dds/products/index.html>.