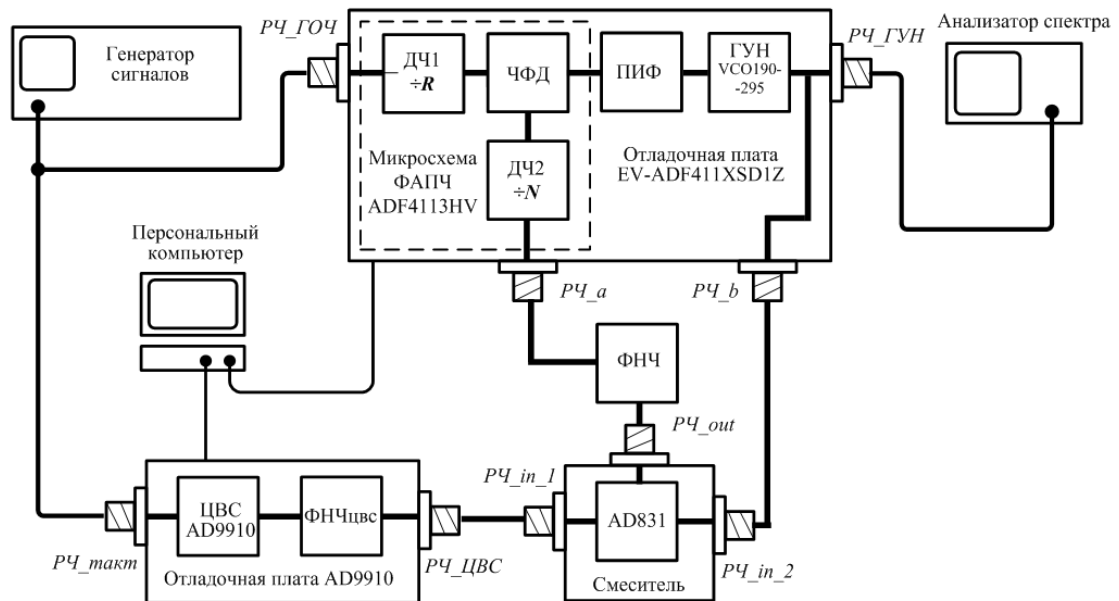


Ромашов В.В., Якименко К.А., Докторов А.Н.  
 Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета имени  
 Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых  
 602264, г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, 23  
 E-mail: yakimenko.kirill@yandex.ru

### Гибридный синтезатор частот с ЦВС в качестве генератора подставки на интегральных микросхемах

Гибридные синтезаторы частот на основе систем фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) и цифровых вычислительных синтезаторов (ЦВС) имеют преимущества перед известными системами синтеза: малый шаг перестройки частоты (обеспечиваемый ЦВС) и свободный от побочных составляющих спектр выходного сигнала (обеспечиваемый системой ФАПЧ). Известно несколько структурных схем гибридных синтезаторов на основе системы ФАПЧ и ЦВС [1]. **Целью** данного исследования является разработка гибридного синтезатора частот с ЦВС в качестве генератора подставки на современных интегральных микросхемах. Принцип работы гибридного синтезатора, а также моделирование шумовых характеристик представлены в [2].

В рамках данного исследования был разработан лабораторный образец гибридного синтезатора частот с ЦВС в качестве генератора подставки на основе двух отладочных плат фирмы Analog Devices [3]. Упрощенная структурная схема лабораторного образца представлена на рисунке 1.



**Рис.1. Упрощенная структурная схема лабораторного образца гибридного синтезатора частот с ЦВС в качестве генератора подставки**

Отладочная плата EV-ADF411XSD1Z представляет собой модуль, на котором можно собрать синтезатор на основе системы ФАПЧ. На отладочной плате были установлены следующие интегральные микросхемы и компоненты: ADF4113HV – микросхема ФАПЧ; содержит частотно-фазовый детектор (ЧФД), и два делителя частоты ДЧ1 и ДЧ2 с коэффициентами деления  $R$  и  $N$  соответственно; пропорционально-интегрирующий фильтр второго порядка (ПИФ); VCO190-295T – генератор, управляемый напряжением, формирующий полосу частот от 290 до 300 МГц; SDP-S – специализированный модуль, осуществляющий управление синтезатором частот с ПК через интерфейс USB. Систему ФАПЧ можно тактировать от внешнего генератора через гнездо PЧ\_ГОЧ. Выходной сигнал синтезатора

## Секция 2. Анализ сигналов и систем

поступает на разъем  $PЧ\_ГУН$ . С целью реализации гибридного синтезатора цепь обратной связи была выведена наружу с помощью дополнительных разъемов  $PЧ\_a$  и  $PЧ\_b$ .

В качестве цифрового вычислительного синтезатора была использована микросхема AD9910 с 14-разрядным цифроаналоговым преобразователем (ЦАП). Данная микросхема установлена на специализированной отладочной плате, управляющейся с помощью ПК через USB интерфейс. Тактовая частота может достигать до 1 ГГц, максимальная выходная частота составляет 400 МГц. Отладочная плата имеет вход  $PЧ\_такт$  для подключения внешнего генератора тактовой частоты. Выходной сигнал ЦАП имеет форму ступенчатой синусоиды, поэтому на отладочной плате установлен сглаживающий фильтр нижних частот (ФНЧцвс). Выходной сигнал ФНЧ поступает на выход отладочной платы  $PЧ\_ЦВС$ .

В качестве смесителя применяется отладочный модуль с микросхемой AD831. Данный модуль имеет два входа ( $PЧ\_in_1$  и  $PЧ\_in_2$ ) и выход  $PЧ\_out$ . Смеситель формирует разностный и суммарный сигнал, а также гармоники входных сигналов. К выходу смесителя был подключен фильтр нижних частот (ФНЧ), выделяющий разностную частоту.

Разработанный лабораторный образец гибридного синтезатора частот с ЦВС в качестве генератора подставки формирует диапазон от 290 до 300 МГц с шагом перестройки частоты, составляющим тысячные доли Герца. В ходе работы было проведено исследование спектральных характеристик лабораторного образца. Динамический диапазон, свободный от паразитных составляющих (SFDR) составляет 90 дБн/Гц. Таким образом, гибридный синтезатор обеспечивает малый шаг перестройки частоты в совокупности с хорошими спектральными характеристиками.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-37-00299 мол\_a*

### Литература

1. Ромашов В.В., Ромашова Л.В., Храмов К.К., Докторов А.Н., Якименко К.А. Моделирование шумовых характеристик гибридных синтезаторов частот // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2014. – №1. - С. 5-20.
2. Ромашов В.В., Ромашова Л.В., Якименко К.А. Исследование шумовых характеристик гибридного синтезатора частот на основе однокольцевой ИФАПЧ со смесителем и цифрового вычислительного синтезатора // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2013, №4. С. 23-29.
3. Сайт компании Analog devices [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.analog.com/>.