ОСОБЛИВОСТІ СХЕМОТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ У МІКРОСХЕМАХ SDR-ПРИЙМАЧІВ

С. В. Ємельянов, Є. О. Фокіна

Одеський національний політехнічний університет
Україна, м. Одеса
emelianov@opu.ua

Розглянуто особливості схемотехнічних рішень SDR-приймачів, які впливають на можливість їх застосування в портативних радіостанціях. Показано необхідність врахування параметрів SDR-приймача при виборі умов експлуатації портативної радіостанції.

Ключові слова: SDR, АЦП, чутливість, блокування, перетворення частоти.

В даний час основним типом приймача, який використовують в системах портативних радіостанцій, є пристрій з двома перетвореннями частоти [1, 2]. Це потребує використання складних технічних рішень, що збільшує вартість та надійність пристрою. В останні десятиріччя отримала розвиток технологія SDR, яка дозволяє суттєво спростити побудову пристрою, зокрема його аналогову частину [3]. Найбільш доцільним є використання рішень у вигляді однієї мікросхеми. Проведемо порівняльний аналіз для визначення, які з них найбільш задовольняють умовам використання у складі радіостанцій.

Портативні радіостанції характеризуються параметрами чутливості та здатності приймати сигнали за наявності сторонніх завад або сигналів інших станцій [1]. Рівні сторонніх сигналів можуть бути більше рівня корисного сигналу на 40—60 дБ [2]. Якщо SDR-приймач використовує безпосередньо принцип прямого перетворювання сигналів [3], то він здатен забезпечити прийом сигналів для даних умов. Однак аналіз технічних рішень мікросхем SDR-приймачів або трансиверів показав, що за технічним рішенням мікросхеми AD9864 та CMX991/992 [4, 5] є фактично приймачами з двома перетворюваннями частоти (рис. 1), де SDR-рішення використане для спрощення перетворення сигналів у цифрову форму при збереженні високих характеристики пристрою.

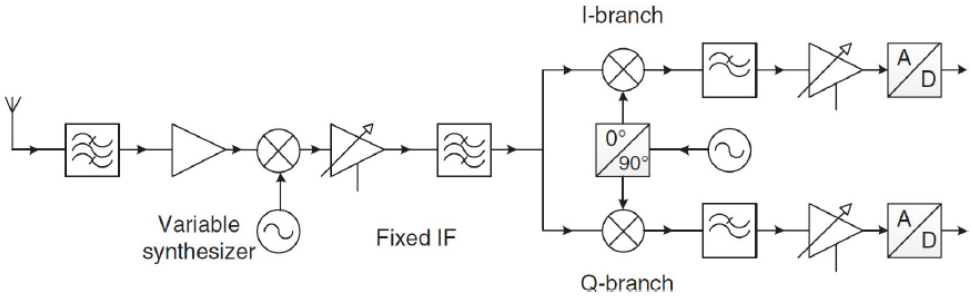

Рис. 1. Структура приймача, який має другий каскад за SDR-рішенням [1]

Існує також багато інших мікросхем, в яких дійсно використано одне перетворення сигналу на нульову частоту. Ці пристрої забезпечують потрібну чутливість, однак в них застосовано різні методи перетворення сигналів у цифрову форму. Це пов’язано с тим, що підсилення сигналів, які мають постійну складову, та на низьких частотах неможливо із-за прояву фліккер-шумів [1, 6]. Тому в більшості мікросхем використане рішення щодо прийому сигналу із зсувом по частоті для виключення необхідності підсилення постійної складової та низьких частот. Наявна дзеркальна складова у цьому разі досить ефективно придушується за допомогою цифрової обробки сигналів. Однак у цьому випадку смуга прийому сигналу має бути збільшена у два рази, а на вхід АЦП буде поступати сигнал су-

сіднього каналу, який у разі більшого рівня може призвести до перевантаження АЦП та прояву ефекту блокування приймача. На цю особливість й необхідно звертати увагу, якщо SDR-приймач приймає сигнал із зсувом від нульового значення проміжної частоти.

Виходячи з обраних критеріїв, були проаналізовані наступні мікросхеми: AD9864, SCT3700, CMX991/992, ADF7021, CC1100 [4, 5, 7—9]. У мікросхемах AD9864 та CMX991/992 використана більша перша проміжна частота й тому можливо забезпечити придушення сторонніх складових завдяки використанню кварцового фільтру. В інших мікросхемах використано SDR-рішення з малим значенням проміжної частоти (рис. 2), тому рівень придушення дзеркальної складової відповідає розрядності АЦП, точніше його динамічному діапазону.

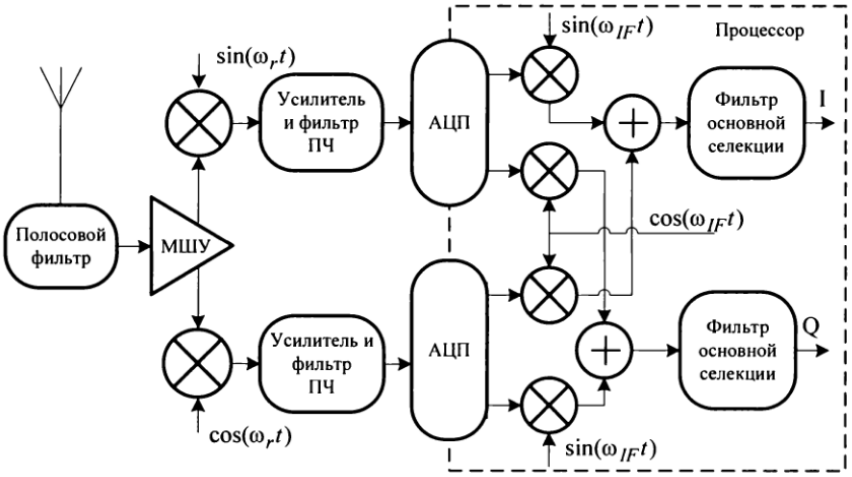

Рис. 2. Структура SDR-приймача з малим значенням проміжної частоти [3]

Рівень блокування для сторонніх компонентів, які знаходяться поза смугою приймання сигналів АЦП, для усіх мікросхем має значення приблизно 85 дБ та визначається виключно параметрами вхідних підсилювачів. Таким чином, параметри приймача за наявності сигналів у сусідньому каналі залежать від розрядності АЦП.

Отже встановлено, що параметр селективності за сусіднім каналом та збереження здатності приймати сигнал для більшості мікросхем, в яких використані SDR-рішення, буде залежати від розрядності АЦП.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Ulrich L. Rohde, Jerry C. Whitaker. Communications Receivers, Fourth Edition.— N.Y.: McGraw-Hill Education, 2017.

2. Галкин В. А. Цифровая мобильная радиосвязь. Уч. пособие для вузов.— Москва: Горячая линия – Телеком, 2012.

3. Галкин В. А. Основы программно-конфигурируемого радио. Москва: Горячая линия –Телеком, 2015.

4. AD9874. Datasheet. Analog Device. 2016.

5. CMX991/992. CML Microcircuits. 2016.

6. В.В. Логвинов. Приемники систем фиксированной и мобильной святи: Уч. пособие.— Москва: СОЛОН-Проесс, 2016.

7. SCT3700. Datasheet. Wuxi Sicomm Communication Technologies. 2015p.

8. CC1100. Texac Instruments. 2009.

9. ADF7021. Datasheet. Analog Device. 2013.

S. V. Yemelyanov, E. A. Fokina

Features of schematic solutions in ICs of SDR receivers

The paper considers the features of circuit design solutions for SDR receivers that affect the possibility of their use in portable radio stations. The necessity of choosing the operating conditions of a portable radio station for the consideration of SDR parameters of the receiver is shown.

Keywords: SDR, ADC, sensitivity, blocking, frequency conversion.