

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ВИДІВ МОДУЛЯЦІЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ

Д. т. н. А. П. Бондарев, д. т. н. І. В. Горбатий, О. М. Гурмач

Національний університет «Львівська політехніка»

Україна, м. Львів

bondap@ukr.net, giv@polynet.lviv.ua, oleksandr.hurmach.tr.2016@lpnu.ua

Шляхом прямого цифрового синтезу DDS (Direct Digital Synthesis) реалізовано різні варіанти цифрової модуляції. Отримано часові діаграми та амплітудо-частотні спектри сигналів. Запропоновано програмно-апаратний комплекс, зручний і зрозумілий для практичного використання у науково-дослідній роботі.

Ключові слова: програмно-апаратний комплекс; цифрова модуляція; амплітудо-частотний спектр.

Сучасні вимоги до телекомунікаційних з'єднань вимагають нових рішень щодо використання різноманітних типів цифрової модуляції. Це стосується Інтернету, цифрового телебачення, мобільної телефонії, GPS тощо. Радіоапаратура стає все більш функціональною, надійнішою та водночас компактнішою. Нові алгоритми обробки сигналів та нові методи модуляції дають можливість системам зв'язку ефективніше використовувати частотний діапазон, що дозволяє збільшити кількість користувачів та здешевити експлуатацію системи.

Метою даної роботи є дослідження та реалізація методів цифрової модуляції радіосигналів, які дають можливість підвищити завадостійкість.

Авторами розроблено програмно-апаратний комплекс, який дає можливість генерувати та формувати сигнали із сучасними видами цифрової модуляції. За допомогою розробленого програмно-апаратного комплексу було досліджено 6 основних видів цифрової модуляції.

Зручність розробленого програмно-апаратного комплексу полягає в простоті отримання сигналів і наочності відображеної інформації. На рис. 1—3 наведено результати дослідження сигналів 8PSK, 8QAM та 8AMMC.

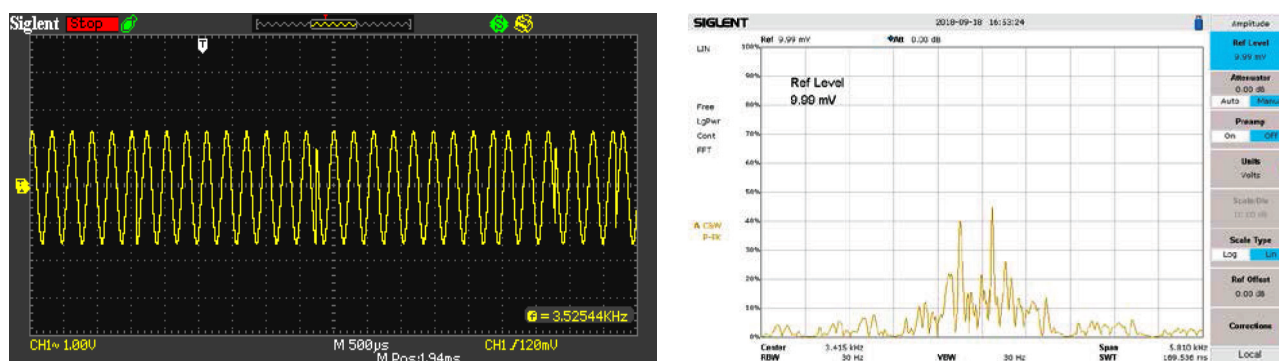


Рис. 1. Осцилограми сигналу 8PSK та його амплітудо-частотний спектр

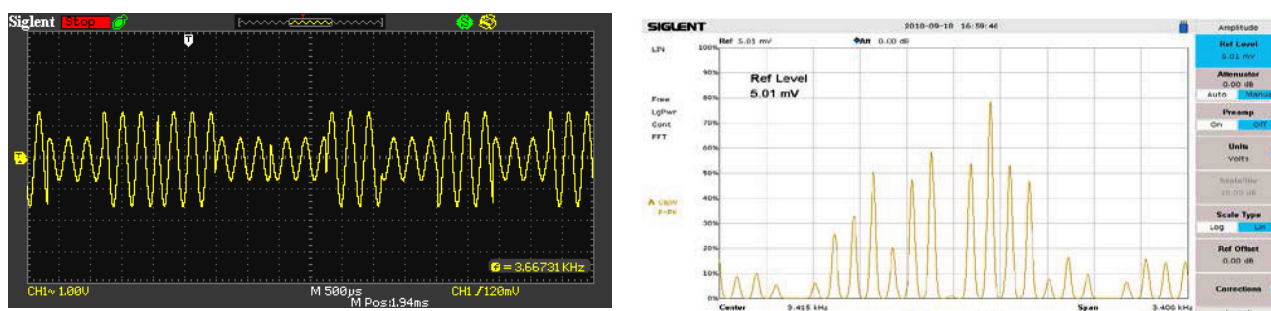


Рис. 2. Осцилограми сигналу 8QAM та його амплітудо-частотний спектр

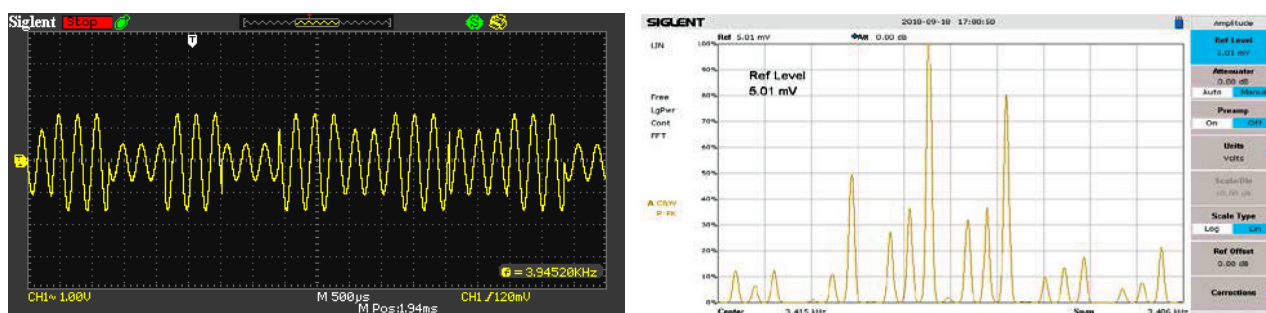


Рис. 3. Осцилограми сигналу 8AMMC та його амплітудо-частотний спектр

За результатами досліджень встановлено, що практична ширина спектра потужності сигналу 8AMMC з трьома складовими зі зсувом рівнів амплітуди модулюючих сигналів менше в порівнянні із сигналами 8PSK і 8QAM при однаковій швидкості передавання даних, максимальної потужності й інформативності модульованого сигналу, за рахунок чого практична частотна ефективність сигналу 8AMMC з трьома складовими зі зсувом рівнів амплітуди модулюючих сигналів вище порівняно з сигналами 8PSK і 8QAM аж до 1,43 разу за рахунок меншої практичної ширини спектра. Також за результатами дослідження спектрів сигналів підтверджено, що сигнал 8AMMC характеризується вищою енергетичною ефективністю в порівнянні із сигналами 8PSK і 8QAM.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Мельничук В.М., Полікаровських О.І. Аналіз основних параметрів прямих цифрових синтезаторів частоти (DDS // Вісник Хмельницького національного університету.— 2016.— №6.— С. 157—163.
2. Бондарев А.П., Алтунін С.І., Горбатий І.В., Максимів І.П. Підвищення завадостійкості програмно реалізованого пристрою фазового автоматичного підстроювання частоти // Тези доповідей ІХ МНПК «Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій».— Запоріжжя: ЗНТУ, 2018.— С. 26—27.
3. Бондарев А.П., Горбатий І.В., Максимів І.П. Аналіз впливу параметрів детектора на якість приймання 8-QAM сигналів // Тези доповідей ІХ МНПК «Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій».— Запоріжжя: ЗНТУ, 2018.— С. 28—29.

A. P. Bondariev, I. V. Horbatiy, O. M. Hurmach

Experimental study of modern types of telecommunication signal modulation

The authors use Direct Digital Synthesis (DDS) to obtain different variants of digital modulation. Time charts and amplitude-frequency spectra of signals are obtained. The proposed software and hardware complex is convenient and intuitive, which makes it suited for practical use in research work.

Keywords: software and hardware complex; digital modulation; amplitude-frequency spectrum.