

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ АЛГОРИТМІВ КОМПЕНСАЦІЇ КАНАЛЬНИХ СПОТВОРЕНЬ У SDR

Жуга Ю.С.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Москалець М.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІКІ ім.

В.В. Поповського, м. Харків, Україна

e-mail: yurii.zhuha@nure.ua.

This paper examines the effectiveness of channel compensation algorithms in SDR systems using QPSK modulation. SDR's adaptability makes it integral to modern telecom. The study employs GNU Radio simulations to analyze noise impact on QPSK signals. Results highlight the necessity for robust compensation methods, especially under high noise conditions, to maintain SDR system integrity.

Сучасні телекомунікаційні системи неухильно розвиваються, забезпечуючи широкий спектр послуг від голосового зв'язку до високошвидкісного інтернету. Одним з визначних нововведень у цій галузі є технології програмованого радіо (Software Defined Radio - SDR), які надають можливість гнучкої та швидкої адаптації до змінних умов передачі даних та стандартів зв'язку. SDR відкриває нові перспективи для інноваційних підходів у дизайні та впровадженні телекомунікаційних систем завдяки своїй високій конфігурувальності та масштабованості.

Вибір квадратурної фазової модуляції (QPSK) для аналізу обумовлений її широким використанням у сучасних бездротових комунікаціях. QPSK дозволяє ефективно використовувати смугу частот та відповідає високим вимогам до швидкості передачі даних та надійності зв'язку. Особлива увага в цьому дослідженні приділяється вивченню впливу шуму на якість передачі сигналу QPSK у SDR системах та методам компенсації каналних спотворень.

Квадратурна фазова модуляція (QPSK) є однією з основних цифрових модуляційних схем, яка дозволяє передавати два біт інформації за один символний період. Ця ефективність досягається за рахунок кодування інформації в чотири різні фазові зсуви, кожен з яких відповідає унікальному комбінації двох бітів. Математично, QPSK сигнал можна виразити як суму двох ортогональних несучих сигналів, модульованих відповідно до відібраних бітів інформації. Дана модуляція є оптимальним вибором для SDR систем через свою стійкість до шуму та здатність ефективно використовувати радіочастотний спектр.

Використовуючи програмне середовище GNU Radio, було створено симуляційну модель для вивчення поведінки QPSK модульованих сигналів в різних умовах. Симуляція включала генерацію випадкових бітів даних, їх модуляцію за допомогою QPSK, передачу через канал з доданим шумом, та демодуляцію отриманих сигналів. Експериментальна установка була

налаштована для варіювання рівнів шуму, щоб визначити його вплив на якість прийняття сигналу.

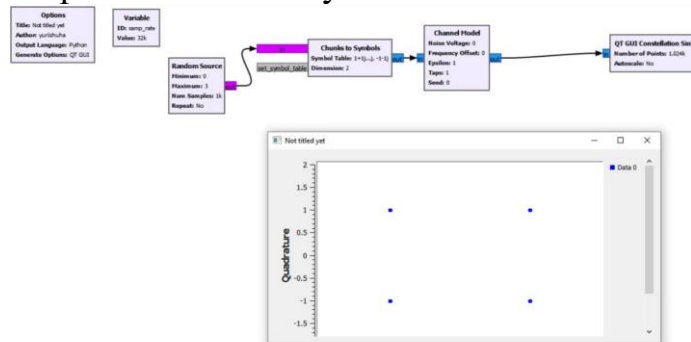


Рисунок 1 – Фазова діаграма QPSK без шумового впливу

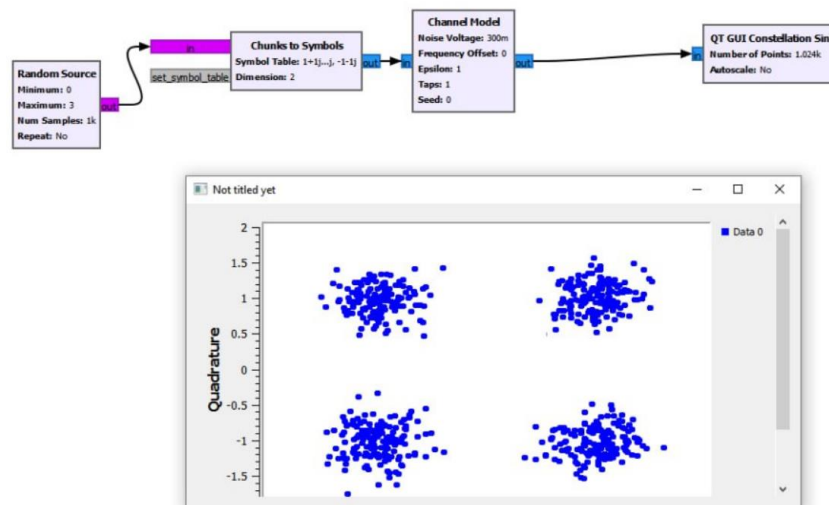


Рисунок 2 – Фазова діаграма QPSK з доданим шумом 0.3

Результати симуляції показали, що при відсутності шуму QPSK сигнали демодулюються з високою точністю, підтверджуючи передбачувану надійність цієї модуляційної схеми. Однак, зі збільшенням рівня шуму спостерігалось погіршення точності демодуляції, що проявлялося у зростанні кількості помилок. Таке зниження якості прийому сигналу підкреслює важливість розробки ефективних алгоритмів для компенсації каналних спотворень.

Дослідження показало, що при низьких рівнях шуму QPSK демонструє високу надійність, однак при високих рівнях шуму якість сигналу значно знижується. Ці висновки підкреслюють важливість використання розширених методів компенсації, наприклад, алгоритмів адаптивного фільтрування та кодування з перевіркою помилок, щоб забезпечити високу точність прийому даних. Зокрема, алгоритми, такі як Least Mean Squares (LMS) та Recursive Least Squares (RLS), виявилися ефективними у мінімізації помилок, викликаних шумом, та можуть бути інтегровані у SDR системи для покращення якості бездротової передачі даних.

Дослідження підтвердило важливість QPSK як модуляційної схеми для SDR систем та виявило критичний вплив шуму на якість сигналу. Розробка та оптимізація алгоритмів компенсації спотворень є ключовим для підвищення ефективності та надійності сучасних телекомунікаційних систем. За результатами цього дослідження можна зробити висновок, що подальші розробки в галузі SDR відкривають широкі перспективи для інновацій у бездротовому зв'язку.

Список використаних джерел:

1. Лошаков В.А., Москалець М.В., Велліо А., Al-Vandavi Saif Ahmed Iskandar Ismael, Хвостик І.О.: “Комплекс лабораторних робіт з дослідження систем зв'язку та радіомоніторингу на базі SDR технології”, 2019.
2. Коляденко Ю.Ю. Аналіз технології когнітивного радіо в телекомунікаціях / Ю.Ю. Коляденко, А.М. Ткаченко // Матеріали 26-го міжнародного молодіжного форуму «Радіoeлектроніка та молодь у ХХІ столітті». Харків, ХНУРЕ, 2022. С. 25-26.
3. Коляденко Ю.Ю. Управління радіочастотним спектром в когнітивних мережах зв'язку / Ю.Ю. Коляденко, А.М. Ткаченко // Матеріали 24-го міжнародного молодіжного форуму «Радіoeлектроніка та молодь у ХХІ столітті». Харків, ХНУРЕ, 2020. С. 13-15.