3. Ahmad J., Del Bue A. mmFUSION: Multimodal Fusion for 3D Object Detection. 2020. URL: https://arxiv.org/abs/2311.04058 (дата звернення 22.11.2025).

УДК: 519.674:517.537.3]:004

Замотайло В. В., здобувач 2 курсу спеціальності 122 Комп'ютерні науки,
Фриз І. В., канд. фіз.-мат. наук, старший викладач кафедри інформаційних технологій

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ АПРОКСИМАЦІЇ ПЕРІОДИЧНИХ СИГНАЛІВ РЯДАМИ ФУР'Є В СИСТЕМАХ ОБРОБКИ ДАНИХ

Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця

Вступ. У сучасних інформаційних системах важливим завданням є обробка, стиснення та передача даних, які часто мають періодичну природу, наприклад, аудіосигнали, зображення, телеметрія. Для програмної реалізації під час обчислення значень та аналізу таких функцій використовуються методи, що спираються на розклад складного сигналу на простіші складники. Одним з інструментів, який дає змогу це робити, є гармонічний аналіз на основі рядів Фур'є.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю пошуку балансу між точністю відтворення сигналу і обчислювальними витратами процесора. Очевидно, що програмна генерація складних форм хвилі (наприклад, прямокутної або пилкоподібної) в цифрових синтезаторах та системах зв'язку виконується шляхом сумування лише обмеженої кількості гармонік. Отже, метою роботи є програмне моделювання та візуальний аналіз ефективності апроксимації розривного періодичного сигналу (меандру) за допомогою часткових сум ряду Фур'є.

Основний текст. Відомо, що періодична функція $f(x)$ з періодом $2l$, що задовольняє умови Діріхле, може бути розкладена у тригонометричний ряд Фур'є:

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx),$$

де a_n, b_n – коефіцієнти Фур'є, обчислення яких залежить від інтервалу, періоду функції, парності і непарності [1].

Для дослідження обрано один із класичних прикладів із цифрової електроніки – прямокутний сигнал, який описує ідеальні тактові імпульси в комп'ютерних системах, визначений функцією $f(x) = sign(\sin x)$ з періодом 2π, що визначена на $[0,2\pi]$, [2]. Його розклад у ряд Фур'є містить лише непарні синусні гармоніки:

$$f(x) = \frac{4}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin\big((2k-1)x\big)}{2k-1} = \frac{4}{\pi}\left(\sin x + \frac{\sin 3x}{3} + \frac{\sin 5x}{5} + \cdots\right).$$

Для ілюстрації наближення функції рядом Фур’є використовується часткова сума функціонального ряду $S_n(x)$, яка враховує перші n доданків. Продемонстровано графічне моделювання трьох рівнів апроксимації, які наведені на рис. 1:

1) $S_1(x)$ – врахована лише основна гармоніка (фундаментальна частота);
2) $S_3(x)$ – сума перших трьох гармонік (1-ша, 3-тя, 5-та);
3) $S_{10}(x)$ – сума перших десяти гармонік (до 19-ї частоти включно).

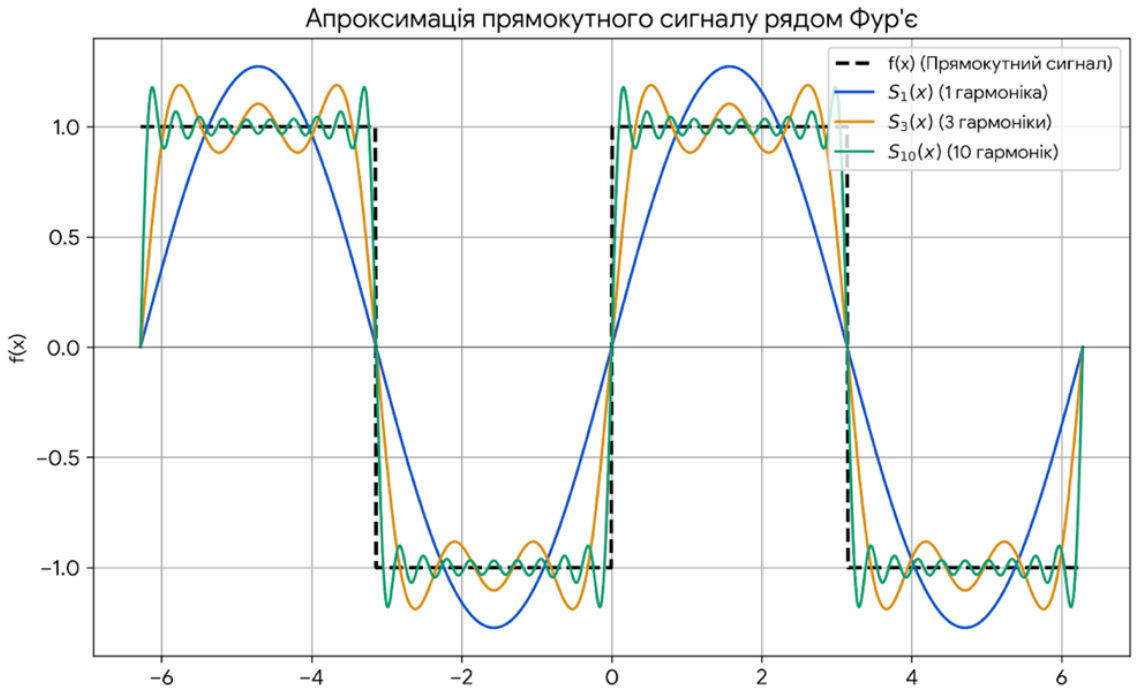

Рисунок 1 – Графічний аналіз апроксимації прямокутного сигналу рядом Фур’є

Отримані результати дають змогу зробити такі висновки:

– для $n = 1$ наближення є грубим і передає лише загальну періодичність сигналу, але не його форму;

– для $n = 3$ форма кривої починає нагадувати прямокутну, проте фронти сигналу залишаються занадто пологими для цифрових схем;

– для $n = 10$ сигнал значно наближається до ідеального меандру, спостерігається чітке формування крутих фронтів.

Водночас на графіку $S_{10}(x)$ в точках розриву (стрибків) функції чітко помітне явище Гіббса – характерні викиди амплітуди, які не зникають зі збільшенням кількості членів ряду, але локалізуються ближче до точки розриву [3].

Висновки. Здійснений аналіз демонструє, що ряди Фур’є є ефективним методом програмного синтезу складних сигналів, проте ряд Фур’є є завжди неперервною функцією. Якість апроксимації та крутизна фронтів імпульсу залежить від кількості гармонік, що враховуються в алгоритмі. Для досягнення високої точності в задачах DSP (Digital Signal Processing) необхідно використовувати достатньо високий порядок часткової суми відповідного ряду, враховуючи обчислювальну складність алгоритму, яка зростає лінійно зі збільшенням n.

Список використаних джерел

1. Чернєй М. І., Новикова Г. К., Денисенко Н. Л. Числові та функціональні ряди. Ряди Фур'є: метод. вказівки до вивчення теми з дисципліни «Вища математика». Київ: НТУУ «КПІ», 2016. 62 с.

2. Авдєєва Т. В., Качаєнко О. Б. Ряди Фур'є: практикум. Київ: НТУУ «КПІ», 2016. 88 с.

3. Бондарев В. М. Основи цифрової обробки сигналів: навч. посіб. Харків: ТОВ «Компанія СМІТ», 2007. 162 с.

УДК 004.738.1

Підруцький Д. А., здобувач 1 курсу
ОС Магістр спеціальності
F3 Комп'ютерні науки,
Потапова Н. А., канд. екон. наук, доцент,
доцент кафедри інформаційних технологій

ПРОЄКТ E-COMMERCE ВЕБЗАСТОСУНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ REACT ТА INTEGRATION API

Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця

Сьогодні більшість купівель переходять в онлайн-середовище, тому створення власних e-commerce рішень є актуальним напрямом для розробників. Торговельні платформи дають можливість швидко знаходити товари, оформлювати замовлення та здійснювати оплату без необхідності фізичного відвідування магазину [1]. Для побудови подібних систем необхідні сучасні інструменти, які забезпечують швидку роботу інтерфейсу і зручність користувача. Одним із таких рішень є React, який у поєднанні з Integration API дає змогу реалізувати повноцінний динамічний вебзастосунок [2].

Обсяги онлайн-продажів постійно зростають, і це створює попит на зручні, швидкі та надійні вебсервіси. Користувачу важливо бачити товари без затримок, легко переміщатися між сторінками, швидко оформлювати замовлення. SPA-підхід на React сприяє цьому, адже сторінки не перезавантажуються повністю, а дані підтягуються через API частинами, що робить роботу сайта плавною і швидкою [3]. Саме тому тема розробки e-commerce застосунку на таких технологіях є актуальною та практично орієнтованою.

У публікаціях із веброзробки значну увагу приділено SPA-архітектурі, обробці станів у React та особливостям взаємодії з REST API. Досліджено питання оптимізації рендерингу компонентів, організації маршрутизації, а також роботи з асинхронними запитами [4]. У контексті e-commerce все частіше розглядають інтеграцію з платіжними сервісами та сторонніми API, адже це один з основних елементів онлайн-торгівлі. Це свідчить, що напрям є доволі розвиненим, але водночас відкритим для вдосконалення [5].