

«З А Т В Е Р Д Ж У Ю»

Директор Інституту математики НАН України

академік НАН України

[Підпис]

Олександр ТИМОХА

10

07



В И С Н О В О К

семінару відділу динамічних систем та фрактального аналізу
Інституту математики Національної академії наук України
про наукову новизну, теоретичне і практичне значення результатів
дисертації Єлагіна Володимира Олексійовича:
**«Неперервні структурно фрактальні функції, означені в термінах
 Q_s -зображення та нега- Q_s -зображення чисел»,**
поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії
в галузі знань 11 Математика та статистика
за спеціальністю 111 Математика

Дисертаційне дослідження присвячене застосуванням скінченносимвольних зображень дійсних чисел з нульовою надлишковістю (а саме Q_s -зображення та нега- Q_s -зображення) у конструктивній теорії неперервних локально складних функцій, визначених на відрізок $[0; 1]$, які мають структурно фрактальні властивості.

У дисертаційній роботі отримано такі оригінальні результати:

- Доведено, що множина неперервних перетворень одиничного відрізка (бієктивних відображень відрізка на себе), які зберігають хвости нега-двійкового зображення чисел, відносно операції «композиція» (суперпозиція) утворює некомутативну групу, що має континуальну підгрупу зростаючих перетворень. Такі перетворення конструюються за допомогою операторів лівостороннього та правостороннього зсувів цифр зображення чисел.
- Знайдено умови, за яких нескінченна згортка Бернуллі, керована нега-двійковим рядом, а саме розподіл випадкової величини

$$\xi = \frac{2}{3} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\xi_n}{(-2)^n} = \Delta_{\xi_1 \xi_2 \dots \xi_n \dots}^{-2},$$

де (ξ_n) — послідовність незалежних випадкових величин, які набувають значень 0 та 1

має рівномірний, чисто дискретний, чисто сингулярний, чисто абсолютно неперервний, зокрема експоненційний розподіл.

- Вивчено структуру та спектральні властивості випадкової величини, цифри нега- Q_s -зображення якої утворюють однорідний ланцюг Маркова.

- Доведено, що нега- Q_s -зображення чисел є перекодуванням відомого Q_s -зображення та породжує ідентичну метричну теорію. Для цієї системи зображення чисел доведено, що група неперервних перетворень одиничного відрізка, які зберігають хвости нега- Q_s -зображення чисел, є нескінченною групою, яка містить підгрупу зростаючих перетворень.
- Для класу неперервних локально складних самоафінних функцій, що визначені в термінах Q_s -представлення чисел, обчислено локальні показники Гельдера в точках із заданими асимптотичними частотами цифр у їхньому Q_s -зображенні. Знайдено умови, за яких ці функції мають континуальні множини рівнів.
- Для неперервних самоафінних функцій, що задовольняють додаткові умови, описано геометричну структуру множин точок максимуму, зокрема показано, що вони можуть бути фрактальними.

Представлені у дисертації результати мають теоретичний характер, є новими і можуть бути використані у подальших дослідженнях математичних об'єктів зі складною локальною структурою, зображень чисел засобами скінченного алфавіту, а також для розв'язання задач теорії функцій, метричної та ймовірнісної теорій дійсних чисел.

Основні результати дисертаційної роботи опубліковано у 4 наукових публікаціях. Серед них 2 статті у наукових виданнях, внесених до переліку наукових фахових видань України, та 2 статті у виданнях, що індексуються міжнародною наукометричною базою Scopus та належать до квартиля Q4 (відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank). Вісім робіт — матеріали всеукраїнських та міжнародних конференцій.

1. Єлагін В.О. Нега- Q_s -зображення чисел і йому відповідні хвостові множини. *Буковинський математичний журнал*. 2024. Т. 12, № 2. С. 80–88. DOI: <https://doi.org/10.31861/bmj2024.02.07>.
2. Yelahin V. Continuous transformations preserving tails of negabinary representations of numbers from unit interval. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Фізико-математичні науки*. 2025. Т. 81, № 2. С. 36–40. DOI: <https://doi.org/10.17721/1812-5409.2025/2.5>.
3. Єлагін В.О. Нескінченні згортки Бернуллі, керовані нега-двійковим рядом. *Буковинський математичний журнал*. 2025. Т. 13, № 2. С. 170–176. DOI: <https://doi.org/10.31861/bmj2025.02.17>.
4. Єлагін В.О., Мороз М.П. Показники Гельдера та фрактальна структура множин рівнів самоафінних функцій, пов'язаних із Q_s -представленням чисел. *Нелінійні коливання*. 2025. Т. 28, № 4. С. 464–480. DOI: <https://doi.org/10.3842/nosc.v28i4.1541>.
5. Єлагін В.О., Працьовитий М.В. Ймовірнісна теорія нега- Q_s -зображення чисел. *V Міжнародна конференція, присвячена 145-річчю з дня народження Ганса Гана (Чернівці, 23–27 вересня 2024 р.): тези доповідей*. Чернівці: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, 2024. С. 39.

6. Єлагін В. О. Перетворення, що зберігають хвости нега-двійкового зображення чисел. *XXII Міжнародна науково-практична конференція «Шевченківська весна – 2024» (Київ, 11 квітня 2024 р.): тези доповідей*. Київ: Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2024. С. 21.
7. Єлагін В. О. Перетворення, що зберігають хвости нега- Q_s -зображення чисел. *XII Всеукраїнська наукова конференція молодих математиків (Київ, 9-11 травня 2024 р.): тези доповідей*. Київ: Національний університет «Києво-Могилянська академія», 2024. С. 67–68.
8. Єлагін В. О. Функції Радемахера і ряди Уолша для нега-двійкового зображення чисел. *XIII Всеукраїнська наукова конференція молодих математиків (Київ, 9–10 травня 2025 р.): тези доповідей*. Київ: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 2025. С. 81–82.
9. Єлагін В. О. Деякі використання функцій Радемахера і рядів Уолша для нега-двійкового зображення чисел. *International Conference of Young Mathematicians (Kyiv, June 4–6, 2025): abstracts*. Kyiv: Institute of Mathematics of NAS of Ukraine, 2025.
10. Єлагін В. О. Нескінченні згортки Бернуллі, керовані нега-двійковим рядом. *Міжнародна конференція присвячена 75-й річниці від дня народження Володимира Маслюченка (Чернівці, 25–27 вересня 2025 р.): тези доповідей*. Чернівці: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, 2025. С. 42.
11. Єлагін В. О., Мороз М. П. Множини рівнів самоафінних функцій, означених в термінах Q_s -представлення чисел. *XXIV Міжнародна науково-практична конференція «Шевченківська весна – 2026» (Київ, 9 квітня 2026 р.): тези доповідей*. Київ: Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2026. С. 21.
12. Єлагін В. О., Мороз М. П. Локальні показники Гельдера самоафінних функцій, означених в термінах Q_s -представлення чисел. *XIV Всеукраїнська наукова конференція молодих математиків (Київ, 7–8 травня 2026 р.): тези доповідей*. Київ: Український державний університет імені Михайла Драгоманова, 2026. С. 72–73.

Основні результати дисертації доповідалися й обговорювалися на: XXII Міжнародній науково-практичній конференції «Шевченківська весна – 2024», Київ, 11 квітня 2024 р.; XII Всеукраїнській науковій конференції молодих математиків, Київ, 9–11 травня 2024 р.; V Міжнародній конференції, присвяченій 145-річчю з дня народження Ганса Гана, Чернівці, 23–27 вересня 2024 р.; XIII Всеукраїнській науковій конференції молодих математиків, Київ, 9–10 травня 2025 р.; Міжнародній конференції молодих математиків (International Conference of Young Mathematicians), Київ, 4–6 червня 2025 р.; Міжнародній конференції, присвяченій 75-й річниці від дня народження Володимира Маслюченка, Чернівці, 25–27 вересня 2025 р.; XXIV Міжнародній науково-практичній конференції «Шевченківська весна – 2026», Київ, 9 квітня 2026 р.; XIV Всеукраїнській науковій конференції

молодих математиків, Київ, 7–8 травня 2026 р.; Семінарі молодих учених Інституту математики НАН України; семінарі з фрактального аналізу відділу теорії динамічних систем та фрактального аналізу Інституту математики НАН України (керівник: доктор фіз.-мат. наук, проф. М.В. Працьовитий).

Дисертаційне дослідження Єлагіна Володимира Олексійовича є завершеною роботою. Усі результати є новими і строго обґрунтованими, отримані дисертантом самостійно, задовольняють вимоги Постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 та можуть бути представлені до захисту дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 11 Математика та статистика за спеціальністю 111 Математика.

Семінар відділу динамічних систем та фрактального аналізу рекомендує Вченій раді Інституту математики НАН України прийняти дисертаційну роботу В.О. Єлагіна «Неперервні структурно фрактальні функції, означені в термінах Q_s -зображення та нега- Q_s -зображення чисел» до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії та утворити разову спеціалізовану вчену раду з правом прийняття до розгляду та проведення разового захисту на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 111 Математика.

Головуючий на засіданні:

Старший науковий співробітник,
кандидат фіз.-мат. наук



Олександр БАРАНОВСЬКИЙ

Секретар

Науковий співробітник,
доцент, доктор філософії



Софія РАТУШНЯК