

## АНАЛІЗ ФРАКТАЛЬНОСТІ ТРАФІКУ МЕРЕЖІ CALL-ЦЕНТРУ

**Кусова К.С., магістрант, kusovaks@gmail.com**

*Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет», м. Красноармійськ, Україна*

**Загальна постановка проблеми.** Останнє десятиріччя ознаменувалося істотним досягненням в області теорії телетрафіка – відкриттям самоподібності, або фрактальних властивостей процесів, що протікають в мережах передачі даних. З'явилися дослідження, в яких виявлені фрактальні властивості трафіку, що породжується різноманітними додатками.

При використанні традиційних пуассонівських моделей трафіку спостерігається згладжування реалізації процесу при стисненні часової шкали, але реальний трафік проявляє мінливість на різних шкалах[1]. Оскільки інваріантна до масштабу пульсуюча структура трафіку робить сильний вплив на продуктивність мережі і є характерною особливістю сучасних телекомунікаційних систем, то облік цього явища при дослідженні мережевого трафіку є актуальною задачею.

Істотний внесок у вивчення цього питання внесли вчені О.І.Шелухин, Потапов О.О, Цибаков Б.С, Смольський С.М. та ін., а також зарубіжні вчені К. Park, W. Willinger, P. Abry, MS Taqqu, Ilkka Norros та ін.[2,3]

**Постановка задач дослідження.** Метою даного дослідження є аналіз трафіку вхідних викликів до Call-центру.

Для досягнення мети поставленні наступні задачі:

- провести статичний аналіз викликів;
- визначити фрактальну розмірність;

**Рішення задач та результати дослідження.** Сучасний Call-центр має у своєму складі систему збору статистичної інформації. Статистична інформація дозволяє ефективно управляти процесом функціонування системи, контролювати роботу операторів, динамічно реагувати на зміни.

Джерелом статистичних даних і об'єктом дослідження є анонімний Call-центр, розташований у м. Вінниця, зі структурою, показаної на рисунку 1.

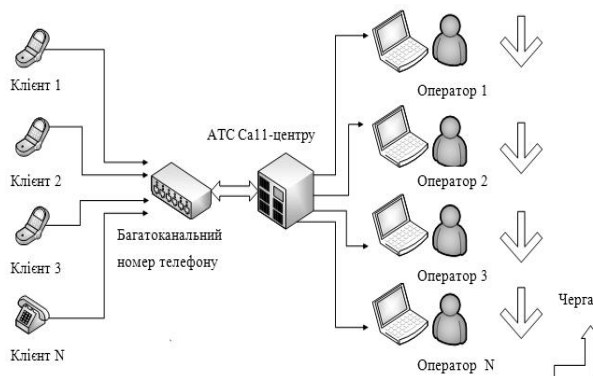


Рисунок 1. Структура Call-центру

Досліджуваний Call-центр має 330 робочих місць операторів і 55 місць супервайзерів. Робочий час центру з 0:00 до 24:00, працює без вихідних. За день у Call-центр надходить близько 50000 викликів. Виклики надходять як з телекомунікаційної системи загального користування так і з мобільних телефонів. У Вінниці в да-

ний час на Ca11-центри надходять виклики переважно із мобільних телефонів.

Для проведення аналізу навантаження, що надходить на Ca11-центр спочатку були зібрані дані про виклики.

У даній роботі аналіз трафіку виконаний в середовищі Excel. Вихідні дані представляють собою кількість вхідних викликів до Ca11-центру за 3 дні. Отриманий часовий ряд показаний на рисунку 2, він складається з 72 спостережень.

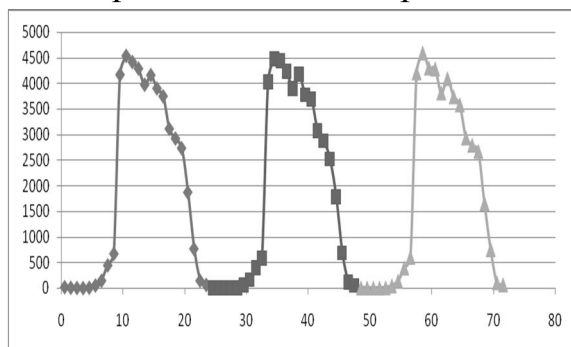


Рисунок 2. Вихідний часовий ряд

спостережень.

На рисунку 2 показано зміна значення трафіку протягом трьох робочих днів. Значення вхідного трафіку зростає з 8.00 і зростає до 11.00. Час найбільшого навантаження (ЧНН) припадає на інтервал 10.00-11.00, і складає в середньому 4500 викликів у ЧНН. В інтервалі 13.00-14.00 навантаження падає і

знову зростає. Після 18.00 різко спадає. На етапі обчислювального експерименту здійснено наступний агрегаційний процес з вихідним часовим рядом. Виконано зменшення розміру шкали спостережень у 2 рази. Для цього сформований новий ряд, отриманий за допомогою операції знаходження середнього з кожних двох послідовних вихідних спостережень. Отриманий ряд складається з 36 подій. Відбулося зменшення розглянутої шкали в 2 рази: кожен одиничний поділ нової шкали містить 2 одиниці вихідної.

Потім аналогічно виконано зменшення розміру вихідної шкали спостережень в  $m$  раз, для  $m = 3$ ,  $m = 4$ ,  $m = 6$  і  $m = 12$ . Кожне ділення нової шкали містить  $m$  одиниць вихідної.

Згідно з визначенням самоподібного процесу, має місце наступне співвідношення дисперсій часових рядів:

$$D_{X^m} = \frac{D_X}{m^\beta} \quad (1)$$

Виконаємо логарифмування виразу (1), отримаємо:

$$\ln(D_{X^m}) = \ln D_X - \beta \cdot \ln m \quad (2)$$

Оскільки  $\ln D_X$  є константою, не залежної від  $m$ , то графік залежності (2) має наступний вигляд. Побудува-

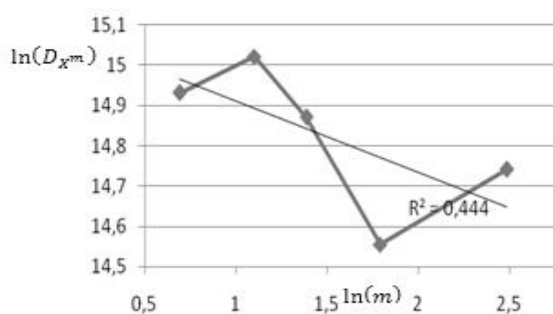


Рисунок 3. Лінія тренду для визначення  $\beta$

вши графік залежності (2) і лінію тренда, як показано на рисунку 3, визначимо апроксимовані значення  $\beta \approx 0,1319$ . Враховуючи, що параметр  $\beta$  пов'язаний з показником Херста  $H$ , як  $H = 1 - 0,5 \cdot \beta$ , одержимо значення  $H = 0,934$ . Фрактальна розмірність  $D$  часового ряду в такому випадку:  $D = 1 - H = 1,066$ .

**Висновок.** Параметри самоподібності  $H$  і  $D$  представляють собою міри стійкості статистичного явища, або міри тривалості довгострокової залежності стохастичного процесу.

Оскільки  $H > 0,5$ , то ступінь стійкості довгострокової залежності досліджуваного часового ряду вище середнього і трафік є самоподібним (фрактальним).

Врахування фрактальних характеристик дозволить будувати ефективні моделі прогнозування поведінки параметрів трафіку в мережі. Необхідно відмітити, що аналіз трафіку можна проводити різними методами. Подальшим напрямом досліджень є кореляційний аналіз і R/S- аналіз трафіку.

### Література

1. Шелухин О. И. Фрактальные процессы в телекоммуникациях. / Шелухин О. И., Тенякшев А. М., Осин А. В.— М.: Радиотехника, 2003. — 480 с.
2. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. — М.: Институт компьютерных исследований, 2002. — 656 с.
3. В.Я. Воропаева, Е.В. Жалейко Исследование характеристик фрактальных процессов потоков данных мультисервисных сетей // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація. Випуск 21 (183) — Донецьк-2011. — 202 с., С. 77 — 81
- 2.8. Теорія телетрафіку: навч. посіб. / В.Я. Воропаєва, В.І. Бессараб, В.В. Турупалов, В.В. Червинський. — Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2011. — 202 с.

### Анотація

Дослідження трафіку мереж свідчать про фрактальність цього процесу і неефективність Марковських моделей. Тому важливою науковою задачею є аналіз сучасного мережного трафіку. Дана стаття представляє результат аналізу трафіку Call-центру, виконаний в середовищі Excel.

Ключові слова: трафік Call-центру, фрактальні характеристики, показник Херста.

### Аннотация

Исследование трафика сетей свидетельствуют о фрактальность этого процесса и неэффективности Марковских моделей. Поэтому важной научной задачей является анализ современного сетевого трафика. Данная статья представляет результат анализа трафика Call-центра выполненный в среде Excel.

Ключевые слова: трафик Call-центра, фрактальные характеристики, показатель Херста.

### Abstract

Research of the network traffic indicates the fractality of this process and shows inefficiency of Markov models. Therefore, the analysis of present network traffic is a very important scientific task. This article describes the result of analysis of the network traffic for modern call centre. This analysis was made in Excel environment.

Tags: traffic of the call centre; fractal characteristics; Hurst exponent.