Розрахувавши матриці кореспонденцій по отриманих рівнях попиту, необхідно розмежувати ці матриці по конкретних режимах руху. Кожний режим руху буде встановлювати спосіб реалізації кореспонденції – на персональному(ПТ) або на громадському транспорті (ГТ) [4].

Розмежування шарів попиту за конкретними режимами руху відбувається на основі наступних функцій оцінки: Logit, Kirchoff, Box-Cox, Комбіновано, виду:

$f(U_{ij}) = e^{(c-Uij)}$ – Logit функція; $f(U_{ij}) = e^{(c-\frac{U_{ij}^{b}-1}{b})}$ – функція Box-Cox; (1)

$f(U_{ij}) = U_{ij}^{c}$ – функція Kirchoff; $f(U_{ij}) = a * U_{ij}^{b} * e^{(c-U_{ij})}$ – функція Комбіновано

де $f(U)$ – ймовірність здійснення кореспонденції в *i* в район *j* з затратами *U; U*- затрати на здійснення кореспонденції з району *i* в район *j* на певному виді транспорту, хв.; *a,b,c* – коефіцієнти.

Функція оцінки визначається з опитування населення міста про дальність і середній час поїздки на певному виді транспорту (індивідуальному, громадському).

В результаті розрахунку, отримані матриці кореспонденції по всіх режимах руху.

Висновок

Отже, зростання інтенсивності транспортних потоків й обмежені можливості модернізації та розвитку дорожньої мережі зумовлюють необхідність дослідження та розроблення моделі транспортної системи на основі теорії мереж Петрі, що дає змогу дослідити динаміку, наявність тупиків, живучість системи.

Список використаних джерел

1. Теслюк В.М., Лобур М.В., Раєвський П.Ю., Денисюк П.Ю. Автоматизована система розв'язування оптимізаційних задач при проектуванні інтегральних мікровбудованих систем // Вісник Національного університету „Львівська політехніка": Інформаційні системи та мережі. - Львів, 2005. - №549.- С. 174-183.
2. Бузовський Е. А. Високоефективне використання транспорту/ Е.А. Бузьковський - Київ: 1989. – С. 121-154.
3. Гончаров С. Транспортний комплекс України / С.Гончаров //Фондовий ринок. – 2001.- №20.- С. 22-43.
4. Діяк І. Наш транзитний пасажир: Газопроводи України / І.Діяк // Україна молода. – 2001. – №19.- С. 33-40
5. Дикаль В., Креймер В. Ефективность транспортных систем / В. Дикаль, В. Креймер// Бизнес – Информ. – 1998. - №12. – С. 45-60.

УДК 616.12

СТУПІНЬ ХАОТИЧНОСТІ БІОЛОГІЧНОГО СИГНАЛУ ЯК ДОДАТКОВА ОЗНАКА СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ

Ваховський І.В.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», студент

I. Постановка проблеми

При вивченні динаміки поведінки складних медико-біологічних систем все більшу увагу привертають методи теорії хаосу і синергетики, які дозволяють більш повно розкрити і проаналізувати механізми функціонування живої складноорганізованої системи. Ці методи знайшли застосування в медицині, зокрема в кардіології для оцінки хаотичності серцевого ритму, який несе інформацію про функціональний стан всіх ланок регулювання життєдіяльності людини, як в нормі, так і при різних патологіях. Актуальною задачею є подальші дослідження в цьому напрямку як додаткового методу отримання діагностичної інформації про стан серцево-судинної системи людини.

II. Мета роботи

Метою дослідження є застосування різних методів оцінки хаотичності динамічних рядів для визначення ступеня хаотичності біологічного сигналу як додаткової ознаки стану серцево-судинної системи.

III. Методи та матеріали

В основі багатьох математичних методів дослідження хаотичності динамічних рядів лежить відома формула ентропії Шеннона

$$H = -\sum_{i=1}^{n} p_i \log_2 p_i \ , \qquad (1)$$

де p_i – ймовірність знаходження системи в i-му стані.

Для аналізу хаотичності кінцевого часового ряду

$$A = a_1,\ a_2,\ \dots,\ a_N \ , \qquad (2)$$

при безпосередньому використанні формули (1) можна оцінювати зміну ентропії по ходу накопичення даних

$$H(k) = -\sum_{i=1}^{n} p_i(k) \log_2 p_i(k), \qquad k \le N \ . \qquad (3)$$

Існують і інші підходи до вирішення даної задачі, наприклад використання умовної ентропії. Для цього послідовність (2) розбивається на підпослідовності (патерни)

$$x(i) = [a(i), a(i+1), \dots, a(i+m-1)], \qquad i = 1, \dots, N-m+1 \qquad (4)$$

з розмірністю вкладення, оцінюються ймовірності (частоти) появи конкретних патернів і обчислюється умовна ентропія $E(m \mid m-1)$ як приріст Шеннонівської ентропії при переході від патернів з розмірністю $m-1$ к m, тобто

$$E(m \mid m-1) = E(m) - E(m-1) = -\sum_{i=1}^{N-m+1} p_m \ln p_m + \sum_{i=1}^{N-m+2} p_{m-1} \ln p_{m-1} \ . \qquad (5)$$

Для більш повного аналізу складності медико-біологічних використовують інші ентропійні оцінки, зокрема, апроксимаційну ентропію (Approximation Entropy).

При її обчисленні вихідна послідовність також розбивається на патерни (4), близькість яких в фазовому просторі оцінюється відстанню

$$d[x(i), x(j)] = \max_{k=1,\dots,m} \{|a(i+k-1) - a(j+k-1)|\} \qquad (6)$$

між усіма парами $x(i)$ і $x(j)$, $i = 1, \dots, N-m+1, j = i, \dots, N-m+1$. Далі оцінюються ймовірності (частоти) появи в послідовності (2) таких пар патернів, відстань між якими не перевищує заданий поріг d_0. Для цього визначаються величини

$$C_r^{(m)}(i) = \frac{1}{N-m+1} \sum_{j=1}^{N-m+1} \Theta(d_0 - d[x(i), x(j)]) \ , \qquad (7)$$

Апроксимаційна ентропія визначається за формулою

$$ApEn = \frac{1}{N-m} \sum_{i=1}^{N-m} \ln \frac{C_r^m}{C_r^{m+1}} \ . \qquad (9)$$

Подальша модифікація Апроксимаційні ентропії, дозволяє запропонувати ентропію шаблонів (Sample entropy) [16], при обчисленні якої використовується обмеження $i \ne j$, а саму ентропію визначає вираз

$$SampEn = -\ln \frac{U^{m+1}(r)}{U^m(r)} = \ln U^m(r) - \ln U^{m+1}(r) \qquad (10)$$

Така оцінка, на відміну від (9), є незміщеною, і її значення практично не залежить від кількості елементів часового ряду.

IV. Результати досліджень

На рис. 1, а представлені ритмограма пацієнта А. 67 років, у якого спостерігалася альтернація тривалостей $R-R$ інтервалів, що є предиктором серцевих порушень [1], та ритмограма практично здорової людини В. (рис. 1, б) у віці 31 рік.

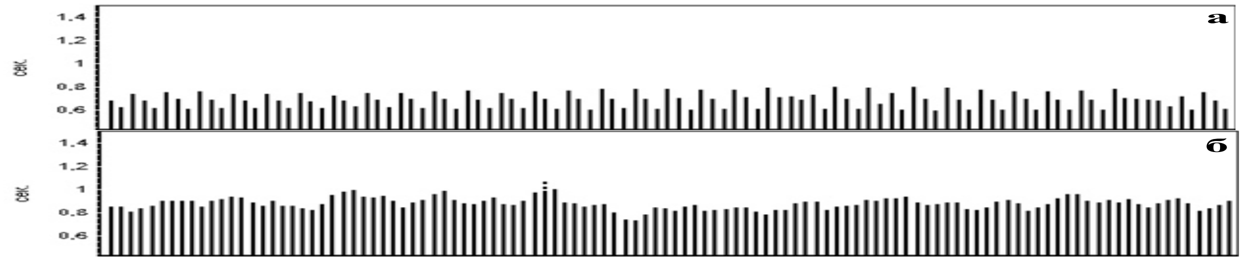

Рис. 1. Приклади ритмограм хворої людини (а) та здорового волонтера (б)

Таблиця 1

Показники хаотичності ритму серця пацієнтів

Методи	**Пацієнт В.**	**Пацієнт А.**	**Відмінність, %**
Умовна ентропія $E(m \mid m-1)$	0,713	0,530	-25,7
Апроксимаційна ентропія $ApEn$	0,533	0,301	-43,5
Ентропія шаблонів $SampEn$	1,142	0,348	-69,5

Як видно, показники ентропії у пацієнта А. істотно нижче, ніж у пацієнта В. Це свідчить про те, що, на відміну від ритмограми здорового пацієнта, ритмограма з альтернацією має чітко виражену регулярну складову.

Висновок

Результати експериментальних досліджень ще раз підтверджують, що різні ентропійні оцінки несуть додаткову діагностичну інформацію про стан серцево-судинної системи людини.

Список використаних джерел

1. Файнзильберг Л.С., Беклер Т.Ю. Моделирование альтернации зубца Т на искусственной электрокардиограмме в условиях внутренних и внешних возмущений // Международный научно-технический журнал «Проблемы управления и информатики». – 2012. – № 4. – С. 116-128.

УДК 004.932.2

ФРАКТАЛЬНІ СПЛАЙНИ АНАЛІЗУ І СИНТЕЗУ БАГАТОМАСШТАБНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ

Вербовий С.О.[1], Скрипець В.І.[2]

Тернопільський національний економічний університет

[1] аспірант; [2] магістрант

I. Постановка проблеми

Метод сплайнів часто використовується в науці і техніці. Для відновлення зображення, яке було стиснуте за допомогою алгоритму архівації із значними втратами або отримане у результаті наукових або інших досліджень, виникає задача для покращення якості за рахунок збільшення різкості зображення.

Запропонований спосіб інтерполяції знешкоджує усі, які виникають при умові кодування зображення за допомогою сучасних методів, але й збільшує різкість зображень. Застосування сплайнів дозволяє зберігати високу швидкість обробки зображення.

II. Мета роботи

Метою роботи є підвищення швидкодії алгоритму обробки зображення шляхом застосування інтерполяції, проведення синтезу багато масштабних часових рядів.

III. Поняття сплайна

Процес побудови послідовності інтерполяційних поліномів по послідовності сіток, що згущається, називається інтерполяційним процесом [1].

Теорема 1 (Фабера). Для будь-якої послідовності сіток, яка згущається, існує безперервна функція, для якої інтерполяційний процес не сходиться рівномірно.