

Висновки

Поліпшення використання трудового потенціалу є основною змістовною технологією в управлінні кадрами, що включає в себе навчання, мотивацію, адаптацію і забезпечення кар'єри працівників.

Розроблено математичну модель оптимізації трудового потенціалу виробничого процесу.

Література

1. Техническая эксплуатация автомобилей. / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин и др. Под. ред. Е.С. Кузнецова. - М.: Транспорт, 2001. - 536 с.
2. Лысанов Д.М. Разработка методики оценки эффективности функционирования производственно-технической

базы автосервисных предприятий: Дис. канд. техн. наук: 05.22.10. – М.: РГБ, 2005. – 156 с.

3. Эффективность производства и предпринимательство в автосервисе: учебное пособие / В.П. Бычков, Н.В. Пеньшин. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – 304 с.
4. Егорова Н.Е., Модунов А.С. Автосервис. Модели и методы прогнозирования деятельности. - М.: Экзамен, 2002. – 314 с.
5. Марков О.Д., Рынок, автомобиль, клиент, М., Транспорт, 1999. – 270с.
6. Автомобильный дилер: практическое пособие по маркетингу и менеджменту сервиса и запасных частей. – М.:”-Ось-89”, 1997 – 224 с.

УДК 004.67

ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ОБЧИСЛЕННЯ НЕЛІНІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧАСОВИХ РЯДІВ

Стаття присвячена огляду існуючих програмних систем, призначених для розрахунку нелінійних характеристик часових рядів, а також опису програмної системи, що реалізує алгоритми нелінійної динаміки, у середовищі розробки віртуальних приладів NI LabVIEW

Ключові слова: нелінійна динаміка, серцевий ритм, фрактальна розмірність, апроксимаційна ентропія

Статья посвящена обзору существующих программных систем, предназначенных для расчета нелинейных характеристик временных рядов, а также описанию программной системы, которая реализует алгоритмы нелинейной динамики, в среде разработки виртуальных приборов NI LabVIEW

Ключевые слова: нелинейная динамика, сердечный ритм, фрактальная размерность, аппроксимационная энтропия

Paper is devoted the review of the existing program systems intended for calculation of nonlinear characteristics of time series data, and also the description of program system which realizes algorithms of nonlinear dynamics, in the environment of working out of virtual devices NI LabVIEW

Keywords: Nonlinear dynamics, heart rate, fractal dimension, Approximate Entropy

О.Г. Кисельова

Аспірант, старший викладач*

Контактный тел.: 050-443-02-82, (044) 406-85-74

E-mail: Olga.mmif@gmail.com

М.В. Герасимчук*

*Кафедра лікувально-діагностичних комплексів

Міжуніверситетський медико-інженерний факультет

Національний технічний університет України «Київський

політехнічний інститут»

проспект Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056

E-mail: maxgerasimchuk@gmail.com

Вступ

Спектр програмного забезпечення для обчислення нелінійних характеристик часових рядів представлений сьогодні достатньо широко і включає у себе як

комерційні системи, так і системи з вільним доступом. Основними перевагами комерційних систем є багатофункціональний, інтерактивний графічний інтерфейс користувача та гарантовані медико-технічні характеристики.

Безкоштовні системи мають лише відкритий програмний код алгоритму.

Огляд комерційного програмного забезпечення для обчислення нелінійних характеристик часових рядів

Серед комерційних програм, що працюють під Windows, найбільшою популярністю з точки зору наукових досліджень та навчального процесу, користується пакет CDA (Chaos Data Analyzer), який було розроблено у 1995 році проф. Ж. Спроттом (J. C. Sprott) з Університету Вісконсину та проф. Дж. Роулндсом (G. Rowlands) з Університету Уорвіку [1]. Програма включає в себе 14 різних інструментів, серед яких є розрахунки: розподілу вірогідності, енергетичного спектру, експоненти Ляпунова, рівнянь Пуанкаре, а також різні інструменти розрахунку фрактальної розмірності. Крім того, CDA має можливість аналізу вхідних даних деякими лінійними методами, такими як спектральний аналіз, побудова автокореляційної функції, апроксимація даних поліномом (до 4-го ступеня), а також виконує попередню обробку даних (виділення тренду, диференціювання, інтегрування, згладжування). До недоліків програми можна віднести те, що параметри аналізу змінюються у широких межах, а також не всі результати є можливість зберігати у вигляді файлу на жорсткому диску комп'ютера [2].

Ще одним відомим комерційним пакетом є система Datarlogre німецької компанії Datan [3]. Це програмне забезпечення представляє собою універсальний пакет програм для аналізу сигналів, даних та часових рядів. Можливості застосування пакету включають аналіз біологічних та фізіологічних систем, механічних коливань, електромагнітних сигналів, епідеміологічних досліджень, часових рядів у геології, фінансовому менеджменті, економіці та інше. В системі реалізовано такі функції як побудова двовимірних та тривимірних гістограм, статистичний аналіз сигналів, очистка сигналів від шуму, арифметичні операції та математичні функції, аналітичні операції (диференціювання, інтегрування, автокореляція, взаємна кореляція, перетворення Гільберта та ін.), перетворення Фур'є, вейвлет-перетворення, реалізовані методи нелінійної динаміки (розрахунок кореляційної розмірності, експоненти Ляпунова) та ін.

До основних переваг програми Datarlogre можна віднести інтерактивний графічний інтерфейс, що дає можливість редагувати дані безпосередньо на графіках, наприклад, видаляти артефакти.

Науковці кафедри прикладної фізики технічного університету Дармштату (Німеччина) розробили програму Nlyzer [4], що позиціонується як система нелінійного аналізу у реальному часі. Особливою відмінністю програми є те, що вона має графічний інтерфейс.

Nlyzer включає у себе такі алгоритми нелінійного аналізу як ентропія Шеннона, умовна ентропія, загальна ентропія, фрактальна розмірність. Крім того, програма має можливості проведення спектрального та автокореляційного аналізу.

Огляд «відкритого» програмного забезпечення для обчислення нелінійних характеристик часових рядів

Серед безкоштовного програмного забезпечення можна відзначити такі програми як Fraclan, RQA та

TISEAN, а також інструментарій FracLab до системи MatLab.

Програма Fraclan розроблена в інституті математичних проблем біології РАН В. Сичовим [5]. В програмі реалізовано фрактальний аналіз часових рядів (розрахунок кореляційної розмірності, кореляційної ентропії, показника Херста), засоби моделювання та представлення даних (генератор Ван дер Поля, аттрактори Хеннона, Лоренца, Ресслера, шум Гаусса, функція Вейерштрасса-Мандельбротта). Збереження побудованих графіків підтримується у форматі *.bmp. Однією з переваг програми є простий російськомовний інтерфейс користувача.

Програма RQA, розроблена С. Вебером (C.J. Webber Jr.) [2, 6, 7] та інструмент (Toolbox) FracLab до системи MatLab, розроблений французькою лабораторією Fractals team [8], призначені для розрахунку фрактальної розмірності.

Програма TISEAN розроблена науковцями кафедри фізичної та теоретичної хімії університету Фрак-тфурту-на-Майні Р. Хегером та Г. Кантзом (R. Hegger, H. Kantz), а також науковцем відділу фізики комплексних систем інституту ім. Макса Планка у м. Дрезден (Німеччина) Т. Шрайбером (T. Schreiber) [9]. TISEAN – це велика колекція програм, написана на мовах C та Fortran, для нелінійного аналізу, а також попередньої обробки даних для лінійного аналізу. Крім того, вихідний код її є відкритим, що дає можливість його зміни, при необхідності.

Програма обчислення характеристик добового серцевого ритму

Розглянуті вище системи оперують головним чином величинами показників нелінійної динаміки. Однак, фізіологічні відповідності цих показників обґрунтовані недостатньо. Наприклад, транзиторні порушення серцевого ритму можуть взагалі бути видалені в результаті передобробки даних. Те ж саме стосується стійких порушень серцевого ритму, коли холтерівські записи взагалі можуть не аналізуватись. На вирішення цих питань і спрямована програма аналізу добового серцевого ритму (СР), структурна схема якої зображена на рис. 1. Програма розроблена науковцями Міжуніверситетського медико-інженерного факультету НТУУ «КПІ».

Основні можливості розробленої програми:

- а) Аналіз СР у часовій області:**
 - 1) статистичні характеристики;
 - 2) гістограма розподілу кардіоінтервалів (триангулярний індекс, трикутна інтерполяція гістограми);
- б) Аналіз СР в частотній області (спектральний аналіз):**
 - 1) швидке перетворення Фур'є;
 - 2) авторегресійний аналіз;
 - 3) побудова спектру щільності потужності;
- в) Побудова скатерограми (графік Лоренца);**
- г) Автокореляційний аналіз (побудова корелограми);**
- д) Оцінка серцевого ритму методами нелінійної динаміки:**
 - 1) розрахунок показника апроксимаційної ентропії;
 - 2) розрахунок $1/f$ масштабуючого параметру для спектру Фур'є (показник фліккер-шуму);

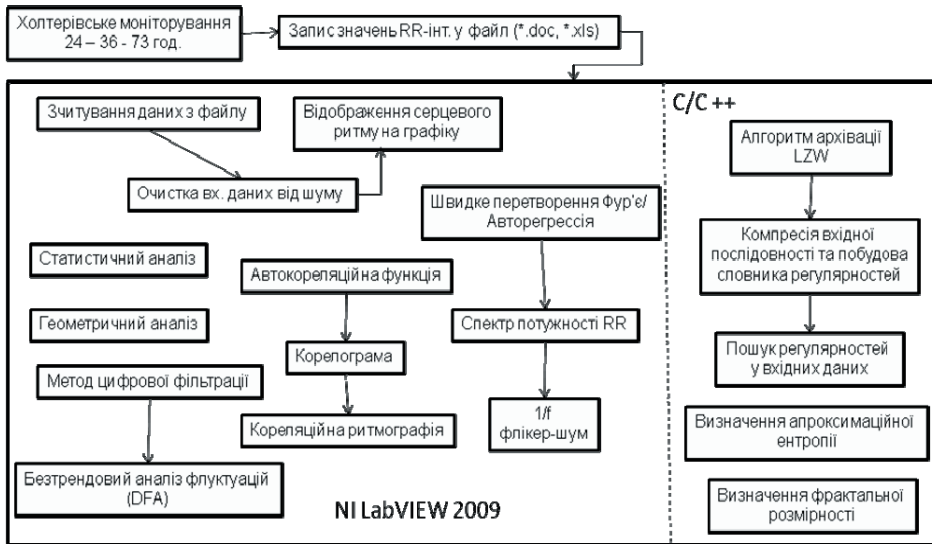


Рис. 1. Структурна схема програми обробки та аналізу добового серцевого ритму

и) Підтримка інтерактивної системи допомоги при користуванні програмою.

Програма обчислення характеристик добового серцевого ритму розроблена в середовищі розробки лабораторних віртуальних приладів NI LabVIEW 2009. Процедури обробки даних методами нелінійної динаміки написані на мові C++ та імпортовані в головну програму у вигляді динамічних бібліотек (DLL).

Перевагами розробки у системі NI LabVIEW 2009 є використання мови графічного програмування G (рис. 2) [10], що дозволяє

3) оцінка складності за Колмогоровим (розрахунок ступеню компресії динамічного ряду та побудова словника регулярностей за вхідною ритмограмою). Можлива оцінка частоти повторень аналізованих регулярностей та часу їх прояву;

4) розрахунок фрактальної розмірності;

е) Оцінка варіабельності серцевого ритму методом цифрової фільтрації (безтрендовий аналіз флукуацій);

ж) Створення звітів, що містять розраховані кількісні параметри складності та варіабельності серцевого ритму в задані проміжки часу для кожного пацієнта;

з) Очищення вхідних сигналів від шумів;

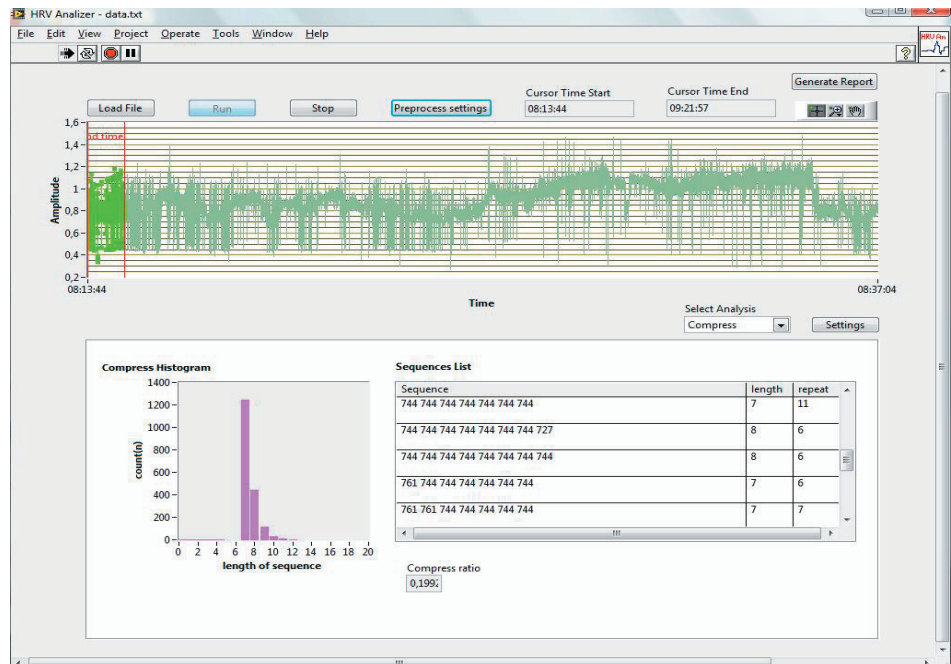


Рис. 3. Інтерфейс програми з прикладом розрахунку алгоритмічної складності за Колмогоровим

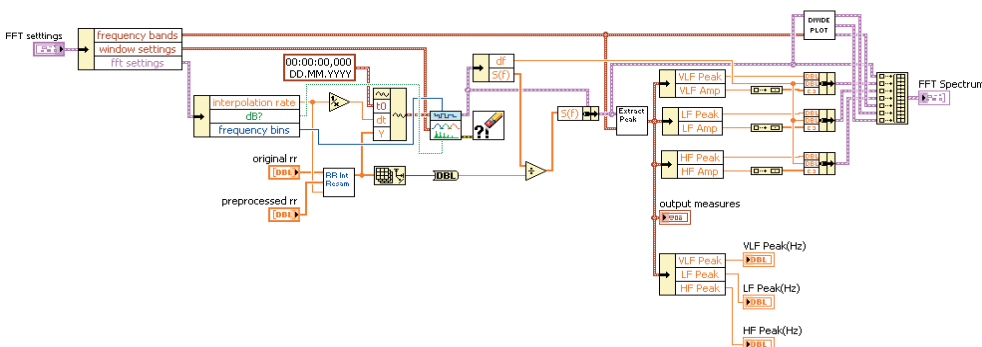


Рис. 2. Фрагмент програмного коду програми у середовищі NI LabVIEW 2009

економити час на розробку програм у порівнянні з такими мовами програмування як C та C++ до 5 разів [11]. Крім того, можливість «складання» інтерфейсу користувача з готових елементів, дає можливість узгодження функціональних можливостей програмного продукту із замовником (наприклад, лікарем) ще на етапі проектування.

Інтерфейс програми обчислення характеристик добового серцевого ритму з прикладом розрахунку алгоритмічної складності CP за Колмогоровим [12] зображено на рис. 3.

Висновки

Програмні засоби обчислення нелінійних характеристик часових рядів можна поділити на «відкриті» та комерційні. В перших, як правило, не реалізовано графічний інтерфейс користувача, у других він є, але в даних системах неможливо проаналізувати алгоритми, за якими відбуваються обчислення. Саме тому, особливо при вирішенні задач медичного напрямку, коли важливим аспектом є точність алгоритмів, актуальними є питання розробки алгоритмічно-програмного забезпечення «на власний смак». Використання, при цьому, системи розробки лабораторних віртуальних приладів NI LabVIEW полегшує розробку таких програм, і дозволяє достатньо легку модернізацію програми в залежності від спеціалізації застосування (медицина спорту, медицина здоров'я, кардіологія тощо).

Література

1. Інформація про пакет Chaos Data Analyzer [Електронний ресурс] / University of Wisconsin, Physics Department.— Режим доступу : \www/ URL: <http://sprott.physics.wisc.edu/cda.htm/> — 07.07.2009 р.
2. Меклер, А.А. Применение аппарата нелинейного анализа динамических систем для обработки сигналов ЭЭГ. Актуальные проблемы современной математики: учёные записки. [Текст]. Т. 13 (вып. 2). / под. ред. проф. Калашникова Е.В. — М. : ЛГУ им. А.С. Пушкина, С.-Пб., 2004 г. 153 стр.
3. Інформація про пакет Dataplore [Електронний ресурс] — Режим доступу: \www/ URL: <http://www.dataplore.com/>.
4. Інформація про пакет NLyzer [Електронний ресурс] — Режим доступу: \www/ URL: <http://www.physik.tu-darmstadt.de/NLyzer/>.
5. Інформація про програму Fraclan [Електронний ресурс] — Режим доступу: \www/ URL: http://pcwin.ru/fractan_download/.
6. Zbilut J.P., Webber C.L. Jr. Embeddings and Delays As Derived From Quantification From Recurrence Plots// Physics Letters A, 171, 199-203, 1992
7. Webber C.L., Zbilut J.P. Dynamic Assessment of Physiological Systems and States Using Recurrence Plot Strategies// J. Appl. Physiol. 76, 1994. P. 965-973
8. Інформація про інструментарій FracLab до системи Matlab [Електронний ресурс] — Режим доступу : \www/ URL:<http://www.fraclab.saclay.inria.fr>.
9. Інформація про бібліотеку програм TISEAN для нелінійного аналізу [Електронний ресурс] — Режим доступу: \www/ URL: http://www.mpipks-dresden.mpg.de/~tisean/TISEAN_2.1/index.html — 04.11.1999 р.
10. Тревис Дж., КрингДж. LabVIEW для всех [Текст] : пер. с англ. — Д. Мовчан; М. : ДМК Пресс; ПриборКомплект, 2005. —544с.
11. Інформація про систему NI LabVIEW [Електронний ресурс] — Режим доступу: \www/ URL: www.ni.com/russia/.
12. Николіс, Г. Познание сложного. Введение [Текст] / Николіс Г., Пригожин И. — М.: Мир, 1990.—344с.