**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**

**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**ФАКУЛЬТЕТ АВІАЦІЙНИХ І КОСМІЧНИХ СИСТеМ**

**КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНО – ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ**

|  |  |
| --- | --- |
| «На правах рукопису»  УДК \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | «До захисту допущено»  Завідувач кафедри  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.С. Єременко  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2018 р. |

**Магістерська дисертація**

**на здобуття ступеня магістра**

**зі спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»**

**на тему: «Програмно-алгоритмічне забезпечення інформаційно-вимірювальних систем фрактального аналізу»**

Виконав:

студент 6 курсу, групи ВВ-61м

Золовкін Сергій Михайлович \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Керівник:

доцент, к.т.н., доцент

Синица В.І. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Рецензент:

Проф. кафедри АЕД, д.т.н., с.н.с

Тесік Ю.Ф. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Київ – 2018 року

**1. Вступ: 3**

**1.1. Огляд методів дослідження часових рядів 5**

**1.2. Огляд методів фрактального аналізу часових рядів; 12**

**1.3. Огляд методів класифікації часових рядів; 27**

**1.4. Огляд і аналіз середовища програмування; 31**

**2. Розробка програмної частини системи моніторингу; 36**

**2.1. Розробка структури пакету програм; 36**

**2.2. Розробка окремих модулів пакету програм; 38**

**2.3. Статистичний аналіз результатів моделювання; 44**

**2.4. Розрахунок похибки цифрової моделі алгоритмів обробки; 45**

**3. Практичний фрактальний аналіз часових рядів; 48**

**3.1. Дослідження адекватності результатів програми; 49**

**3.2. Результати дослідження заданних часових рядів; 52**

**3.3. Проблема класіфікація отриманих результатів; 58**

**3.3.1. Класифікація за допомогою показника Херста; 61**

**3.3.2. Стаціонарність часових рядів; 82**

**3.3.3. Оцінка класифікатора; 85**

**4. Стартап; 94**

**5. Висновки; 103**

**6. Список використанної літератури; 104**

**Додатки**

Реферат

Пояснювальна записка до магістерської дисертації «Програмно алгоритмічне забезпечення інформаційно-вимірювальних систем фрактального аналізу», складає 102 сторінку тексту, ілюстрації, таблицю, 18 бібліографічних посилань. Розробка програмного забезпечення інформаційно-вимірювальних систем для аналізу часових рядів виконувалася в рамках ініціативної теми «Автоматизована система визначення закономірностей в часових рядах» (номер державної реєстрації 0117U002559 від 15.03.17 р.)

Основні завдання роботи:

1. Розробка програмного забезпечення для фрактального аналізу часових рядів методом нормованого розмаху Херста.

2. Проведення експериментальних досліджень з використанням розроблених програмних модулів.

3. Проведення класифікаційного аналізу отриманих результатів експериментальних досліджень на предмет визначення типу часового ряду В результаті було розроблено програмне забезпечення для фркатального аналізу часових рядів методом Херста, проведені експерементальні дослідження, розроблен класифікатор та проведена класифікація отриманих статистичних даних.

Виконуючи дослідження, студент виступав на двох науково-технічних конференціях і має публікацію у фаховому виданні.

Також результати роботи були представлені на:

Міжнародна наукова інтернет-конференція "Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення" (випуск 28) XX всеукраїнської практично-пізнавальної конференції «Наукова думка сучасності і майбутнього»

Результати дослідження лягли в основу наукових статтей «Розробка програмної частини системи моніторингу» та «Розробка математичної моделі розрахунку показника Херста».

Ключові слова: фрактальний аналіз, показник Херста, часовий ряд, стаціонарність, нестаціонарність, персептивність, антиперсепьтвність, фрактал, класифікація часових рядів, алгоритм, математичная модель розрахунку показника Херста, рівняння регресії.

Abstract

Explanatory note to the master's thesis "Software-algorithmic provision of information-measuring systems of fractal analysis", makes 102 pages of text, illustrations, tables, 18 bibliographic references. The development of software for information measuring systems for the analysis of time series was carried out within the framework of the initiative theme "Automated system for determining the regularities in time series" (state registration number 0117U002559 dated 15.03.17).

Main tasks of work:

1. Development of software for fractal analysis of time series by the normalized Hurst scale.

2. Conduct experimental research using developed software modules.

3. Conducting a classification analysis of the results of experimental studies on the determination of the type of time series.

As a result, the software for the furcated analysis of time series by Hirst method was developed, experimental research was conducted, a classifier was developed and the classification of the obtained statistical data was made. In carrying out the research, the student spoke at two scientific and technical conferences and has a publication in a professional edition.

Also the results of work were presented on:

• International Scientific Internet Conference "Information Society: Technological, Economic and Technical Aspects of Formation" (Issue 28)

• XX All-Ukrainian Practical-Cognitive Conference "Scientific Thought of Present and Future" The results of the research formed the basis of scientific articles "Development of the software part of the monitoring system" and "Development of a mathematical model for calculating the Hurst index".

Keywords: fractal analysis, Hurst index, time series, stationary, nonstationary, perceptibility, antiperspectivity, fractal, classification of time series, algorithm, mathematical model of calculation of Hurst index, regression equation.

1. **Вступ**

**Актуальність теми**

У різноманітних галузях знань доводиться мати справу з ситуацією, коли об'єкт досліджень або не припускає безпосереднього дослідження своєї структури, або ця структура занадто складна. У той же час для аналізу доступний генерований системою сигнал у вигляді часового ряду, характерною ознакою якого є суттєва невизначеність.

Проблема аналізу часових рядів такого роду визначається в необхідності виявлення взаємозв'язків і циклічності складних процесів в умовах неповної і нечіткої апріорної інформації з метою з'ясування ходу розвитку складових того чи іншого процесу.

Зазвичай огляд профілю часового ряду свідчить про те, що ряд не містить характерних ділянок, які можуть свідчити про суттєві зміни поведінки сигналу, що спричинені появою певних подій. Тобто, на вигляд, маємо справу з сигналом, який виглядає досить складно і зазвичай здається схожим на випадковий.

Таким чином, на практиці часто доводиться вирішувати питання про стаціонарность, або нестаціонарність процесу, поданого всього однією реалізацією, причому в якості індикатора не стаціонарності все частіше використовують фрактальну розмірність часового ряду, зокрема метод нормованого розмаху Херста.

**Призначення**

Програмно-алгоритмічне забезпечення призначено для інформаційно-вимірювальних систем аналізу невизначених сигналів, повторний запис яких неможливо повторити

**Галузь застосування**

У всіх галузях, де аналізуються сигнали, які генеруються динамічною системою

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами**

Розробка програмного забезпечення інформаційно-вимірювальних систем для аналізу часових рядів виконувалася в рамках ініціативної теми «Автоматизована система визначення закономірностей в часових рядах» (номер державної реєстрації 0117U002559 від 15.03.17 р.)

**Мета роботи**

Основною метою магістерської дисертації є розробка програмно-алгоритмічного забезпечення автоматизованої системи фрактального аналізу.

**Основні завдання роботи**

1. Розробка програмного забезпечення для фрактального аналізу часових рядів методом нормованого розмаху Херста.

2. Проведення експериментальних досліджень з використанням розроблених програмних модулів.

3. Проведення класифікаційного аналізу отриманих результатів експериментальних досліджень на предмет визначення типу часового ряду

**Об'єкт дослідження**

Методи аналізу часових рядів невизначених даних

**Предмет дослідження**

Фрактальний метод аналізу часових рядів показником Херста

**Методи дослідження**

Рішення поставлених завдань здійснюється шляхом моделювання з використанням комп'ютерних програм: Matlab 6.5, Java.

**Практичне значення отриманих результатів**

Розроблене програмне забезпечення дозволяє проводити аналіз поведінки динамічної системи на основі показника Херста, класифікувати отримані результати, що

являє собою певний практичний інтерес. Практичне застосування полягає в використанні програмного забезпечення в навчальному процесі кафедри ІВТ (дисципліна “Аналіз та обробка експериментальних даних”).

**5.Висновки**

В даній магістерській дисертації була спроектована система фрактального аналізу часових рядів, які неможливо відтворити. Для цієї системи було розроблено програмне забезпечення, яке дозволяє визначити тип часового ряду за показником Херста. Проведена верифікація програмного забезпечення. Був розроблен класифікатор, що за оцінкою є надійним та коректним. Це дає змогу оптимальним шляхом обирати методи обробки часового ряду у подальшому .

Були проведені експериментальні дослідження та статистичний аналіз результатів моделювання програмному середовищі MatLab, що повністю підтверджують працездатність та надійність програмного забезпечення.

На сьогоднішній день така система визначення типу часового ряду, безумовно, є актуальною та прогресивною. Оскільки статистично визначати тип часового ряду для подальшою обробки є часозатратним , завдяки цієї системи фрактального аналізу методом Херста можно швидко та просто визначити тип часового ряду, що у даний час є актуальною проблему. Її було вирішено у цій магістерській дисертації.

Було розроблено стартап проект, який є валідним на сьогоднішній день та може принести дохід у короткі строки.

**6.Список використаної літератури**

1. Херст, Г. Э., 1951. «Долгосрочная вместимость водохранилищ». Труды Американского общества гражданских инженеров, 116, 770-808.
2. Кириченко, Л.О Сравнительный анализ статистических свойств оценок показателя Херста/ Л.О Кириченко // Вестник «Научная периодика». – 2010. – С. 88-95.
3. . Найденов, В.И. Эффект Херста в геофизике / В.И. Найденов, И.А. Кожевникова // Природа, № 1, 2000.
4. Данилов, Ю.А. Красота фракталов / Ю.А. Данилов // Труды Московского Международного Синергетического Форума. – 1997. – 218 с.
5. Иванюк, Г.Ю. Фрактальные геологические среды: размерность, основные типы, генетические следствия / Г.Ю. Иванюк // Физика Земли. – 1997. – № 3. – С. 21-31.
6. Карпов, В.Г. Что такое фракталы? / В.Г.Карпов, А.В. Субашиев. – СПб.: ЛПИ. – 1989
7. Оппенгейм, А.В. Цифровая обработка сигналов / А.В. Оппенгейм, Р.В. Шафер – М.: Связь, 1979. – 416 с.
8. Старченко, Н.В. Индекс фрактальности и локальный анализ хаотических временных рядов / Н.В. Старченко //Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. – М.: Московский инженерно-физический институт, 2005. – 122 с.
9. Горбацевич, В.В. Анализ и прогнозирование временных рядов. Методические указания к чтению лекций и проведению практических занятий / В.В. Горбацевич. – М., 2000. – 209 с.
10. Anis, A.A., Lloyd, E.H. (1976) The expected value of the adjusted rescaled Hurst range of independent normal summands. Peters, E.E. (1994) Fractal Market Analysis. Wiley, New York. ISBN 0-471-58524-6.
11. В.П. Дьяконов. Matlab 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6. Основы применения. М.: СОЛОН-Пресс, 2005. - 800с.
12. Бокс, Дж. Анализ временных рядов прогноз и управление. Ч.2 / Дж. Бокс, Г. Дженкинс. – М.: Альта-Пресс , 1981. – 500 c.