**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 аналізу часових рядів»**

Виконал:

студент 6 курсу, групи ВВ-61м

Камаралі Роман Вадимович \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Керівник:

доцент, к.т.н., доцент

Синица В.І. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Рецензент:

доцент кафедри АЕД, к.т.н., доцент

Самарцев Ю.М. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

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

Студент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Київ – 2018 року

**Реферат**

Пояснювальна записка до магістерської дисертації «Програмно-алгоритмічне забезпечення інформаційно-вимірювальних систем аналізу часових рядів», складає 100 сторінок тексту, 51 ілюстрація, 10 таблиць, 20 бібліографічних посилань.

Об'єктом дослідження є методи нелінійної динаміки

Предметом дослідження є методи фазових портретів

Мета дисертації – Розробити систему побудови часових рядів та класифікатор часових рядів

Для виконання поставленої вище цілі використовувалися: середа розробки LabVIEW, середа розробки MATLAB, та експериментальні дані.

В результаті були отримані: фазові портрети сигналів, отриманих експериментальним шляхом, а також їх класифікація.

Також результати роботи були представлені на:

* XX всеукраїнської практично-пізнавальної конференції "НАУКОВА ДУМКА СУЧАСНОСТІ І МАЙБУТНЬОГО.
* Міжнародна наукова інтернет-конференція

"Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення"(випуск 28)

Результати дослідження лягли в основу наукових статтей «Розробка класифікатору фазових портретів» та «Розробка програмної частини системи побудови та аналізу ФП», які були представлені на цих конференціях.

**Ключові слова**: LabVIEW, MATLAB, часовий ряд, фазовий портрет, класифікація, сліпа обробка сигналу, нелінійна динаміка, метод фазових портретів,

**Реферат**

Пояснительная записка к магистерской диссертации «Программно-алгоритмическое обеспечение информационно-измерительных систем анализа временных рядов», составляет 100 страницу текста, 51 иллюстрация, 10 таблиц, 20 библиографических ссылок.

Объектом исследования являются методы нелинейной динамики

Предметом исследования являются методы фазовых портретов

Цель диссертации - разработать систему построения временных рядов и классификатор временных рядов

Для выполнения поставленной выше цели использовались: среда разработки LabVIEW, среды разработки MATLAB, и экспериментальные данные.

В результате были получены: фазовые портреты сигналов, полученных экспериментальным путем, а также их классификация.

Также результаты работы были представлены на:

• XX всеукраинской практически-познавательной конференции "НАУЧНАЯ МЫСЛЬ СОВРЕМЕННОСТИ И БУДУЩЕГО.

• Международная научная интернет-конференция

"Информационное общество: технологические, экономические и технические аспекты становления" (выпуск 28)

Результаты исследования легли в основу научных статей «Разработка классификатору фазовых портретов» и «Разработка программной части системы построения и анализа ФП», которые были представлены на этих конференциях.

**Ключевые слова:** LabVIEW, MATLAB, временной ряд, фазовый портрет, классификация, слепая обработка сигнала, нелинейная динамика, метод фазовых портретов,

Abstract

Explanatory note to the master's thesis "Software-algorithmic provision of information-measuring systems of time series analysis", consists of 100 pages of text, 51 illustrations, 10 tables, 20 bibliographic references.

The object of the study is methods of nonlinear dynamics

The subject of the study is the methods of phase portraits

The purpose of the dissertation - To develop a system of construction of time series and time series classifier

To accomplish the above goal, we used the LabVIEW development environment, the MATLAB development environment, and experimental data.

As a result, we obtained: phase portraits of signals received experimentally, as well as their classification.

Also the results of work were presented on:

• XX All-Ukrainian Practical-Cognitive Conference "SCIENTIFIC OPINION OF MODERN AND FUTURE.

• International scientific Internet conference

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

The results of the research formed the basis of scientific articles "Development of the classifier of phase portraits" and "Development of the software part of the system of construction and analysis of AF", which were presented at these conferences.

**Keywords**: LabVIEW, MATLAB, time series, phase portrait, classification, blind signal processing, nonlinear dynamics, phase portrait method,

Зміст

[ВСТУП 4](#_Toc514795822)

[1. ОГЛЯД І АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ 7](#_Toc514795823)

[1.1 Огляд методів дослідження часових рядів 7](#_Toc514795824)

[1.1.1 Фазовий простір 7](#_Toc514795825)

[1.1.2 Фазовий простір в математиці і фізиці 13](#_Toc514795826)

[1.1.3 Особливості фазових портретів нелінійних систем 18](#_Toc514795827)

[1.1.4 Метод фазової площини. 21](#_Toc514795828)

[1.1.5 Побудова фазового портрета 22](#_Toc514795829)

[1.2 Огляд і аналіз середовища програмування LabVIEW 22](#_Toc514795830)

[1.3 Огляд і аналіз літератури з MATLAB 26](#_Toc514795831)

[1.4 Бінарна класифікація 34](#_Toc514795832)

[1.4.1 Таблиця спряженості бінарного класифікатора 34](#_Toc514795833)

[1.4.2 Характеристики бінарного класифікатора 35](#_Toc514795834)

[1.4.3 ROC-крива і її AUC 37](#_Toc514795835)

[Висновок 39](#_Toc514795836)

[2. РОЗРОБКИ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ТЕХНІЧНІ ТА МЕТРОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ 40](#_Toc514795837)

[2.1 Розробка структурної схеми програми побудови та аналізу ФП 40](#_Toc514795838)

[2.1.1 Розробка структурної схеми системи 40](#_Toc514795839)

[2.1.2 Розробка структури пакета програм 41](#_Toc514795840)

[2.2 Розробка функціональної схеми програми побудови та аналізу ФП 43](#_Toc514795841)

[2.3 Розробка інтерфейсу користувача віртуального приладу 52](#_Toc514795842)

[2.4 Валідація програмного модуля побудови фазових портретів 53](#_Toc514795843)

[2.5 Розробка класифікатору фазових портретів 54](#_Toc514795844)

[Висновок 64](#_Toc514795845)

[3. РОЗРАХУНОК ПОХИБОК КЛАСИФІКАТОРУ 65](#_Toc514795846)

[3.1. Таблиця спряженості бінарного класифікатора 65](#_Toc514795847)

[3.2 Характеристики бінарного класифікатора 66](#_Toc514795848)

[3.3 Розрахунок оцінки класифікатору 67](#_Toc514795849)

[Висновок 68](#_Toc514795850)

[4. СТАРТАП-ПРОЕКТ 69](#_Toc514795851)

[Висновок 77](#_Toc514795852)

[Висновки 79](#_Toc514795853)

[Список використанної літератури 80](#_Toc514795854)

[Додаток А 82](#_Toc514795855)

[Додаток Б 95](#_Toc514795856)

[Додаток В 101](#_Toc514795857)

# 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.

Такого роду проблема відноситься до розряду «сліпої проблеми», яка вирішується з використанням технології цифрової обробки сигналів і називається «сліпа обробка сигналів» (blind signal processing).

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.

При ймовірнісному поданні моделі об'єкту найбільш придатною характеристикою взаємозв'язку властивостей і процесів є кореляційна функція, а прийнятим уявленням розвитку процесу в часі є побудова «портрета» в фазовому просторі, який може свідчити про суттєві зміни поведінки сигналу, що спричинені появою певних подій.

**Призначення**

Для класифікації невизначених сигналів, повторний запис яких неможливо повторити

**Галузь застосування**

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

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

Розробка класифікатору фазових портретів 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**

Визначення виду часового ряду на наявність циклічних аномальних подій

**Основні завдання роботи**

1. Згрупувати фазові портрети, отримані при дослідженні часових рядів.

2. Провести класифікацію отриманих груп відповідно до встановлених ознаками.

3. Розрахувати функцію втрат.

**Об'єкт дослідження**

Тимчасові ряди невизначених даних

**Предмет дослідження**

Кореляційна функція часового ряду

**Методи дослідження**

Імітаційне моделювання як метод дослідження, Заснований на тому, який система, яка вивчається, замінюється імітатором и з ним проводяться експеримент з метою Отримання інформації про цю систему. Це метод, який дозволяє будувати моделі процесів, що описують, як ці процеси проходили б насправді.

 Рішення поставлених завдань здійснюється шляхом моделювання з використанням комп'ютерних програм: Matlab 6.5, LabView 8.6 і C ++, як прикладне програмне забезпечення середовища LabView 8.6.

**Практичне значення отриманих результатів**

Розроблений класифікатор дозволяє групувати фазові портрети кореляційних функцій різних сигналів, як для аналізу поведінки динамічної системи, так і для створення бази даних експертних систем.

**Публикації**

1. Конференція «Наукова думка сучасності і

майбутнього»

стаття: Розробка класифікатору фазових портретів

2. Міжнародна наукова інтернет-конференція

 "Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення"(випуск 28)

стаття "Розробка програмної частини системи побудови та аналізу

ФП"

# Висновки

У даній магістерській дисертації розглядалась проблема побудови та класифікації фазових портретів. На мові labview було розроблену систему, що складалась з деклькох програм необхідних для побудови та порівняння еталоних сигналів з відомими характеристиками та невідомих сигналів. Було проведено експериментальне дослідження у якому використано файл з записаним невідомими характеристиками. У експерименті крім викорисання методу фазових портреів, використовувались метод АКФ та спектрограм. По результатам експерименту було встановлено прийнятний рівень точності та доцільність використання фазових портретів у даному випадку порівнянно з контрольними резльтатами. Класифікатор показав достатній рівень точності та повністю задовольняє завданню.

# Список використанної літератури

1. Mahesh L. Chugani, Abhay R. Samant, Michael Cerna LabVIEW Signal Processing Prentice Hall PTR, 1998 -  634p
2. В.П. Дьяконов. Matlab 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6. Основы применения. М.: СОЛОН-Пресс, 2005. - 800с.
3. Бокс, Дж. Анализ временных рядов прогноз и управление. Ч.2 / Дж. Бокс, Г. Дженкинс. – М.: Альта-Пресс , 1981. – 500 c.
4. Грибунин, В.Г., Введение в анализ данных с применением непрерывного вейвлет- преобразования / В.Г. Грибунин. – СПб.: АВТЭКС, 2005. – 30 с. 26. Горбацевич, В.В. Анализ и прогнозирование временных рядов.
5. Козлов, П.В. Вейвлет-преобразование и анализ временных рядов / П.В. Козлов, Б.Б. Чен. – Вестник КРСУ. – 2002. – № 2.
6. Отнес, Р. Прикладной анализ временных рядов / Р.Отнес, Л Эноксон .- М.: Мир, 1982. – 428 с.
7. Стаховский, И.Р. Вейвлетный анализ временных сейсмических рядов/ И.Р. Стаховский // ДАН. – 1996. – Т.350, № 3. – C. 393-396.
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. Чураков, Е. П. Прогнозирование эконометрических временных рядов: учебное пособие / Е. П. Чураков. - М.: Финансы и статистика, 2008. – 208 c.
10. Шоберг, А.Г. Современные методы обработки изображений: модифицированное вейвлет-преобразование/ А.Г. Шоберг. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2014. –125 с.
11. В.Н. Афанасьев, М.М. Юзбашев Анализ временных рядов и прогнозирование – Москва: «Финансы и статистика», 2001 – 231с.
12. Оппенгейм, А.В. Цифровая обработка сигналов / А.В. Оппенгейм, Р.В. Шафер – М.: Связь, 1979. – 416 с.
13. Бендат, Дж. Применение корреляционного и спектрального анализа / Дж. Бендат, А. Пирсол. – М.: Мир, 1983. – 312 с.
14. Бендат, Дж., Прикладной анализ случайных данных / Дж. Бендат, А. Пирсол. – М.: Мир, 1989. – 540 с.
15. Купер, Дж. Вероятностные методы анализа сигналов и систем / Дж. Купер, А. Макгиллем. – М.: Мир, 1989. – 376 с. 112
16. Максимов, В. П. Измерение, обработка и анализ быстропеременных процессов в машинах / В. П. Максимов, И. В. Егоров, В. А. Карасѐв. — М.: Машиностроение, 1987. — 208 с.
17. Марпл, С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения /С.Л. Марпл.– М.: Мир, 1990. – 584 с
18. Отнес, Р. Прикладной анализ временных рядов / Р.Отнес, Л Эноксон .- М.: Мир, 1982. – 428
19. Петухов, А. П. Периодические дискретные всплески / А.П. Петухов // Алгебра и анализ. – 1996. – С. 151-183. 114
20. Каток, А.Б. Введение в современную теорию динамических систем. / А.Б. Каток, Б. Хасселблат. – Тверь: Факториал, 1999. – 767