Гасанов Айдин Сардар огли, доцент кафедри програм&shy;ної інженерії Національного педагогогічного університету імені М. П. Драгоманова: &laquo;Інформаційна технологія мо&shy;делювання та прогнозування нестаціонарних процесів на основі багаторівневої інтеграції&raquo; (05.13.06 - інформаційні технології). Спецрада Д 26.001.51 у Київському націо&shy;нальному університеті імені Тараса Шевченка

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ИГОРЯ

СИКОРСЬКОГО»

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Квалификацийна наукова

праця на правах рукопису

ГАСАНОВ АЙДИН САРДАР ОГЛИ

УДК 004.942:519.216.3

ДИСЕРТАЦИЯ

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТА

ПРОГНОЗУВАННЯ НЕСТАЦІОНАРНИХ ПРОЦЕСІВ НА ОСНОВІ

БАГАТОРІВНЕВОЇ ІНТЕГРАЦІЇ

Спеціальність 05.13.06 – інформаційні технології

Подається на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень, використання ідей,

результатів і текстів інших авторів мають послання на відповідне джерело

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Гасанов А.С.

Науковий консультант доктор технічних наук, професор, Зайченко Ю.П.

Київ–2019

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ………………….....…......…………….… 22

ВСТУП…….….………………………………………………….…………….….. 24

РОЗДІЛ I. ЗАДАЧІ, МЕТОДИ І ЗАСОБИ КОМПЛЕКСНОГО

АНАЛІЗУ ЧАСОВИХ РЯДІВ …………………………...……………………..… 35

1.1. Огляд задач аналізу даних і методів їх розв'язання ………….………. 36

I.2. Приклади реальних задач в економіці, фінансах і технологічних

процесах ………………………….……………………………...………………… 49

1.3. Класифікація задач аналізу часових рядів …...………………….……. 55

1.4. Класифікація методів розв'язання задач ………………………..…….. 64

1.5. Змістовний аналіз задач тестування .……………….…………………. 67

1.6. Актуальність розробки інформаційної технології (ІТ) моделювання та

прогнозування нестаціонарних процесів на основи багаторівневої інтеграції . 70

1.7. Вибір напрямку досліджень …………………………………………… 72

1.8. Постановка проблеми дисертаційної роботи ……...……….…………. 75

Висновки до першого розділу ……………………………..……….………. 77

РОЗДІЛ 2. РОЗВИТОК МЕТОДІВ АНАЛІЗУ НЕСТАЦІОНАРНИХ

ЧАСОВИХ РЯДІВ ………………….…………………...………………………... 79

2.1. Концепція формування ІТ моделювання і прогнозування

часових рядів шляхом багаторівневої інтеграції ………………………………. 80

2.1.1. Задачі, які вирішуються ІТ ...……........………..……………..…… 82

2.2. Розробка методики побудови моделі часового ряду ……..….....…….. 82

2.2.1. Аналіз процесу, для якого будується модель …………..…...…… 86

2.2.2. Вибір структури моделей часових рядів ……………..……..….… 86

2.2.3. Аналіз нелінійності моделі ………………….……...……..….….... 90

2.2.4. Оцінювання коефіцієнтів моделей ………...……...……………… 99

2.2.5. Вибір кращої моделі за різними критеріями …….......…..…...… 101

2.3. Методи аналізу розладнання часових рядів (відмови) ..….……....… 104

Click to buy NOW!

PDF-XChange Viewer

www.docu-track.co m

Click to buy NOW!

PDF-XChange Viewer

www.docu-track.co m

19

2.4. Особливості тестування процесів, описуваних нестаціонарними

процесами …………………...…………………….…...................................…... 106

2.5. Адаптивні методи побудови математичних моделей

часових рядів ……..…………..………………………..………….………….….. 108

2.6. Адаптивне визначення математичних моделей за

допомогою гармонійного аналізу ……………………..…………….……….… 117

Висновки до другого розділу ……………..……………..……….……….. 120

РОЗДІЛ 3. РОЗВИТОК МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ

НЕСТАЦІОНАРНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ ..………………….…………..…….. 122

3.1. Прогнозування в різних класах моделей ………….…..…………..… 123

3.2. Побудова прогнозів на основі різницевих рівнянь ……….……….... 126

3.3. Моделювання й прогнозування сезонних ефектів ………………….. 130

3.4. Комбінування прогнозів, отриманих різними методами …….….….. 136

3.5. Моделювання й прогнозування гетероскедастичних процесів…….. 140

3.6. Узагальнені моделі гетероскедастичних процесів ………….……..... 146

3.7. Інші моделі гетероскедастичних процесів ………....……….….….… 147

3.8. Метод обліку в моделі АРУГ імпульсних складових

часового ряду…………………………………….………………………..……... 149

3.9. Алгоритм аналізу корелограми квадратів залишків ………..………. 156

3.10. Алгоритм побудови прогнозуючої моделі за допомого

гармонійного аналізу ………….…….….……………………………………….. 157

Висновки до третього розділу ………………………………….…..…..…. 161

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ

ТА ПРОГНОЗУВАННЯ НЕСТАЦІОНАРНИХ ПРОЦЕСІВ НА ОСНОВИ

БАГАТОРІВНЕВОЇ ІНТЕГРАЦІЇ …………………………………………...…. 163

4.1. Загальний підхід до конструювання ІТ моделювання та

прогнозування часових рядів …………………………………………………... 164

4.1.1 Архітектура ІТ ………...……………………………...………..…. 166

4.1.2 Функціонування ІТ ……...…...……………………….……..….… 168

4.1.3. Основні вимоги до ІТ моделювання та прогнозування НП ….... 173

Click to buy NOW!

PDF-XChange Viewer

www.docu-track.co m

Click to buy NOW!

PDF-XChange Viewer

www.docu-track.co m

20

4.1.4. Розробка ІТ моделювання та прогнозування НП …………...….. 174

4.1.5. Технологічні аспекти ІТ ………..….…….…………..…..……….. 179

4.1.6. Мовні аспекти ІТ…………………….…………………….……… 187

4.2. Конструювання прототипу ІТ із застосуванням засобів

Matlab, Eviews і розробленого програмного забезпечення………………….... 189

4.3. Основні функціональні блоки ІТ і їх взаємозв'язок ………………… 191

4.4. Методика розробки трирівневого інтерфейсу ……………..……..…. 196

4.5. Принцип інтеграції програмних засобів …………………………...... 202

4.6. Опис функціональних можливостей ІТ ……..…………………..…... 204

Висновки до четвертого розділу …………………….……….………...…. 205

РОЗДІЛ 5. ЗАСТОСУВАННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ ІТ ДЛЯ

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РЕАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ ….….. 206

5.1. Аналіз точності ІТ обробки даних на прикладах

нестаціонарних процесів ………….……………………………….……………. 207

5.2. Застосування ІТ для моделювання и прогнозування адаптивних

і не адаптивних прогнозуючих моделей …………….…………...…...……….. 217

5.3. Тестування процесів на гетероскедастичність ..…….…....……….… 223

5.4. Приклад побудови МКП для ВВП і ПДВ …………………….…..…. 243

5.5. МКП та його порівняльний аналіз ………………….……….....…..… 249

Висновки до п'ятого розділу ……………….…………………….………... 252

РОЗДІЛ 6. ЗАСТОСУВАННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ ІТ У ЗАДАЧАХ

ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ …..………………......…….……...…… 254

6.1. Аналіз часових рядів як основа підтримки

прийняття рішень……………………….……………………...….…...….…….. 255

6.2. Порівняльний аналіз методів прогнозування макроекономічних

показників України ………………….……………………….……….……….... 257

6.3. Моделювання технологічних процесів у пташнику ……………..…. 259

6.4. Моделювання і прогнозування часового ряду, утримуючого

інформацію про місячні показники трьох

проектів суден ……………………………………………………….………...… 262

Click to buy NOW!

PDF-XChange Viewer

www.docu-track.co m

Click to buy NOW!

PDF-XChange Viewer

www.docu-track.co m

21

6.5. Моделювання та прогнозування процесу виробництва труб ...….…. 276

6.6. Прогнозування фінансових процесів ……………….…..………….… 279

6.7. Системи ідентифікації відмов ………….…………………..……….... 286

6.8. Результати застосування методу модельного підходу і

оптимального фільтра ……………………………..………………………….… 292

Висновки до шостого розділу ………….…………………………………. 295

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ .…………………...……….…..… 297

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ……………………………….….…... 300

ДОДАТОК А ………………………………………………………….…………. 331

А.1. Рисунки і таблиці до першого та четвертого розділів …….……….. 332

A2. Аналіз показника якості прогнозу за прогнозом, отриманого

різними методами ………………………………..……………………………… 336

A3. Коінтеграційний процес: чисельний приклад …………....………….. 342

A4. Рисунки і алгоритм до четвертого роздела ………………………….. 350

ДОДАТОК Б ……………………………………………..…………............….… 359

Б.1. Рисунки й таблиці до розділів 2 – 6 ……………………..…...…..…... 360

Б.2. Приклад використання спрощеного тесту на нелінійність …….…... 368

Б.3. Приклади побудови моделей процесів …………………..….…..….... 374

ДОДАТОК В ………………………………………………………....….…......... 377

В.1. Опис функції Garch Toolbox ………………………………..….…….. 378

В.2. Побудова моделі керування обертовим рухом КА і його відмов

режимі стабілізації ……………………………..…………..……………………. 386

ДОДАТОК Г. Список опублікованих праць за темою дисертації ………….... 398

ДОДАТОК Д. Документи, що підтверджують практичне використання

отриманих автором результатів ……………….…….…..…….…....………….. 405

ОСНОВНІРЕЗУЛЬТАТИТАВИСНОВКИ

Удисертаціївирішенонауковоприкладнупроблемупідвищенняточності

таскороченнястроківрозв’язаннязадачмоделюваннятапрогнозування

нестаціонарнихпроцесівнаосновірозробкиінформаційноїтехнологіїшляхом

багаторівневоїінтеграціїмоделейметодівалгоритмівіпрограмнихзасобів

Наційосновірозробленокомплексметодівалгоритмівтапрограмдля

аналізунестаціонарнихпроцесіватакожпобудовиіподальшоговикористання

прогнозуючихмоделейорієнтованихнавирішеннязавданьмоделюванняі

прогнозуваннянестаціонарнихпроцесіврізноїприроди

Основнірезультатидисертаційноїроботиполягаютьвнаступному

Виконаноаналітичнийоглядсучаснихметодіваналізумоделюваннята

прогнозуваннячасовихрядівврезультатіякогообґрунтованонапрям

дослідженняметодимоделюванняіпрогнозування

Розробленометодмоделюваннятапрогнозуваннянестаціонарних

процесівнелінійнихщодозміннихпроцесівщозабезпечуєвибірструктуриі

оцінюванняпараметрівматематичнихмоделейпроцесівіззмінноюдисперсією

гетероскедастичнихпроцесіватакожметодикупобудовитакихмоделей

Запропонованийметодвідрізняєтьсятимщодаєможливістьформуватита

оцінюватиновіструктуримоделейчасовихрядівяківідрізняютьсявисоким

ступенемадекватностідосліджуванимпроцесам

Розробленометодологіюаналізутаматематичногомоделювання

часовихрядівщовраховуєнаявністьнелінійностіінестаціонарностіідозволяє

побудовуйвибіркращоїмоделізмножинидопустимихкандидатівза

допомогоюмножиникритеріївадекватностімоделей

Удосконаленометодмоделюваннякласунестаціонарнихкоінтегрованих

процесівщозабезпечуєнеобхіднуадекватністьотримуванихматематичних

моделейатакожвисокуякістьоцінокпрогнозів

Запропонованометодкомбінуванняоцінокпрогнозівотримуванихза

різнимиметодамиврезультатічогодосягаєтьсяістотнезниженнядисперсії















похибкикомбінованогопрогнозувумовахколидисперсіїпохибококремих

прогнозівістотнонерозрізняютьсяДлякомбінованогопрогнозу

запропонованийметодобчисленняваговихкоефіцієнтівокремихоцінок

прогнозівщозабезпечуєоцінкусередньоквадратичноїпохибкиіндексу

споживчихцін

Розробленокомплексмоделейметодівалгоритмівтапрограмних

засобівіззастосуваннямпринципуінтеграціїнарізнихрівняхзметоюаналізу

тамоделюваннянестаціонарнихпроцесівщодозволяєотримативисоку

обчислювальнуефективністьтобтоскороченнявитратчасунадослідження

нестаціонарнихпроцесівізручністькористувачу

Запропонованометодавтоматизованоговиборукращоїмоделі

досліджуваногопроцесузакритеріємадекватностітадосягненнявисокоїякості

оцінокпрогнозівщообчислюютьсянаосновіпорівняльногоаналізумоделейкандидатівзадопомогоюінтегрованогокритеріюякості

Розробленометодідентифікаціїтапрогнозуваннявідмовдинамічних

інформаційнихтехнологійнаосновіекспериментальнихданихмоделей

динамікицихпроцесівоптимальногофільтраіспіввідношення

правдоподібностіщовідрізняєтьсявисокоюякістюдіагностикиіробастністю

щодовипадковихвпливів

Розробленоінформаційнутехнологіюмоделюваннятапрогнозування

нестаціонарнихпроцесівнаосновібагаторівневоїінтеграціїякадозволяє

оцінюватиякістьотримуванихрезультатівзадвомамножинамистатистичних

критеріївякостімоделейіоцінокпрогнозів

Запропонованоінформаційнутехнологіюзастосованодляпобудови

новихматематичнихмоделейрядутехнологічнихпроцесівзокремапроцесу

прокаткитрубаналізувідмовдинамічнихсистемтавиробничогопроцесуу

харчовійпромисловостідляфірмизвиробництвахарчовоїпродукціїсередня

абсолютнапохибкаувідсоткахстановитьатакожїїуспішно

використанодляпорівняльногоаналізуметодівпрогнозування















макроекономічнихтафінансовихпроцесівщодаломожливістьвизначити

найбільшефективнийметодпрогнозування

Практичнезначенняотриманихрезультатівполягаєурозробцінових

методиктапрограмноалгоритмічногозабезпеченнядлямоделюванняі

прогнозуваннянестаціонарнихпроцесівякізабезпечуютьавтоматизоване

обробленняданихавтоматичневизначеннякласутаструктуримоделівибір

кращихпрогнознихмоделейтадозволяютькомбінуватиоцінкипрогнозів

отриманихрізнимиметодамизметоюпідвищенняїхякості

Створенаінформаційнатехнологіямоделюваннятапрогнозування

дозволяєскоротититермінрозробкимоделейпорівнянозіснуючимианалогами

тазабезпечитипохибкуоцінокпрогнозівумежах–

Створеніпривиконаннідослідженняпрограмнотехнічнізасоби

впровадженоуНаціональнійакадеміїдержавноїподатковоїслужбиУкраїниу

ТехнологічномупаркуВуглемашмДонецькатакожвінститутах

НаціональноїакадеміїнаукУкраїниуніверситетахМіністерстваосвітиінауки

Українидлявирішенняактуальнихприкладнихзавданьмоделюванняі

прогнозуваннянестаціонарнихнелінійнихчасовихрядів