Тютюнник Марія Ізидорівна, провідний математик лабораторії моделювання та опти&shy;мі&shy;зації складних систем відділу моделювання композитних струк&shy;тур і складних систем Інституту прикладних проблем механіки і ма&shy;те&shy;ма&shy;тики ім.Я.С.Підстригача НАН України (м.Львів). Назва дисертації: &laquo;Пара&shy;лель&shy;ні алгоритми комплексного оцінюван&shy;ня стану та якості функ&shy;&shy;ціо&shy;нування складних систем&raquo;. Шифр та назва спеціальності 01.05.03 математичне та програмне забезпечення обчислювальних машин і систем. Спецрада Д 26.001.09 Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача

Національна академія наук України

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова праця

на правах рукопису

ТЮТЮННИК МАРІЯ ІЗИДОРІВНА

УДК 004.3+519.681.5

ДИСЕРТАЦІЯ

ПАРАЛЕЛЬНІ АЛГОРИТМИ КОМПЛЕКСНОГО ОЦІНЮВАННЯ

СТАНУ ТА ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

01.05.03 – математичне та програмне забезпечення

 обчислювальних машин і систем

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,

результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Тютюнник М. І.

Науковий керівник – Яджак Михайло Степанович,

доктор фіз.-мат. наук, старший науковий співробітник

Київ – 2020

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ …………………………... 20

ВСТУП ………………………………………………………………….................. 21

РОЗДІЛ 1. ПАРАЛЕЛЬНІ ОБЧИСЛЕННЯ, ЗАСОБИ ЇХ РЕАЛІЗАЦІЇ ТА

СКЛАДНІ СИСТЕМИ ……………………………………………………………. 28

1.1. Передумови виникнення паралельних обчислень ………………………… 28

1.2. Обчислювальні системи: історія та основні тенденції розвитку …………. 30

1.3. Класифікація паралельних обчислювальних систем ……………...………. 39

1.4. Задачі масових обчислень та деякі підходи до їх розв’язання ………….... 41

1.5. Складні системи та методи їх дослідження ………………………………... 47

Висновки до розділу 1 ……………………………………………………………. 56

РОЗДІЛ 2. РОЗВ’ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ЦИФРОВОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ

З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОЦЕДУРИ АДАПТИВНОГО ЗГЛАДЖУВАННЯ .. 58

2.1. Формулювання задачі цифрової ільтрації ………………………...……….. 58

2.2. Розроблення та аналіз паралельноконвеєрного алгоритму розв’язання

задачі цифрової фільтрації ………………………………………………….. 64

2.3. Доведення оптимальності розробленого алгоритму за швидкодією …….. 70

2.4. Спеціалізовані засоби реалізації паралельноконвеєрних алгоритмів

цифрової фільтрації …………………………………………………………. 76

Висновки до розділу 2 ……………………………………………………………. 87

РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ ДЛЯ

ЛОКАЛЬНОГО ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ТА ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ

ЕЛЕМЕНТІВ СКЛАДНИХ СИСТЕМ …………………………….……………... 89

3.1. Особливості локального оцінювання елементів складних систем ……….. 90

3.2. Локальне оцінювання характеристик елементів …………………………... 96

3.3. Основні підходи до розпаралелювання процедури локального

оцінювання …………………………………………………………………. 100

19

3.4. Розробка та аналіз алгоритмічних конструкцій для паралельного

обчислення локальних оцінок ….………….………………………………103

3.5. Паралельна організація прогностичного оцінювання ………………….... 111

Висновки до розділу 3………………………………………………………….... 113

РОЗДІЛ 4. АГРЕГОВАНЕ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ

СКЛАДНИХ СИСТЕМ НА ПІДСТАВІ ПАРАЛЕЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ

ОБЧИСЛЕНЬ …………………………………………………..……………….... 115

4.1. Агреговане оцінювання якості функціонування складних систем та

підходи до розпаралелювання обчислень …...……………………………. 116

4.2. Побудова та аналіз алгоритмічних конструкцій для реалізації методики

агрегованого оцінювання ………………………………………………….. 124

4.3. Паралельні обчислювальні системи для виконання алгоритмічних

конструкцій …………………………………………………………………. 127

4.4. Крупноблочне розпаралелювання методики комплексного оцінювання

складних систем ……………………………………………………………. 128

Висновки до розділу 4 ………………………………………………………....... 138

ВИСНОВКИ ….………………………………………………………………….. 140

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ …...…………………………………... 142

ДОДАТОК А1. Список опублікованих праць за темою дисертації.………….. 161

Апробація результатів дисертації……………………………………………….. 165

ДОДАТОК А2. Програмні модулі для реалізації паралельних алгоритмів

обчислень ………………………………………………………………………… 166

ДОДАТОК А3. Акти про використання результатів дисертації ..……………. 179

ВИСНОВКИ

Удисертаційнійроботірозв’язановажливунауковоприкладнузадачу

якаполягаєврозробцітадослідженнівисокоефективнихалгоритмівкомплексногооцінюваннястанутаякостіфункціонуванняскладнихсистем

Основнимрезультатомдисертаціїєпобудовапаралельнихалгоритмівдля

контролюякостіфункціонуванняССЦіалгоритмимаютьістотнезначеннядля

теоріїоцінюванняскладнихсистемтаєвагомимвнескомутеоріюпаралельних

обчисленьЗапропонованіуроботіпідходидоприскоренняобчисленьможуть

бутивикористанідляоцінюванняССрізнихтипівтапризначення

Зокремавдисертаціїодержанонаступніконкретнірезультати

ВпершезапропонованозагальнийпідхіддооптимізаціїзачасомметодикикомплексногооцінюванняССякийгрунтуєтьсянакрупноблочномурозпаралелюванніобчисленьЦейпідхіддозволяєпроводититакеоцінюванняв

режиміреальногочасу

Дляпопередньоїобробкирезультатівплановихоглядівтанеперервногомоніторингуоб’єктівССпобудованоПКАцифровоїфільтраціїзвикористаннямадаптивногозгладжуваннятадоведенойогооптимальністьзашвидкодією

НаосновіаналізупотактовихсхемзапропонованогоПКАфільтрації

розробленотаоптимізованоархітектуруспеціалізованихобчислювальнихзасобівквазісистолічнихструктурдляйогоефективноїреалізаціїУнаслідокздійсненоїоптимізаціїкількістьфункціональнихелементівяківиконуютьобчислювальнуроботувтакихструктурахзменшиласьпринаймніна

Побудованопаралельніалгоритмічніконструкціїдляефективного

виконанняпроцедурилокальногооцінюванняССнаобчислювальнихзасобахзі

спільноюпам’яттю

Розробленотапроаналізованоалгоритмічніконструкціїдляпаралельногообчисленняагрегованихоцінокоб’єктівСССтосовноокремихоб’єктів

ЗТСУкраїниодержаноприскоренняобчисленьщонайменшевдварази



Розробленеалгоритмічнетапрограмнезабезпеченнявикористанедля

удосконаленняфункціонуванняокремихпідсистемавтоматизованоїсистеми

керуваннявантажнимиперевезенняминаПАТУкрзалізницяЗдійсненоекспериментальнепрограмнемоделюванняПКАфільтраціїтапрограмнореалізованоокреміалгоритмічніконструкціїдляпаралельноговиконаннялокальноготаагрегованогооцінюванняоб’єктівЗТС

Проведенідослідженняпоказалибезумовніперевагивикористанняпобудованихпаралельнихалгоритмівдляоцінюванняпроцесуфункціонування

складнихсистемурізнихгалузяхнародногогосподарства