

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ  
І ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

**ЯВОРСЬКИЙ БОГДАН АРКАДІЙОВИЧ**

УДК 004.031.43

**МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ  
КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ЗБОРУ ТА УПРАВЛІННЯ ДАНИМИ  
ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ**

123 «Комп'ютерна інженерія»

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль 2019

Роботу виконано на кафедрі комп'ютерних систем та мереж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Керівник роботи:** доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерних систем та мереж  
**Лупенко Сергій Анатолійович,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя,

**Рецензент:** кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних наук  
**Литвиненко Ярослав Володимирович,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 10 грудня 2019 р. о 14<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії №37 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №1, ауд. 603

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми роботи.** Швидкі темпи розвитку інформаційних технологій, доступність програмно-апаратних рішень та конкуренція між фірмами-розробниками стимулюють впровадження різних автоматизованих засобів практично у всі сфери бізнес-діяльності підприємств, організацій і побуту.

Сучасні комп'ютерні системи дають змогу опрацьовувати велику кількість інформації, проводити їх аналіз засобами штучного інтелекту, здійснювати централізований збір даних, ефективно розподіляти апаратні та програмні ресурси, що забезпечує розвиток галузей, які раніше практично не піддавались автоматизації.

Одним із напрямів розвитку та розширення сфери торгівлі є застосування електронної комерції, яка дає змогу наростити кількість споживачів, гнучко масштабувати та керувати об'ємами продаж і вийти за межі територіального ринку. У випадку створення «з нуля» електронних магазинів, як засобів електронної комерції і бізнес-діяльності, проблем практично не виникає. Основні задачі, які необхідно при цьому вирішити, полягають у коректному визначенні та реалізації вимог замовника сучасними засобами програмування за участю фірм-розробників з «хорошою репутацією».

У випадку, коли бізнес-процеси підприємств торгівлі виконувались оффлайн і при цьому використовувались засоби локальної автоматизації, до складу яких входили програмне забезпечення управління бізнес-процесами і бази даних, виникає задача міграції та синхронізації даних у локальних базах даних і глобальній – базі даних електронного магазину або «торгової площадки».

Окрім цього, для забезпечення ефективності розвитку підприємств, необхідні засоби моніторингу за залишками товарів, прогнозування закупівлі товарів, та ряд інших, що вимагають розробки та впровадження ефективних інструментів розподіленої обробки даних, що формують цілі комп'ютерні системи управління зі збору та аналізу розподілених даних.

Дослідженню методів, механізмів та моделей побудови розподілених комп'ютерних систем присвячено багато наукових та прикладних досліджень як вітчизняних, так і закордонних вчених. Серед українських науковців в області математичного забезпечення розподілених комп'ютерних систем варто відмітити праці Кривого С.Л., Пасічника В.В., Нікольського Ю.В., Шаховської Н.Б., Резніченка В.А. та ряду інших. Серед закордонних вчених, у працях яких досліджено продуктивність та інструментальні засоби розподілених комп'ютерних систем, потрібно відмітити R. Jain, J. Werth, J.C. Browne, M.A. Marsan, G. Balbo, G. Conte та ін.

Хоча на сьогодні, завдяки праці науковців, досягнуто значного прогресу та впроваджено дуже багато інновацій в області оптимізації процесів побудови розподілених комп'ютерних систем, все ж залишається відкритими питання і задачі щодо практичної реалізації та модифікації математичного забезпечення під конкретну сферу діяльності, зокрема в галузі розподілених систем електронної комерції. Тому, актуальною задачею у сфері комп'ютерної та програмної інженерії, є розробка та обґрунтування математичного і програмного забезпечення

розподілених комп'ютерних систем для збору та управління даними в системах електронної комерції.

**Мета дипломної роботи** полягає у дослідженні та обґрунтуванні математичного і програмного забезпечення розподілених комп'ютерних систем збору та управління даними в системах електронної комерції.

Для досягнення цієї мети у дипломній роботі магістра були поставлені і вирішені наступні **задачі**:

- проведено аналіз сучасного стану та особливостей функціонування розподілених комп'ютерних систем у сфері електронної комерції;
- досліджено та обґрунтовано математичне та програмне забезпечення комп'ютерних систем електронної комерції для збору та управління даними з розподілених вузлів;
- спроектовано та формалізовано архітектуру розподіленої системи електронної комерції;
- обґрунтовано та формалізовано метод збору та управління даними у локальних вузлах розподіленої комп'ютерної системи електронної комерції;
- розроблено метод управління та балансування навантаженням центрального вузла розподіленої комп'ютерної системи електронної комерції ;
- розроблено програмний засіб збору та управління даними на локальних вузлах розподіленої комп'ютерної системи електронної комерції.

**Об'єктом дослідження** є процеси збору та управління даними у розподілених комп'ютерних системах електронної комерції.

**Предметом дослідження** є моделі, методи і засоби збору та управління даними у розподілених комп'ютерних системах електронної комерції.

**Методи дослідження.** Для вирішення, поставлених у роботі магістра задач, використано наступні методи:

- аналіз та узагальнення – при проведенні аналізу математичного та програмного забезпечення щодо побудови розподілених комп'ютерних систем електронної комерції;
- теорії множин і теорії систем масового обслуговування – при обґрунтуванні математичного забезпечення розподілених комп'ютерних систем електронної комерції, формалізації методу збору даних у розподіленій комп'ютерній системі, розробці методу управління та балансування навантаження на центральний вузол системи;
- архітектурне проектування та програмування – при розробці програмного засобу збору та управління даними на локальних вузлах розподіленої комп'ютерної системи електронної комерції;
- експеримент та вимірювання – для апробації розроблених методів і програмного засобу.

**Наукова новизна одержаних результатів:**

- уперше запропоновано архітектурне рішення при побудові розподілених комп'ютерних систем збору та управління даними електронної комерції, що передбачає використання сервісів агрегації, шини збору і дистриб'ютора на глобальному вузлі системи та аналізаторів транзакцій на локальних вузлах і дає

змогу керувати одночасним двостороннім доступом до даних електронної комерції та підтримувати цілісність локальних і глобальної бази даних.

- на основі теоретико-множинних нотацій, формалізовано архітектуру розподіленої комп'ютерної системи збору та управління даними електронної комерції, що дало змогу описати структуру компонентів системи і побудувати зв'язки між ними для однозначного трактування моделі архітектури з можливістю керування навантаженням на вузли.

- набув подальшого розвитку і застосування метод управління навантаженням на вузли розподіленої комп'ютерної системи, що базується на методах визначення інтенсивності потоків запитів теорії масового обслуговування, що дало змогу забезпечити високу продуктивність процесу управління передачею даних на глобальний вузол розподіленої системи збору та управління даними електронної комерції.

**Практична цінність результатів дослідження.** Практична цінність роботи полягає у побудові архітектури програмного засобу збору та управління даними розподіленої комп'ютерної системи електронної комерції і її реалізації засобами високорівневих мов програмування.

**Публікації.** Результати дослідження апробовано на VIII міжнародній науково - технічній конференції молодих учених і студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (27-28 листопада 2019 р.) Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та на VII науково-технічній конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (11-12 грудня 2019 року) у вигляді тез конференцій.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається із вступу, 6 розділів, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 131 арк. формату А4, графічна частина – 10 аркушів формату А1.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність щодо проведення досліджень математичного та програмного забезпечення розподілених комп'ютерних систем збору та управління даними електронної комерції, визначено мету, задачі і методи дослідження, представлено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів.

У першому розділі «Аналіз підходів до побудови розподілених комп'ютерних систем електронної комерції» проведено аналіз бізнес-процесів, що характерні для комп'ютерних систем електронної комерції, визначено основні функціональні можливості, переваги і недоліки платформ електронної комерції. Окрім цього, проаналізовано підходи до побудови розподілених комп'ютерних систем збору та управління даними електронної комерції та обґрунтовано ефективність застосування підходу декомпозиції таблиць і реляційних баз даних з використанням змішаної фрагментації – горизонтальної та вертикальної.

У другому розділі «Обґрунтування і формалізація процесу збору та управління даними у розподілених комп'ютерних системах електронної комерції» обґрунтовано механізми реплікації реляційних відношень при проектуванні розподілених комп'ютерних систем збору та управління даними електронної комерції, зокрема топології реплікації «багато-до-одного». Запропоновано та формалізовано архітектурне рішення щодо побудови таких систем, обґрунтовано метод управління навантаженням на вузли розподіленої комп'ютерної системи, що враховує інтенсивність запитів від локальних вузлів до глобального і навпаки. Це дало змогу забезпечити синхронізацію даних електронної комерції на вузлах розподіленої системи, їх цілісність та актуальність. Архітектурне рішення щодо побудови розподілених комп'ютерних систем збору та управління даними електронної комерції передбачає використання сервісів агрегації, шини збору і дистриб'ютора на глобальному вузлі системи та аналізаторів транзакцій на локальних вузлах і дає змогу керувати одночасним двостороннім доступом до даних електронної комерції та підтримувати цілісність локальних і глобальної бази даних.

У третьому розділі «Програмний комплекс управління заявками при обслуговуванні користувачів сервісних центрів» розроблено програмний засіб збору та управління даними електронної комерції на локальних вузлах розподіленої комп'ютерної системи за допомогою середовища MS Visual Studio, СКБД MS SQL Server і технології WindowsForms, що дало змогу в подальшому надсилати журнали транзакцій на глобальний вузол за визначеним розкладом або примусово при зверненні дистриб'ютора. У процесі реалізації програмного засобу визначено функціональні вимоги, спроектовано архітектуру та розроблено інтерфейси користувачів програмного засобу збору та управління даними електронної комерції на локальних вузлах комп'ютерної мережі, що дало змогу забезпечити ефективність та зручність синхронізації даних, а також забезпечити їх цілісність.

У четвертому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» при визначенні економічної ефективності науково-дослідної роботи щодо дослідження математичного і програмного забезпечення розподілених комп'ютерних систем збору та управління даними електронної комерції обчислено ряд показників,

зокрема, собівартість розробленого математичного і програмного забезпечення становить 57200,30 грн., а термін окупності майже 2 роки. Тому впровадження такої розробки є економічно обґрунтованою.

У п'ятому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» проведено аналіз вимог з охорони праці і техніки безпеки при експлуатації комп'ютерної техніки, що використовувалась при виконанні дипломної роботи і впровадженні розробленого програмного засобу. Сукупність заходів щодо забезпечення охорони праці, починаючи від виконання встановлених законами України норм та правил, а також виконання правил техніки безпеки, гарантує особам, які працюють над дослідженням математичного і програмного забезпечення розподілених комп'ютерних систем збору та управління даними електронної комерції, безпеку праці та нівелювання негативних факторів впливу на їх здоров'я.

Окрім, цього проведено аналіз факторів, що впливають на функціональний стан користувачів комп'ютерів з точки зору безпеки в надзвичайних ситуаціях.

У шостому розділі «Екологія» проаналізовано питання вимог до мікроклімату, вмісту аеронів і шкідливих хімічних речовин у повітрі приміщень при експлуатації моніторів і ПЕОМ, шляхів їх дотримання, а також У шостому розділі проаналізовано вимоги до мікроклімату, вмісту аеронів і шкідливих хімічних речовин у приміщеннях при використанні ПК та оргтехніки, а також впливу науково-технічного прогресу на дослідження та стан навколишнього середовища.

У загальних висновках до дипломної роботи магістра наведено основні результати виконання розділів дипломної роботи магістра, їх наукове та практичне значення щодо математичного і програмного забезпечення розподілених комп'ютерних систем збору та управління даними електронної комерції.

Додатки до пояснювальної записки містять копії матеріалів конференцій, у яких опубліковано основні результати дипломної роботи магістра.

У графічній частині до дипломної роботи магістра наведено одержані наукові та практичні результати щодо запропонованих рішень при побудові розподілених комп'ютерних систем збору та управління даними електронної комерції.

## **ВИСНОВКИ**

У дипломній роботі магістра досліджено математичне та програмне забезпечення розподілених комп'ютерних систем збору та управління даними електронної комерції, у результаті якого одержано наступні основні наукові і практичні результати.

Проведено аналіз бізнес-процесів і підходів до організації систем електронної комерції, у результаті якого обґрунтовано актуальність задач проектування розподілених комп'ютерних систем збору та управління даними систем електронної комерції, що забезпечує синхронізацію процесу маніпулювання даними на локальних вузлах та хостингу електронної комерції і відображається в оперуванні актуальними цінами та залишками товарів.

Проаналізовано характеристик платформ електронної комерції, визначено особливості їх використання щодо підтримки розподіленої обробки запитів, що дало змогу вибрати оптимальні рішення за вартістю і технічними характеристиками при організації централізованих вузлів розподілених комп'ютерних систем.

На основі аналізу підходів до проектування розподілених комп'ютерних систем, в основі яких лежить використання реляційних баз даних, обґрунтовано доцільність застосування вертикальної і горизонтальної фрагментацій, що забезпечує ефективний процес збору та управління даними у випадках використання однакової та різних схем баз даних на локальних і центральному вузлів розподіленої комп'ютерної системи.

Обґрунтовано механізми збору та управління даними електронної комерції у розподілених комп'ютерних системах, що базуються на моделях реплікації реляційних відношень і дають змогу забезпечувати ефективну синхронізацію даних на локальних та глобальному вузлі системи.

Запропоновано архітектурне рішення при побудові розподілених комп'ютерних систем збору та управління даними електронної комерції, що передбачає використання сервісів агрегації, шини збору і дистриб'ютора на глобальному вузлі системи та аналізаторів транзакцій на локальних вузлах і дає змогу керувати одночасним двостороннім доступом до даних електронної комерції та підтримувати цілісність локальних і глобальної бази даних.

На основі теоретико-множинних нотацій, формалізовано архітектуру розподіленої комп'ютерної системи збору та управління даними електронної комерції, що дало змогу описати структуру компонентів системи і побудувати зв'язки між ними для однозначного трактування моделі архітектури з можливістю керування навантаженням на вузли.

Обґрунтовано методи управління навантаженням на основі підходів теорії систем масового обслуговування, що дало змогу забезпечити ефективність опрацювання потоків запитів/відповідей у розподіленій комп'ютерній системі збору та управління даними електронної комерції.

Проаналізовано бізнес-процеси та механізми збору і управління даними електронної при організації локальних вузлів розподілених комп'ютерних систем, що дало змогу описати предметну область у термінах сутностей та атрибутів, а також визначити зв'язки між ними.

На основі реляційного підходу та мови SQL спроектовано та реалізовано схему бази даних для зберігання та маніпулювання даними електронної комерції на локальних вузлах, що дало змогу автоматизувати оффлайн торгівлю з можливістю передачі даних на глобальний вузол.

Визначено функціональні вимоги, спроектовано архітектуру та розроблено інтерфейси користувачів програмного засобу збору та управління даними електронної комерції на локальних вузлах комп'ютерної мережі, що дало змогу забезпечити ефективність та зручність синхронізації даних, а також забезпечити їх цілісність.

Проведено розрахунки техніко-економічних показників щодо дослідження математичного та програмного забезпечення розподілених комп'ютерних систем збору та управління даними електронної комерції, що дало змогу обчислити економічну ефективність та обґрунтувати доцільність впровадження результатів наукової роботи, враховуючи невисоку вартість і не великий термін окупності.

Проаналізовано вимоги з охорони праці та досліджено вплив факторів при дослідженні та експлуатації математичного і програмного забезпечення



розподілених комп'ютерних систем збору та управління даними електронної комерції на функціональний стан користувачів системи, що дало змогу врахувати їх при проектуванні автоматизованого робочого місця.

Проведено аналіз вимог мікроклімату у приміщеннях з експлуатації ПК, рівнів і видів моніторингу навколишнього середовища, що дало можливість встановити вплив апаратного забезпечення при експлуатації розробленого програмного забезпечення локального збору та управління даними електронної комерції на екологічний стан довкілля.

### **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ**

1. Лупенко С.А. Архітектура розподіленої комп'ютерної системи збору та управління даними електронної комерції / С.А. Лупенко, Б.А. Яворський // Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» - Тернопіль, 27 – 28 листопада 2019 р. – с. 59

2. Лупенко С.А. Організація збору та управління даними електронної комерції на локальних вузлах розподіленої комп'ютерної системи / С.А. Лупенко, Б.А. Яворський // Матеріали VII науково-технічної конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (11-12 грудня 2019 року) – Тернопіль, ТНТУ – 2019 – с. 68.

## АНОТАЦІЯ

### **Яворський Б.А. Математичне та програмне забезпечення розподілених комп'ютерних систем збору та управління даними електронної комерції**

Дипломна робота на здобуття освітнього ступеня магістра 123 – Комп'ютерна інженерія. – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль 2019.

У дипломній роботі досліджено сучасне математичне та програмне забезпечення розподілених комп'ютерних систем збору та управління даними електронної комерції, визначено їх переваги і недоліки та обґрунтовано актуальність розробки методів і засобів побудови таких систем.

Запропоновано архітектурне рішення щодо побудови розподілених комп'ютерних систем збору та управління даними електронної комерції, що передбачає використання сервісів агрегації, шини збору і дистриб'ютора на глобальному вузлі системи та аналізаторів транзакцій на локальних вузлах і дає змогу керувати одночасним двостороннім доступом до даних електронної комерції та підтримувати цілісність локальних і глобальної бази даних. Формалізовано архітектуру розподіленої комп'ютерної системи збору та управління даними електронної комерції на рівні компонентів системи і зв'язки між ними, що дає змогу однозначно трактувати модель архітектури з можливістю керування навантаженням на вузли. Обґрунтовано методи управління навантаженням на основі підходів теорії систем масового обслуговування для забезпечення ефективності опрацювання потоків запитів/відповідей у розподіленій комп'ютерній системі.

Розроблено програмний засіб збору та управління даними електронної комерції на локальних вузлах розподіленої комп'ютерної системи за допомогою середовища MS Visual Studio, СКБД MS SQL Server і технології WindowsForms для автоматизації запропонованих рішень та проведення експериментальних досліджень.

**Ключові слова:** РОЗПОДІЛЕНА КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА, ЗБІР ДАНИХ, УПРАВЛІННЯ ДАНИМИ, ЕЛЕКТРОННА КОМЕРЦІЯ, МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.

## ABSTRACT

**Yavorsky B.A.** Mathematical support and software of distributed computer systems of e-commerce data collection and management

The diploma paper for obtaining the Master's degree 123 – Computer engineering – Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil 2018.

The thesis investigates the modern mathematical and software of distributed computer systems for collecting and managing e-commerce data, defines their advantages and disadvantages and substantiates the relevance of the development of methods and tools for building such systems.

The architectural solution for the construction of distributed computer systems for the collection and management of e-commerce data, which involves the use of aggregation services, collection bus and distributor at the global node of the system and transaction analyzers on local nodes, and allows simultaneous bilateral access to e-commerce data and maintain the integrity of the local and global databases. The architecture of a distributed computer system for collecting and managing e-commerce data at the system component level and the linkages between them, which makes it possible to uniquely interpret the architecture model with the ability to manage load on nodes. The load management methods based on queuing theory approaches have been substantiated to ensure that query/response streams are handled efficiently on a distributed computer system.

An e-commerce data acquisition and management software was developed on the local nodes of a distributed computer system using MS Visual Studio, MS SQL Server DBMS and WindowsForms technology to automate the proposed solutions and conduct experimental research.

**Keywords:** DISTRIBUTED COMPUTER SYSTEM, DATA COLLECTION, DATA MANAGEMENT, E-COMMERCE, MATHEMATICAL SOFTWARE, SOFTWARE.