

ВІДГУК

офіційного опонента про дисертаційну роботу Подоляки Ксенії Євгеніївни «Математичні моделі та методи реінжинірингу топологічних структур систем крупномасштабного моніторингу», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.12 – системи автоматизації проектувальних робіт

Актуальність теми дисертації. Зі зростанням масштабів антропогенних об'єктів нелінійно зростає складність систем збору інформації щодо їх стану та стану оточуючого їх середовища. Зі збільшенням масштабів систем моніторингу їх вартісні та функціональні характеристики стають усе більш залежними від топології. Це потребує разом із традиційними задачами структурного синтезу вирішення комплексів задач топологічної оптимізації систем моніторингу, а при зміні умов функціонування – задач їх реінжинірингу.

Існуючі підходи й інструментальні засоби проектування територіально розподілених систем зорієнтовані, в основному, на визначення архітектур проектувальниками; припускають умовно незалежне розв'язання задач структурної, параметричної, технологічної та топологічної оптимізації; у них відсутні комплекси взаємопов'язаних моделей для стратифікованого опису таких систем як об'єктів системного проектування; адекватні моделі та ефективні методи розв'язання задач їх реінжинірингу великої розмірності; вони передбачають однокритеріальний вибір розв'язків в умовах повної визначеності цілей і вихідних даних. Тому виникає необхідність проведення досліджень, зорієнтованих на розв'язання задач підвищення ефективності засобів автоматизації проектування територіально розподілених об'єктів. Це обумовлює актуальність теми цієї дисертаційної роботи, що присвячена розв'язанню науково-технічної задачі підвищення ефективності засобів автоматизації проектування топологічних структур систем крупномасштабного моніторингу.

Зв'язок роботи з науковими програмами. Робота виконана відповідно робочих планів держбюджетних тем Харківського національного університету радіоелектроніки: «Структурний синтез територіально розподілених об'єктів в умовах неповної визначеності» (№ ДР 01116U002624) та «Розробка математичних моделей і методів реінжинірингу топологічних структур територіально розподілених об'єктів» (№ ДР 0115U001522), у виконанні яких здобувач приймала безпосередню участь як виконавиця.

Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Обґрунтованість викладених у роботі положень базується на коректних постановках мети і задач дослідження, підкріплюється аргументованою логікою послідовності реалізації задач досліджень на базі коректного використання добре



апробованих моделей і методів теорії систем, теорії графів, структурного синтезу, теорії корисності і прийняття рішень; підтверджується: збігом результатів розв'язання численних тестових задач відомими точними методами з результатами розв'язань запропонованими у роботі методами; достатньою кількістю публікацій у виданнях, що входять до переліків фахових видань України, та апробацією на міжнародних наукових конференціях.

Характеристика змісту дисертації, її відповідність встановленим вимогам, стиль та повнота викладу наукових положень в опублікованих працях. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, списку використаних джерел та одного додатку та має загальний обсяг 171 сторінку.

Зміст, оформлення дисертаційної роботи та повнота викладу наукових положень відповідають паспорту спеціальності та встановленим вимогам до кандидатських дисертацій згідно з «Порядком присудження наукових ступенів».

Основні результати дисертаційної роботи достатньо повно висвітлені у 16-ти наукових публікаціях, в їх числі 1 колективна монографія, 5 статей у періодичних виданнях, включених до переліків спеціалізованих наукових видань України з технічних наук (дві з яких проіндексовані у міжнародній наукометричній базі Scopus), 1 стаття – у закордонному періодичному виданні (Польща) та 9 тез доповідей на наукових конференціях.

У вступі до дисертації обґрунтовано актуальність теми роботи, сформульовано мету, об'єкт, предмет та методи дослідження, наведена інформація про наукові праці, які були опубліковані за результатами дисертаційного дослідження.

Перший розділ присвячений аналізу проблеми реінжинірингу топологічних структур систем крупномасштабного моніторингу. У ньому проаналізовано фактори, які визначають ефективність систем великомасштабного моніторингу, виконано огляд математичних моделей та методів, які використовуються при синтезі та реінжинірингу таких систем.

Зокрема встановлено, що більшість існуючих моделей розроблено для розв'язання однокритеріальних за показником витрат задач без урахування вимог щодо оперативності, надійності, інших показників; для розв'язання задач використовуються методи комбінаторної оптимізації, що мають високу часову складність і не завжди придатні для розв'язання задач великих розмірів; похибки наближених методів призводять до значних втрат ресурсів у процесах реінжинірингу. Це обумовлює актуальність розробки нових або удосконалення існуючих засобів автоматизації розробки проектів з реінжинірингу систем моніторингу.

За результатами проведеного аналізу сформульовано мету та задачі дисертаційної роботи, які передбачають розробку математичних моделей, ефективних методів та програмного забезпечення для розв'язання задач багатокритеріального реінжинірингу топологічних структур систем моніторингу.

У другому розділі розроблено системологічну модель проблеми реінжинірингу систем крупномасштабного моніторингу. Для її створення виконано формалізацію загального опису системи великомасштабного моніторингу, що дозволяє виділяти підмножини елементів, відношень (зв'язків), топологій і властивостей, які будуть включені та (або) виключені з розгляду у процесі реінжинірингу системи. Запропонована трирівнева схема декомпозиції проблеми на мета-, макро- та мікрорівні, визначені склад і схеми взаємозв'язків проблемно пов'язаних задач за вхідними та вихідними даними.

Формалізація виділеного комплексу задач вибору принципів побудови системи, реінжинірингу її структури, топології елементів і зв'язків, технології функціонування, визначення параметрів елементів і зв'язків та оцінки ефективності, включаючи вибір кращого варіанта реінжинірингу, дозволила створити логічну схему технології реінжинірингу топологічних структур систем моніторингу.

У рамках запропонованої технології сформульовано базову постановку задачі структурно-топологічного реінжинірингу трирівневої централізованої системи крупномасштабного моніторингу, що побудована на однотипних елементах, вузлах і каналах зв'язку

У третьому розділі для сформульованої комплексної задачі структурно-топологічного реінжинірингу запропоновано співвідношення для оцінки показників витрат, оперативності, надійності і живучості системи крупномасштабного моніторингу з урахуванням їх залежності у явному вигляді від параметрів її топологічної структури.

На основі запропонованої формалізації часткових критеріїв розроблена математична модель багатокритеріальної задачі реінжинірингу топологічних структур централізованих трирівневих систем великомасштабного моніторингу за показниками витрат, оперативності, надійності і живучості. Окремими випадками цієї задачі є математичні моделі задач по одному, двом або трьом критеріям.

З метою зниження ємнісної складності в розроблених математичних моделях для зберігання інформації про зв'язки елементів і розміщення вузлів запропоновано використовувати трикутну матрицю, що дозволило суттєво скоротити розмір необхідної комп'ютерної пам'яті для програмної реалізації моделей.

Четвертий розділ присвячено розробці модифікацій методу спрямованого перебору варіантів для розв'язання задачі реінжинірингу топологічних структур. Як базова запропонована модифікація, яка використовує спрямований перебір всіляких варіантів розміщення вузлів, а в якості альтернативних – побудовані на основі методів покоординатної оптимізації, імітації відпалу, пошуку із заборонами, еволюційного синтезу, кластеризації на основі k-means.

Для розроблених методів у роботі отримано оцінки їх точності і часової складності. Це дозволяє вибрати найбільш відповідну модифікацію методу для розв'язання практичних задач, виходячи із необхідної точності розв'язків

і наявних обчислювальних і часових ресурсів.

Запропоновані модифікації методу для розв'язання багатокритеріальних задач поєднують переваги експертної оцінки важливості часткових критеріїв шляхом аналізу ієрархії та спрямованого перебору варіантів за кількістю вузлів у системі. Практичне застосування методу дозволяє скоротити час розв'язання задач за рахунок паралельного з генерацією варіантів формування підмножини Парето-оптимальних рішень.

У п'ятому розділі наведено опис розробленого програмно-методичного комплексу для розв'язання задач реінжинірингу топологічних структур систем крупномасштабного моніторингу Reengineering-TS та наведено приклади розв'язання задач реінжинірингу в автоматичному та інтерактивному режимі за показниками витрат, оперативності, надійності та живучості.

Нові наукові результати дисертаційної роботи. У дисертаційній роботі отримано такі нові наукові результати:

– дістала подальшого розвитку системологічна модель проблеми реінжинірингу систем крупномасштабного моніторингу у частині врахування топологічних особливостей проблемно пов'язаних задач;

– на основі запропонованої формалізації часткових критеріїв уперше розроблена математична модель багатокритеріальної задачі реінжинірингу топологічних структур централізованих трирівневих систем крупномасштабного моніторингу за показниками витрат, оперативності, надійності та живучості, окремими випадками якої є математичні моделі задач за одним, двома або трьома критеріями;

– дістав подальшого розвитку метод спрямованого перебору варіантів, що дозволяє визначати ефективні розв'язки багатокритеріальної задачі реінжинірингу топологічних структур централізованих трирівневих систем крупномасштабного моніторингу, у частині врахування показників оперативності, надійності та живучості;

– розроблені модифікації методу спрямованого перебору для розв'язання задач реінжинірингу топологічних структур централізованих трирівневих систем крупномасштабного моніторингу, що використовують схеми розміщення вузлів на основі покоординатної оптимізації, імітації відпалу, пошуку із заборонами, еволюційного синтезу та кластеризації, які мають суттєво менші часові складності, ніж комбінаторні методи.

Наукове та практичне значення результатів дисертаційної роботи. Одержані у дисертаційній роботі наукові результати розширюють науково-методичну базу для підвищення ефективності процесів автоматизованого проектування систем крупномасштабного моніторингу. Усі запропоновані у роботі математичні моделі і методи реалізовані програмно. На їх основі створено програмно-методичний комплекс. Його працездатність і ефективність продемонстрована на прикладах розв'язання тестових задач реінжинірингу топологічних структур систем моніторингу за одним або

множиною критеріїв.

Практичне використання отриманих результатів дозволяє за рахунок вибору найбільш ефективного методу скоротити витрати на реінжиніринг і покращити функціональні характеристики топологічних структур систем, що проектуються.

Практичне значення результатів підтверджується їх впровадженням. Розроблені в дисертаційній роботі математичні моделі, методи та програмне забезпечення для розв'язання задач реінжинірингу топологічних структур впроваджені: у держбюджетні науково-дослідні роботи Харківського національного університету радіоелектроніки; у Головному центрі спеціального контролю Державного космічного агентства України; в Українському науково-дослідному інституті екологічних проблем; у навчальному процесі Харківського національного університету радіоелектроніки.

Зауваження щодо змісту й оформлення дисертаційної роботи

1. З тексту дисертації не зрозуміло, які принципи покладені в основу запропонованої схеми декомпозиції проблеми реінжинірингу систем крупномасштабного моніторингу, яка багато в чому визначає структуру логічної схеми їх системного проектування, а також складність визначення і точність розв'язків, отримуваних у рамках технологій автоматизації проектування, побудованих на її основі.

2. Для структуризації і зменшення складності проблеми реінжинірингу топологічних структур систем крупномасштабного моніторингу запропонована трирівнева схема її декомпозиції, яка визначає склад і схему взаємозв'язків проблемно пов'язаних задач за вхідними і вихідними даними на мета-, макро- та мікрорівні, але ніде у роботі не згадується і не розглядається проблема координації цих задач.

3. Поза увагою у дисертаційній роботі залишились питання аналізу динаміки процесів функціонування систем моніторингу. Традиційно на початкових етапах розв'язання задач проектування та реінжинірингу подібних систем з цією метою широко використовуються імітаційне чи інші види моделювання динаміки об'єктів. Автор же обмежилась синтезом моделі для визначення показників оперативності лише для детермінованого усталеного режиму роботи.

4. Усі розв'язувані дисертантом у роботі задачі відносяться до умов детермінізму вхідних даних. Було б корисно розглядати задачі синтезу систем в умовах ризику та невизначеності. Для цього потрібно було б розглянути зв'язок проблеми синтезу з теорією масового обслуговування;

5. У роботі доцільно було б навести оцінки запасів стійкості оптимальних структурно-топологічних рішень по відношенню до змін навколишнього середовища, параметрів компонентів системи та обмежень на її функціонально-вартісні показники.

6. Як правило, на початкових етапах проектування складних об'єктів (до яких належать і системи крупномасштабного моніторингу)

використовуються моделі не тільки кількісного, але й якісного аналізу, та моделі, побудовані із використанням теорії нечітких множин. Робота виграла б, якби на додаток до запропонованих моделей вибору розв'язків знайшли місце і моделі якісного чи нечіткого аналізу.

Висновки по дисертаційній роботі. Незважаючи на зроблені зауваження, дисертаційна робота Подоляки К.Є. є завершеним науковим дослідженням, в якому одержані нові теоретичні та практичні результати, що у сукупності є суттєвими для розвитку методології автоматизованого проектування систем крупномасштабного моніторингу, тема, об'єкт, предмет дослідження, зміст роботи та основні результати відповідають пунктам 1, 4 та 7 паспорту спеціальності 05.13.12 – системи автоматизації проектувальних робіт.

Вважаю, що за обсягом досліджень, актуальністю, науковою новизною і практичним значенням одержаних результатів, їх впровадженням та опублікуванням дисертаційна робота відповідає вимогам чинних нормативних документів, у тому числі пунктам 9, 11, і 12 «Порядку присудження наукових ступенів», а її автор, Подоляка Ксенія Євгенівна, заслуговує на присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.12 – системи автоматизації проектувальних робіт.

Офіційний опонент,
завідувач кафедри програмної інженерії
та інформаційних технологій управління
Національного технічного університету «ХПІ»,
доктор технічних наук, професор

М. Д. Годлевський

Підпис *проф. Годлевський М.Д.*
ЗАСВІДЧУЮ:
ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"
[Signature] ЗАЙЦЕВ Ю.І.
" " 20 16 -р.

