

Голові спеціалізованої вченої ради
Д 64.820.01 в Українському державному
університеті залізничного транспорту»

м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Алнаері Фрхат Алі за темою «Моделі та методи реконфігурації самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі

Актуальність теми дисертаційної роботи та зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Постійне зростання вимог до надійності телекомунікаційних мереж і часу відновлення працездатності мереж та їх автономних сегментів після відмов та збоїв стимулювали дослідження, що стосуються концепції систем самовідновлення (ShS). Такі системи сприяють ранньому виявленню відмов та у низці випадків можуть значно знизити середній час відновлення. Однак, поруч з перевагами виникають й недоліки, пов'язані, у першу чергу, з виниклою при цьому надмірністю програмного забезпечення та додатковими технічними засобами. Це призводить як до збільшення вартості експлуатації телекомунікаційної мережі, так і до зниження показників якості обслуговування (QoS) при використанні стандартних моделей і методів обробки даних.

Таким чином, тематика дисертаційної роботи, яка присвячена розв'язанню науково-прикладного завдання розробки моделей та методів реконфігурації самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі з метою підвищення ефективності розподілу обчислювальних ресурсів для виконання вимог щодо якості обслуговування, є **актуальною**.

Додатковим свідченнями про актуальність дисертаційних досліджень є відповідність тематики роботи до положень, затверджених на законодавчому рівні таких документів: «Концепція Національної Програми інформатизації», «Концепція розвитку телекомунікацій в Україні», «Постанова про затвердження Правил надання та отримання телекомунікаційних сервісів», «Стратегія сталого розвитку «Україна–2020».

Матеріали дисертації було використано у звіті про науково-дослідну роботу згідно планів виконання НДР Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» №20440: «Розробка та дослідження моделей, методів, комп'ютерних систем і компонентів швидкої обробки даних на основі застосування непозиційної системи числення у системі залишкових класів».

Ступінь новизни, обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі. Ознайомлення зі змістом дисертації, основними публікаціями та авторефератом дозволяє визнати, що мету дослідження досягнуто. Це знайшло відображення в основних положеннях роботи, які сформульовані автором особисто і характеризуються такою науковою новизною:

1. Вперше розроблений комплекс моделей топологічної структури самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі, який враховує особливості самовідновлювальних мережних компонент і базується на використанні модифікованого метода Туега-Стейгліца, що дозволяє виконати вимоги QoS щодо надійності та реалізувати процес нарощування структури при нестачі обчислювальних ресурсів.

2. Удосконалений комплекс методів реконфігурації сегмента телекомунікаційної мережі, який відрізняється від відомих сумісним використанням властивостей локальної самовідновлюваності та горизонтальної масштабованості, що дозволяє виконати вимоги QoS щодо середнього часу затримки повідомлень.

3. Отримав подальший розвиток метод перерозподілу ресурсів автономного самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі при пульсуючому характері трафіка за рахунок використання спектральних властивостей процесу передачі даних, що дозволяє уникнути втрат пакетів при перевантаженні каналів зв'язку.

Достовірність та обґрунтованість наукових результатів, отриманих здобувачем, забезпечується коректною постановкою задач, що розв'язуються, використанням при цьому вихідних даних, які отримані із застосуванням апробованого математичного апарату та підкріплюється результатами експериментальних досліджень. На користь достовірності результатів роботи свідчать акти їх використання та впровадження у Державному підприємстві «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості», Державному підприємстві «Український державний інститут по проектуванню заводів важкого машинобудування»

(м. Харків) та навчальному процесі Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

Практичне значення наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Запропоновані здобувачем моделі є науково-практичним підґрунтям для проведення ефективного розподілу обчислювальних ресурсів. Представлені на їх основі інженерні методи та алгоритми дають змогу здійснювати розподіл, що забезпечить виконання вимог щодо якості обслуговування за рахунок врахування особливостей самовідновлювальних систем. Крім того, при використанні запропонованих методів надається змога:

врахувати вимоги самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі ступеню надійності при розробці проектної документації;

розрахувати характеристики апаратних складових автономного самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі при проведенні реконфігурації та горизонтального масштабування;

уникнути втрат пакетів при перевантаженні каналів зв'язку та зменшити ймовірність спотворення повідомлень при перерозподілі ресурсів самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі;

отримати відносне зниження вартості реконфігурації за рахунок використання процесів обміну обсягу буферної пам'яті на каналну ємність мережі.

Повнота викладу основних положень дисертації в опублікованих працях. Основні результати дисертаційної роботи Алнаері Фрхат Алі висвітлено у 9 наукових працях, зокрема у 4 статтях у наукових фахових виданнях України, 1 статті у періодичному науковому виданні Європейського Союзу і 4 публікаціях у матеріалах міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференцій.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності й оформлення. Дисертаційна робота Алнаері Фрхат Алі складається з вступу, чотирьох розділів, висновків по дисертації, списку використаної літератури та чотирьох додатків.

Вступ дисертаційної роботи містить: обґрунтування актуальності теми дослідження, інформацію про зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, мету роботи та задачі досліджень, формулювання об'єкта, предмета та методів дослідження, дані щодо реалізації, апробації та публікації наукових і практичних результатів дисертації та їх впровадження.

У першому розділі проведений аналіз сучасного стану і тенденцій розвитку методів розподілу обчислювальних ресурсів у самовідновлювальних мережах та їх компонентах; вибраний та обґрунтований критерій оцінки якості розподілу

ресурсів у самовідновлювальних мережах та їх компонентах. Сформульовані математична постановка завдання оптимальної реконфігурації.

У **другому розділі** розроблений та досліджений комплекс моделей топологічної структури самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі та наведені результати моделювання процесу нарощування структури сегмента при нестачі обчислювальних ресурсів. Комплекс складається з моделей розподілу подорожніх потоків між кореспондуючими вузлами повнозв'язного сегмента, оптимальної топологічної структури за критерієм мінімізації часу середньої затримки та процесу нарощування структури самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі, послідовне застосування яких дозволяє виконати вимоги QoS щодо надійності та реалізувати процес нарощування структури при нестачі обчислювальних ресурсів.

У **третьому розділі** удосконалений та досліджений комплекс методів реконфігурації самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі, а також набув подальшого розвитку метод перерозподілу ресурсів самовідновлювального сегмента при пульсуючому характері трафіка, розглянуті математичні методи дослідження можливостей підвищення ефективності використання ресурсів самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі шляхом цілеспрямованих перетворень трафіка з урахуванням впливу його статистичних і спектральних властивостей на параметри мережі. Для реконфігурації сегмента використані такі методи, що удосконалені за рахунок сумісного використання властивостей локальної самовідновлюваності та горизонтальної масштабованості: метод розрахунку мінімальної середньої затримки повідомлень; метод визначення ширини смуги пропускання; метод визначення сгладжуючого впливу кількості буферних елементів черг на завантаження каналів.

У **четвертому розділі** проведена порівняльна оцінка розроблених та існуючих моделей і методів реконфігурації самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі. Запропонований алгоритм розрахунку значень основних показників реконфігурованого самовідновлювального сегмента. Згідно з даним алгоритмом розглянуті такі приклади: проведення реконфігурації самовідновлювального сегмента з повною топологією зв'язків між комутаційними вузлами; проведення реконфігурації самовідновлювального сегмента з топологією, що має регулярну структуру заданої зв'язності; розрахунок значень основних показників, що характеризують QoS для реконфігурованого самовідновлювального сегмента.

В цілому назва дисертації відповідає її змісту та відбиває суть розв'язаного науково-прикладного завдання. Автореферат відповідає змісту дисертаційної роботи та досить повно розкриває основні наукові та практичні результати, отримані здобувачем. Мова дисертації ясна та чітка, дисертант вільно володіє науковою та технічною термінологією в області телекомунікаційних систем та мереж.

Зауваження до дисертаційної роботи. В процесі ознайомлення з роботою виникли такі зауваження та недоліки:

1. Постановочна частина дисертації виглядала б краще, якби більш наглядно (у вигляді діаграм та графіків) були б наведені порівняльні характеристики існуючих методів підвищення ефективності використання обчислювальних ресурсів самовідновлювальних складових телекомунікаційних мереж. Це підвищило б ступінь обґрунтованості зроблених автором висновків про незабезпечення вимог щодо якості обслуговування.

2. При визначенні критерію оцінки ефективності реконфігурації автономних самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі (розділ 1, п. 3) автором не проведено достатнього обґрунтування вибору в якості цільової функції мінімізації математичного сподівання часу затримки пакета. Виникає питання, чому, наприклад, не проводиться оптимізація щодо витрат на реконфігурацію сегмента або надійності каналів зв'язку телекомунікаційної мережі.

3. При розробці комплексу моделей топологічної структури самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі здобувачем запропонована модель розподілу подорожніх потоків між кореспондуючими вузлами сегмента (розділ 2, п. 2). Викликає сумнів, що обчислювальна складність даної моделі при великій кількості вузлів буде допустимою в межах циклу самовідновлювання, навіть при обмеженні на кількість транзитних вузлів маршруту. На мій погляд, автору потрібно було б визначити обчислювальну складність моделі та навести шляхи її зменшення для сегментів, що мають велику кількість вузлів (наприклад, за рахунок скорочення кількості можливих маршрутів).

4. У другому розділі роботи здобувачем запропонована модель процесу нарощування структури самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі при збільшенні розмірів мережі зв'язку на основі використання регулярних графів і отримання багаторівневої ієрархічної топологічної коміркової структури (розділ 2, п. 4). Проте у роботі нечітко визначені межі її

використання, зокрема у випадках, якщо є вибір між горизонтальним та вертикальним масштабуванням.

5. При розгляданні методу розрахунку мінімальної середньої затримки повідомлень при реконфігурації самовідновлювального сегмента (розділ 3, п.1) здобувачу можна було б провести аналіз характеру вхідного трафіка. Це б суттєво спростило розрахунок мінімальної середньої затримки повідомлень для окремих випадків, наприклад, для еластичного трафіка.

6. При розробці методу перерозподілу ресурсів автономного самовідновлювального сегмента при пульсуючому характері трафіка (розділ 3, п.4) недостатньо обґрунтований вибір функції (табл. 3.1) для розрахунку значення завантаження мережі під час викиду.

7. При проведенні у четвертому розділі порівняльної оцінки розроблених та існуючих моделей і методів за критерієм відсоткового додаткового збільшення завантаження магістральних каналів при збільшенні вузлів комутації сегмента мережі передачі даних доцільно було б показати залежність результатів не тільки від кількості вузлів комутації сегмента мережі передачі даних, але й від витрат на підготовку до проведення реконфігурації системи.

Відповідність дисертації встановленим вимогам і загальні висновки. Зазначені недоліки суттєво не впливають на загальне позитивне враження від роботи, не зменшують її якості, а також наукової та практичної цінності. Вони не є визначальними і можуть бути враховані як напрямки подальших досліджень.

Під час вивчення та аналізу дисертаційної роботи **випадків порушення академічної доброчесності** виявлено не було.

На підставі детального ознайомлення з дисертацією, авторефератом та основними публікаціями вважаю, що дисертаційна робота є завершеним самостійним науковим дослідженням, яка об'єднує усі необхідні елементи: коректну і обґрунтовану постановку мети і задач досліджень, детальний аналіз відомих наукових результатів у досліджуваній галузі, обґрунтований вибір шляху досягнення поставленої мети та використаного математичного апарату, а також експериментальні підтвердження теоретичних положень та впровадження результатів дисертаційної роботи. Дисертаційна робота Алнаері Фрхат Алі за темою «Моделі та методи реконфігурації самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі» є завершеною працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності розв'язують актуальне науково-прикладне завдання розробки моделей та методів реконфігурації самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі з метою підвищення

ефективності розподілу обчислювальних ресурсів для виконання вимог щодо якості обслуговування.

За науковим рівнем та практичною значимістю дисертація задовольняє вимогам до кандидатських дисертацій згідно п.п. 9, 11–14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 р. (зі змінами та доповненнями) та Наказу Міністерства освіти і науки України №40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», а її автор, Алнаері Фрхат Алі, заслуговує на присвоєння йому наукового ступеню кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

Завідувач кафедри «Системи інформації»
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»,
доктор технічних наук, професор

Павло ПУСТОВОЙТОВ

“08” вересня 2021 р.

Ізгодив проф. Пустовойтова П.Є. заступниця
Завідувач кафедри / Олія Зайцева/

Вхідний № 01-6/21
9 » вересня 2021 р.
УкрДУЗТ