

*Голові спеціалізованої вченої ради
Д 64.820.01 в Українському державному
університеті залізничного транспорту*
*Україна, 61050, м. Харків, площа
Фейєрбаха, 7*

ВІДГУК

офіційного опонента кандидата технічних наук, доцента

ЖУЧЕНКА ОЛЕКСАНДРА СЕРГІЙОВИЧА

на дисертаційну роботу

АЛНАЕРІ ФРХАТ АЛІ

за темою “**МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ РЕКОНФІГУРАЦІЇ**

САМОВІДНОВЛЮВАЛЬНОГО СЕГМЕНТА

ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ”,

подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за
спеціальністю

05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі

Актуальність теми дисертаційної роботи

Тенденція зростання попиту на інфокомунікаційні послуги, а також підвищення вимог користувачів до якості надаваних їм послуг у сучасному світі призводить до виникнення глобального процесу забезпечення сталого розвитку телекомунікаційних мереж. Тому дослідження в області телекомунікаційних мереж є одними з найбільш пріоритетних і затребуваних напрямків. Сучасна телекомунікаційна мережа має бути надійною, безпечною, живучою й високорентабельною мережею, здатною забезпечувати вимоги до якості обслуговування. Одним з перспективних напрямків, які дозволяють забезпечити такі вимоги до сучасної телекомунікаційної мережі є застосування автономних самовідновлюваних сегментів, здатних до забезпечення вимог до якості обслуговування, що, при всіх своїх перевагах, може призвести до неприйняттого, в певних умовах, розподілу необхідних обчислювальних ресурсів або до необхідності мати надмірно завищений їх запас. Отже, це дозволяє стверджувати, що в дисертаційній роботі розглядається актуальне науково-прикладне завдання, що полягає в розробленні моделей та методів реконфігурації самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі з метою

підвищення ефективності розподілу обчислювальних ресурсів так, щоб виконувались вимоги щодо якості обслуговування.

Загальна характеристика роботи

Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, у яких послідовно і логічно, на високому науково-технічному рівні викладено рішення поставлених завдань досліджень; висновків, списку використаних джерел та додатків.

У *вступові* обґрунтовано актуальність теми дисертаційних досліджень, сформульовано мету і завдання дослідження, вірно визначено об'єкт, предмет і методи дослідження. Автор добре розуміє специфіку науково-прикладного завдання та коректно, з необхідною повнотою, формулює постановку задач дослідження. Визначено наукову новизну кваліфікаційної праці і практичне значення отриманих результатів досліджень, представлено анотації та загальну характеристику роботи, структуру та обсяг дисертації. Надані відомості про впровадження результатів роботи, апробацію, публікації за темою дисертації та особистий внесок автора.

У *першому* розділі дисертації проведений аналіз сучасного стану і тенденцій розвитку методів розподілу обчислювальних ресурсів та вибраний і обґрунтований критерій оцінки якості розподілу для самовідновлювальних мереж та їх компонентів. Визначені властивості й особливості функціонування самовідновлювальних сегментів, розглянуті питання підвищення ефективності використання обчислювальних ресурсів телекомунікаційних мереж та виділені принципи реконфігурації автономних самовідновлювальних сегментів телекомунікаційних мереж. За результатами проведених досліджень сформульоване завдання стосовно оптимізації процесу реконфігурації автономних самовідновлювальних сегментів телекомунікаційних мереж.

У *другому* розділі розроблений та досліджений комплекс моделей топологічної структури самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі та наведені результати комп'ютерного моделювання процесу нарощування структури сегмента при нестачі обчислювальних ресурсів. Запропонована математична модель розподілу подорожніх потоків між виділеною парою взаємодіючих абонентів в мережі, граф топологічної структури якої є повним. У ході моделювання сформована топологічна структура сегмента з розрахованими пропускними здатностями каналів

зв'язку за припущення повності сегмента, що розглядається. Здійснено перехід до регулярної структури графа сегмента мережі, у якого зв'язність не менше заданої та враховується умова, що для кожного подорожнього потоку існує альтернативний маршрут передачі даних. Серед можливих структур обирається менш затратна за допомогою методу виключення гілок, яка використовується в якості початкової для третього етапу, на якому запропонована математична модель оптимальної топологічної структури.

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.

Для реконфігурації сегмента удосконалені такі методи: метод розрахунку мінімальної середньої затримки повідомлень; метод визначення ширини смуги пропускання; метод визначення сгладжуючого впливу кількості буферних елементів черг на завантаження каналів. Метод розрахунку мінімальної середньої затримки повідомлень при реконфігурації самовідновлювального сегмента, метод визначення ширини смуги пропускання, а також метод визначення сгладжуючого впливу кількості буферних елементів черги на завантаження каналів. Набув подальшого розвитку метод перерозподілу ресурсів автономного самовідновлювального сегмента при пульсуючому характері трафіка, який є необхідним для виконання умови щодо прийнятної ймовірності втрат пакетів. Дані методи дозволили виконати вимоги QoS щодо часу середньої затримки повідомлень та уникнути втрат пакетів при перевантаженні каналів зв'язку.

В *четвертому* розділі проведено порівняльну оцінку розроблених та існуючих моделей і методів реконфігурації самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі. Запропонований алгоритм розрахунку значень основних показників реконфігурованого самовідновлювального сегмента. За умов використання високошвидкісного трафіку, запропоновані методи реконфігурації надають більш суттєві переваги. Проведено оцінку вартості засобів зв'язку при реконфігурації і отримано відносне зниження вартості мережі за рахунок використання процесів обміну обсягу буферної пам'яті на каналну ємність засобів зв'язку реконфігурованого сегмента.

Запропоновано та обґрунтовано підхід до використання гібридної комутації у сегменті, що розглядається, який поєднує кілька різних режимів комутації з адаптивною межею між цими режимами, залежно від стану

системи зв'язку реконфігурованого самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі. Проведено порівняння різних методів за критерієм завантаження магістральних каналів сегмента. Результати моделювання показали перевагу запропонованого підходу за критерієм завантаження магістральних каналів, котра зростає при збільшенні кількості комутаційних вузлів.

Висновки та рекомендації дисертаційної роботи достатньо обґрунтовані та виділяють наукову новизну й практичну значимість досліджень.

Список використаних джерел та посилання на них у тексті дисертації вказують на те, що під час роботи проведений змістовний аналіз сучасних наукових досліджень провідних вчених світу.

Додатки містять допоміжний матеріал досліджень (алгоритми та прийняті значення параметрів розрахунків) та акти впровадження результатів роботи.

Наукова новизна результатів дисертаційної роботи

В дисертаційній роботі здобувача отримана сукупність математичних моделей та методів реконфігурації самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі, що дає змогу виокремити наступні найбільш важливі нові наукові результати:

- **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;

- **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;

- **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.

Наукові положення, котрі сформульовані здобувачем, вказують на відмінність одержаних результатів від відомих раніше та однозначно описують ступінь новизни. Наукова новизна безсумнівна та вагома і відповідає науковому рівню кандидатської дисертації. Підсумовуючи зазначаю, що наукові положення та рекомендації сформульовані у роботі, науково обґрунтовані та перевірені шляхом комп'ютерного моделювання.

Практична значимість отриманих результатів

У рамках досягнення поставленої мети отримані нові наукові результати забезпечують:

- визначення ширини смуги пропускання самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі та отримання відносного зниження вартості реконфігурації (до 3%) за рахунок використання процесів обміну обсягу буферної пам'яті на каналну ємність мережі;

- проведення розрахунку характеристик апаратних складових автономного самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі при проведенні реконфігурації та горизонтального масштабування з використанням запропонованого комплексу методів, що дозволяє виконати вимоги QoS щодо середнього часу затримки повідомлень та зменшити його у порівнянні з існуючими методами у середньому до 8%;

- уникнення втрат пакетів при перевантаженні каналів зв'язку та зменшення ймовірності спотворення повідомлень при перерозподілі ресурсів самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі на 5%;

- під час розроблення проектної документації самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі враховувати вимоги до його ступеня надійності за рахунок використання математичної моделі топологічної структури.

Практична значимість отриманих результатів роботи підтверджується актами впровадження наведеними в додатках до дисертації.

Методи досліджень, використані в дисертаційній роботі

Для вирішення поставлених у дисертаційній роботі задач використано методи теорії масового обслуговування, дискретної оптимізації та дослідження операцій, а також методи комп'ютерного моделювання, обчислювальної математики та прийняття рішень. При розробленні математичної моделі топологічної структури самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі використовувався теоретико-множинний підхід. Крім того, використані методи аналізу, синтезу, моделювання, експертних

оцінок і проведення експериментів. Розроблені методи реконфігурації структури та перерозподілу ресурсів ґрунтуються на використанні методів теорії складних систем та методів функціонального аналізу.

Обґрунтованість і достовірність наукових результатів

Достовірність й обґрунтованість нових наукових положень і висновків, отриманих здобувачем, підтверджується збіжністю результатів моделювання, отриманих при програмній реалізації розроблених моделей та методів із теоретичними і практичними результатами, відображеними в публікаціях, а також зведенням розроблених моделей до відомих та апробованих моделей при граничних значеннях параметрів, які було враховано при їх розробленні. Фактами підтвердження достовірності отриманих результатів, є також обґрунтованість припущень і обмежень, зроблених при розробленні моделей і методів, виходячи з досвіду експлуатації самовідновлювальних сегментів телекомунікаційної мережі, а також результатами практичного впровадження моделей та методів реконфігурації самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі.

Повнота викладення основних результатів дисертації в опублікованих працях. Основні нові наукові та практичні результати, що отримані в ході дисертаційного дослідження, опубліковані з необхідною повнотою змісту у 9 друкованих працях, зокрема 5 статтях у наукових фахових виданнях (з них 4 – у наукових фахових виданнях України, 1 стаття – у періодичному науковому виданні Європейського Союзу), 4 публікації – в матеріалах міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференцій. Апробація нових наукових результатів достатня.

Автореферат дисертації

Автореферат кваліфікаційної наукової праці, за своїм змістом, повною мірою відповідає основним науковим і практичним результатам та висновкам дисертації.

Основні недоліки та зауваження по роботі

1. У першому розділі дисертації, під час дослідження особливостей самовідновлювальних систем, автором визначено життєвий цикл самовідновлення та функціонально виокремлено аналіз інформації про роботу системи. Однак, не наведено технічні характеристики параметрів мережі, що аналізуються.

2. У підрозділі 1.2, під час аналізу методів підвищення ефективності використання обчислювальних ресурсів телекомунікаційних мереж, доцільно

було б узагальнити переваги та недоліки розглянутих методів у вигляді таблиці, або гістограми, що полегшило б сприйняття аналітичного матеріалу.

3. У роботі (в розділі 2) розроблений та досліджений комплекс моделей топологічної структури самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі та наведені результати моделювання нарощування структури сегмента при нестачі обчислювальних ресурсів. Разом із тим було б доцільно зазначити похибку моделювання та критерії оцінювання ефективності розроблених (удосконалених) моделей.

4. В авторефераті не наведено стандарти, за якими функціонує самовідновлювальний сегмент телекомунікаційної мережі.

5. У загальних висновках по роботі не наведені предметні галузі, в яких доцільно використовувати розроблені та вдосконалені моделі та методи реконфігурації самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі. Це суттєво могло б підкреслити практичну значимість проведених досліджень.

6. Відсутнє техніко-економічне обґрунтування розроблених автором методів, наприклад, методу визначення згладжуючого впливу кількості буферних елементів черги на завантаження каналів, що дозволяє компенсувати недостатню ширину смуги бітових швидкостей передачі, за умови дотримання вимог часової прозорості мережі, котрі можуть порушуватися через затримки в буфері. Тому, інформація стосовно отриманого практичного виграшу виглядає неповною.

7. Текст рукопису дисертації має окремі орфографічні та синтаксичні помилки, а також неточності, на що було вказано дисертанту. Наприклад, (підрозділ 1.2, стор. 22), по контексту «всі вузли», у рукописі дисертації – «все вузли»; (підрозділ 3.1, стор. 60), «згідно наведеному вище методу наведені на рис. 3.1», необхідно писати: « згідно з наведеним вище методом, зображені на рис. 3.1»; (підрозділ 3.4, стор. 91), написано «...мережі сегмента мережі», слід читати – «сегмента мережі».

Проте, наведені недоліки не впливають на якість представленої дисертаційної роботи та наукову значимість і практичну цінність отриманих результатів.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Алнаері Фрхат Алі на тему “Моделі та методи реконфігурації самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі”,

є завершеною самостійною кваліфікаційною науковою працею, котра має нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують актуальне науково-прикладне завдання, яке полягає у підвищенні ефективності розподілу обчислювальних ресурсів самовідновлювального сегмента телекомунікаційної мережі для виконання вимог якості обслуговування.

Кваліфікаційна наукова праця Алнаері Фрхат Алі відповідає паспорту спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

Автореферат об'єктивно і з необхідною повнотою відображає зміст і основні положення дисертації.

Нові наукові результати отримані здобувачем, достатньою мірою висвітлені у наукових періодичних виданнях (відповідно до п.2.1 наказу № 1112 Міністерства освіти і науки України від 17.10.2012) та апробовані на міжнародних і всеукраїнських науково-технічних конференціях.

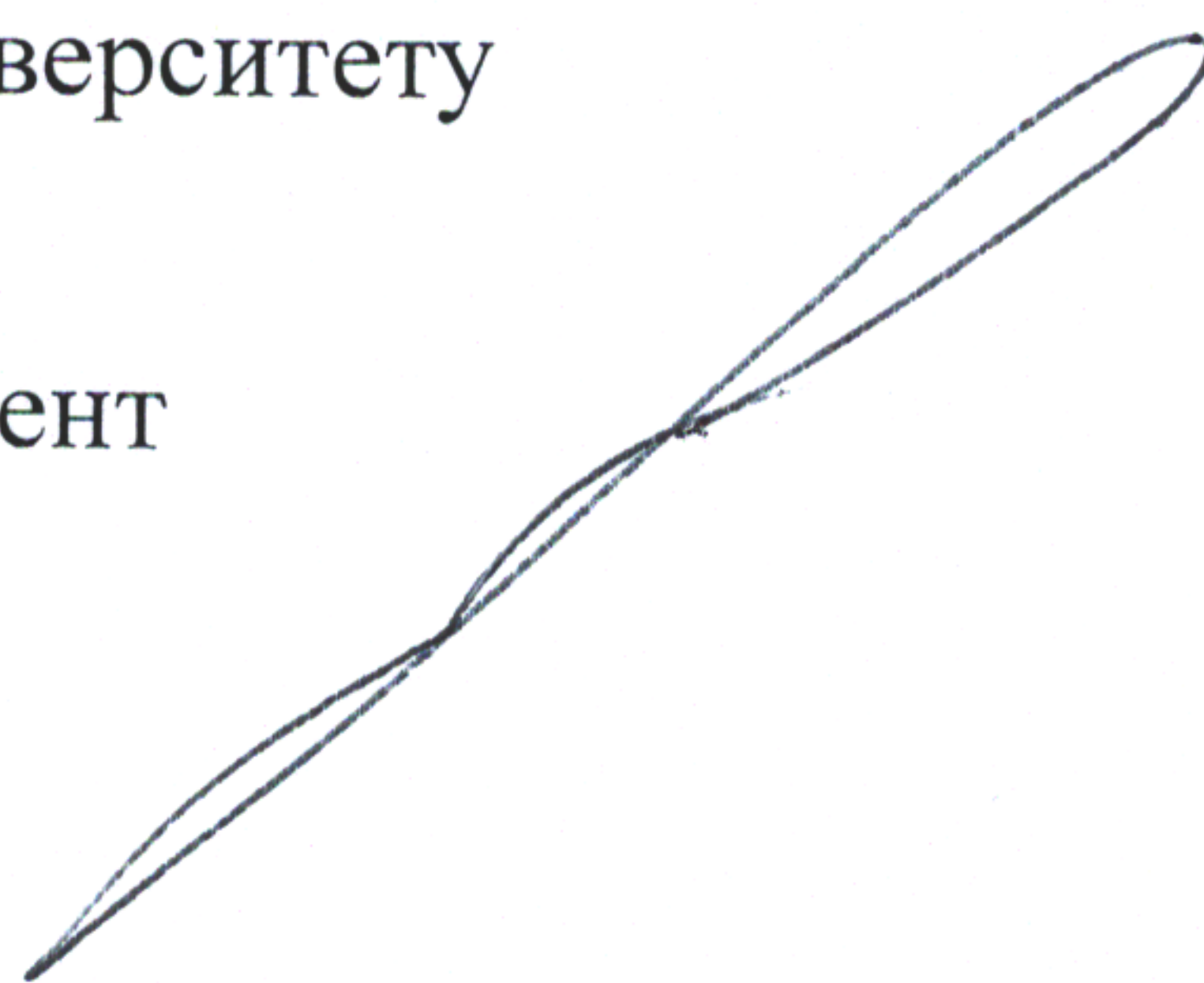
Дисертаційна робота відповідає пунктам п.п. 9, 11-14 “Порядку присудження наукових ступенів”, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 р. №567, та наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017 «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій», а її автор Алнаері Фрхат Алі заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

Офіційний опонент:

доцент кафедри транспортного зв'язку
Українського державного університету
залізничного транспорту,
кандидат технічних наук, доцент

Олександр ЖУЧЕНКО

25 серпня 2021 р.




Особистий підпис
завідуючу 25.08 2021 р.
завідуючий канцелярією

Олександр Жученко



Актовий № 01-5/21
25 » серпня 2021 р.
УкрДУЗТ