

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу

**Ладигіної Ольги Анатоліївни**

«Методи статистичної оптимізації обслуговування нестационарного трафіку в гетерогенних комп'ютерних мережах»,  
яка подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти

### **Актуальність теми дисертаційної роботи.**

В світлі сучасних досягнень в області комп'ютерних систем, мереж та компонентів особливої актуальності набувають проблеми обслуговування комп'ютерних мереж, зокрема аналізу і оптимізації неоднорідного трафіка, до якого пред'являють вимоги по забезпеченню високого рівня якості обслуговування трафіку.

При використанні технології пакетної передачі даних особливу важливість відіграють моделі пропускної здатності багатоканальних ліній зв'язку з урахуванням характеристик трафіка (час передачі даних, надійність передачі, ширина смуги пропускання каналу, завантаження мережевого буферу). Тому у сукупності з елементами управління потоками даних моделі пропускної здатності повинні адаптуватися до зміни характеристик якості обслуговування мережевого трафіку, що неминуче виникає як наслідок стохастичного і пульсуючого характеру нестационарного трафіка комп'ютерної мережі.

Специфічні особливості гетерогенної комп'ютерної мережі збільшують проблему розроблення універсальних методів обслуговування нестационарного трафіку. Мережа працює ефективно, коли кожен її ресурс істотно завантажений, але не перевантажений. Отже, необхідно прагнути до поліпшення QoS, понизити затримки пакетів, зменшити втрати пакетів і

збільшити інтенсивність трафіка, а також максимально збільшити завантаження всіх ресурсів мережі з метою підвищення якості обслуговування нестационарного трафіку в гетерогенних комп'ютерних мережах.

Тому, актуальною науково-технічною задачею, яка і зумовила напрямок дисертаційних досліджень, є розробка методів статистичної оптимізації обслуговування нестационарного трафіку в гетерогенних комп'ютерних мережах з урахуванням неоднорідності систем, а також обмежень, як основи оптимального розподілу пропускних здатностей гетерогенних комп'ютерних мереж. Крім того, актуальність підтверджується тим, що дана робота була виконана відповідно до тематики науково-дослідних робіт ДР №0113U003086 «Розробка методів підвищення оперативності передачі та захисту інформації у телекомунікаційних системах» та ДР №0113U000082 «Розроблення теорії, методів та технологій оптимального управління гарантоздатною комп'ютерною мережею».

**Ступінь обґрунтування наукових положень, висновків, рекомендацій, сформульованих у дисертації.**

У дисертаційній роботі автором наведено ґрунтовний аналіз наукової інформації з тематики досліджень, обґрунтованість та достовірність наукових положень забезпечується коректністю постановки задач, що розв'язуються, імітаційним комп'ютерним моделюванням і підтверджується використанням класичних методів досліджень, результатами експериментальних досліджень.

Отримані наукові результати, висновки та рекомендації, які сформульовані у дисертаційній роботі, не суперечать загальновідомим науковим положенням і пройшли апробацію на наукових конференціях.

Запропоновані математичні моделі і методи доведені до практичної реалізації у вигляді програмних продуктів для експериментального дослідження нестационарного трафіка і можуть бути застосовані для дослідження закономірностей моніторингу трафіка з урахуванням основних параметрів корисного сигналу і завади, виконувати верифікацію нестационарного трафіка з обраною системою показників адекватності.

## **Наукова новизна отриманих результатів.**

Автором одержані наступні основні нові наукові результати:

1. Удосконалено метод виявлення періодичності та спектру нестационарного трафіка на фоні завад, що дозволяє дослідити вплив основних параметрів завади на обсяг інформації, яка передається мережею.

2. Набув подальшого розвитку метод статистичної оптимізації обслуговування нестационарного трафіку в симплексних і дуплексних лініях зв'язку в багатоканальних системах та гетерогенних комп'ютерних мережах. Удосконалений метод дозволяє оцінити втрати, що виникають через неоптимальність режиму, визначити відповідні керуючі впливи для наближення режиму до оптимального.

3. Вперше розроблено метод верифікації логіко-математичних моделей динаміки нестационарного трафіка, який враховує параметр розмірності моделей з різним числом станів трафіку для перевірки адекватності моделей, а також виконує оцінку впливу некерованих змінних на оптимальні рішення.

## **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертаційна робота виконана на кафедрі телекомунікаційних систем Інституту аеронавігації Національного авіаційного університету. Автор брав участь як співвиконавець у виконанні НДР № 36Б11 «Розробка методів підвищення оперативності передачі та захисту інформації у телекомунікаційних системах» (ДР №0113U003086) Центральноукраїнського національного технічного університету та НДР №863-ДБ13 «Розроблення теорії, методів та технологій оптимального управління гарантоздатною комп'ютерною мережею» (ДР №0113U000082) у Національному авіаційному університеті.

## **Практичне значення отриманих результатів.**

Практичне значення дисертаційної роботи полягає у тому, що на підставі виконаних досліджень вирішено актуальну задачу визначення реалізацій оптимального розподілу пропускних здатностей телекомунікаційних та

комп'ютерних мереж з урахуванням неоднорідності мереж, а також обмежень, що мають місце на практиці.

Працездатність та ефективність запропонованих у роботі методів підтверджено обчислювальними експериментами з початковими даними реальних комп'ютерних мереж, що дозволили виявити закономірності, корисні властивості, особливості й можливості практичного використання запропонованих методів.

Результати дисертаційного дослідження використані при виконанні НДР №36Б115 у КНТУ (№ДР 0115U003193), ДКР у ТОВ «Елан», а також у навчальному процесі Центральноукраїнського національного технічного університету (кафедра кібербезпеки та програмного забезпечення) та Національного авіаційного університету (кафедра комп'ютерних систем та мереж) і показали їх досить високу техніко-економічну і соціальну ефективність.

### **Структура і обсяг дисертаційної роботи.**

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних літературних джерел (139 найменування), 4 додатка. Повний обсяг дисертаційної роботи складає 258 сторінок, у тому числі 152 сторінки основного тексту, 4 додатки на 92 сторінках, 26 рисунків, 5 таблиць.

Дисертаційна робота, що рецензується, містить ретельний огляд літератури та великий обсяг експериментального матеріалу, що одержаний з використанням імітаційним комп'ютерним моделюванням.

У **вступі** обґрунтовується актуальність напряму дисертаційного дослідження, сформульовано основну мету та завдання дослідження, положення, що визначають наукову новизну та практичну цінність виконаних досліджень. Наведені відомості про зв'язки наукового напрямку досліджень із планами організації, де виконано роботу, апробацію і впровадження результатів, особистий внесок здобувача.

У **першому розділі** виконано огляд методів, засобів аналізу, оцінювання, обслуговування трафіку в комп'ютерних мережах з метою виявлення факторів,

що впливають на розподіл пропускних здатностей гетерогенних комп'ютерних мереж. На основі аналізу результатів сучасних досліджень сформульована та обґрунтована актуальність вирішення науково-технічної задачі - розробка методів статистичної оптимізації обслуговування нестаціонарного трафіку в гетерогенних комп'ютерних мережах з урахуванням неоднорідності систем, а також обмежень, як основи оптимального розподілу пропускних здатностей гетерогенних комп'ютерних мереж. Визначені мета та задачі дослідження, які потрібно вирішити для її досягнення.

**Другий розділ** присвячено удосконаленню логіко-математичних моделей динаміки нестаціонарного трафіка в гетерогенних комп'ютерних мережах та розробці методів виявлення періодичності трафіка на фоні завад, визначення структури і параметрів періодичності трафіка.

У **третьому розділі** набув подальшого розвитку метод статистичної оптимізації обслуговування трафіку в симплексних і дуплексних лініях зв'язку в багатоканальних системах, гетерогенних комп'ютерних мережах з метою оцінити втрати, що виникають через неоптимальність режиму, визначити відповідні керуючі впливи для наближення режиму до оптимального.

В **четвертому розділі** наведені результати експериментального дослідження запропонованих методів виявлення періодичності та спектру нестаціонарного трафіка на фоні завад, статистичної оптимізації обслуговування нестаціонарного трафіку в гетерогенних комп'ютерних мережах. Результати експериментальних досліджень методом імітаційного моделювання в середовищі Mathcad підтвердили основні теоретичні положення, показали працездатність і ефективність використання запропонованих методів.

У **додатках** приведені: пакети прикладних програм у Mathcad для дослідження і обслуговування нестаціонарного трафіку, практичні рекомендації щодо використання результатів роботи, акти впровадження результатів дослідження у навчальний процес ВНЗ, їх використання при виконанні НДР.

## **Загальна оцінка дисертації і автореферату, повнота викладу основних результатів.**

За своєю структурою, об'ємом і оформленням дисертація та автореферат цілком відповідають вимогам, встановленим до кандидатських дисертацій.

Автореферат дисертації розкриває суть дисертації і не має розбіжності зі змістом дисертації. Основні положення і висновки, що висвітлені у авторефераті є ідентичними матеріалам, представленим у дисертаційній роботі.

Матеріал дисертації наданий досить логічно і обґрунтовано. Кожен з чотирьох розділів має свою специфіку, котра у сукупності свідчить про цілісність та завершеність дисертаційної роботи.

Основні результати проведених досліджень доповідалися, обговорювалися і отримали позитивну оцінку на наукових конференціях, серед яких: V Міжнародна науково-технічна конференція «Комп'ютерні системи та мережні технології»; Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології»; XIV International Scientific Conference «AVIA-2019».

### **Зауваження до дисертаційної роботи:**

1. Перший розділ перенасичений інформацією про моделювання мережевого трафіка, що перевищило об'єм аналітичного огляду методів обслуговування трафіку.

2. В другому розділі відсутнє обґрунтування обрання показників для підтвердження адекватності моделей нестационарного трафіка в гетерогенних комп'ютерних мережах.

3. В другому розділі (п. 2.3.) відсутнє формальне подання методу оптимізації моделей нестационарного поліноміального трафіка в телекомунікаційних і комп'ютерних мережах.

4. В третьому розділі (п. 3.4.) при розгляді механізму статистичної оптимізації обслуговування трафіку в багатоканальних системах не враховано час, який витрачається в процесі управління комутатором пакетів та буферними

пристроями в еквівалентній схемі багатоканальної системи обслуговування трафіку (рис. 3.1)

5. Приклади порівняння оптимальних та неоптимальних режимів обслуговування нестаціонарного трафіку, що надані в додатку В.7 слід було б розмістити в основний текст дисертації для наочної достовірності експериментального підтвердження запропонованого методу статистичної оптимізації обслуговування нестаціонарного трафіку.

6. Недостатньо повно сформульовані практичні рекомендації щодо використання результатів дослідження. Доцільно було б додати до них повну інструкцію користування створеними прикладними пакетами для оптимального оцінювання та верифікації моделей нестаціонарного трафіка

Вказані недоліки дещо знижують якість роботи, але не є визначальними для оцінки наукової та практичної цінності отриманих результатів і зроблених висновків в цілому.

#### **Загальний висновок по дисертаційній роботі.**

Дисертаційна робота «Методи статистичної оптимізації обслуговування нестаціонарного трафіку в гетерогенних комп'ютерних мережах» Ладигіної О.А. є закінченою науково-дослідною роботою, в якій вирішена важлива науково-технічна задача удосконалення та розробки нових теоретичних та прикладних методів статистичної оптимізації обслуговування нестаціонарного трафіку в гетерогенних комп'ютерних мережах по критерію мінімуму середнього ризику обслуговування трафіку з урахуванням існуючих обмежень оптимального розподілу пропускних здатностей гетерогенних комп'ютерних мереж.

Літературний огляд, системність та ґрунтовність досліджень свідчать про глибоке опрацювання матеріалу, обізнаність з проблематики досліджень. Поставлену автором мету досягнуто, сформульовані завдання вирішено, а висновки повністю відображають основний зміст роботи.

За актуальністю, новизною, обсягом і достовірністю одержаних результатів, практичним значенням дисертаційна робота відповідає

п. 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, а її автор Ладигіна Ольга Анатоліївна заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

**Офіційний опонент**

професор кафедри математичних методів системного аналізу  
Національного технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,  
доктор технічних наук, професор

В.Є. Мухін

Підпис професора кафедри математичних методів системного аналізу  
Національного технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,  
д. т. н., проф. Мухіна В.Є. засвідчую:

Вчений секретар

Національного технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,  
кандидат технічних наук, доцент



В. В. Холявко