

В І Д Г У К

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Тихонової Олени Вікторівни

на тему:

«КОНВЕЄРНО-МОДУЛЬНИЙ МЕТОД ІНТЕГРАЦІЇ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ПОТОКІВ З КОНТРОЛЕМ ЗАТРИМОК В ПАКЕТНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ»,

представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі

1. Актуальність теми дисертаційної роботи.

Розвиток глобальної системи телекомунікацій є одним з вирішальних факторів розвитку сучасного суспільства, а впровадження технологій і додатків на базі світової мережі Інтернет сприяє сталому розвитку як окремих інституцій і компаній, так і кожної країни в цілому. Еволюція телекомунікаційних систем та мереж призводить до швидкого зростання обсягу мультимедійних додатків і сервісів у концепції IMS, яка базуються на IP як ключовому протоколу у стеку TCP/IP. З одного боку, традиційні оператори телефонії впроваджують сервіс доступу до мережі Інтернет та інформаційні послуги на базі IP. З іншого боку, Інтернет провайдери поступово опановують нішу пакетної телефонії і відео спілкування (додатки типу Skype, Telegram, Viber та інші).

Незважаючи на поступове зближення телефонних і комп'ютерних мереж на рівні надання послуг, інфраструктура світової телекомунікаційної системи залишається неоднорідною, особливо на нижніх рівнях моделі взаємодії відкритих систем OSI. Даний фактор ускладнює процеси конвергенції мереж. Головна проблема виникає на стику різнотипних автономних систем, а також частково всередині автономної системи на рівні агрегації окремих локальних мереж через маршрутизатори IP-пакетів. Сутність вказаної проблеми полягає у необхідності поєднання на одній технологічній платформі широкого різноманіття послуг з принципово різними вимогами до якості обслуговування – традиційні сервіси, що не є критичними до короткочасних затримок (такі як передача повідомлень і файлів даних, трансляція IPTV), з одного боку, та мультимедійні додатки діалогового типу в реальному часі, що є критичними до короткочасних затримок (високоякісна телефонія, телеконференції, підтримка потоків телеметрії в автоматизованих сенсорних мережах), з іншого боку.

Внаслідок сказаного вище, тема дисертаційної роботи О.В. Тихонової, яка присвячена розв'язанню науково-прикладної задачі щодо інтеграції мультимедійних потоків з контролем затримок в пакетних телекомунікаційних мережах, є актуальною.

ОНАЗ ім. О.С. Попова
01. 01-33-401
22. 11 2019 р

тимедійних потоків з контролем затримок даних реального часу, є актуальною.

2. Загальна характеристика роботи

Дисертаційна робота Тихонової О.В. виконана в ОНАЗ ім. О.С. Попова на кафедрі «Мережі зв'язку» за участю в якості виконавця чи співвиконавця у п'яти НДР, які проводились в ОНАЗ: «Дослідження та розробка технологічних рішень створення національної мережі наступного покоління» (№ 0113u004761, 2012-2013), «Дослідження наукоємних технологічних рішень в інфокомунікаціях» (ДР № 0114u006572, 2013-2014), «Методи моделювання та управління цифровими потоками в мережах» (№ 0115U005947, 2014-2015), «Дослідження існуючих та розробка нових принципів і методів передачі трафіка реального часу по пакетних мережах» (№ 0116U006063, 2015-16), «Удосконалення технологій побудови та методів проектування телекомунікаційних мереж із використанням адекватних математичних моделей трафіка» (№ 0116U003632, 2016-17).

Зміст дисертаційної роботи відповідає поставленим завданням дослідження. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, переліку використаних джерел. Представлений текст роботи також містить анотацію і сім додатків, серед яких – три акти впровадження результатів роботи.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано науково-прикладну задачу, відображено її зв'язок з науковими програмами та темами, визначено мету, об'єкт, предмет досліджень, сформульовано наукову новизну і практичне значення роботи, наведено данні про публікації за темою роботи і впровадження її результатів.

У першому розділі досліджено особливості протоколів комутації каналів і пакетів, а також потокової передачі інформації. Зроблено висновок, що перехід від IP як основного протоколу між-мережевої взаємодії стеку TCP/IP до нових принципів і протоколів є необхідним. Сформульовано актуальну науково-прикладну задачу перехідного етапу, яка полягає у створенні ефективного механізму для сумісної передачі мультимедійних потоків з контролем затримок даних реального часу у пакетних телекомунікаційних мережах.

У другому розділі представлено розширену трирівневу модель взаємодії відкритих систем на основі моделі NGN/ITU, а також перші два наукові результати – метод групової потокової агрегації мультимедійних даних у телекомунікаційному каналі та удосконалений метод пакетної передачі мультимедійних даних за допомогою конвеєрно-транспортних модулів. Досліджено властивості методу групової потокової агрегації та удосконаленого методу пакетної передачі мультимедійних даних за новими протоколами логічних

з'єднань (LCP) та віртуальних з'єднань (VCP), які розроблені автором дисертації на додаток до протоколу IP на мережевому рівні OSI для потокової передачі даних, у тому числі, даних реального часу з контролем затримок.

Третій розділі дисертаційної роботи представляє третій і четвертий наукові результати (новий метод обчислення максимального потоку на вільно-орієнтованому графі мережі та удосконалену тензорну модель потоків у відкритій триполюсній мережі). В цьому розділі досліджено питання оптимізації інформаційних потоків мережі і алгоритми розв'язання задачі про максимальний потік. Введено поняття «вільно орієнтований канал зв'язку» для мереж з динамічно керованими дуплексними каналами. Сформульовано задачу про максимальний потік у багатополіусній мережі на відкритому вільно орієнтованому зваженому графі. Наведено приклад розв'язання задачі про оптимальний розподіл потоків у триполюсній мережі.

Удосконалено тензорну модель відкритої мережі з урахуванням тензора зовнішніх генераторів потоків. Показано, що потокова взаємодія між полюсами відкритої мережі з вільно-орієнтованими каналами зв'язку може бути відображена у дійсну ермітову матрицю потоків. Сформульовано і доведено теорему про те, що матрицю потоків можна представити тензором потоків першого рангу, який визначає систему векторів у евклідовому просторі з ортонормованим координатним базисом. Побудовано оператори перетворення координат для тензора потоків мережі.

Дисертаційна робота написана сучасною науково-технічною мовою з логічним і послідовним викладенням матеріалу.

Відповідність автореферату змісту дисертаційної роботи. Наведені в авторефераті мета, наукова новизна, характеристика розділів дисертації, список опублікованих праць та особистий внесок здобувача в достатній мірі відображують зміст дисертації. Оформлення дисертації та автореферату відповідає вимогам МОН України.

3. Обґрунтованість і достовірність результатів роботи

Основні наукові положення дисертаційної роботи О.В. Тихонової ґрунтуються на послідовному логічному аналізі сутності сформульованої науково-прикладної задачі і синтезі нових підходів до її вирішення, коректним застосуванням теорії інформації та мереж зв'язку, теорії графів, матричного і тензорного аналізу, методів комп'ютерного моделювання. Достовірність отриманих результатів підтверджують результати комп'ютерного моделювання, а також результати впровадження у ДП «НДІ Мікроприладів» НАН України.

4. Наукова новизна результатів роботи

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у наступному:

– уперше розроблено метод групової потокової агрегації трьох типів мультимедійних даних на мережевому рівні моделі OSI (IP-пакетів, потоків логічного з'єднання за протоколом LCP та потоків реального часу за протоколом віртуального з'єднання VCP);

– удосконалено метод пакетної передачі мультимедійних даних за допомогою конвеєрно-транспортних модулів, які вкладаються у періодично циркулюючі кадри каналного рівня;

– уперше розроблено метод обчислення та розподілу максимального потоку на відкритому вільно-орієнтованому графі мережі, який є моделлю сучасної телекомунікаційної мережі з динамічною конфігурованими каналами зв'язку;

– удосконалено тензорну модель потоків у відкритій триполюсній мережі, яка поєднує властивості самої мережі із зовнішнім впливом її мережевого оточення.

Сукупність вказаних вище наукових результатів забезпечує контроль та обмеження часових затримок у застосуваннях реального часу, прискорює передачу різних типів поточкових даних що не є критичними до короточасних затримок, зменшує обсяг службових даних в каналі зв'язку, підвищує загальну продуктивність мережі та підтримує адаптацію структури мережі до змінного у часі зовнішнього навантаження.

Особистий внесок здобувача в одержанні наукових результатів є значним, свідчить про достатньо високий рівень її теоретичної підготовки і характеризує її як зрілого науковця.

5. Повнота викладу результатів роботи в наукових виданнях

Зміст виконаних здобувачем теоретичних та експериментальних досліджень достатньо викладено у 17-ти наукових статтях у фахових виданнях МОНУ, результати досліджень доповідались і обговорювались на 28-ми міжнародних науково-технічних та науково-практичних конференціях і 10-ти всеукраїнських конференціях, з публікацією тез доповідей на цих конференціях.

6. Практичне значення результатів роботи

Результати дисертаційної роботи здобувача спрямовані на побудову нових протоколів і технологій для інтеграції мультимедійних Інтернет-додатків з акцентом на діалогові взаємодії у реальному часі. Запропонований здобувачем метод розрахунку максимального потоку на відкритому графі з тензором зовнішніх генераторів ставить у практичній площині подальше підвищення ефективності використання ресурсів у програмно конфігурованій мережі.

Практично значущими результатами роботи є: програмний симулятор групової потокової агрегації мультимедійних даних; протокол конвеєрно-

модульної передачі мультимедійних даних; алгоритм обчислення і розподілу максимального потоку мережі; протоколи інтеграції мультимедійних даних у пакетній мережі; комп'ютерна методика тензорного моделювання та оптимізації потоків у відкритій програмно конфігурованій мережі. Практична значущість результатів роботи підтверджена трьома актами впровадження.

7. Зауваження до дисертаційної роботи

1) Запропоновані здобувачем у підрозділі 2.1 нові протоколи мережевого рівня моделі OSI на додаток до протоколу IP (протокол логічного з'єднання LCP та протокол віртуального з'єднання VCP), фактично визначають лише частину цих протоколів, а саме – структуру даних з точки зору механізмів їх мультиплексування. Але для повноцінного застосування запропонованого у роботі методу групової потокової агрегації необхідні також відповідні протоколи сигналізації, що забезпечують встановлення і обслуговування логічних та віртуальних з'єднань. В дисертації ці питання не обговорюються.

2) У підрозділі 2.3 дисертації здобувачем досліджується передача агрегованого потоку мультимедійних даних конвеєрно-транспортними модулями СТМ через фрейми технології Ethernet, як однієї з найбільш поширених і перспективних технологій каналного рівня. Водночас, на ринку телекомунікацій присутні альтернативні технології (АТМ, Frame Relay, SONET/SDH та бездротові технології). В роботі відсутні оцінки можливостей і особливостей передавання модулів СТМ альтернативними до Ethernet технологіями.

3) У підрозділі 2.4 дисертаційної роботи проведено дослідження властивостей потокового передавання даних на рівні IP-пакетів за новими протоколами LCP та VCP з точки зору їхньої швидкодії та інформаційної надлишковості порівняно з передачею даних по IP. Натомість, відсутній аналіз можливості потокового передавання IP-пакетів по протоколу IPv6 за допомогою ідентифікатора «мітка потоку» у заголовку пакету IPv6.

4) В підрозділі 3.1 на с. 102 дисертації зазначено, що «Введена конструкція вільно орієнтованого зваженого графу (FOG) як моделі відкритої багатополісної телекомунікаційної транспортної мережі, спрощує постановку і розв'язання задачі про максимальний потік мережі». Однак у тексті дисертації відсутнє обґрунтування даної тези і роз'яснення, у чому полягає це «спрощення».

5) Сформульований у підрозділі 3.2 алгоритм пошуку максимального потоку для графу типу «триплет» виглядає, певною мірою, як евристичний, і на наш погляд, потребує більш строгого логічного доведення. Зокрема, потребує додаткового логічного обґрунтування емпірично встановлений факт того, що «максимальний потік триплету дорівнює половині суми зовнішнього і внутрішнього мінімальних розрізів триплету» (с. 114 дисертації).

б) У третьому розділі роботи запропоновано алгоритм «оптимального» розподілу потоків даних в мережі, але не наведено критерій за яким відбувається пошук оптимального рішення. Замість нього наведено показник ефективності. Таким чином наведений алгоритм дозволяє знаходити не оптимальне а лише раціональне рішення розподілу потоків (с. 116 дисертації).

8. Висновок

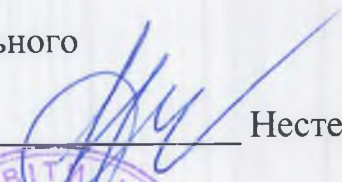
Дисертаційна робота Тихонової О.В. «Конвексно-модульний метод інтеграції мультимедійних потоків з контролем затримок в пакетних телекомунікаційних мережах» є завершеним науковим дослідженням, в якому розв'язана актуальна науково-прикладна задача створення ефективного механізму для сумісної передачі мультимедійних потоків з контролем затримок даних реального часу в пакетних телекомунікаційних мережах.

Зміст роботи відповідає паспорту спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі. Сформульовані в дисертаційній роботі положення наукової новизни та практичної цінності є достатньо аргументованими. Наведені у даному відгуку окремі недоліки та зауваження не впливають суттєво на загальну позитивну оцінку роботи.

Розглянута дисертаційна робота Тихонової О.В. відповідає вимогам п. 9, пп. 11–14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, а її автор заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за вказаною спеціальністю.

Офіційний опонент

Проректор з науково-педагогічної та виховної роботи Одеського національного політехнічного університету,
доктор технічних наук, професор


Нестеренко С.А.

від імені

Нестеренко

