

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ І ПРОГРАМНОЇ  
ІНЖЕНЕРІЇ  
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК

**ШМІГЕЛЬ РУСЛАН РУСЛАНОВИЧ**

УДК 004.72

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ ПОСЛУГ, СПРЯМОВАНИХ НА  
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕРЕЖ ОПЕРАТОРІВ  
МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ**

122 «Комп'ютерні науки»

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль  
2018

Роботу виконано на кафедрі комп'ютерних наук Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Керівник роботи:** кандидат технічних наук,  
доцент кафедри комп'ютерних наук  
**Марценко Сергій Володимирович,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя,

**Рецензент:** кандидат фізико-математичних наук,  
доцент кафедри фізики  
**Крамар Олександр Іванович,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя,

Захист відбудеться 27 грудня 2018 р. о 9<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії № 1 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №1, ауд. 702

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми роботи** зумовлена швидким розвитком мереж телекомунікаційних провайдерів та необхідністю впровадження нових послуг, спрямованих на підвищення ефективності використання мереж.

**Мета роботи:** аналіз і дослідження впровадження нових послуг, що дасть змогу збільшити ефективність функціонування та визначить необхідні заходи для забезпечення стабільного розвитку.

**Об'єкт, методи та джерела дослідження:** процес передавання даних в мережах NGN.

Основні методи дослідження загальної задачі – це методи теорії проектування телекомунікаційних мереж, теорія передавання даних. В якості інформаційних джерел використовуються наукові публікації та інтернет джерела.

### **Наукова новизна отриманих результатів:**

- запропоновано розгорнути технологію VoLTE, як передову технологію передачі зв'язку на вищому рівні якості з забезпеченням можливості здійснення голосових та відео-дзвінків і їх доставки як потоку даних по LTE, що дасть змогу передати в три рази більше голосову ємність і ємність даних в порівнянні з мережами 3G і до шести разів більше, ніж мережі 2G;
- запропоновано використання концепції мереж NGN для побудови мереж між різними операторами, що дасть змогу суттєво розширити набори послуг для користувачів;
- Запропоновано використання архітектури IP/MPLS на базі DWDM, що уможливлує суттєве збільшення пропускної здатності при збереженні існуючих опорних мереж.

### **Практичне значення отриманих результатів.**

На основі результатів дослідження запропоновано використання технології IP/DWDM на опорних магістралях оператора зв'язку. Запропоновано архітектуру впровадження технологій 4G в існуючих мережах операторів зв'язку.

**Апробація.** За результатами досліджень проведених в рамках магістерської роботи зроблено дві доповідні на VII міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій » 28-29 листопада 2018 року з публікацією тез доповідей.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 7 частин, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 107 арк. формату A4, графічна частина – 11 слайдів презентації.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** проведено огляд сучасного стану впровадження нових послуг в мережах операторів мобільного зв'язку та охарактеризовано основні завдання, які необхідно вирішити.

**В першому розділі** дипломної роботи проведено огляд концепції Next Generation Network (NGN) для побудови мереж спільного використання між різними операторами, здійснено аналіз існуючих технологій передачі даних у мережах мобільних операторів. Визначено технічні умови для впровадження нових послуг на базі мереж четвертого покоління. Описано можливості застосування технології LTE. Проведено аналіз доступних частотних смуг для операторів зв'язку.

**В другому розділі** здійснено вибір архітектури для побудови мереж NGN. Запропоновано впровадження нових послуг в мережах телекомунікаційних провайдерів. Проведено оптимізацію роботи мережі провайдера телекомунікаційних послуг за рахунок технологій VoLTE.

**В третьому розділі** дипломної роботи здійснено обґрунтування використання технології оптоволоконної передачі даних DWDM та запропоновано шляхи її впровадження. Визначено моделі реалізації IP/MPLS на базі DWDM. Здійснено дослідження ринку телекомунікаційних послуг провідних операторів стільникового зв'язку.

**В спеціальній частині** проведено огляд питання контролю якості послугу, що надаються оператором та вимог до надійності мережі.

**В розділі «Обґрунтування економічної ефективності»** проведено розрахунок основних техніко-економічних показників ефективності впровадження нових послуг в мережах мобільних операторів.

**В частині «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** розглянуто питання конституційних засад охорони праці, впливу електромагнітних полів на людину, моделей безпеки життєдіяльності, утразвуку та інфразвуку і їх вплив на організм людини, системи захисту людини в середовищі виробничих приміщень.

**В частині «Екологія»** висвітлено кореляційний аналіз зв'язків в екології та методику досліджень джерел забруднення промислових підприємств.

**У загальних висновках щодо дипломної роботи** описано прийняті в проекті технічні рішення і організаційно-технічні заходи, які забезпечують виконання завдання на проектування; оригінальні технічні рішення, прийняті автором в процесі роботи; технічні рішення роботи, які можуть бути впроваджені для впровадження нових послуг, спрямованих на підвищення ефективності використання мереж операторів мобільного зв'язку.

В додатках до пояснювальної записки приведено ксерокопії тез доповідей.

В графічній частині подано тему, мету, об'єкт та предмет дослідження. Подано задачі, які необхідно вирішити. Показана базова структура мережі телекомунікаційного оператора. Запропонована спільна мережа різних операторів на базі радіодоступу та опорних мереж. Подано переваги VoLTE для користувачів та операторів. Показано переваги технології DWDM. Запропоновано синтез DWDM та IP/MPLS. Описані основні результати та висновки.

## **ВИСНОВКИ**

В дипломній роботі розв'язана актуальна науково-технічна задача визначення технічних рішень для впровадження нових послуг, спрямованих на підвищення використання мереж операторів мобільного зв'язку.

При цьому отримані наступні результати:

- проведено аналіз та порівняння існуючих технологій широкосмугової передачі даних, що показало перспективи розвитку технологій 4-го покоління з використанням технології LTE;
- запропоновано використання концепції мереж NGN для побудови спільних мереж між різними операторами, що дасть змогу суттєво розширити набори послуг для користувачів;
- досліджено розподіл існуючих радіо частот, які доступні операторам стільникового зв'язку України та виявлено два шляхи забезпечення технічного підґрунтя впровадження нових послуг з використанням технологій широкосмугової передачі даних. Для покращення існуючої ситуації можна використати рефармінг частот між операторами;
- запропоновано використання архітектури IP/MPLS на базі DWDM, що уможливило суттєве збільшення пропускної здатності при збереженні існуючих опорних мереж;
- проаналізовано світовий ринок послуг широкосмугової передачі даних та на основі проведеного дослідження розроблено рекомендації щодо впровадження аналогічних послуг в Україні.

В четвертому розділі дипломної роботи розглянуто питання віртуалізації мережевих ресурсів, стандартизації програмно конфігурованих мереж, що дало змогу сформулювати основні тенденції розвитку сучасних гетерогенних інформаційних систем.

В розділі «Обґрунтування економічної ефективності» було розраховано основні техніко-економічні показники проекту удосконаленої комп'ютерної мережі.

В розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто питання вимог до режимів праці та відпочинку при роботі з ПК, міри безпеки при експлуатації електрообладнання, природо-технологічних небезпек, санітарних вимог і норм персонального комп'ютера і порядок дій населення під час землетрусів.

В розділі «Екологія» розглянуто питання утилізації комп'ютерної техніки, етапи та техніка збору та обробки екологічної інформації.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ**

1. Дослідження впровадження нових послуг в мережах операторів зв'язку / [Шмігель Р.Р. та ін.]. // Матеріали VII міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, (Тернопіль, 28 – 29 листопада 2018 р.). – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя – 2018. – С. 154.

2. Методи і засоби підвищення надійності комп'ютерних мереж / [Шмігель Р.Р. та ін.]. // Матеріали VII міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, (Тернопіль, 28 – 29 листопада 2018 р.). – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя – 2018. – С. 155.

## АНОТАЦІЯ

У дипломній роботі проведено дослідження впровадження нових послуг, спрямованих на підвищення ефективності використання мереж операторів мобільного зв'язку та запропоновано використання технології IP/MPLS на базі DWDM у поєднанні з VoLTE.

В першому розділі дипломної роботи проведено огляд концепції Next Generation Network (NGN) для побудови мереж спільного використання між різними операторами, здійснено аналіз існуючих технологій передачі даних у мережах мобільних операторів. Визначено технічні умови для впровадження нових послуг на базі мереж четвертого покоління. Описано можливості застосування технології LTE. Проведено аналіз доступних частотних смуг для операторів зв'язку.

В другому розділі здійснено вибір архітектури для побудови мереж NGN. Запропоновано впровадження нових послуг в мережах телекомунікаційних провайдерів. Проведено оптимізацію роботи мережі провайдера телекомунікаційних послуг за рахунок технологій VoLTE.

В третьому розділі дипломної роботи здійснено обґрунтування використання технології оптоволоконної передачі даних DWDM та запропоновано шляхи її впровадження. Визначено моделі реалізації IP/MPLS на базі DWDM. Здійснено дослідження ринку телекомунікаційних послуг провідних операторів стільникового зв'язку.

В розділі «Спеціальна частина» розглянуто питання контролю якості послугу, що надаються оператором та вимог до надійності мережі.

В повному обсязі виконано розділи «Обґрунтування економічної ефективності», «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» та «Екологія».

Об'єкт дослідження. Процес передавання даних в мережах NGN.

Предмет дослідження. Теорія проектування телекомунікаційних мереж, теорія передавання даних.

*Мета і задачі дослідження.* Метою дослідження є аналіз технічних рішень впровадження нових послуг з використанням технологій ширококутної передачі даних 4G та IP/MPLS на базі DWDM, що дадуть змогу оператору стільникового зв'язку покращити обслуговування існуючих абонентів та залучити потенційних.

Основні результати:

- проведено аналіз та порівняння існуючих технологій ширококутної передачі даних, що показало перспективи розвитку технологій 4-го покоління з використанням технології LTE;

- запропоновано використання концепції мереж NGN для побудови спільних мереж між різними операторами, що дасть змогу суттєво розширити набори послуг для користувачів;

- досліджено розподіл існуючих радіо частот, які доступні операторам стільникового зв'язку України та виявлено два шляхи забезпечення технічного підґрунтя впровадження нових послуг з використанням технологій ширококутної передачі даних. Для покращення існуючої ситуації можна використати рефармінг частот між операторами;

- запропоновано використання архітектури IP/MPLS на базі DWDM, що уможлиблює суттєве збільшення пропускної здатності при збереженні існуючих опорних мереж;
- проаналізовано світовий ринок послуг широкопasmової передачі даних та на основі проведеного дослідження розроблено рекомендації щодо впровадження аналогічних послуг в Україні.

**Ключові слова:** ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ПОСЛУГИ, МОБІЛЬНИЙ ОПЕРАТОР, ПРОПУСКНА ЗДАТНІСТЬ, СЕРВІСИ, ПРОТОКОЛ, ТАРИФНИЙ ПЛАН.

### ANNOTATION

In the thesis the research was carried out on the introduction of new services aimed at increasing the efficiency of the use of mobile operators networks and proposed the use of IP / MPLS based on DWDM in conjunction with VoLTE.

In the first section of the thesis, a review of the Next Generation Network (NGN) concept was created to build networks of sharing among different operators, an analysis of existing data transfer technologies in mobile operators' networks was carried out. The technical conditions for introduction of new services based on networks of the fourth generation are determined. The possibilities of using LTE technology are described. The analysis of available frequency bands for communication operators was carried out.

In the second section, the choice of architecture for the construction of NGN networks. The introduction of new services in networks of telecommunication providers is offered. The optimization of the network of the provider of telecommunication services through the VoLTE technology has been optimized.

In the third section of the thesis, the substantiation of the use of DWDM optical fiber technology has been substantiated and ways of its implementation have been proposed. The DWDM-based implementation of IP / MPLS is determined. The research of the market of telecommunication services of leading cellular operators is carried out.

In the section "Special part" the questions of quality control of the register, provided by the operator and requirements to the reliability of the network are considered.

The sections "Justification of economic efficiency", "Labor protection and safety in emergencies" and "Ecology" are executed in full.

Object of study. The process of data transmission in NGN networks.

Subject of study. The theory of telecommunication network design, the theory of data transmission.

The purpose and tasks of the study. The purpose of the study is to analyze technical solutions for the introduction of new services using 4G and IP / MPLS based DWDM data technologies, which will enable the cellular operator to improve the service of existing subscribers and attract potential customers.

Main results:

- analysis and comparison of existing broadband data technologies has been conducted, which showed the prospects of the development of 4th generation technologies using LTE technology;
- the use of the concept of NGN networks for the construction of joint networks between different operators is proposed, which will allow to substantially expand service kits for users;
- the distribution of existing radio frequencies that are available to Ukrainian cellular operators is investigated and two ways of providing the technical basis for the introduction of new services with the use of broadband data technologies are revealed. To improve the current situation, reframing frequencies between operators can be used;
- the use of DWDM-based IP / MPLS architecture is proposed, which allows for significant increase in bandwidth while retaining existing backbone networks;
- the world wide market of broadband data services has been analyzed and on the basis of the conducted research recommendations on implementation of analogous services in Ukraine have been developed. the analysis of scientific publications, research works on methods and means of increasing the reliability of computer networks, on the basis of which the main trends are used in the construction of modern networks;

Keywords: TELECOMMUNICATION SERVICES, MOBILE OPERATOR, BANDWIDTH, SERVICE, PROTOCOL, TARIFF PLAN.