

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА  
ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ  
КАФЕДРА РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

**Березіцький Іван Володимирович**

УДК 621.395.743

**Обґрунтування методів розширення пропускної здатності систем  
стільникового зв'язку**

172 «Телекомунікації та радіотехніка»

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль  
2018

Роботу виконано на кафедрі радіотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Керівник роботи:** кандидат технічних наук,  
доцент кафедри радіотехнічних систем  
**Дедів Ірина Юріївна,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя,

**Рецензент:** кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри біотехнічних систем  
**Дозорський Василь Григорович,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя,

Захист відбудеться 20 лютого 2018 р. о 10<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Текстильна, 28, навчальний корпус №9, ауд. 9-612.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми роботи.** В останні роки стрімко зростає кількість користувачів послуг стільникового зв'язку. За даними компанії «Київстар» станом на 2017 рік кількість абонентів, які користуються даними послугами становить 25.3 млн., за даними компанії «Vodafone» - 20.7 млн, в порівнянні з 2013 роком кількість абонентів зросла на 5%, а з 2009 на 18%. Тому, на даний час актуальною є проблема розширення пропускної здатності мережі стільникового зв'язку для одночасного забезпечення зв'язку між значною кількістю абонентів.

Існуючі методи доступу рухомих абонентів до мережевих ресурсів дозволяють успішно забезпечувати зв'язок лише за умови перебування в зоні обслуговування базової станції певної кількості абонентів. При зростанні кількості абонентів відбувається значне погіршення показників якості зв'язку, що викликає потребу в розширенні пропускної здатності шляхом оптимізації та модернізації цих мереж.

Тому, обґрунтування методів підвищення пропускної здатності мереж стільникового зв'язку є актуальним, оскільки дасть можливість якісно забезпечити зв'язок між значною кількістю абонентів та оптимально проводити модернізацію мереж для покращення якості зв'язку.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дослідження є обґрунтування існуючих методів розширення пропускної здатності систем стільникового зв'язку.

Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести аналітичний огляд літературних джерел за тематикою дослідження
2. Проаналізувати принцип роботи систем стільникового зв'язку.
3. Провести аналіз методу розширення пропускної здатності систем стільникового зв'язку шляхом збільшення кількості каналів базової станції.
4. Провести аналіз методу розширення пропускної здатності систем стільникового зв'язку шляхом використання декількох базових станцій з меншим радіусом зони дії.
5. Обґрунтувати вибір методу розширення пропускної здатності систем стільникового зв'язку.

**Об'єкт дослідження:** процес розширення пропускної здатності систем стільникового зв'язку.

**Предмет дослідження:** методи розширення пропускної здатності систем стільникового зв'язку.

**Методи дослідження:** побудовано на основі застосування аналітичних та статистичних методів.

**Наукова новизна отриманих результатів.** Вперше обґрунтовано методи розширення пропускної здатності систем стільникового зв'язку.

**Практичне значення одержаних результатів.** Обґрунтування методів розширення пропускної здатності може бути використано при проектуванні

систем стільникового зв'язку.

**Апробація.** Викладені в роботі результати доповідалися і обговорювалися на VI міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (м. Тернопіль, 2018р.).

**Структура.** Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, списку використаних джерел, додатків.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми роботи, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, показано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, розкрито питання апробації результатів роботи на конференціях і семінарах.

У **першому розділі** «Аналіз стану проблеми розширення пропускної здатності систем стільникового зв'язку» розглянуто історичний розвиток систем стільникового зв'язку; проведено огляд проблеми обмеженості кількості абонентів, які може одночасно обслуговувати система стільникового зв'язку, шляхом дослідження динаміки зміни кількості абонентів стільникового зв'язку за даними найбільших компаній, які надають послуги стільникового зв'язку в Україні.

У **другому розділі** «Принципи роботи систем стільникового зв'язку» розглянуто принцип роботи системи стільникового зв'язку GSM, їх смугу робочих частот, принцип просторового розміщення базових станцій та повторного використання частот, з'ясовано фактори які обмежують пропускну здатність системи стільникового зв'язку.

У **третьому розділі** «Аналіз методів розширення пропускної здатності систем стільникового зв'язку» проведено аналіз методів розширення пропускної здатності систем стільникового зв'язку, з'ясовано що за рахунок використання більшої кількості стільників з меншим радіусом зони обслуговування можна значно розширити пропускну здатність систем стільникового зв'язку.

У **четвертому розділі** «Обґрунтування вибору методів розширення пропускної здатності систем стільникового зв'язку» розглянуто доцільність використання методів розширення пропускної здатності систем стільникового зв'язку, досліджено результати їх використання, представлено доцільність їх використання.

У **п'ятому розділі** «Спеціальна частина» описано програму MATLAB, як програмне середовище для проведення експериментальних досліджень.

У **шостому розділі** «Обґрунтування економічної ефективності» встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 58386,70 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,685 від максимального числа 1.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» сформульовані рекомендації з охорони праці з пожежної сигналізація і зв'язку, розглянуто завдання страхування від нещасного випадку та сформульовано вимоги безпеки до лабораторних приміщень. У підрозділі з безпеки в надзвичайних ситуаціях проаналізовано влаштування та застосування локальних систем оповіщення в районах розташування об'єктів підвищеної небезпеки та забезпечення захисту обладнання систем стільникового зв'язку від впливу ударної хвилі ядерного (техногенного) вибуху.

У восьмому розділі «Екологія» встановлено, що проблема охорони навколишнього середовища при проектуванні систем стільникового зв'язку є актуальною. З'ясовано що при експлуатації систем стільникового зв'язку виникають електромагнітні забруднення, та сформульовано заходи зі зменшення цього забруднення та його впливу на здоров'я людини.

## ВИСНОВКИ

У дипломній роботі магістра розв'язано актуальну наукову задачу обґрунтування методів розширення пропускної здатності систем стільникового зв'язку.

При цьому отримано такі результати:

1. Проведено огляд літературних джерел за тематикою досліджень та обґрунтовано актуальність роботи.
2. У результаті аналізу принципу роботи системи стільникового зв'язку з'ясовано фактори, які обмежують її пропускну здатність.
3. Проаналізовано метод розширення пропускної здатності шляхом використання в межах одного кластера більшої кількості базових станцій з меншим радіусом зони дії.
4. Проаналізовано метод розширення пропускної здатності шляхом використання більшої кількості каналів зв'язку в межах зони дії однієї базової станції, встановлено умови в яких доцільно використати цей метод.
5. Обґрунтовано вибір методу розширення пропускної здатності систем стільникового зв'язку, в умовах з різною густиною розподілу абонентів.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Дедів І.Ю. Обґрунтування методів підвищення пропускної здатності систем стільникового зв'язку / І.Ю.Дедів, І.В. Березіцький // Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 2017) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2017.

## АНОТАЦІЯ

Березицький Іван Володимирович. Обґрунтування методів розширення пропускної здатності систем стільникового зв'язку. – Рукопис.

Дипломна робота магістра за напрямом підготовки 172 «Телекомунікації та радіотехніка», Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

У дипломній роботі магістра обґрунтовано методи розширення пропускної здатності систем стільникового зв'язку. Виявлено умови в яких доцільно використовувати ці методи.

Ключові слова: стільниковий зв'язок, абонент, пропускна здатність, стільник, кластер, базова станція, канал зв'язку, макростільник, наностільник.

## ANNOTATION

Berezitsky Ivan Volodimirovich. Justification of methods for expanding the throughput of cellular systems. - The manuscript.

Thesis of the master's degree in the field of training 172 "Telecommunications and Radio Engineering", Ternopil National Technical University named after Ivan Puluj, Ternopil, 2018.

In the dissertation work of the master the methods of expanding the throughput of cellular systems are grounded. The conditions in which it is expedient to use these methods are revealed.

Keywords: cellular communication, subscriber, bandwidth, cell, cluster, base station, communication channel, macro-cell, nano-cell..