

Голові спеціалізованої вченої ради  
Д 26.861.01  
доктору технічних наук, професору  
ТОЛУБКУ В.Б.

---

Державний університет  
телекомунікацій  
03110, м. Київ, вул. Солом'янська, 7.

**ВІДГУК**  
**офіційного опонента**

доцента кафедри телекомунікацій Національного університету «Львівська політехніка» Міністерства освіти і науки України, доктора технічних наук, доцента Демидова Івана Васильовича

на дисертаційну роботу Недашківського Олексія Леонідовича, яку подано на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук зі спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі на тему «Методологія підвищення ефективності надання телекомунікаційних послуг в мультисервісних мережах»

**Актуальність обраної теми.** Перспективним напрямом розвитку телекомунікаційних систем і мереж є удосконалення архітектурних елементів мультисервісних платформ на базі стеку протоколів TCP/IP для ефективного (за критеріями технічної і економічної ефективності) надання всього спектру сучасних телекомунікаційних послуг із високими параметрами якості обслуговування. Сучасні процеси розвитку глобальної інфокомунікаційної інфраструктури охоплюють глобальні ініціативи із забезпечення повсюдного доступу до мережі Інтернет як наземними та і тропосферними сегментами мереж зв'язку (що запропоновано компанією Google та кількома іншими). Глобалізація мультисервісних платформ передбачає стандартизацію підходів до обслуговування як споживачів послуг, так і постачальників інформаційного контенту та їх телекомунікаційних мережних систем з метою забезпечення надвисокої оперативності, гнучкості та ефективності надання усього необхідного спектру сучасних послуг. Очевидно, що провідну роль у наданні інфокомунікаційних послуг користувачам у найближчому досяжному майбутньому займатиме IP архітектура. Мультисервісні мережі забезпечують перехід на єдину за ідеологією та сукупністю мережних рішень мережу передачі даних як у національному, так і транскордонному вимірах.

Актуальність теми дослідження обумовлена тим, що мультисервісні мережні платформи на базі стеку протоколів TCP/IP та послуги, які ними надаються, стають все більше і більше життєво необхідними для людей, країн і всього світу в цілому, що підтверджується включенням Міжнародним союзом телекомунікацій індексів Інтернет-охоплення у щорічний звіт

Вхідний ДУТ № 673  
«08» 10 2019 р.

«Показників розвитку світового Інформаційного суспільства» (ITU «Measuring the Information Society Report»).

Таким чином, подальший розвиток і системне удосконалення архітектурних елементів мультисервісних мереж на базі стеку протоколів TCP/IP для надання всього спектру сучасних телекомунікаційних послуг з високими параметрами якості є актуальним і перспективним напрямом наукових досліджень.

Дисертаційна робота Недашківського О.Л. спрямована на розв'язання актуальної науково-практичної проблеми – розвитку методології підвищення ефективності надання телекомунікаційних послуг в мультисервісних мережах. Ця проблема витікає з того, що мультисервісні мережі які використовують технології та протоколи стеку TCP/IP, не мають єдиного адміністратора і єдиної уніфікованої основи, зокрема на мережно-залежних рівнях, а отже і єдиного теоретико-архітектурного базису. А отже, проблеми вимірювання та забезпечення параметрів якості послуг в мультисервісних мережах стоять досить гостро, їх розв'язання є перехідною ланкою та наближає наповнення положень теорії телекомунікаційних систем на рівні, що слугуватиме основою для реалізації наступних поколінь мереж і перспективних технологій зв'язку, наприклад UWB.

Не дивлячись на непогані результати рівня розвитку мультисервісних мереж та українського сегменту мережі Інтернет зокрема, можливо виділити ряд проблем: а) цифровий розрив територій; б) незбалансованість капітальних інвестицій; в) недобросовісна конкуренція або її повна відсутність; г) відсутність загально визнаних на державному рівні тп в операторському середовищі нормативів методів та критеріїв оцінки якості надання телекомунікаційних послуг в сучасних мультисервісних мережах на базі протоколу IP, що забезпечували б відтворюваність та порівнюваність результатів незалежно від технології мереж доступу.

Вирішення цих питань дозволить українському сегменту загальносвітової мультисервісної мережі, в тому числі українському сегменту Інтернет, зайняти лідируюче положення, адже національна ІТ індустрія вже сьогодні стає локомотивом відродження української економіки і підвищення рівня життя населення.

Проблематиці побудови телекомунікаційних систем та мереж присвячено ряд наукових досліджень видатних вчених зі США, Південної Кореї, Німеччини, Франції, Великобританії, України та Росії. Проте, усі ці дослідження потребують методологічної систематизації, яка спирається на знання у галузі процесів побудови на основі усього доступного спектру технологій та стандартів мереж і систем для ефективного надання телекомунікаційних послуг, беручи мережі Інтернет за основу.

Автором сформульовано протиріччя, яке стосується підвищення показників якості телекомунікаційних послуг в умовах скорочення витрат на побудову та підтримку мультисервісних телекомунікаційних систем і мереж.

На сьогодні це протиріччя можливо розв'язати шляхом оптимального вибору способів і технологій реалізації надання необхідних

телекомунікаційних послуг в мультисервісних мережах для підвищення ефективності їх надання.

Робота тісним чином пов'язана з реалізацією Концепції національної інформаційної політики, Концепції конвергенції телефонних мереж і мереж з пакетною комутацією в Україні, Стратегії розвитку інформаційного суспільства в Україні, діяльністю Українського інституту із проектування і розвитку інформаційно-комунікаційної інфраструктури «Діпрозв'язок» та реалізації Стратегії розвитку інфраструктури ПАТ «Укртелеком», річних планів наукової, науково-технічної та інноваційної діяльності Державного університету телекомунікацій на 2018 рік.

В роботі обґрунтовано визначена актуальність теми, її перспективність, підкреслено важливість і економічні передумови розвитку науки і техніки на сучасному етапі згідно запропонованого автором напрямку.

### **Загальна характеристика роботи**

Матеріали дисертації складаються зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел з 216 найменувань та 2 додатків.

У вступі наведено загальну характеристику роботи, обґрунтовано актуальність теми досліджень, сформульовано мету та завдання досліджень, розкрито зв'язок роботи із науковими планами та програмами, показана наукова новизна та практична цінність отриманих результатів, відзначений особистий внесок автора, наведені дані про апробацію та практичне впровадження, публікації та структуру роботи.

У першому розділі дисертації на основі опрацьованих літературних джерел та статистичних даних визначені основні умови і фактори, які впливають на побудову мультисервісних телекомунікаційних систем та мереж, зокрема в національному сегменті ГІІ, за допомогою якого надаються сучасні телекомунікаційні послуги, а саме: широкосмуговий доступ до Інтернет; інтерактивне телебачення; IP-телефонія; виділені лінії; віртуальні приватні мережі (VPN); віртуальні IP-АТС та інші.

Другий розділ роботи присвячено аналізу та розвитку теоретичних основ побудови мультисервісних мереж. Представлено теоретичні підходи до оцінки ефективності надання телекомунікаційних послуг в мультисервісних мережах (сс. 81-92), зокрема методи статистичного моделювання, розроблена узагальнена структурно-організаційна модель оцінки ефективності надання телекомунікаційних послуг в мультисервісних мережах (сс. 93-101), сформовано основні положення авторської методології підвищення ефективності надання телекомунікаційних послуг в мультисервісних мережах, наведено відповідний методичний апарат.

Третій розділ присвячено розробленню моделей, методів, методик, які лягли в основу методології підвищення ефективності надання телекомунікаційних послуг в мультисервісних мережах. Автор запропонував удосконалити методику вимірювання параметрів якості телекомунікаційних послуг в мультисервісних мережах шляхом обґрунтування оптимальності

топології тестової платформи за критерієм охоплення вимірюваннями якомога більшої кількості рівнів згідно EMBBS. Цікавою є методика розрахунку сегментів пасивних оптичних мереж доступу. Особливо цікавим цей напрямок є в останні роки, оскільки масове впровадження проектів модернізації мультисервісних мереж зв'язку (зокрема – так званий проект «Бб» Укртелекому) вимагає наукового обґрунтування для підтвердження показників техніко-економічної ефективності. Пошук точного аналітичного рішення при балансуванні пасивних оптичних мереж є складним науковим завданням, витоки якого починаються з часів активного впровадження xWDM технологій на території України у середині 2000-х років. Але, не зважаючи на великий обсяг проведених досліджень у цьому напрямі, важливість науково-практичної компоненти була несправедливо применшена. Автором запропоновано математичні модель та методи балансування потужності на входах всіх ONT у PON (сс. 137-143), причому і для перспективного випадку довільної конфігурації пасивного оптичного обладнання, топології «шина» (сс. 144-153), які застосовуються на сьогодні успішно застосовуються операторами електрозв'язку. Далі розробляються елементи авторської методології у частині синтезу і оптимізації мереж з різними технологіями доступу, зокрема за техніко-економічними показниками (при розробленні й модернізації мережної структури, с. 154). Докладно проаналізовано особливості забезпечення параметрів якості надання послуг інтерактивного мультимедіа зв'язку в таких системах. Досліджено допустимий ступінь навантаження на міжвузлові канали IP мережі, що працюють за політикою передавання Best Effort Delivery.

Четвертий розділ дисертації присвячено верифікації методології підвищення ефективності надання телекомунікаційних послуг в мультисервісних мережах: особливостям вимірювання параметрів якості телекомунікаційних послуг, забезпеченню їх точності (сс. 163-171), методам синтезу пасивних оптичних мереж, із їх докладною і повною адаптацією для використання операторами телекомунікацій (сс. 172-197) зі зведенням до інженерної методики для покриття заданих населених пунктів та окремих споруд, що, зокрема, є ефективним рішенням для сільської місцевості (сс. 198-212). Проаналізовано показники точності та ефективності розроблених автором методів. У розділі 4.4 розглянуто оптимізацію рівня доступу для мереж MetroEthernet за критерієм мінімуму приведених витрат у прив'язці до способів побудови конкретних мереж абонентського доступу. Оптимізовано питомі та приведені питомі витрати на одне сервіс включення. Оригінальними є дослідження автора щодо BPL – використання силової енергетичної інфраструктури для передавання інформації (технологія PLC) на прикладах реальних сценаріїв, що на сьогодні стають ефективними елементами мережної архітектури для побудови мультисервісних мереж доступу.

П'ятий розділ роботи присвячений реалізації прикладної частини в продовження теоретико-методологічних положень дисертації. Проаналізовано та надано рекомендації щодо розвитку нормативної бази у

галузі телекомунікацій відносно надання мультисервісних послуг. Рекомендації автора роботи стосуються процедур та особливостей вимірювань необхідних для реалізації методології підвищення ефективності надання телекомунікаційних послуг. Запропоновано схему побудови загальнонаціональної мультисервісної мережі для ефективного підвищення якості послуг в мережах мобільного зв'язку в частині опорної мережної інфраструктури, мережі ядра.

Висновки узагальнюють результати дисертаційного дослідження.

В додатках відображені матеріали, що не увійшли в основний зміст роботи.

### **Наукова новизна роботи**

Автором адекватно до актуальності та науково-прикладної проблеми сформульовані мета, об'єкт та предмет дослідження.

Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності надання телекомунікаційних послуг в мультисервісних мережах на базі технологій мереж передачі даних (Інтернет).

Об'єктом дослідження є процеси побудови мультисервісних мереж.

Предметом дослідження є підвищення ефективності надання телекомунікаційних послуг в мультисервісних мережах на базі технологій пакетних мереж.

В дисертаційній роботі отримані наступні наукові результати:

1. Удосконалено узагальнену п'ятирівневу модель мультисервісної мережі для надання телекомунікаційних послуг на базі технологій пакетних мереж, яка, на відміну від існуючих, враховує рівень сервіс-утворюючих систем.

2. Вперше розроблено методику агрегованого оцінювання характеристик ефективності надання послуг мультисервісними мережами при їх територіально-базованому розвитку, яка враховує: показники доступності; питомий показник проникнення мережі; мінімальні, середні і пікові значення швидкостей доступу до мереж, незалежно від архітектури та технологій, що реалізуються мережними провайдерами, а також особливості процесів обміну трафіком на національному рівні.

3. Вперше розроблено метод балансування пасивних оптичних мереж на базі розроблених моделей пасивних оптичних компонентів, що дало змогу розвинути методику побудови оптичних мереж доступу, як надійного та ефективного базису національної мережної інфраструктури.

4. Набув подальшого розвитку метод оцінювання ефективності телекомунікаційних послуг в мультисервісних мережах, який дав змогу здійснювати синтез і оптимізацію мереж з різними технологіями доступу для забезпечення всіх категорій державних та приватних споживачів якісним і надійним зв'язком.

5. Удосконалено методику оцінювання надійності функціонування мультисервісних мереж, яка, на відміну від існуючих, враховує умови

виділення найменшої можливої частини ресурсів мережі для доставки повідомлень за необхідний час із заданою надійністю.

6. Як науково-практичний результат, вперше розроблено способи побудови будинкових розподільчих сегментів мультисервісних мереж, які базуються на технологіях структурованих кабельних систем, та методик вибору оптимальної конфігурації мережі, що була апробована та впроваджена на виробництві операторами телекомунікацій.

7. Набули подальшого розвитку моделі та методи побудови будинкових розподільчих сегментів мультисервісних мереж із застосуванням технологій передавання даних через електроенергетичну інфраструктуру, які, на відміну від відомих, передбачають реалізацію транспортних мереж та мереж доступу на базі ліній електропередач середньої та низької напруги зі спільним застосуванням низько- та високошвидкісних підключень абонентського обладнання користувачів.

Розроблені в дисертації методи, моделі, методики у поєднанні з алгоритмами їх практичного застосування та на основі результатів апробацій у мережах операторів електрозв'язку України формують методологію підвищення ефективності надання телекомунікаційних послуг в мультисервісних мережах.

### **Методи досліджень, які використані в роботі**

У дисертаційній роботі нові наукові результати й висновки отримані на єдиній методологічній основі математичного аналізу й синтезу складних технічних систем. Також використовувалися сучасні і класичні методи теорії масового обслуговування, теорії сигналів і систем, математичного й функціонального аналізу, теорії електрозв'язку, теорії ймовірності і математичної статистики, метод аналізу ієрархій, методи моделювання на ЕОМ, методи експериментальної перевірки результатів дослідження для підтвердження основних положень теоретичних досліджень.

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

Робота виконана в рамках Постанови Верховної Ради України про «Концепцію національної інформаційної політики», а також «Концепції конвергенції телефонних мереж і мереж з пакетною комутацією в Україні», «Стратегії розвитку інформаційного суспільства в Україні», Закону України «Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки», діяльності Українського інституту із проектування і розвитку інформаційно-комунікаційної інфраструктури «Діпрозв'язок» при розробленні галузевих будівельних норм та реалізації Стратегії розвитку інфраструктури ПАТ «Укртелеком», річних планів наукової, науково-технічної та інноваційної діяльності Державного університету телекомунікацій на 2018 рік. Дослідження проведено в межах науково-дослідних робіт «Розробка ефективних способів організації будинкових

розподільчих мереж доступу з використанням багатопарних кабелів п'ятої категорії» (держ. реєстр. номер 0116U006280), «Дослідження ефективності передачі інформації в системі управління інфокомунікаційною мережею» (держ. реєстр. номер 0114U000397) та «Розробка методики з виконання вимірювання параметрів якості послуг передачі даних та доступу до Інтернет» (держ. реєстр. номер 0114U004180).

### **Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації**

Ступінь обґрунтованості наукових положень підтверджується науковою обґрунтованістю основних теоретичних положень, коректним використанням результатів аналізу факторів, які впливають на ефективність надання телекомунікаційних послуг в мультисервісних мережах при проведенні математичного моделювання і експериментальному підтвердженні адекватності математичних моделей, що дало змогу врахувати специфіку їх застосування; коректним виведенням математичних залежностей при розв'язанні часткових завдань у межах поставленої наукової проблеми; узгодженістю одержаних автором результатів із існуючими результатами інших авторів, опублікованими у вітчизняній і зарубіжній літературі.

Достовірність одержаних результатів, які захищаються здобувачем, висновків і рекомендацій підтверджується їх співставленням з відомими положеннями теорії масового обслуговування, теорії ймовірностей, теорії статистики, теорії електрозв'язку, теорії телекомунікаційних систем, теорії графів, а також збіжністю отриманих експериментальних результатів з результатами відповідного математичного моделювання, що додатково підтверджується актами про використання результатів дисертаційних досліджень.

### **Практичне значення одержаних результатів**

Практичне значення результатів дисертаційної роботи полягає у тому, що:

1. Розроблена узагальнена модель мультисервісної мережі для надання телекомунікаційних послуг на базі IP-технологій дала змогу врахувати/порівняти мінімально необхідну та достатню швидкість передавання у каналах мультисервісних мереж на різних рівнях ієрархії, відповідно до встановлених норм якості обслуговування. Встановлено, що ефективність використання мультисервісних мереж залежить від параметрів внутрішньо мережевого тяжіння, що дає підстави стверджувати про можливість заощадити до 46% ресурсів зовнішньомережевого трафіку за рахунок введення системи розподілу контенту.

2. Отримала подальший розвиток методика вимірювання параметрів якості телекомунікаційних послуг в мультисервісних мережах. Вона дозволяє

національному регулятору вимірювати крім параметрів мереж доступу, також і параметри внутрішньо-мережевої та міжмережевої взаємодії із утричі більшою точністю, адже виміри проводяться не в одній, а в трьох точках мережі.

3. Удосконалено методи побудови будинкових розподільчих сегментів мультисервісних мереж, які засновані на гібридному застосуванні технологій розподільчих телефонних мереж, структурованих кабельних систем та будинкових ліній електропередачі, та які дають змогу створювати ефективні мережі доступу в залежності від наявної телекомунікаційної інфраструктури. Встановлено, що досяжний економічний ефект у середньому становить до 10% за капітальними витратами (до 5% за загальними витратами).

4. Розроблена нова модель пасивних оптичних мережних компонентів дала змогу створити методику балансування пасивних оптичних мереж. За рахунок використання аналітичного розв'язку відповідного завдання стало можливим максимально наблизитись на практиці до теоретичних значень, що закладені в технології PON, а саме до 25% збільшити рівень автоматизації проектування, та зменшити до 10дБ динамічний діапазон систем автоматичного регулювання рівня оптичних передавачів.

5. Концепція побудови транспортних мереж і мереж доступу на базі ліній електропередач середньої та низької напруги дає змогу розв'язувати завдання збору даних для автоматизованих систем контролю і обліку електроенергії та надавати послуги широкосмугового доступу до телекомунікаційних мереж. Проведене моделювання показало значну техніко-економічну ефективність запропонованих рішень.

6. Рекомендації до концепції побудови уніфікованої опорно-транспортної мережі і мережі ядра для систем і мереж 2G, 2,5G, 3G, 4G та 5G на базі технологій Metro Ethernet операторського класу та IP/MPLS для передавання як синхронного, так і асинхронного трафіку, дають змогу забезпечити на практиці максимально простий перехід та міграцію від мереж з комутацією каналів до мереж з комутацією пакетів, вартість яких у 5 разів менша.

Теоретичні та практичні результати дисертаційної роботи реалізовані в рамках виконання низки науково-дослідних робіт, а також використовуються в навчальному процесі Державного університету телекомунікацій. Впровадження результатів дослідження підтверджуються відповідними актами, наведеними в додатку до дисертаційної роботи.

### **Повнота викладення основних результатів дисертації в опублікованих працях**

Дисертаційна робота Недашківського О.Л. на тему «Методологія підвищення ефективності надання телекомунікаційних послуг в мультисервісних мережах» за оформленням практично відповідає вимогам, які пред'являються до докторських дисертаційних робіт. Дисертація



написана послідовно, грамотно, сучасною науково-технічною мовою та має зрозумілу структурно-логічну схему дослідження.

Вважаю, що представлена докторська дисертаційна робота є науково-практичним дослідженням, її результати великою мірою підтвержені експериментально, тому сформульована автором наукова новизна безсумнівна і достатня для виконання кваліфікаційних вимог. Матеріали цієї роботи не містять положень кандидатської дисертації здобувача. Основні наукові і практичні результати, що отримані в ході дисертаційного дослідження, опубліковано з необхідною повнотою після захисту кандидатської дисертації в 40 наукових працях, з яких 26 одноосібні, що вказує на самостійність проведених досліджень.

Всього опубліковано в наукових фахових виданнях, рекомендованих МОН України, 24 статті, з яких, на думку опонента, більшість зареєстровано у наукометричних базах даних відповідно до тексту чинного на момент підписання відгуку Наказу 1112 МОН України 17.10.2012, п. 2.1. Крім цього роботу апробовано на наукових, науково-практичних і науково-технічних конференціях (семінарах) різного рівня та опубліковано 15 тез доповідей, з яких 14 - на міжнародних конференціях. Результати дослідження увійшли до 3 звітів про виконання науково-дослідних робіт та 1 навчального посібника.

Дисертація є завершеною науковою працею. Її обсяг, структура, зміст і оформлення відповідають діючим вимогам МОН України, що висуваються до докторських дисертацій. Робота безумовно відповідає паспорту спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

Представлений спеціалізованою вченою радою Д.26.861.01 автореферат цілком відповідає змісту дисертації та відображає усі наукові результати досліджень.

### **Зауваження щодо дисертаційної роботи**

Робота, як комплексна науково-практична праця виконана досить якісно. Відзначаючи позитивні сторони роботи, необхідно привести наступні її вади:

1. Дисертація більшою мірою стосується провідного сегменту глобальної інформаційної інфраструктури, але автор не наголошує, що розвиток цього сегменту є єдиним економічно-ефективним виходом для покращення екологічної ситуації з радіочастотною сумісністю при високій щільності забудови та чи не єдиним розв'язанням завдання покриття територій, на яких густина заселення є невисокою, або ж побудови окремих сегментів опорно-транспортних мереж мобільного зв'язку на цих територіях.

2. Чи була необхідність урахування нелінійних ефектів (чвертьхвильового змішування, розсіювання Мандельштама-Бріллюена та інших) при створенні моделей та методів розрахунку, балансування і методики побудови пасивних оптичних мереж?

3. На основі яких систем автоматизації проектування автор пропонує реалізувати згадану в п. 2 методику?

4. Незрозуміло, чому у роботі не розглядалася перспективна технологія UWB.

5. Більшість аналітичних залежностей, які представлені у третьому розділі роботи доцільно було впорядкувати у таблиці для більшої зручності подальшого використання та кращого сприйняття.

6. Незрозуміло, чи досліджував автор питання дальності передавання даних через мережі електропостачання для різного їх виконання та для різних умов експлуатації.

7. Які нормативні документи, зокрема, щодо вимірювань у телекомунікаційних платформах, як частини глобальної інформаційної інфраструктури, розроблено та впроваджено за участю автора? Це питання слід було особливо виділити.

8. Не розшифровано англійські аббревіатури на рис. 5.13, стор. 276.

9. Формулу (3.45) на с. 153 варто було описати в тексті більш докладно.

10. Автор не зовсім чітко наголосив на особистому вкладі у теорію телекомунікаційних систем в розділі 2.2 дисертації. Термін «важливість дуги» (вжитий на с.85) більш правильно замінити на «значущість дуги».

11. В роботі є стилістичні огріхи та поодинокі друкарські помилки в оформленні пояснювальної записки і автореферату.

Вказані недоліки загалом неістотно впливають на позитивну оцінку дисертаційного дослідження.

### Загальні висновки

Дисертаційна робота Недашківського О.Л. є завершеною науковою працею, у якій отримані нові наукові положення та науково обґрунтовані результати, що у сукупності розв'язують актуальну науково-прикладну проблему розроблення методології підвищення ефективності надання телекомунікаційних послуг в мультисервісних мережах. Дисертація відповідає заявленій спеціальності, належним чином опублікована, апробована та верифікована завдяки впровадженням у діяльність телекомунікаційних операторів. Автореферат дисертації ідентично розкриває зміст пояснювальної записки.

За сукупністю дотриманих вимог до дисертаційних робіт, одержаних автором наукових положень і практичної цінності, рівня їх корисності і новизни дисертаційна робота «Методологія підвищення ефективності надання телекомунікаційних послуг в мультисервісних мережах» відповідає вимогам пп. 9, 10 та 12 «Порядку присудження наукових ступенів», якими керується МОН України щодо розгляду та затвердження докторських дисертаційних робіт, а її автор Недашківський О.Л. заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук зі спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи і мережі.

Офіційний опонент

доцент кафедри телекомунікацій  
Національного університету  
«Львівська політехніка»,  
доктор технічних наук, доцент



І.В. Демидов

Підпис д.т.н., доцента Демидова І.В. засвідчую,

Вчений секретар  
Національного університету  
«Львівська політехніка»



Р.Б. Брилинський