

67-72-18/2
15.03.17₁

ВІДГУК
офіційного опонента

доктора технічних наук, професора **Власова Олександра Миколайовича**
на дисертаційну роботу Невінського Дениса Володимировича
«Дослідження і розроблення нанорозмірних структур на поверхневих
плазмонах для пристроїв інфокомунікаційних систем»,
представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за
спеціальністю 05.12.13 – радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій

Актуальність теми.

Протягом останніх десятиліть слово «нанотехнології» досить міцно закріпилося в суспільстві, ставши невід'ємною частиною повсякденного життя, свого роду синонімом усього нового, передового, сучасного та новітнього. Перспективи нанотехнологічної галузі є значними. Нанотехнології кардинальним чином змінюють усі сфери життя людини та послідовно підводять світ до нової науково-технологічної революції. Сам термін «наноелектроніка» доволі логічно пов'язаний із терміном «мікроелектроніка», при цьому він відображає трансформування теперішньої напівпровідникової бази від елементів із характерним розмірами в мікронній та субмікронній областях до елементів із розмірами, що знаходяться у нанометровій області.

Відповідно, поверхневі плазмон-поляритони – це поверхневі хвилі, що поширюються уздовж межі розділу метал-діелектрик і характеризуються доволі короткими довжинами хвилі і високою локалізацією електромагнітного поля.

Дисертаційна робота Невінського Дениса Володимировича присвячена розробленню нанорозмірних структур на поверхневих плазмонах для підвищення швидкодії та пропускну здатності пристроїв інфокомунікаційних систем. Отже, актуальність цієї роботи у мене не викликає жодних сумнівів.

Актуальність дисертаційної роботи також підтверджується тим, що її виконано відповідно до наукового напрямку кафедри електронних засобів інформаційно-комп'ютерних технологій Національного університету «Львівська політехніка» «Розробка теорії, методів моделювання і дослідження складних систем та управління інноваційними проектами в галузі радіоелектроніки, наноелектроніки, інфокомунікацій та медичної техніки» та в рамках держбюджетної науково-дослідницької теми «Моделювання процесів електромагнітного відклику в модульованих нанорозмірних метал-діелектричних та напівпровідникових структурах»

(ДБ/Теза), (2013-2015 рр.), № держреєстрації 0113U001354. Результати роботи були впроваджені в навчальний процес на кафедрі електронних засобів інформаційно-комп'ютерних технологій Національного університету «Львівська політехніка» в рамках курсів «Наноелектроніка» та «Мікроелектронні засоби передачі інформації».

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і двох додатків. Загальний обсяг роботи становить 173 сторінки, із них 9 сторінок вступу, 112 сторінок основного тексту, в тому числі: 59 рисунків, 5 таблиць, 110 найменувань використаних джерел на 12 сторінках, а також трьох додатків на 31 сторінці.

Найбільш суттєві наукові результати здобувача та їхня наукова новизна.

У дисертаційній роботі для розв'язання поставлених завдань використано методи математичного та комп'ютерного моделювання (процесів поширення поверхневих електромагнітних хвиль), поетапної оптичної літографії (для виготовлення плазмонних нанорозмірних структур), скануючої електронної мікроскопії (для їх експериментального дослідження), а також, частково, методи теорії передавання інформації, комутації та розділення сигналів (каналів).

Відтак, основні нові наукові результати дисертаційної роботи:

1. Набула подальшого розвитку математична модель процесу поширення поверхневих плазмон-поляритонних хвиль уздовж границі між металом та діелектриком у плазмонних хвилеводах різної конфігурації, що враховує товщину металевої плівки у випадку, коли вона має 2D структуру, яка дала змогу дослідити вплив геометричних розмірів, кутів згину хвилеводів на інтенсивність та шляхи проходження плазмонної хвилі.

2. Вперше запропоновано метод створення плазмонних наноструктур, що базується на технології поетапної оптичної літографії і дозволяє підвищити ефективність технології їх виготовлення за рахунок використання оптичних світловипромінюючих діодів з довжинами хвиль 365 нм та 410 нм замість лазерів, а також є придатним для промислового виробництва плазмонних елементів та інтегральних оптичних схем інфокомунікаційних систем.

3. Набув подальшого розвитку метод керування процесом поширення поверхневих плазмон-поляритонів в нанорозмірній структурі чотирьохканального розгалужувача для його використання в терагерцовому діапазоні шляхом зміни позиції та/або поляризації лазерного променя. Експериментально підтверджено та досліджено режими його

функціонування, як мультиплексора або демультіплексора з часовим розділенням сигналів.

Достовірність і обґрунтованість основних наукових положень та результатів, отриманих в дисертації підтверджуються коректністю постановки завдань, коректним використанням математичного апарату, методів моделювання, зокрема співпадінням результатів проведених автором натурних та імітаційних обчислювальних експериментів, а також їх порівняльним аналізом із даними літературних джерел.

Практична цінність результатів дисертації полягає в тому, що вони створюють теоретичну основу для кількісної та якісної оцінки розроблених та досліджених в роботі напрямних структур на поверхневих плазмонах, що можуть використовуватися у елементах новітніх інфокомунікаційних систем.

Практична цінність результатів роботи полягає в наступному:

1. Розроблено та виготовлено нанорозмірні структури на поверхневих плазмон-поляритонах – плазмонні хвилеводи різної конфігурації, розгалужувачі та мультиплексори для підвищення швидкодії і пропускної здатності пристроїв інфокомунікаційних систем у 100-300 разів за частотними показниками елементної бази, порівняно з відомою напівпровідниковою технологією, що використовується у WDM – системах (за відомими оцінками – близько 160 ГГц на фізичний канал передавання);

2. Результати роботи використано для створення нових типів пристроїв оброблення, передавання та комутації сигналів, придатних для роботи в терагерцовому діапазоні, а також в рамках розв'язання завдань з'єднання пристроїв електроніки та фотоніки в інтегральних мікросхемах;

3. Запропоновану методику використано для створення плазмонних нанорозмірних структур та розроблення технології їх промислового виготовлення.

Практична цінність одержаних результатів підтверджується двома актами впровадження: ЗАТ НВО «Термоприлад» та Національного університету «Львівська політехніка» щодо їх використання у навчальному процесі на кафедрі електронних засобів інформаційно-комп'ютерних технологій в рамках курсів «Наноелектроніка» та «Мікроелектронні засоби передачі інформації».

Відповідність роботи встановленим вимогам. За важливістю і актуальністю обраної теми, обсягом і рівнем одержаних результатів, їх новизною і практичною цінністю дисертаційна робота Невінського Дениса Володимировича «Дослідження і розроблення нанорозмірних структур на поверхневих плазмонах для пристроїв інфокомунікаційних систем»

відповідає вимогам до кваліфікаційних робіт, які подаються на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

Дисертація відповідає паспорту спеціальності 05.12.13 – радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій.

Основні положення дисертації повністю відображені в наукових публікаціях автора та пройшли достатню апробацію на наукових конференціях. Відзначимо, що автор має декілька публікацій у фахових виданнях закордонних країн, а також основні свої роботи по створенню та дослідженню нанорозмірних структур на поверхневих плазмон-поляритонах проводив у Лазерному Центрі Ганновера (Німеччина), що підтверджує високий науковий рівень, новизну та адекватність результатів, одержаних автором у процесі роботи над дисертацією.

Зміст автореферату достатньо повно відображає основні положення дисертації.

Зауваження щодо дисертації. До основних недоліків дисертаційної роботи слід віднести такі:

1. У першому розділі після пункту 1.5 «Перспективи використання повністю оптичних мереж зв'язку» відсутній плавний перехід до технології створення нанорозмірних елементів. Не чітко пояснено, чому автор переходить до технології створення саме нанорозмірних структур.

2. У першому розділі проведено аналіз сучасного стану та перспектив розвитку пристроїв інфокомунікаційних систем передавання чи комутації інформації, однак автор лише в Додатку А до дисертаційної роботи надає повну інформацію стосовно технічних характеристик промислових систем передавання з WDM. Вартувало би навести множину ключових параметрів таких систем у тексті першого розділу роботи. Сам Додаток А дещо перенавантажений кількістю розглянутих моделей промислових систем з WDM. Було би добре скоротити їх кількість, або ж виписати основні системи і, відповідно, дослідити їх параметри.

3. У авторефераті на рис. 10 (с. 14) показано «загасання поверхневого плазмон-поляритону по кожному каналу окремо (результати моделювання)», однак на наведених графіках видно зростання інтенсивності поверхневого плазмону.

4. У авторефераті не показано результати числового аналізу дисперсійного співвідношення для моделей Друде та двовимірного електронного газу, про які говоряться на сторінці 8.

5. Автору було би доцільно більш детально розглянути причини та фактори загасання поверхневого плазмон-поляритону у нанорозмірних структурах.

Визначені недоліки, в загальному, не знижують наукової цінності і практичного значення дисертаційної роботи.

Загальний висновок. Дисертаційна робота Невінського Дениса Володимировича «Дослідження і розроблення нанорозмірних структур на поверхневих плазмонах для пристроїв інфокомунікаційних систем» є завершеною науковою працею, в якій отримано нові теоретично обґрунтовані результати, які, в сукупності, на якісно новому рівні розв'язують актуальне наукове завдання в галузі телекомунікацій та радіотехніки – розроблення та дослідження нанорозмірних структур на поверхневих плазмон-поляритонах для підвищення швидкодії та пропускну здатності оптичних інфокомунікаційних систем.

За актуальністю тематики, обсягом проведених досліджень, новизною отриманих результатів та їх науковим і практичним значенням дисертаційна робота відповідає вимогам пп. 9, 11, 12 положення про «Порядок присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 р. щодо кандидатських дисертацій. Зміст дисертації відповідає «Паспорту» спеціальності 05.12.13 – радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій, а її автор – Невінський Д.В. – заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук.

Офіційний опонент
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри телекомунікаційних
систем та мереж
Державного університету телекомунікацій



Власов О.М.

Підпис професора Власова О. М. засвідчую,
Вчений секретар
Державного університету телекомунікацій



Попов О.В.