

**ВІДГУК**  
офіційного опонента на дисертаційну роботу  
Кочетової Людмили Анатоліївни  
«Частотно-селективні властивості нелінійних структур  
із сильною локалізацією поля»,  
подану на здобуття наукового ступеня  
кандидата фізико-математичних наук  
за спеціальністю 01.04.03 – радіофізики

**Актуальність теми.** Однією з сучасних і актуальних задач радіофізики є забезпечення керованих процесів роботи всіх оптичних пристрой за допомогою прикладеної напруги або електромагнітного поля, що падає. При розробці таких пристрой було визнано три важливі критерії: займання невеликої площині, висока швидкість перемикання та низьке споживання енергії. Вже існують резонаторні системи, які працюють як універсальні оптичні пристрой, що містять нелінійні матеріали. Наприклад, інтерферометр Фабрі-Перо з діелектричним заповненням керровського типу нелінійності між його дзеркалами/стінками. Але використання інтерферометра Фабрі-Перо не дозволяє мініатюризувати оптичну інтегральну систему до масштабу, близького до довжини електромагнітної хвилі, що падає. Тому ведуться дослідження з розробки ультракомпактних оптичних нелінійних пристрой, компонент і схем, електродинамічні стани яких можуть змінюватися в залежності від інтенсивності поля, що падає.

**Загальна характеристика роботи.** У дисертаційній роботі досліджувались резонансні металодіелектричні структури, що мають такі ж бістабільні властивості пропускання або відбиття хвилі, що падає, як і інтерферометр Фабрі-Перо, але при цьому структури характеризуються значно меншими розмірами. Було розглянуто планарні решітки, які розташовано на підкладці з нелінійного діелектрика керровського типу та об'ємну решітку з металевих/ідеально провідних брусів прямокутної форми із нелінійними діелектричними включеннями керровського типу нелінійності в заповненні щілин. Планарні решітки мають геометрію решітки з асиметрично розірваних металевих кілець і подвійної металевої решітки типу риб'яча луска (fish-scale). Об'ємна решітка має заповнення щілин нелінійним однорідним та кусочно-однорідним діелектриком з нелінійним діелектричним дефектним шаром в багатошаровому заповненні щілин.

Таким чином, авторкою розглянуто структури різної геометрії з різноманітними варіантами включень нелінійного матеріалу, що дозволяє отримати оптичні характеристики решіток для можливої розробки ефективних швидких і малорозмірних оптичних перемикачів.

Найбільш значущими **новими результатами**, що отримані у роботі, я вважаю такі:

- Показано бістабільні режими роботи в інфрачервоному діапазоні для кількох структур решіток, з використанням коливань на запертих модах
- Продемонстровані ефекти керування поширенням солітонів у магнітооптичній хвилеводній системі.
- Розроблено ефективні алгоритми для розрахунку властивостей решіток з нелінійним заповненням, їх ефективність продемонстрована на великій кількості структур, при цьому виявлено низку цікавих фізичних ефектів.

Сформульована в дисертації наукова новизна одержаних результатів, **обґрунтованість наукових положень**, висновків та рекомендацій, що надані в роботі, не викликають сумнівів, адже усі задачі сформульовано коректно, для їх розв'язання авторка застосувала відомі методи математичної фізики, проведений аналіз базувався на загальновизнаних концепціях і цілком відповідав фізиці досліджуваних процесів.

**Практичне значення результатів дисертації** Л. А. Кочетової визначається можливістю використання розроблених алгоритмів для подальшого аналізу різноманітних решіток з нелінійними включеннями. Виявлені фізичні ефекти бістабільності в таких решітках можуть бути використані для створення модуляторів, генераторів коливань, генераторів імпульсів, перемикачів, ключів, трансфазорів, керованих розгалужувачів в оптичному та інфрачервоному діапазонах.

**Апробація роботи та повнота опублікованих результатів.** Основні результати достатньо повно опубліковано в наукових журналах (6 статей), слід відзначити, що всі статті опубліковано в закордонних англомовних виданнях. Результати також широко апробовано на конференціях (5 публікацій у збірниках наукових праць).

**Зміст та структура автoreферату** відповідає викладеним у дисертації етапам проведення дослідження, а також основним положенням та висновкам дисертації. Реферат написано чіткою науковою мовою з використанням загально прийнятої термінології.

**Зауваження щодо змісту дисертації.** Відзначаючи високу наукову та практичну значимість роботи та підтверджуючи обґрунтованість висновків й результатів, що отримані в дисертації, не можна не відзначити й кілька зауважень:

- Наближений аналіз нелінійних структур, який використано авторкою в роботі, не дозволяє розглянути такі цікаві ефекти як, наприклад, подвоєння та потроєння частоти, переходні процеси, що відбуваються при зрыві коливань, зокрема, можливість генерування коротких потужних імпульсів на цій основі. Цей пункт зауважень можна розглядати як рекомендація Кочетовій Л. А на подальшу роботу з нелінійними елементами і структурами.
- При дослідженні нелінійних дисипативних ефектів, можливо, було б варто оцінити тепловиділення в структурі при використовуваних рівнях потужності електромагнітних хвиль і їх високій локалізації в області замкнених мод. Цікавим було б також дослідити, що стає з локалізованою енергією під час переходного процесу «зриву» коливань – чи то вона поглинається в структурі, чи висвічується назовні. В останньому випадку була б можливість створювати генератори імпульсних сигналів на цьому механізмі.
- При дослідженні багатошарових структур, що утворюють резонанс у внутрішньому дефектному шарі, можливо мало б сенс провести аналіз чутливості подібної структури до похибок періодичності, що можливі при її виготовленні.
- Занадто великий обсяг розглянутих задач призвів до того, що деякі з них в авторефераті згадуються лише одним абзацом, як, наприклад, вміст розділу 2.3 щодо керування поширенням солітонів.
- Було б доцільним також обґрунтувати межі діапазону в якому можливо спостерігати зазначені ефекти, особливо з боку терагерцового діапазону, де подібні структури могли б знайти багато застосунків в системах зв'язку наступних поколінь.
- В роботі подекуди зустрічаються як поодинокі друкарські помилки, як то : «діелетричним» (стр. 13), «порядів» (стр. 15), так і некоректні вживання україномовних термінів, як то: «обчисленої електродинаміки» (стр. 22) (має бути обчислюальної), «тимчасовій області» (стр. 23) (має бути часовій) тощо. Через суцільну нумерацію не зовсім коректно вказано кількість тез конференцій, що, втім, не впливає на якість апробації результатів дисертації.

**Загальний висновок** по дисертації, не зважаючи на зазначені зауваження, є **позитивним**. Дисертаційна робота Л. А. Кочетової «Частотно-селективні властивості нелінійних структур із сильною локалізацією поля» є завершеною працею, а наведені в ній науково обґрунтовані результати є значним внеском у розвиток методів дослідження та теорії нелінійних періодичних структур інфрачервоного діапазону.

Дисертацію побудовано у логічній послідовності, викладений матеріал добре систематизовано, текст супроводжується необхідною кількістю таблиць та ілюстрацій. Список літературних джерел (163 найменування) є достатньо повним та добре висвітлює сучасний стан досліджуваної області.

З урахуванням формальних ознак (впровадження, апробація, публікації), а також актуальності, наукової новизни, теоретичної та практичної значущості отриманих результатів вважаю що дисертаційна робота Л. А. Кочетової «Частотно-селективні властивості нелінійних структур із сильною локалізацією поля» повністю відповідає вимогам МОН України до кандидатських дисертацій, зокрема, п. 9, 11 чинної редакції «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», а її авторка, Кочетова Людмила Анатоліївна, заслуговує на присвоєння вченого ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.03 – радіофізики.

Офіційний опонент д.ф.-м.н., доцент,  
проводний науковий співробітник,  
професор кафедри теоретичної радіофізики  
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна  
Міністерства освіти і науки України

10.12.2020.

О. Ю. Бутрим

