

## **РЕЦЕНЗІЯ**

**кандидат фізико-математичних наук  
наукового співробітника Інституту фізики НАН України**

**КРЕДЕНЦЕРА Сергія Вікторовича**

**на дисертаційну роботу**

**ГОЛУБА Павла Володимировича**

**«Керування топологічними пастками в рідинних кристалах»,**

**подану до захисту у разову спеціалізовану вчену раду**

**Інституту фізики Національної академії наук України**

**на здобуття ступеня доктора філософії**

**за спеціальністю 104 - Фізика і астрономія галузі знань 10 - Природничі науки**

**Актуальність обраної теми дисертації.** Рідкі кристали (РК) - це речовини, що перебувають у рідкокристалічній фазі, здобули велику популярність серед сучасних матеріалів, які широко використовуються в дисплеях, екранах, оптоелектронних та сенсорних пристроях. Сучасні дослідження РК фокусуються на трьох головних напрямках: синтез нових мезогенних речовин, які формують нові екзотичні мезофази; додавання наночастинок різної природи до РК-систем для покращення їх властивостей; вивчення впливу поверхневих умов та структури комірок на орієнтацію та реорієнтацію РК. Робота П.В.Голуба належить саме до напрямку вивчення впливу поверхневих умов та структури комірок на орієнтацію та реорієнтацію РК.

Ця робота присвячена розробці методів керування орієнтацією, макроструктурою та оптичними властивостями рідких кристалів в комірках зі стандартною електрооптичною геометрією, але з особливими обмежувальними поверхнями, що відрізняються за способами обробки та хімічним складом матеріалу. Тема дисертації актуальна і важлива як для молекулярної фізики та фізики конденсованого стану, так і для потенційних практичних застосувань.



**Загальна характеристика роботи та отриманих у ній результатів.** Робота викладена за класичною схемою і складається з 4-х розділів.

**Вступ** містить повне обґрунтування актуальності теми дисертації, чітку формулювання мети та задач досліджень, перелік використаних методів, положення наукової новизни та практичну цінність результатів. Також вказано особистий внесок здобувача в дисертаційну роботу, дані про апробацію та публікації автора.

**Перший** розділ присвячено рідкокристалічному стану речовини в історичному та сучасному контексті. В ньому обґрунтовано вибір двох типових РК-матеріалів (5CB та ЖК-440) для подальших досліджень. Ці матеріали мають схожі мезоморфні характеристики, але різні знаки діелектричної анізотропії та чутливості до випромінювань різного типу. Також детально описано методи орієнтації в РК-комірках, що свідчать про глибокі знання дисертанта з цієї теми.

У **другому** розділі досліджено твіст-структури (характерні для РК-комірки з нематичним РК), які залежать від халькогенідної поверхні, що є специфічним матеріалом. Автор представляє свої експериментальні результати, а також модель формування неоднорідних твіст-структур на халькогенідній плівці, теоретичну оцінку температурного розподілу в РК-комірці, модель формування неоднорідних твіст-структур на халькогенідній плівці, та інші цікаві теоретичні розрахунки, наприклад, оцінку кута переорієнтації директора рідкого кристалу на халькогенідній плівці. Основним результатом цієї частини роботи є отримання вперше структури концентричних кілець на фоточутливій халькогенідній поверхні в комірці з прозорим рідким кристалом.

У **третьому** розділі автор розглядає фотоорієнтацію як спосіб створення оптичних елементів. Він фокусується на халькогенідній поверхні, яка змінює свою анізотропію під світлом і впливає на орієнтацію РК-молекул та характеристики комірок. Він детально описує формування поляризаційних структур, керування



фазовою затримкою, використання просторової поляризації світла для керування напрямком розповсюдження світла, та формування фокусувальних систем. Він також дає теоретичний розгляд фазової затримки за різних граничних умов.

В четвертому розділі автор запропонував керувати орієнтацією молекул рідинного кристалу на поверхні та в об'ємі. Він продемонстрував візуалізацію та захоплення нано- та мікро- частинок топологічним дефектом в рідкокристалічному середовищі. Він також описав нові типи РК-УФ-дозиметрів на основі спірально закрученої РК-фази та змін ліній дисклінації. Він зазначив, що його результати в  $\theta$ -комірках відкривають нові можливості для точного та оборотного позиціонування топологічного дефекту та частинок за допомогою фотоорієнтації.

**Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях.** Основні результати роботи викладено в трьох статтях, опублікованих в міжнародно визнаних журналах і внесених в базу даних Scopus, а також в статтях з відповідного переліку МОН України. Формальні вимоги виконано, хоча хотілося б бачити подальші статті автора на цю важливу і цікаву тему.

**Значущість дослідження для науки і практики.** Робота пропонує нові методи модифікації РК-комірок для практичного застосування. Вона використовує халькогеніди як чутливі матеріали та  $\theta$ -комірки як особливу геометрію для нових РК-приладів з електрооптичними, оптоелектронними та сенсорними властивостями.

**Дискусійні положення та зауваження до дисертації.** Аналіз дисертації викликає такі питання та зауваження:

Термін «рідинні кристали» не дуже відповідає англійському еквіваленту «liquid crystals». Правильніше було б сказати «рідкі кристали». Це філологічне, а не фізичне зауваження.



У висновках дисертації мало уваги приділено  $\theta$ -коміркам та халькогенідам, хоча це найбільш важливі результати дисертації. Здобувач повинен більш детально розказати про ці аспекти у своїй доповіді на захисті.

Вказані зауваження не є істотними і не знижують загальну позитивну оцінку роботи.

**Відсутність порушень академічної доброчесності.** Жодних ознак можливого плагіату або інших порушень академічної доброчесності не виявлено.

**Загальний висновок та оцінка дисертації.** Вважаю, що за актуальністю, новизною, рівнем і достовірністю отриманих наукових результатів дисертація Голуба П.В. «Керування топологічними пастками в рідинних кристалах» повністю відповідає всім вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а її автор, Голуб Павло Володимирович, безумовно заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали галузі знань 10 Природничі науки.

**Офіційний рецензент:**

  
(підпис)

Сергій КРЕДЕНЦЕР

