

Голові
Разової спеціалізованої вченої ради
Інституту фізики Національної
академії наук України,
члену-кореспонденту НАН України,
доктору фізико-математичних наук
НЕГРІЙКО Анатолію Михайловичу

ВІДГУК

офіційного опонента

**доктора фізико-математичних наук, професора,
провідного наукового співробітника ІСМА НАН України**

ЛИСЕЦЬКОГО Лонгіна Миколайовича

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), точніше, молекулярні системи в рідкокристалічному фазовому стані, на очах старшого покоління фізиків пройшли шлях від прикладу певної аномалії надмолекулярної структури деяких типів органічних речовин з анізотричними молекулами до одного з найрозповсюдженіших сучасних матеріалів із широким застосуванням як у загальновідомих дисплеях і екранах, так і в низці новітніх оптоелектронних та сенсорних приладів. Подальший розвиток цих застосувань просувається в трьох основних напрямках – синтез нових мезогенних речовин, зокрема таких, що

утворюють нові екзотичні мезофази з новими цікавими властивостями, внесення наночастинок різної природи до РК-систем з метою покращення їх електрофізичних та інших характеристик, а також детальне дослідження факторів, що визначають орієнтацію і реорієнтацію в РК-комірках в залежності від поверхневих умов та модифікації геометричної та матеріальної структури комірок. До цього третього напрямку і можна віднести роботу П.В.Голуба.

Метою роботи була реалізація певних кроків для керування орієнтацією, макроструктурою та оптичними властивостями рідких кристалів в комірках, що базуються на стандартній електрооптичній геометрії, але мають істотні особливості обмежувальних поверхонь як щодо методів обробки, так і хімічного складу їх матеріалу. Тому тема дисертації є безумовно актуальною і важливою як з точки зору молекулярної фізики та фізики конденсованого стану, так і з огляду на можливості потенційних практичних застосувань.

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

У **вступі** в повній мірі обґрунтовано актуальність теми дисертації, досить чітко сформульовано мету та задачі досліджень, вказано використані методи, сформульовано положення наукової новизни та описано передбачувану практичну цінність результатів. Виокремлено особистий внесок здобувача в отримання результатів, викладених в дисертаційній роботі, наведено дані про апробацію роботи та публікації автора.

Цікавою позитивною рисою роботи є те, що в дисертації між Вступом і першим розділом наведено детальне пояснення використаних в роботі термінів – це як ознака того, що рідкокристалічна тематика ще й досі, на жаль, залишається не вельми знайомою вітчизняним фізикам.

В першому розділі викладено основні відомості про рідкокристалічний стан речовини як в історичному, так і в сучасному аспекті. Обґрунтовано використання в подальших дослідженнях двох типових РК-матеріалів (5CB та ЖК-440), які подібні за своїми мезоморфними характеристиками, але відрізняються знаком діелектричної анізотропії та чутливістю до випромінювань, зокрема, в діапазоні УФ. Детально описано методи орієнтації в РК-комірках, що засвідчує глибоку обізнаність дисертанта щодо сучасного стану робіт з цього напрямку.

Другий розділ присвячено розгляду твіст-структур (типових для РК-комірки з нематичним РК), де халькогенідна поверхня, як поверхня зі специфічного матеріалу, впливає на розподіл орієнтації директора в твіст-структурах. Автор, презентуючи свої експериментальні результати, принагідно описує модель процесу формування неоднорідних твіст-структур на поверхні халькогенідної плівки, дає теоретичну оцінку розподілу температури в РК-комірці, пропонує модель процесу формування неоднорідних твіст-структур на поверхні халькогенідної плівки, а також виконує ще низку цікавих теоретичних розрахунків типу оцінки кута переорієнтації директора рідкого кристалу на поверхні халькогенідної плівки. Основним результатом цієї частини роботи можна вважати те, що було вперше отримано структуру концентричних кілець на фоточутливій поверхні халькогеніду в комірці, заповненій прозорим рідким кристалом.

В третьому розділі автор описує використання фотоорієнтації для створення оптичних елементів. Основна увага приділяється фотоорієнтації на халькогенідній поверхні, де, як відомо з попередніх літературних відомостей, можливе індукування анізотропії під дією світла, що, в свою чергу, може впливати на орієнтацію РК-молекул з відповідним впливом на характеристики комірок. Детально описано формування поляризаційних структур на поверхні фоточутливого шару, керування розподілом фазової затримки в рідкокристалічній комірці, розвинуто дуже цікаву

ідею щодо використання формування просторового розподілу поляризації світла для керування напрямком розповсюдження світла. Також розглянуто формування фокусувальних систем шляхом розподілу фазової затримки. Дано детальний теоретичний розгляд формулювання фазової затримки за різних граничних умов.

В четвертому розділі пропонується цікава ідея - керування об'ємним розподілом орієнтації молекул рідинного кристалу шляхом керування розподілом орієнтації на поверхні. Серед отриманих результатів слід відзначити візуалізацію змін об'ємного розподілу орієнтації молекул рідинного кристалу за допомогою топологічного дефекту, а також дуже цікаве явище - захоплення нано- та мікро- частинок топологічними дефектами в рідкокристалічному середовищі. Автор детально описує механізм захоплення частинок топологічним дефектом. Тут треба особливо відзначити той випадок, коли РК-фаза є спіралью закрученою, і спостереження за змінами ліній дисклінації під впливом УФ-випромінювання можуть стати основою для нових типів РК-УФ-дозиметрів. Окремо треба відзначити результати експериментів, проведених в т.зв. θ -комірках. Ці результати досить скромно показані у Висновках («Показана можливість точного та оборотного позиціонування топологічного дефекту та захоплених ним частинок шляхом зміни орієнтації рідинного кристалу на фотоорієнтуючій поверхні в комбінованій θ -комірці»), хоча в цілому дослідження наночастинок в θ -комірках і є якраз новим і цікавим напрямком, розробленим в цій дисертації.

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. Результати роботи визначають нові підходи до модифікації РК-комірок для забезпечення їх відповідності сучасним вимогам їх практичного використання. І застосування халькогенідів як потенційного функціонально чутливого матеріалу РК-комірок, і використання специфічної геометрії типу θ -комірок є істотними кроками до створення нових електрооптичних, оптоелектронних і сенсорних приладів на основі рідких кристалів.

Дискусійні положення та зауваження до дисертації. Детальний аналіз дисертації викликає також і певні питання та зауваження.

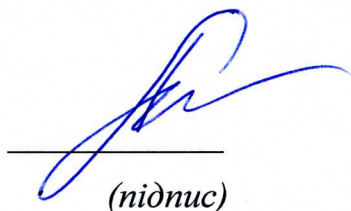
1. Викликає зауваження термін «рідинні кристали». Суто формально – ВАКівська спеціальність 01.04.15 називалась «Фізика молекулярних і рідких кристалів». По суті – «рідинний» відповідає російському «жидкостный» і англійському «fluid», а термін “liquid crystals” природньо перекладати як «рідкі кристали». Хоча це філологія, а не фізика, і зауваження несуттєве.
2. В 4-му розділі важливе місце займає ретельно досліджений автором ефект захоплення нано- та мікро- частинок топологічними дефектами у рідких кристалах. Автор надає певний аналіз літератури (посилання 97-102), але дивним чином не посилається на статтю J.Mol.Liq., 235 (2017) 90-07, <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2016.11.125>, де якраз і обговорюється концентрування наночастинок на лініях дисинклінацій в спірально закручених холестеричних РК
3. У висновках дисертації лише побіжно, в пункті 4, згадуються θ -комірки, хоча саме результати в цій геометрії і є найбільш значущими в дисертації. Також у «Висновках» роботи ніде не згадуються халькогеніди, хоча саме використання фоточутливих халькогенідних підкладок і надає сенсу багатьом описаним в дисертації результатам. Бажано б, щоб у своїй доповіді на захисті здобувач більш докладно освітив ці аспекти.

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 опонент:



(підпис)

Лонгін ЛИСЕЦЬКИЙ

Підпис засвідчую:

Учений секретар

ІСМА НАН України, к.т.н.



(підпис) М.П. РКІВ

Юрій ДАЦЬКО