

РІШЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ ВЧЕНОЇ РАДИ ПРО ПРИСУДЖЕННЯ СТУПЕНЯ ДОКТОРА ФІЛОСОФІЇ

Спеціалізована вчена рада ДФ 35.051.167 Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, м. Львів, ухвалила рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали на підставі прилюдного захисту дисертації «Оптико-електронні параметри кристалів фторберилату амонію» 16 травня 2024 року.

Горон Богдан Ігорович, 03.10.1997 року народження, громадянин України, освіта повна вища. У 2019 році закінчив Львівський національний університет імені Івана Франка, отримав повну вищу освіту та здобув освітній ступінь магістра за спеціальністю «Прикладна фізика та наноматеріали». У вересні 2020 року вступив на навчання в аспірантуру кафедри загальної фізики Львівського національного університету імені Івана Франка (денна форма навчання).

З лютого 2021 року і дотепер працює на кафедрі оптоелектроніки та інформаційних технологій факультету електроніки та комп'ютерних технологій Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України на посаді асистента.

Дисертацію виконано на кафедрі загальної фізики Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, м. Львів.

Науковий керівник: **Стадник Василь Йосифович**, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри загальної фізики Львівського національного університету імені Івана Франка МОН України.

Здобувач має 13 наукових публікацій за темою дисертації, з них 3 статті у періодичних наукових виданнях інших держав, що індексуються у наукометричній базі даних Scopus, та 5 статей у наукових фахових виданнях України (3 з них індексуються у Scopus), 0 монографій:

1. Rudysh M. Ya., Fedorchuk A. O., Stadnyk V. Yo., Shchepanskyi P. A., Brezvin R. S., **Horon B. I.**, Khyzhun O. Yu., Gorina O. M. Structure, electronic, optical and elastic properties of $(\text{NH}_4)_2\text{BeF}_4$ crystal in paraelectric phase // Current Applied Physics. 2023, Vol. 45, pp. 76–85.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cap.2022.11.005>

2. Horon B. I., Kushnir O. S., Shchepanskyi P. A., Stadnyk V. Yo. Temperature dependence of dielectric permittivity in incommensurately modulated phase of ammonium fluoroberyllate // Condensed Matter Physics. 2022, Vol. 25, Issue 4, p. 43704.

DOI: <https://doi.org/10.5488/CMP.25.43704>

3. Horon B. I., Kushnir O. S., Stadnyk V. Yo. Temperature dependences of refractive indices and optical birefringence in ammonium fluoroberyllate // Ukrainian Journal of Physical Optics. 2024, Vol. 25, Issue 1, pp. 01020–01032.

DOI: <https://doi.org/10.3116/16091833/Ukr.J.Phys.Opt.2024.01020>

У дискусії взяли участь голова і члени спеціалізованої вченої ради:

1. Лучечко Андрій Петрович, доктор фізико-математичних наук, доцент, професор кафедри сенсорної та напівпровідникової електроніки Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, без зауважень.

2. Столярчук Ігор Дмитрович, доктор фізико-математичних наук, професор, декан факультету фізики, математики, економіки та інноваційних технологій Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, надав позитивний відгук із зауваженнями:

1. У дисертаційній роботі при аналізі механічних параметрів досліджуваних монокристалічних та керамічних зразків було застосовано апроксимацію експериментальних даних (рис. 3.16, рис. 3.18, рис. 4.1), але не вказано похибки апроксимації.
2. Другий методичний розділ можна було б скоротити, наприклад, методики отримання досліджуваних матеріалів та методики їх дослідження.
3. Варто було б скоротити кількість другорядних формул по тексту дисертації, наприклад, на стор. 53, 55, 58, 123.
4. Наведено неповний список використаних скорочень, навіть якщо скорочення у роботі зустрічаються 1–2 рази, для зручності було б доцільно їх занести у перелік умовних скорочень та позначень (наприклад, на стор. 69 вказано скорочення BFGS, якого нема у списку використаних скорочень).

3. Настишин Юрій Адамович, доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник Наукового центру Сухопутних Військ Національної академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного Міністерства оборони України, надав позитивний відгук із зауваженнями:

1. Положення Наукової новизни викладено надто стисло та сформульовано надто загальними фразами. Формула новизни отриманих результатів мала б звучати як "виявлено", "встановлено", "показано". Натомість пункти 2, 3 та 6 Наукової новизни звучать радше як звіт про проведену роботу. Це зауваження зовсім не означає, що в роботі немає наукової новизни. Наукова новизна чітко сформульована у висновках до розділів 3 та 4 та у загальних висновках до дисертації. Справді, кожен із загальних висновків до дисертації містить мовні штампи на кшталт "виявлено", "встановлено", "показано", які чітко вказують на наукову новизну. Наприклад, у пункті 1 загальних висновків зазначено "... Виявлено, що в обох фазах вершина валетної зони утворена..." і далі по тексту; у пункті 2 читаємо "Виявлено, що край поглинання в кристалі $(\text{NH}_4)_2\text{BeF}_4$ утворюється...", "Встановлено, що кристал фторберилату амонію є прямозонним діелектричним кристалом..." і так подібно у всіх решта пунктах загальних висновків. Дисертанту слід було перенести інформацію про наукову новизну, чітко викладену у загальних висновках, до пункту Наукова новизна. Саме чіткість у формулюванні наукової новизни у загальних висновках до

- дисертації дає можливість судити про наукову новизну отриманих результатів. Саме тому, характеризуючи найважливіші отримані результати (див. пункт Наукова новизна, вище по тексту цього відгуку), я сформулював своє бачення положень наукової новизни подібно до того, як основні результати подані у загальних висновках до дисертації.
2. У пункті "Особистий внесок здобувача" вказано, що "результати, що наведені в дисертаційній роботі, отримано автором як самостійно, так і у співпраці з іншими співавторами", чітко зазначено, що "Автором безпосередньо синтезовано кристали фторберилату амонію", а далі просто пререраховано які результати у яких статтях отримано, але ніяк не вказано, що саме належить автору. Сподіваюсь, що саме перераховані результати і належать автору. У такому разі, на початку другого абзацу пункту "Особистий внесок здобувача" мала б бути фраза про те, що нижче перераховані результати належать автору.
 3. У тексті трапляються терміни несумірна/сумірна та неспівмірна/співмірна. Бажано дотримуватись єдиної термінології.
 4. У пункті 2.5.1 після теорем Гогенберга–Кона I та II перед доведеннями приведено висновки I та відповідно II. Це виглядає як мінімум незвично. Зазвичай, теорема - це вичерпне твердження і не потребує коментарів. Якщо автор хоче використати ці висновки для подальшого розгляду, то перед тим як давати ці висновки, або після них слід пояснити для чого тут наводяться ці висновки.
 5. Кілька зауважень щодо оформлення тексту. Не всі скорочення та аббревіатури, введені в тексті, присутні у Списку умовних скорочень (НКО, ДКО, GGA, наприклад). У підписі до Рис. 3.1 термін "Стекінг", мабуть від англійського *stacking* - упакування, тому по-перше замість цього англійського терміну бажаним був би український, а по-друге, якщо уже вживається англійська версія терміну, то вона мала б звучати "стАкінГ", а не "стЕкінГ". Українського відповідника вимагає, мабуть, і використаний термін "процедура бутстрепу" (див. стор. 116).
 6. У другому реченні пункту 3.1.3 сказано "Показники заломлення кристала у цій спектральній області підпорядковуються наступній послідовності $n_z > n_x > n_y$, але не вказано чим зумовлена така послідовність, тим більше, що вона не узгоджується із тим, що спостерігається на Рис. 3.7, де для розрахованих показників заломлення маємо $n_x > n_z > n_y$, а для експериментальних взагалі важко сказати, що більше n_x чи n_z . Більше того, в останньому реченні пункту 3.1.3 сказано "Така характеристика може вказувати на можливість індукувати зміну знака двопронезаломлення або ізоспектральності в кристалі шляхом зміни температури, застосування напруг чи електричного поля." Зміна знаку двопронезаломлення передбачає, що заявлена нерівність $n_z > n_x$ може порушуватися. Тоді взагалі не зрозуміло, з яких міркувань впливає заявлена нерівність $n_z > n_x > n_y$.

4. Свелеба Сергій Андрійович, доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, професор кафедри оптоелектроніки та інформаційних

технологій Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, надав позитивну рецензію із зауваженнями:

1. Відомо, що нелінійна поведінка оптико-фізичних та діелектричних властивостей для сімейства кристалів групи A_2BX_4 що володіють неспівмірною фазою, в вихідній фазі зумовлена скорельованим рухом тетраедричних груп. Вона простежується в досить значному температурному інтервалі ($\Delta T = 10\div 50$ K), однак не до кінця зрозумів, як саме це було враховано у ваших дослідженнях при проведенні відповідних розрахунків.

5. Карбовник Іван Дмитрович, доктор фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри радіофізики та комп'ютерних технологій Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, надала позитивну рецензію із зауваженнями:

1. У розділі I можна зустріти рисунки (наприклад, рис. 1.3 і рис. 1.8), на яких одиницею вимірювання температури слугують градуси Цельсія, тоді як у інших випадках (наприклад, рис. 1.4, 1.7, 4.1) автор користується шкалою Кельвіна.
2. Не уніфіковано підхід до підписів осей і легенд на рисунках. Так, на рис. 1.7 розміри підписів дуже малі, тоді як на рис. 3.14 навпаки, доволі значні. Це зауваження можна застосувати і загалом до розмірів рисунків – деякі з них необґрунтовано великі (той же рис. 3.14) порівняно з іншими (наприклад, рис. 3.12).
3. З тексту дисертації у частині розрахунків пружнооптичних констант досліджуваних кристалів не зрозуміло, які саме значення п'єзооптичних констант π_{im} використані – абсолютні чи комбіновані. Доцільно пояснити й методику їх отримання, оскільки це один з важливих діелектричних параметрів кристалів.

Загальна оцінка роботи і висновок.

Дисертація **Горона Богдана Ігоровича** на тему «**Оптико-електронні параметри кристалів фторберилату амонію**» є самостійною та ґрунтовною науковою працею, що виконана з дотриманням вимог академічної доброчесності.

У дисертаційній роботі на основі аналізу експериментальних даних та теоретичних розрахунків досліджено зонно-енергетичні структури кристалів фторберилату в сегнетоелектричній та параелектричній фазах, їхні оптичні властивості в області фазових переходів і в широкому діапазоні температур, а також фазові переходи з параелектричної у несумірну та з несумірної в сегнетоелектричну фази. Досліджено діелектричні, пружнооптичні та п'єзооптичні властивості кристалів фторберилату амонію в усіх трьох фазах, показники заломлення та двопронезаломлення в широкому діапазоні температур, вплив одновісних тисків на інфрачервоні спектри відбивання. Проведено розрахунок зонно-енергетичної структури у параелектричній та сегнетоелектричній фазах. Розраховано коефіцієнти пружності, матрицю пружної податливості, модуль Юнга, коефіцієнти Пуассона, полікристалічні об'ємні модулі і модулі зсуву.

Результати досліджень, які наведені у дисертаційній роботі та опубліковані у наукових працях, належать автору і є його науковим доробком. Викладені в

дисертації висновки й положення наукової новизни отримано на підставі особистих досліджень автора.

Обґрунтованість і достовірність отриманих наукових результатів базуються на узгодженні експериментальних та теоретико-розрахункових даних. Методологічною базою роботи є загальнонаукові та спеціальні методи дослідження.

Результати дисертаційної роботи мають істотне теоретичне та практичне значення, оскільки можуть бути використані у науково-дослідній діяльності, а також в освітній діяльності закладів вищої освіти.

Дисертаційна робота Горона Богдана Ігоровича на тему «**Оптико-електронні параметри кристалів фторберилату амонію**» за змістом, рівнем наукової новизни, практичним значенням та характером висновків відповідає галузі знань 10 Природничі науки, спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали та сучасним вимогам до оформлення дисертацій, затвердженим наказом Міністерства освіти і науки України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертацій», а також затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. № 44 (із змінами) «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», а її автор – **Горон Богдан Ігорович** – заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали.

Результати відкритого голосування: «За» – 5 членів ради,

«Проти» – 0 членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування спеціалізована вчена рада ДФ 35.051.167 Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, м. Львів, присуджує **Горону Богдану Ігоровичу** ступінь доктора філософії з галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали.

Голова спеціалізованої
вченої ради
ДФ 35.051.167



доц. Андрій ЛУЧЕЧКО

