

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0825U003054

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 21-07-2025

**Статус:** Наказ про видачу диплома

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:** Наказ № 1211 від 07.08.2025 р.



## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Шаправський Андрій Олександрович

2. Andrii O. Shapravskyi

**Кваліфікація:**

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0009-0003-2220-6632

**Вид дисертації:** доктор філософії

**Аспірантура/Докторантура:** так

**Шифр наукової спеціальності:** 104

**Назва наукової спеціальності:** Фізика та астрономія

**Галузь / галузі знань:** природничі науки

**Освітньо-наукова програма зі спеціальності:** Фізика та астрономія

**Дата захисту:** 22-07-2025

**Спеціальність за освітою:** Фізика та астрономія

**Місце роботи здобувача:** Львівський національний університет імені Івана Франка

**Код за ЄДРПОУ:** 02070987

**Місцезнаходження:** вул. Університетська, буд. 1, Львів, 79000, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

### III. Відомості про організацію, де відбувся захист

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** PhD 9703

**Повне найменування юридичної особи:** Львівський національний університет імені Івана Франка

**Код за ЄДРПОУ:** 02070987

**Місцезнаходження:** вул. Університетська, буд. 1, Львів, 79000, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

### IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

**Повне найменування юридичної особи:** Львівський національний університет імені Івана Франка

**Код за ЄДРПОУ:** 02070987

**Місцезнаходження:** вул. Університетська, буд. 1, Львів, 79000, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

### V. Відомості про дисертацію

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 29.31.27, 29.31.30, 29.31.49

**Тема дисертації:**

1. Температурна та барична деформації оптичної індикатриси домішкових кристалів  $\text{LiNH}_4\text{SO}_4$   $p$ -модифікації.
2. Temperature and baric deformation of optical indicatrices of impurity crystals of  $\text{LiNH}_4\text{SO}_4$   $p$ -modification.

**Реферат:**

1. Дисертаційну роботу присвячено дослідженню впливу домішок на оптикоелектронні властивості кристалів  $p$ -модифікації літій-амоній сульфату ( $\text{LiNH}_4\text{SO}_4$ , ЛАС). Основна увага приділена зміні рефрактивних характеристик при легуванні іонами купруму ( $\text{Cu}^{2+}$ ) та мангану ( $\text{Mn}^{2+}$ ). Мета дослідження — з'ясувати механізми впливу домішок на оптичні параметри з метою створення матеріалів із заданими властивостями. Кристали ЛАС належать до іонної системи типу  $\text{MIMIVXp}$ , де  $\text{MI}$  — одновалентні йони,  $\text{MII}$  — двовалентні або складні групи, а  $\text{VXp}$  — тетраедричні аніони.  $p$ -модифікація утворюється при контрольованому вирощуванні й демонструє низку фазових переходів у межах 283–461 К — від параелектричної до сегнетоелектричної та сегнетоеластичних фаз. Показники заломлення кристалів із домішками досліджено в діапазоні 300–800 нм. Встановлено, що при збільшенні концентрації  $\text{Cu}^{2+}$  і  $\text{Mn}^{2+}$  абсолютні значення показників заломлення зростають майже лінійно. Характер дисперсії при цьому не змінюється — основний внесок у неї робить ультрафіолетовий осцилятор. Це відкриває можливості для точного регулювання оптичних властивостей. Введення домішок призводить до зменшення об'єму елементарної комірки через заміщення іонів  $\text{Li}^+$

меншими за розміром іонами  $\text{Cu}^{2\text{p}}$  або  $\text{Mn}^{2\text{p}}$ . Це впливає на оптичну індикатрису, змінюючи характер двопронезаломлення ( $\Delta n$ ). Зі зростанням температури посилюється спектральна залежність  $\Delta n$ , а ізотропна точка зміщується в довгохвильову область. Зафіксовано також нову проміжну фазу. При прикладенні одновісного тиску характер температурної та спектральної залежності  $\Delta n$  зберігається, але змінюються величини похідних. Напрямок тиску визначає напрямок зміщення ізотропної точки: уздовж осі Y – у довгохвильову область, уздовж осі X – у короткохвильову. Коефіцієнти п'єзооптичного ефекту  $\text{лімп}$  демонструють слабку спектральну залежність і незначне зменшення після легування, що вказує на підвищення жорсткості кристала. Акустооптична якість легованих зразків дещо зростає. Розрахунок електронної структури показав, що домішки утворюють вузькі підзони в забороненій зоні, збільшуючи анізотропію. Це підтверджується додатковими піками в спектрі діелектричної функції  $\epsilon(\omega)$ . Таким чином, домішки  $\text{Cu}^{2\text{p}}$  і  $\text{Mn}^{2\text{p}}$  істотно впливають на оптичні, термічні та електронні властивості  $\text{p-LiNH}_4\text{SO}_4$ , що робить їх перспективними для фотоники та сенсорики.

2. The dissertation is devoted to studying the effect of impurities on the optoelectronic properties of p-modified lithium ammonium sulfate ( $\text{LiNH}_4\text{SO}_4$ , LAS) crystals. The main focus is on the changes in refractive characteristics upon doping with copper ( $\text{Cu}^{2\text{p}}$ ) and manganese ( $\text{Mn}^{2\text{p}}$ ) ions. The aim of the study is to clarify the mechanisms of impurity influence on optical parameters to develop materials with tailored properties. LAS crystals belong to the ionic system of the MIMIBXp type, where MI are monovalent ions, MII are divalent ions or complex groups, and BXp are tetrahedral anions. The p-modification is formed under controlled growth conditions and exhibits a sequence of phase transitions within the 283–461 K temperature range—from paraelectric to ferroelectric and subsequently to ferroelastic phases. The refractive indices of doped crystals were studied in the 300–800 nm spectral range. It was found that with increasing  $\text{Cu}^{2\text{p}}$  and  $\text{Mn}^{2\text{p}}$  concentration, the absolute values of refractive indices increase almost linearly. The nature of dispersion remains unchanged, with the main contribution provided by the ultraviolet oscillator. This enables precise tuning of optical properties. The introduction of impurities leads to a decrease in the unit cell volume due to the substitution of  $\text{Li}^{\text{p}}$  ions with smaller  $\text{Cu}^{2\text{p}}$  or  $\text{Mn}^{2\text{p}}$  ions. This substitution affects the optical indicatrix, altering the nature of birefringence ( $\Delta n$ ). As the temperature increases, the spectral dependence of  $\Delta n$  becomes more pronounced, and the isotropic point shifts toward longer wavelengths. A new intermediate phase was also identified. When uniaxial pressure is applied, the general temperature and spectral behavior of  $\Delta n$  remains, but the derivatives change in magnitude. The direction of the applied pressure determines the direction of the isotropic point shift: along the Y-axis it moves to longer wavelengths, and along the X-axis – to shorter wavelengths. The piezo-optic coefficients  $\text{лімп}$  show weak spectral dependence and a slight decrease after doping, indicating increased crystal rigidity. The acousto-optic quality of doped samples shows a slight improvement. Electronic structure calculations revealed that impurities form narrow sub-bands within the band gap, increasing anisotropy. This is confirmed by additional peaks in the dielectric function  $\epsilon(\omega)$  spectrum. Thus,  $\text{Cu}^{2\text{p}}$  and  $\text{Mn}^{2\text{p}}$  impurities significantly affect the optical, thermal, and electronic properties of p- $\text{LiNH}_4\text{SO}_4$  crystals, making them promising for applications in photonics and sensor technologies.

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:** Нові речовини і матеріали

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:** Освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій

**Підсумки дослідження:** Нове вирішення актуального наукового завдання

**Публікації:**

- 1. R. S. Brezvin, O. Ya. Kostetskyi, V. Yo. Stadnyk, P. A. Shchepanskyi, O. M. Horina, M. Ya. Rudysh, A. O. Shapravskyi. Dilatometric study of  $\text{LiNH}_4\text{SO}_4$  crystals with manganese impurity. // Ukr. J. Phys. – 2022. – Vol. 67, No.7. – С. 536- 543.

- 2. V. Yo. Stadnyk, P. A. Shchepanskyi, R. S. Brezvin, A. O. Shapravskyi, V. M. Salapak. Optical and electronic parameters of potassium sulphate crystals doped with manganese impurity. *Journal of Physical Studies*. 2023. Vol. 27 (4). 4702.
- 3. R. S. Brezvin, P. A. Shchepanskyi, A. O. Shapravskyi, V. Yo. Stadnyk, M. Ya. Rudysh, N. Y. Ftomyn. Refractometry of  $\rho$ -modification  $\text{LiNH}_4\text{SO}_4$  crystals with an admixture of  $\text{Mn}^{2+}$  and  $\text{Cu}^{2+}$ . *Low Temperature Physics*. 2024. Vol. 50. P. 911-916.
- 4. R.S. Brezvin, M.Ya. Rudysh, V.Yo. Stadnyk, A.O. Shapravskyi, D.I. Yakymets, P.A. Shchepanskyi. Birefringence of  $\rho$ - $\text{LiNH}_4\text{SO}_4$  crystals with  $\text{Mn}^{2+}$  impurity under uniaxial pressures. *Physica B: Condensed Matter*. 2024. Vol. 691. 416307.
- 5. Р. Брезвін, М. Рудиш, А. Шаправський, В. Стадник, А. Ларченко, Т. Пасіцький, Л. Карплюк, П. Щепанський, В. Баліга. Барична поведінка високотемпературного фазового переходу у кристалах  $\text{LiNH}_4\text{SO}_4$   $\rho$ -модифікації з домішками  $\text{Mn}^{2+}$  та  $\text{Cu}^{2+}$ . *Вісник Львівського університету. Серія фізична*. 2024. Вип. 61. С. 99-112.
- 6. О. Я. Костецький, Р. С. Брезвін, В. Й. Стадник, П. А. Щепанський, М. Я. Рудиш, А. О. Шаправський. Термічне розширення домішкових кристалів  $\rho$ - $\text{LiNH}_4\text{SO}_4$ :  $\text{Mn}$  // XI Inter. conf. RNAOPM-2022: – Proceeding, Book 12 of abstr., Lutsk, Ukraine, 01-05.06.2022 – 2022. – С. 49-50.
- 7. О. Я. Костецький, Р. С. Брезвін, В. Й. Стадник, П. А. Щепанський, М. Я. Рудиш, А. О. Шаправський. Оптико-спектральні властивості домішкових кристалів  $\rho$ - $\text{LiNH}_4\text{SO}_4$ :  $\text{Mn}$  // XI Inter. conf. RNAOPM-2022:– Proceeding, Book of abstr., Lutsk, Ukraine, 01-05.06.2022 – 2022. – С. 51-52.
- 8. А. О. Шаправський, М. Я. Рудиш, Р. С. Брезвін, П. А. Щепанський, В. Й. Стадник. Рефрактивні параметри кристала  $(\text{NH}_4)_3\text{ZnCl}_5$  // Inter. Conf in Theor. and Exper Physics «HEUREKA-2022»: Book of abstracts, Lviv, Ukraine, 18-20.10.2022 – 2022. – С. В5.
- 9. А. О. Шаправський, М. Я. Рудиш, Р. С. Брезвін, П. А. Щепанський, В. Й. Стадник. Структура та особливості електронного спектру кристала  $(\text{NH}_4)_3\text{ZnCl}_5$  // Міжнародна конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики «ЕВРИКА-2023», Львів, Україна, 16-18 травня 2023р. –2023. – С. В15.
- 10. R. S. Brezvin, A. O. Shapravskyi, V. Yo. Stadnyk, P. A. Shchepanskyi Electronic properties of  $\text{Mn}^{2+}$  doped  $\rho$ - $\text{LiNH}_4\text{SO}_4$  crystals // IX Міжн. наук. конф. “Фізика неупорядкованих систем”, Львів, Україна, 19-20 вересня 2023 – 2023. – Р. 75.
- 11. А. О. Шаправський, М. Я. Рудиш, Р. С. Брезвін, П. А. Щепанський, В. Й. Стадник. Оптико-спектральні властивості домішкових кристалів  $\text{LiNH}_4\text{SO}_4$   $\rho$ -модифікації // Міжн. конф. з теор. та експ. фізики «ЕВРИКА- 2024»: Збірник тез, Львів, Україна, 14-16 травня 2024 – 2024. – С. 14.
- 12. Д. Якимець, А. Шаправський, Р. Брезвін, М. Рудиш, В. Стадник, П. Щепанський. Баричні зміни двопронезаломлення домішкових кристалів  $\rho$ - $\text{LiNH}_4\text{SO}_4$ :  $\text{Mn}$  // Міжн. конф. з теор. та експ. фізики «ЕВРИКА-2024»: Збірник тез, Львів, Україна, 14-16 травня 2024 –2024. – С. 15.
- 13. R. S. Brezvin, A. O. Shapravskyi, P. A. Shchepanskyi, M. Ya. Rudysh, V. Yo. Stadnyk, A. V. Larchenko, T. M. Pasitskyu, V. Ya. Baliha. Temperaturespectral properties  $\rho$ - $\text{LiNH}_4\text{SO}_4$  crystals with an admixture of  $\text{Mn}^{2+}$  and  $\text{Cu}^{2+}$  // XIII Int. Conf. “Properties of ferroelectric and superionic materials”: Abstract book, Uzhgorod, Україна, 29-30 жовтень 2024 – 2024. – Р. 37-38.
- 14. А. Шаправський, Р. Брезвін, В. Стадник, П. Щепанський, А. Ларченко, М. Рудиш. Оптико електронні параметри кристалів  $(\text{NH}_4)_3\text{ZnCl}_5$  // XII Міжнародна конференція Релаксаційні, нелінійні, акустооптичні процеси і матеріали (RNAOPM'24), Луцьк-Світязь, Україна, 01-05 червня, 2024 р. – 2024. – С. 54.

**Наукова (науково-технічна) продукція:** технології; матеріали

**Соціально-економічна спрямованість:** створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту

**Охоронні документи на ОПВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Планується до впровадження

**Зв'язок з науковими темами:** № 0120U102320, № 0124U001228

## **VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Брезвін Руслан Степанович

2. Ruslan S. Brezvin

**Кваліфікація:** д. ф.-м. н., професор, 01.04.10

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-2659-9640

**Додаткова інформація:** Scopus Author ID: 6506530136; Web of Science Researcher ID: F-6903-2019;  
<https://scholar.google.com/citations?hl=uk&user=wV5Q6YoAAAAJ>

**Повне найменування юридичної особи:** Львівський національний університет імені Івана Франка

**Код за ЄДРПОУ:** 02070987

**Місцезнаходження:** вул. Університетська, буд. 1, Львів, 79000, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

## **VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів**

**Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Коструба Андрій Михайлович

2. Andriy M. Kostruba

**Кваліфікація:** д. ф.-м. н., професор, 01.04.05

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-7168-4791

**Додаткова інформація:** Scopus Author ID: 6603288003; Web of Science Researcher ID: O-4587-2018;  
<https://scholar.google.com.ua/citations?user=9Ba1YjUAAAAJ>

**Повне найменування юридичної особи:** Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького

**Код за ЄДРПОУ:** 00492990

**Місцезнаходження:** вул. Пекарська, буд. 50, Львів, 79010, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Малинич Сергій Захарович
2. Serhiy Z. Malynych

**Кваліфікація:** д. ф.-м. н., професор, 01.04.10**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-6261-8493**Додаткова інформація:** Scopus Author ID: 6507289843; Web of Science Researcher ID: B-3648-2019;  
<https://scholar.google.com/citations?hl=uk&user=pWOOtB0AAAAJ>**Повне найменування юридичної особи:** Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного**Код за ЄДРПОУ:** 08410370**Місцезнаходження:** вул. Героїв Майдану, буд. 32, Львів, 79012, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство оборони України**Ідентифікатор ROR:****Рецензенти****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Свелеба Сергій Андрійович
2. Sergiy A. Sveleba

**Кваліфікація:** д. ф.-м. н., старший науковий співробітник, 01.04.07**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-0823-910X**Додаткова інформація:** Scopus Author ID: 6701870733; Web of Science Researcher ID: K-2792-2014;  
<https://scholar.google.com/citations?hl=uk&user=VLJ8dP0AAAAJ>**Повне найменування юридичної особи:** Львівський національний університет імені Івана Франка**Код за ЄДРПОУ:** 02070987**Місцезнаходження:** вул. Університетська, буд. 1, Львів, 79000, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Малий Тарас Сергійович
2. Taras S. Malyi

**Кваліфікація:** к. ф.-м. н., с.д., 01.04.10**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-1683-6211**Додаткова інформація:** Scopus Author ID: 55209938200; Web of Science Researcher ID: E-4627-2019;  
<https://scholar.google.com/citations?hl=uk&user=8lBjNkIAAAAAJ>

**Повне найменування юридичної особи:** Львівський національний університет імені Івана Франка

**Код за ЄДРПОУ:** 02070987

**Місцезнаходження:** вул. Університетська, буд. 1, Львів, 79000, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

## VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
голови ради**

Бордун Олег Михайлович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
головуючого на засіданні**

Бордун Олег Михайлович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Жак Ольга Володимирівна

**Реєстратор**

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є  
відповідальним за реєстрацію наукової  
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна