

**ЗАТВЕРДЖУЮ**



Директор

ФТІНТ ім. Б. І. Веркіна НАН України

чл.-кор. НАН України

Ю.Г. Найдюк

» грудня 2023 р.

## **ВИСНОВОК**

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення  
результатів дисертації на здобуття ступеня доктора філософії з  
галузі знань 10 «Природничі науки»  
за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія»  
ГАМАЛІЯ Володимира Олександровича  
«НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ  
НАНОСТРУКТУРОВАНИХ ПОВЕРХОНЬ МОДЕЛЬНОГО  
ПЕРОВСКІТУ ТИТАНАТУ СТРОНЦЮ»**

**Витяг з протоколу № 504**

**від 23 листопада 2023 р.**

**фахового семінару - спільного засідання Наукової Ради з проблеми  
«Молекулярна фізика, фізика криогенних рідин та кристалів» Фізико-  
технічного інституту низьких температур ім. Б.І. Веркіна  
Національної академії наук України та відділу теплових властивостей і  
структури твердих тіл та наносистем  
Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б.І. Веркіна  
Національної академії наук України**

**Головує** – Голова Наукової ради з проблеми «Молекулярна фізика, фізика криогенних рідин та кристалів» ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України, завідувач відділом фізики квантових рідин і кристалів, доктор фіз.-мат. наук, професор Соколов С.С.

**Секретар** – учений секретар Наукової ради з проблеми «Молекулярна фізика, фізика криогенних рідин та кристалів» ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України, старший науковий співробітник відділу спектроскопії молекулярних систем і наноструктурних матеріалів, кандидат фіз.-мат. наук, с.д. Вакула В.Л.

**Присутні члени Наукової Ради з проблеми «Молекулярна фізика, фізика кріогенних рідин та кристалів» ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України, наукові співробітники відділу теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України, відділу фізики квантових рідин і кристалів ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України, відділу спектроскопії молекулярних систем і наноструктурних матеріалів ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України, відділу теоретичної фізики ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України та відділу мікроконтактної спектроскопії ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України:**

- Соколов Святослав Сергійович, д.ф.-м.н., професор, завідуючий відділом фізики квантових рідин і кристалів
- Долбин Олександр Вітольдович, д.ф.-м.н., професор, завідуючий відділом теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем,
- Камарчук Геннадій Васильович, д.ф.-м.н., професор, завідуючий відділом спектроскопії молекулярних систем і наноструктурних матеріалів
- Вакула Володимир Леонідович, к.ф.-м.н., с.д., старший науковий співробітник відділу спектроскопії молекулярних систем і наноструктурних матеріалів
- Багацький Михайло Іванович, д.ф.-м.н., с.н.с., провідний науковий співробітник відділу теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем
- Буравцева Любов Михайлівна, к.ф.-м.н., старший науковий співробітник відділу теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем
- Вінніков Микола Анатолійович, к.ф.-м.н., с.д., старший науковий співробітник відділу теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем
- Гальцов Микола Миколайович, молодший науковий співробітник відділу теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем
- Данильченко Олександр Григорович, к.ф.-м.н., науковий співробітник відділу спектроскопії молекулярних систем і наноструктурних матеріалів
- Зінов'єв Петро Васильович, к.ф.-м.н., с.н.с., старший науковий співробітник відділу теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем
- Константинов В'ячеслав Олександрович, д.ф.-м.н., с.н.с., головний науковий співробітник відділу теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем

- Королюк Оксана Олексіївна, к.ф.-м.н., с.н.с., старший науковий співробітник відділу теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем
- Крайнюкова Ніна Василівна, д.ф.-м.н., старший науковий співробітник відділу теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем
- Кривчіков Олександр Іванович, д.ф.-м.н., професор, провідний науковий співробітник відділу теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем
- Манжелій Олена Вадимівна, к.ф.-м.н., с.д., старший науковий співробітник відділу теоретичної фізики
- Савченко Олена Володимирівна, д.ф.-м.н., професор, провідний науковий співробітник відділу спектроскопії молекулярних систем і наноструктурних матеріалів
- Саган Володимир Володимирович, к.ф.-м.н., с.д., старший науковий співробітник відділу теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем
- Сивоконь Віталій Юхимович, к.ф.-м.н., с.н.с., старший науковий співробітник, зам. завідувача відділом фізики квантових рідин і кристалів
- Сиркін Євген Соломонович, д.ф.-м.н., професор, провідний науковий співробітник відділу теоретичної фізики
- Соловійов Андрій Львович, д.ф.-м.н., професор, провідний науковий співробітник відділу мікроконтактної спектроскопії
- Солодовнік Ангеліна Олександрівна, к.ф.-м.н., с.н.с., старший науковий співробітник відділу теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем
- Сумароков Володимир Вікторович, к.ф.-м.н., с.н.с., старший науковий співробітник відділу теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем
- Чаговець Валерій Костянтинович, д.ф.-м.н., с.н.с., провідний науковий співробітник відділу фізики квантових рідин і кристалів
- Чишко Костянтин Олексійович, д.ф.-м.н., доц., с.н.с., провідний науковий співробітник відділу теоретичної фізики

Усього: докторів наук – 12, кандидатів наук – 11, без наукового ступеня – 1. У тому числі фахівців із галузі науки, що відноситься до спеціальності дисертації: докторів наук – 10, кандидатів наук – 9, без наукового ступеня – 1. Присутні 21 з 27 членів Наукової Ради з проблеми «Молекулярна фізика,

фізика криогенних рідин та кристалів» ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України та 13 з 20 наукових співробітників відділу теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України.

### **СЛУХАЛИ:**

**Апробацію дисертації «Низькотемпературне дослідження наноструктурованих поверхонь модельного перовскіту титанату стронцію» аспіранта ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України ГАМАЛІЯ Володимира Олександровича, який виступив з науковою доповіддю та представив основні наукові результати дисертації.**

У доповіді Володимир Гамалій обґрунтував актуальність теми, сформулював мету і завдання дослідження, його наукову новизну, практичну і теоретичну значимість, розповів зміст і структуру роботи, його основні результати і методи їх отримання, підсумував доповідь висновками.

В обговоренні взяли участь:

- **науковий керівник**, старший науковий співробітник відділу теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем, доктор фіз.-мат. наук Крайнюкова Н.В. (*виступ позитивний*);

- провідний науковий співробітник відділу мікроконтактної спектроскопії, доктор фіз.-мат. наук, професор Соловйов Андрій Львович (*виступ позитивний*);

- головний науковий співробітник відділу теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем, доктор фіз.-мат. наук, с.н.с. Константинов Вячеслав Олександрович (*виступ позитивний*).

Також ставили запитання та приймали участь в обговоренні роботи:

- завідуючий відділом теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем, доктор фіз.-мат. наук, професор Долбин Олександр Вітольдович;

- провідний науковий співробітник відділу теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем, доктор фіз.-мат. наук, професор Кривчіков Олександр Іванович;

- провідний науковий співробітник відділу теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем, доктор фіз.-мат. наук, с.н.с. Багацький Михайло Іванович;

- старший науковий співробітник відділу теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем, кандидат фіз.-мат. наук, с.н.с. Зінов'єв Петро Васильович.

На всі поставлені питання доповідач надав ґрунтовні відповіді. Виступаючи відмітили актуальність теми дослідження, новизну та значну наукову цінність отриманих результатів і зазначили, що робота виконана самостійно і відповідає всім вимогам на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

На підставі доповіді здобувача, відповідей на запитання учасників фахового семінару, наукової дискусії та обговорення дисертації учасниками фахового семінару, спільне зібрання дійшло **ВИСНОВКУ**:

**1. Дисертація Володимира Олександровича ГАМАЛІЯ «Низькотемпературне дослідження наноструктурованих поверхонь модельного перовскіту титанату стронцію», що подається на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки» за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія» є цілісною та завершеною науковою працею експериментального характеру на актуальну тему, виконаною на високому рівні.**

Дисертацію підготовлено у Фізико-технічному інституті низьких температур ім. Б.І. Веркіна Національної академії наук України.

Тему дисертаційної роботи В.О. Гамалія у формулюванні «Низькотемпературне дослідження структурних і провідних властивостей наноструктурованих поверхонь перовскітів типу  $ABO_3$ » було затверджено Рішенням Вченої ради ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України від 12 грудня 2019 року (протокол № 11). В ході проведення наукових досліджень робота зосередилася на вивченні наноструктурованих поверхонь модельного перовскіту титанату стронцію. Тож, тема дисертаційної роботи В.О. Гамалія була скорегована Рішенням Вченої ради ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України від 21 липня 2021 року (протокол № 7) на наступну: «Низькотемпературне дослідження наноструктурованих поверхонь модельного перовскіту титанату стронцію».

Науковим керівником В.О. Гамалія, наказом директора ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України від 17.09. 2019 р. № 103-ОД, було призначено старшого наукового співробітника відділу теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України, кандидата фіз.-мат. наук Н.В. Крайнюкову (з 27.09.2021 р. – доктор фіз.-мат.наук).

Дослідження, які склали основу дисертаційної роботи, проводились в рамках тематичного плану ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України за науково-дослідними роботами відомчої тематики: «Низькотемпературні властивості насичуваних вуглецевих наносистем, домішкових молекулярних твердих тіл та кріокристалів» (номер державної реєстрації 0117U002293, термін виконання 2017 - 2021 рр.), «Створення та дослідження нових модифікованих графенових наносистем та нанокомпозитів з підвищеними експлуатаційними характеристиками» (номер державної реєстрації 0118U100347, термін виконання 2018 - 2019 рр.), «Теплофізичні властивості, структура та низькотемпературна динаміка наноструктур, кристалічних і аморфних молекулярних систем в умовах екстремальних температур» (номер держреєстрації 0122U001504, термін виконання 2022 - 2023 рр.), «Структурні, сорбційні, механічні і електрофізичні властивості нанокомпозитних матеріалів, створених на основі графену, фулерену та карбонових стільників» (за програмою КПКВК 6541230 «Підтримка розвитку пріоритетних напрямів наукових досліджень», номер держреєстрації 0122U200489, термін виконання 2022 р.).

Частина дисертаційної роботи була виконана в рамках конкурсного проекту «Низькотемпературні характеристики та ab initio розрахунки аномальної поведінки структурних, люмінесцентних та провідних властивостей поверхонь перовскітів  $\text{ABO}_3$ » (спільний науково-дослідний проект з латвійським університетом (Рига, Латвія), договори з Міністерством освіти та науки України № М/51-2019 та № М/22-2020, номери державної реєстрації 0119U101820 та 0120U103279 відповідно, термін виконання 2019-2020 рр.).

## **2. Актуальність теми дослідження.**

Досліджуваний в даній роботі титанат стронцію виділяється серед інших перовскітів низкою своїх унікальних властивостей, що робить його важливим об'єктом для всебічного вивчення як з фундаментальної, так і з прикладної точки зору. Титанат стронцію відноситься до віртуальних сегнетоелектриків, не зазнаючи переходу в сегнетоелектричний стан навіть при дуже низьких температурах. Багато низькотемпературних ефектів в титанаті стронцію виникають на межі конкуренції сегнетоелектричного та антиферодисторсійного порядків, і повний опис наслідків цієї конкуренції досі залишається предметом активних дискусій. Титанат стронцію має високу статичну діелектричну проникність в об'ємі навіть при кімнатній температурі ( $\sim 300$  К), яка збільшується приблизно на два порядки величини при зниженні температури до 4 К.

Але більшу увагу привертають поверхневі властивості титанату стронцію, які до нашої роботи були досить слабо досліджені. Будучи об'ємним параелектриком, титанат стронцію демонструє явну сегнетоелектричність на поверхні та у формі ультратонких плівок через значні поверхневі ефекти. Можливість контрольованого створення наноструктур на поверхні титанату стронцію з сегнетоелектричними властивостями може мати велику прикладну цінність, наприклад, для створення енергонезалежних накопичувачів пам'яті. При цьому, у тонких плівках титанату стронцію діелектрична проникність має тенденцію до значного зменшення, природа чого наразі не має однозначного пояснення і потребує подальшого вивчення. З іншого боку є сподівання, що поверхневі властивості титанату стронцію можуть відрізнитися від поведінки у тонких плівках.

Як виявилось в ході наших досліджень, поверхня титанату стронцію демонструє багато ефектів, які відсутні в об'ємі. Зокрема, на поверхні можуть відбуватись структурні переходи та спостерігатись аномальні зміни параметру ґратки, які не спостерігаються в об'ємі. Неспіврозмірність об'ємних та поверхневих параметрів може викликати створення наноструктур, які мають нетипові для об'ємного титанату стронцію властивості (зокрема, оговорену вище сегнетоелектричність). Окрім цього, на можливість формування наноструктур різного типу на поверхні сильно впливає і методика отримання та обробки різних зразків титанату стронцію, що відкриває перспективи створення саме контрольованих періодичних наноструктур, як це представлено в даній роботі.

Значна кількість ефектів та наноструктур на поверхні титанату стронцію, які досліджувались в цій роботі, не спостерігались раніше і відкривають ряд потенційних застосувань титанату стронцію та, ймовірно, деяких інших перовскітів з подібною структурою. Проте багато ефектів ще потребують подальшого дослідження, що визначає *актуальність* теми дослідження даної дисертаційної роботи як з точки зору розширення нашого фундаментального розуміння властивостей перовскітів, так і з практичного погляду для розробки нових технологій.

### **3. Наукові положення, розроблені особисто дисертантом, та їх новизна.**

У дисертаційній роботі **вперше** отримані наступні результати:

- **вперше** застосування унікальної методики отримання електронogram методом дифракції високоенергетичних електронів на відбиття з кутом

зйомки, який безперервно змінювався під час експозиції, дало змогу встановити залежність параметрів ґратки від кута зйомки, що пов'язується зі взаємодією електронного променя з різною кількістю поверхневих шарів кристалу;

- завдяки застосованій методиці отримання окремих параметрів ґратки для різних кутів відбиття електронів, що рівноцінно встановленню їх залежності від глибини у кристалі, **вперше** виявлено немонотонний характер змін цих параметрів та **вперше** встановлено, що поверхневі параметри ґратки мають залежність від номеру поверхневого шару і можуть суттєво відрізнитись від об'ємних значень;
- **вперше** отримано значення параметрів ґратки титанату стронцію для окремих поверхневих шарів у широкому інтервалі температур від кімнатної до температури рідкого гелію та проведено їх аналіз;
- встановлено, що коефіцієнт теплового розширення в першому шарі титанату стронцію приймає значно вищі значення, ніж в об'ємі, що призводить до збіжності параметрів ґратки «в площині» поверхні та об'ємної ґратки при температурах, близьких до кімнатної;
- **вперше** отримано дані про структурні перетворення на поверхні (001) титанату стронцію при певних температурах завдяки аналізу аномальної поведінки параметру ґратки на поверхні;
- **вперше** визначено, що фазові переходи, які відбуваються в об'ємі титанату стронцію за певних температур, на поверхні поширюються на значні температурні інтервали;
- **вперше** зареєстровано нові типи структурних перетворень титанату стронцію, які відбуваються тільки на поверхні і не поширюються на об'єм;
- **вперше** проведено аналіз наноструктур, які утворюються на поверхні (001) монокристалу титанату стронцію за рахунок неспіврозмірності поверхневих та об'ємних параметрів;
- визначено, що варіації куту зрізу між реальними плоскими поверхнями (001) і кристалографічними площинами можуть утворити тераси, які є різновидом періодичних поверхневих наноструктур;
- досліджено утворені на поверхні (001) монокристалу титанату стронцію структури у вигляді нановиступів з однаковою орієнтацією при використанні агресивних розчинників.



#### 4. Достовірність результатів та обґрунтування положень і висновків дисертаційної роботи.

Наукові положення, що виносяться на захист, строго обґрунтовані та добре узгоджуються із відомими даними про структуру та морфологію поверхні титанату стронцію, а їх достовірність забезпечується високим рівнем проведених експериментальних досліджень та проведеними теоретичними модельними розрахунками для титанату стронцію.

Загалом, наукові положення, що виносяться на захист, логічним чином витікають із матеріалів, викладених в дисертації, які пройшли незалежне рецензування та опубліковані у наукових фахових журналах, які включено до міжнародних наукометричних баз Web of Science та Scopus, тому їх достовірність не викликає сумнівів.

Всі основні результати дисертації та їх інтерпретація неодноразово обговорювалися на вітчизняних і міжнародних наукових конференціях і семінарах.

#### 5. Повнота викладу матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок здобувача в публікації.

Основні положення дисертації опубліковано в шести наукових працях, серед яких три статті у міжнародних виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз (Scopus, Web of Science) і відносяться до кватилей Q1 або Q3. Також результати дисертації додатково відображені у трьох тезах конференцій.

##### Наукові праці, в яких опубліковані основні результати дисертації:

*публікації у міжнародних виданнях,*

*що входять до міжнародних наукометричних баз:*

1. N.V. Krainyukova, **V.O. Hamalii**, A.V. Peschanskii, A.I. Popov, E.A. Kotomin, Low temperature structural transformations on the (001) surface of SrTiO<sub>3</sub> single crystals, *Low Temperature Physics* **46**, 740 (2020), DOI: [10.1063/10.0001372](https://doi.org/10.1063/10.0001372) (Scopus, кватиль **Q3**)
2. **V.O. Hamalii**, A.V. Peschanskii, A.I. Popov, N.V. Krainyukova, Intrinsic nanostructures on the (001) surface of strontium titanate at low temperatures, *Low Temperature Physics* **46**, 1170 (2020), DOI: [10.1063/10.0002470](https://doi.org/10.1063/10.0002470) (Scopus, кватиль **Q3**)
3. N.V. Krainyukova, **V.O. Hamalii**, L.L. Rusevich, E.A. Kotomin, і J. Maier, Effect of 'in-plane' contraction on the (001) surface of the model perovskite

SrTiO<sub>3</sub>, *Applied Surface Science* **615**, 156297 (2023), DOI: 10.1016/j.apsusc.2022.156297 (Scopus, квартиль Q1)

**Наукові праці, які засвідчують апробацію результатів матеріалів дисертації:**

4. N. V. Krainyukova, V. O. Hamalii, A. V. Peschanskii, A. I. Popov and E. A. Kotomin, “Structural transformations on the (001) surface of strontium titanate at low temperatures”, I International Advanced Study Conference ”Condensed Matter and Low Temperature Physics 2020”, (CM&LTP 2020), 8-14 June, 2020, Kharkiv, Ukraine (2020).

5. V. O. Hamalii and N. V. Krainyukova, “Nanostructures on the (001) surface of strontium titanate”, II International Advanced Study Conference ”Condensed Matter and Low Temperature Physics 2021”, (CM&LTP 2021), 6-12 June, 2021, Kharkiv, Ukraine (2021).

6. V. O. Hamalii and N. V. Krainyukova, “Effect of ‘in-plane’ contraction on the (001) surface of the model perovskite SrTiO<sub>3</sub>”, III International Advanced Study Conference ”Condensed Matter and Low Temperature Physics 2023”, (CM&LTP 2023), 5-11 June, 2023, Kharkiv, Ukraine (2022).

Результати дисертаційної роботи повністю відображено у публікаціях. Постановка задач, розглянутих у статтях 1-3 належить науковому керівникові. Усі результати, включені до дисертації, було отримано автором особисто, з використанням консультацій наукового керівника за необхідністю. Дисертаційна робота не містить елементів плагіату.

**6. Апробація матеріалів дисертації.**

Отримані у дисертаційній роботі результати обговорювалися та доповідалися на наступних міжнародних конференціях та семінарах:

1. Міжнародна наукова конференція “Фізика конденсованих систем і низьких температур 2020”, (CM&LTP 2020), 8-14 червня, 2020, Харків, Україна (онлайн).

2. Міжнародна наукова конференція “Фізика конденсованих систем і низьких температур 2021”, (CM&LTP 2021), 6-12 червня, 2021, Харків, Україна.

3. Міжнародна наукова конференція “Фізика конденсованих систем і низьких температур 2023”, (CM&LTP 2023), 5-11 червня, 2023, Харків, Україна (онлайн).

## 7. Практичне та теоретичне значення дисертації.

Як виявилось в ході досліджень здобувача, поверхня титанату стронцію демонструє багато ефектів, які відсутні в об'ємі. Зокрема, на поверхні відбуваються структурні переходи та спостерігаються аномальні зміни параметру ґратки, які не спостерігаються в об'ємі.

Неспіврозмірність об'ємних та поверхневих параметрів, а також інші специфічні методи можуть бути використані для створення поверхневих наноструктур з нетиповими для об'ємного титанату стронцію властивостями (зокрема, сегнетоелектрикою).

Представлена робота має не тільки фундаментальне значення, а й також може відігравати важливу роль у численних застосуваннях, де титанат стронцію та інші перовскіти з потенційно очікуваною подібною поведінкою використовуються для вирішення багатьох прикладних задач.

Особливого значення набуває пошук наноматеріалів із конкретними цільовими функціональними застосуваннями, зокрема для створення енергонезалежних накопичувачів пам'яті. У цьому випадку важливо, наприклад, відзначити різницю між тонкими плівками титанату стронцію та монокристалічними поверхнями, практично нескінченними у їх площині. У плівках встановлено, що діелектрична проникність має тенденцію до значного зменшення, природа чого наразі пояснюється переважно малою товщиною плівок, у той час, як контрольовані наноструктури на поверхнях потенційно можуть значно збільшити діелектричну проникність.

Дослідження наноструктур та ефектів на поверхні титанату стронцію відкриває шлях до створення нових матеріалів з унікальними властивостями та потенційними застосуваннями у високотехнологічних галузях, таких як електроніка, каталіз та енергетика.

Перспектива подальших досліджень у цьому напрямку стає особливо важливою в умовах постійного розвитку нових матеріалів і технологій, де вивчення наномасштабних ефектів може відігравати ключову роль у досягненні переваг в конкурентному технологічному середовищі.

### **УХВАЛИЛИ:**

1. Розглянувши дисертацію та наукові публікації, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, а також за результатами фахового семінару-спільного засідання Наукової Ради з проблеми «Молекулярна фізика, фізика криогенних рідин та кристалів» ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України та відділу теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України, прийнято рішення, що

дисертаційна робота Гамалія Володимира Олександровича «Низькотемпературне дослідження наноструктурованих поверхонь модельного перовскіту титанату стронцію», яка подана на здобуття ступеня доктора філософії, є завершеною науковою працею і є вагомим внеском у розвиток досліджень поверхневих структурних властивостей титанату стронцію, за своїм науковим рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам пп. 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 зі змінами від 21 березня 2022 р. № 341 та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми «Фізика» ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України зі спеціальності 104 «Фізика та астрономія». Дисертація містить обґрунтовані висновки на основі одержаних здобувачем достовірних результатів, характеризується єдністю змісту та відповідає принципам академічної доброчесності.

2. На підставі попередньої експертизи дисертаційної роботи, доповіді здобувача, запитань присутніх і відповідей здобувача, обговорення учасниками засідання основних положень дисертації та виступів наукового керівника і рецензентів, ухвалити висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Гамалія Володимира Олександровича «Низькотемпературне дослідження наноструктурованих поверхонь модельного перовскіту титанату стронцію» на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 104 «Фізика та астрономія».
3. Враховуючи високий рівень виконаних досліджень, а також наукову новизну результатів, їх теоретичне та практичне значення, **рекомендувати дисертаційну роботу Гамалія Володимира Олександровича «Низькотемпературне дослідження наноструктурованих поверхонь модельного перовскіту титанату стронцію», до офіційного захисту на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 104 «Фізика та астрономія».**

Результати голосування щодо рекомендацій до захисту дисертації Гамалія Володимира Олександровича «Низькотемпературне дослідження наноструктурованих поверхонь модельного перовскіту титанату стронцію»

на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки» за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія» (у голосуванні брали участь члени Наукової ради «Молекулярна фізика, фізика кріогенних рідин та кристалів» ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України та співробітники наукового відділу теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України):

«За» - 23

«Проти» - 0

«Утримались» - 0

**Головуючий на засіданні**  
**Голова Наукової ради з проблеми**  
**«Молекулярна фізика, фізика**  
**кріогенних рідин та кристалів»**  
**ФТІНТ ім. Б. І. Веркіна НАН України**  
**доктор фіз.-мат. наук, професор,**  
**завідувач відділом фізики квантових**  
**рідин і кристалів**  
**ФТІНТ ім. Б. І. Веркіна НАН України**

**Соколов С.С.**