

РІШЕННЯ

щодо присудження наукового ступеня доктора наук

Спеціалізована вчена рада з присудження наукового ступеня доктора наук Д 64.175.02 Фізико-технічного інституту низьких температур

ім. Б.І. Веркіна Національної академії наук України, м. Харків,

прийняла рішення про присудження

наукового ступеня **доктора фізико-математичних наук**

Терехову Андрію Валерійовичу

на підставі прилюдного захисту докторської дисертації

«Електронні, магнітні та надпровідні властивості мультифункціональних матеріалів на основі перехідних та рідкісноземельних елементів»

у вигляді на правах рукопису

за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла

«14» жовтня 2025 року, протокол № 4.

Терехов Андрій Валерійович, 1977 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив в 2000 році Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» за спеціальністю «фізика металів».

Кандидат фізико-математичних наук з 2008 року;
старший дослідник з 2020 року.

Працює на посаді завідувача відділу мікроконтактної спектроскопії Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б.І. Веркіна НАН України, м. Харків, з 2021 року до теперішнього часу.

Докторська дисертація виконана у відділі мікроконтактної спектроскопії Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б.І. Веркіна НАН України, м. Харків.

Рекомендовано до захисту «12» серпня 2025 року.

Здобувач має 40 наукових публікацій за темою дисертації, з них 22 статті у наукових фахових виданнях, 18 матеріалів та тез конференцій.

Опоненти:

Таренков Володимир Юрійович, доктор фізико-математичних наук за спеці спеціальністю 01.04.22 – надпровідність (фізико-математичні науки), старший науковий співробітник, старший науковий співробітник відділу фізики високих тисків та перспективних технологій Донецького фізико-технічного інституту ім. О.О. Галкіна Національної академії наук України

дав позитивний відгук із зауваженнями:

1. У тексті дисертації подекуди трапляються описки та стилістичні огріхи. Загалом робота написана чітко й послідовно, однак іноді використання надто довгих і складних речень ускладнює сприйняття матеріалу;

2. У роботі представлено дослідження низькотемпературної теплоємності рідкісноземельних боридів родію з диспрозієм. Водночас не проведено виокремлення фононного, електронного та магнетонного внесків у теплоємність. За допомогою цього можна було би спробувати оцінити величину надпровідної щільності в цих сполуках;

3. У роботі наведено результати досліджень андреєвського відбиття в низці надпровідників методом реєстрації мікроконтактних спектрів перших похідних вольт-амперних характеристик. Водночас не подано графіків вольт-амперних характеристик у надпровідному стану, що дало б змогу оцінити надлишковий струм і користуючись відомим співвідношенням $I_{exc} = \frac{4 \Delta_{eff}}{3 e R_N}$ між

надлишковим струмом та енергетичною щільністю, порівняти ці дані з вимірами похідних характеристик контактів. Крім того, не побудовано температурних та польових залежностей надлишкового струму, які є важливими при дослідженні надпровідників з нетрадиційним механізмом надпровідного спарювання.

Касаткін Олександр Леонідович, доктор фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла (фізико-математичні науки), старший дослідник, провідний науковий співробітник відділу надпровідності Інституту металофізики ім. Г.В. Курдюмова Національної академії наук України

дав позитивний відгук із зауваженнями:

1. На Рис. 2.10 показана температурна залежність показника n степеневій функції, що описує вимірювану частотну залежність поверхневого опору MgB_2 $R_S(f) \sim f^n$ в радіочастотному діапазоні. Отримана залежність $n(T)$ потребує більш детального аналізу і пояснень, оскільки зазвичай на високих частотах у надпровідниках має місце степенева залежність поверхневого опору із показниками $n(T) = 2$ при $T < T_c$ та $n(T) = 0,5$ при $T > T_c$ (в нормальному стані);

2. На Рис. 4.9 зображені мікроконтактні спектри отримані в експерименті на контакті $Gd_{0,5}Pb_{0,5}Mo_6S_8$ –Ag і теоретична залежність в рамках теорії БТК з параметрами, що вибиралися для кращого фітування експерименту. Проте, як видно з цього рисунку, фітування далеко від ідеального, і тому постає питання: наскільки вірно визначений параметр щільності Δ , тим більш, що він виявився аномально малим ($2\Delta / k_B T_c \approx 3,1$, що є

меншим за БКШ величину 3,52 для традиційних надпровідників зі слабким зв'язком);

3. В розділі 5 досліджено мікроконтактні спектри надпровідного пніктиду в контакті $\text{Au-EuFeAsO}_{0,85}\text{F}_{0,15}$, і шляхом фітування теоретичною залежністю моделі БТК визначено величину двох надпровідних щілин – Δ_s та Δ_l . На сторінці 187 дисертації сказано, що для різних контактів ці щілини при низьких температурах варіювались в широких інтервалах, а саме: $2\Delta_s / k_B T_c = 2,2-4,7$ та $2\Delta_l / k_B T_c = 5,1-11,7$. Тому виникає питання: для яких значень щілин з цих інтервалів побудовані температурні залежності, представлені на Рис. 5.12 та Рис. 5.13, і чи будуть ці залежності такими ж для інших контактів з іншими значеннями щілин Δ_s та Δ_l . Окрім того, на цих рисунках пунктиром показано «теорію БКШ». При цьому, мабуть, мається на увазі функція БКШ, помножена на якийсь нормуючий коефіцієнт, оскільки для цих кривих $2\Delta(0) / k_B T_c$ відмінна від значення 3,52, передбаченого теорією БКШ;

4. В розділі 6 досліджується співіснування надпровідності і магнітного упорядкування – феримагнітного та антиферомагнітного (при низьких температурах) в сполуці $\text{Dy}_{0,8}\text{Y}_{0,2}\text{Rh}_4\text{B}_4$. При цьому, робиться припущення про триплетний характер надпровідного стану. Таке припущення виглядає дуже цікавим, проте потребує більш ретельного аналізу і доказів, зокрема – в процесах, пов'язаних із переносом спіну надплинним струмом. Між тим, на мій погляд, представлена на Рис. 6.12 немонотонна залежність параметра порядку Δ від магнітного поля, з максимумом в полі $H_{\max}$, теж може розглядатись як аргумент на користь триплетного спарювання;

5. В розділі 7 немонотонна (із максимумом) залежність параметра порядку $\Delta(H)$ від магнітного поля за температури $T = 1,6$ К, представлена на Рис. 7.11 для сполуки $\text{Dy}_{0,6}\text{Y}_{0,4}\text{Rh}_{3,85}\text{Ru}_{0,15}\text{B}_4$, на мій погляд, теж може бути пов'язана із триплетним куперівським спарюванням, для якого магнітне поле в певному інтервалі значень може бути сприятливим для утворення триплетних куперівських пар. Однак, як і у попередньому розділі для спорідненої сполуки $\text{Dy}_{0,8}\text{Y}_{0,2}\text{Rh}_4\text{B}_4$, доказ існування триплетного спарювання потребує більш глибокого аналізу і додаткових експериментів із переносу спіну надплинним струмом.

Гриб Олександр Миколайович, доктор фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.22 – надпровідність, професор кафедри фізики низьких температур фізичного факультету Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна

дав позитивний відгук із зауваженнями:

1. На мій погляд, автор у підрозділі 2.5 недостатньо проаналізував, до яких фізичних ефектів приводить перехід від піппардівської нелокальної межі до лондонівської локальної межі у дибориді магнію MgB_2 (наприклад, оцінки глибини проникнення магнітного поля). Такі оцінки представляли б наукову цінність, оскільки є можливість описати неперервний перехід між локальними та нелокальними межами з використанням експериментальних параметрів;

2. У підрозділі 5.4 при описі спектрів точкових контактів $\text{Au-EuFeAsO}_{0,85}\text{F}_{0,15}$ з однощілинними та двощілинними характеристиками автор не вказує, чи є чіткі умови експерименту, при яких мікроконтактний спектр $\text{Au-EuFeAsO}_{0,85}\text{F}_{0,15}$ є однощілинним, а при зміні цих умов спектр стає двох щілинним;

3. Одним з висновків розділу 3 дисертації є твердження, що аномальна поведінка температурної залежності електричного опору матеріалу $\text{Bi}_{95,69}\text{Mn}_{3,69}\text{Fe}_{0,62}$ в порівнянні з чистим вісмутом зумовлена впливом внутрішнього магнетизму αBiMn фази на електропровідність вісмутової матриці і може бути пояснена в рамках багатозонної теорії. У розділі 3.5 дисертації автор наводить досить повний опис багатозонної структури вісмуту, причому цей опис доведено до чисельних значень енергій. Однак, автор не використовує наведеного опису для побудови своєї моделі процесу, а тільки обмежується наведеним вище твердженням про можливість такого пояснення. Пояснення виглядає правдоподібно, але чисельна модель процесу значно укріпила би висновки розділу 3;

4. На мій погляд, автор міг би у вступних підрозділах розділів дисертації навести основні положення теорій нетрадиційного спарювання. Я вважаю, що такий опис сприяв би кращому розумінню матеріалу, викладеному у дисертації;

5. На мій погляд, в підрозділі дисертації 2.2, при описі структурної нестійкості у ґратці MgB_2 поблизу температури надпровідного переходу, умови експерименту не указані чітко. Зокрема, не указано, чи була можливість вимірювати зміни обох параметрів ґратки a та c послідовно, але протягом одного циклу вимірів. Такі виміри дозволили б узнати, чи існує кореляція між змінами параметрів ґратки a та c (наприклад, якщо параметр a збільшується, то параметр c може також якось змінюватись). Такі дані допомогли би описати механізм появи структурної нестійкості.

У дискусії взяли участь члени докторської ради:

Геннадій КАМАРЧУК, доктор фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – дав позитивну оцінку без зауважень.

Сергій ШЕВЧЕНКО, доктор фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – дав позитивну оцінку без зауважень.

Валерій ЯМПОЛЬСЬКИЙ, доктор фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – дав позитивну оцінку без зауважень.

Михайло БОГДАН, доктор фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.02 – дав позитивну оцінку без зауважень.

Юрій ПАШКЕВИЧ, доктор фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – дав позитивну оцінку без зауважень.

Та присутні на захисті докторської дисертації фахівці:

Андрій СОЛОВЙОВ, доктор фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – дав позитивну оцінку без зауважень.

При проведенні таємного голосування виявилось, що із 18 членів докторської ради, які взяли участь у голосуванні (з них 6 докторів наук за профілем дисертації), проголосували:

«За» – 18 членів докторської ради,

«Проти» – немає членів докторської ради,
недійсних бюлетенів немає.

ВИСНОВОК

спеціалізованої вченої ради Д 64.175.02 Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б.І. Веркіна Національної академії наук України щодо дисертації **Терехова Андрія Валерійовича** «Електронні, магнітні та надпровідні властивості мультифункціональних матеріалів на основі перехідних та рідкісноземельних елементів», що подається на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла (фізико-математичні науки).

Дисертацію **Терехова Андрія Валерійовича** присвячено вирішенню актуальної наукової проблеми сучасної фізики твердого тіла – встановленню впливу внутрішнього магнетизму та багатозонної електронної структури на походження аномальних електричних властивостей та нетрадиційних механізмів надпровідності у мультифункціональних матеріалах на основі перехідних і рідкісноземельних елементів в залежності від температури та магнітного поля.

1. Остаточне формулювання наукового завдання, за вирішення якого здобувач заслуговує на присудження наукового ступеня: Встановлення впливу внутрішнього магнетизму та багатозонної електронної структури на

походження специфічних електричних властивостей та нетрадиційних механізмів надпровідності у мультифункціональних матеріалах на основі перехідних і рідкісноземельних елементів.

2. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, виконаною у відділі мікроконтактної спектроскопії Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б.І. Веркіна Національної академії наук України згідно тематичних планів ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України та в рамках науково-дослідних робіт відомчої тематики Національної академії наук України, а також в ході реалізації міжнародного проєкту міжакадемічного співробітництва – спільних українсько-польських дослідницьких проєктів, що виконувалися в рамках Протоколу про наукове співробітництво між Польською академією наук і Національною академією наук України в 2009–2017 рр. та в рамках міжнародного проєкту «Квантова динаміка в нових халькогенідних матеріалах і пристроях» (УНТЦ № 7120, термін виконання 2024–2026 рр.).

3. Актуальність теми дисертаційної роботи і отриманих наукових результатів зумовлена важливістю розв’язання кола невирішених важливих питань щодо ефектів, пов’язаних із механізмами надпровідного спарювання та співіснуванням надпровідності і магнетизму в рідкісноземельних боридах, потрійних халькогенідах та високотемпературних надпровідниках на основі заліза, та електронних явищ гігантського магнітоопору та поверхневого опору в твердих розчинах Ві-Mn та дибориді магнію, що не лише поглибить фундаментальні знання в фізиці твердого тіла, але й створить передумови для практичного застосування даних мультифункціональних матеріалів в сучасній електроніці, спінтроніці та квантових технологіях.

4. Найбільш суттєві наукові результати, отримані особисто здобувачем, і їх новизна. У дисертаційній роботі проведено всебічне виявлення та вивчення – за допомогою комплексних досліджень із використанням сучасного обладнання – взаємозв’язків між магнітною та електронною підсистемами, а також з’ясування причин появи нетрадиційної надпровідності, супутніх їй явищ, фазових перетворень і гігантського магнітоопору в сучасних матеріалах на основі перехідних і рідкісноземельних елементів. Наукові результати, які отримані здобувачем в рамках дисертаційного дослідження, є оригінальними та включають наступні найсуттєвіші здобутки:

- Виявлено аномальну поведінку температурних залежностей електроопору, гігантський додатний магнітоопір та сильну анізотропію електричного транспорту в твердому розчині $\text{Bi}_{95,69}\text{Mn}_{3,69}\text{Fe}_{0,62}$, що пояснено в рамках багатозонної теорії впливом внутрішнього магнетизму фази $\alpha\text{-BiMn}$ на електропровідність вісмутової матриці.

- Виявлено аномальну поведінку температурної залежності верхнього критичного поля для сполуки з високим вмістом гадолінію $\text{Gd}_x\text{Pb}_{1-x}\text{Mo}_6\text{S}_8$ ($x = 0,9$), яка є непритаманною надпровідникам з ізотропним s-хвильовим куперівським спарюванням та слабкою електрон-фононою взаємодією.

- Встановлено методом мікроконтактної спектроскопії андреєвського відбиття, що в $\text{Gd}_{0,5}\text{Pb}_{0,5}\text{Mo}_6\text{S}_8$ реалізується механізм надпровідного спарювання, відмінний від характерного для традиційних надпровідників.

- Спостережено аномальну температурну залежність верхнього критичного поля для $\text{EuFeAsO}_{0,85}\text{F}_{0,15}$ у слабких полях, яка принципово відрізняється від залежностей в класичних надпровідниках, вказуючи на специфічний механізм надпровідності в цьому матеріалі.

- Встановлено наявність одно- та двоцілинних спектрів андреєвського відбиття в точкових контактах $\text{Au-EuFeAsO}_{0,85}\text{F}_{0,15}$, що обумовлено наявністю анізотропної $s_{\pm}$ -симетрії надпровідного параметра порядку в цій сполуці.

- Доведено, що в рідкісноземельних боридах родію $\text{Dy}_{1-x}\text{Y}_x\text{Rh}_4\text{B}_4$ ($x = 0, 0,2, 0,4$ та $0,6$) та $\text{Dy}_{0,6}\text{Y}_{0,4}\text{Rh}_{3,85}\text{Ru}_{0,15}\text{B}_4$ перехід в надпровідний стан відбувається з феримагнітного або феромагнітного, а зі зниженням температури відбувається перехід в антиферомагнітний стан без руйнування надпровідності.

- Виявлено аномальну поведінку верхнього критичного поля та надпровідної щільності від температури і магнітного поля в рідкісноземельних боридах родію $\text{Dy}_{1-x}\text{Y}_x\text{Rh}_4\text{B}_4$ ($x = 0, 0,2, 0,4$ та $0,6$), $\text{Dy}_{0,6}\text{Y}_{0,4}\text{Rh}_{3,85}\text{Ru}_{0,15}\text{B}_4$ та $\text{Dy}_{1-x}\text{Er}_x\text{Rh}_{3,8}\text{Ru}_{0,2}\text{B}_4$ ($x = 0, 0,2$ та $0,4$), непритаманну звичайним синглетним надпровідникам, що свідчить про існування нетрадиційного механізму надпровідного спарювання.

- Виявлено ефект Воллебена (“парамагнітний” ефект Мейснера) нижче температури надпровідного переходу в рідкісноземельних боридах родію, як в магнітних сполуках $\text{Dy}_{1-x}\text{Y}_x\text{Rh}_4\text{B}_4$ ($x = 0,2, 0,3, 0,4$ та $0,6$), так і в немагнітному матеріалі – YRh_4B_4 .

- У дибориді магнію MgB_2 виявлено перехід від піппардівської нелокальної межі при температурах, значно нижчих за критичну температуру надпровідного переходу, до лондонівської локальної межі поблизу цієї температури.

Усі наукові результати та положення дисертації є новими. Наукові положення і результати, які виносилися на захист у кандидатській дисертації Терехова Андрія Валерійовича «Особливості термодинамічних, електричних і магнітних властивостей потрійних сполук із структурою ThMn_{12} » у 2007 році за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла, не винесено повторно на захист у його докторській дисертації.

5. Обґрунтування і достовірність отриманих наукових результатів та висновків забезпечується застосуванням загальноприйнятих та добре перевірених експериментальних методів вивчення фізичних властивостей досліджених матеріалів, як на сучасних установках у відомих наукових центрах, так і на установках у відділі, які були оснащені сучасним обладнанням з можливістю проводити виміри в автоматизованому режимі. Крім того, для детального вивчення фізичних властивостей мультифункціональних матеріалів на основі рідкісноземельних та перехідних елементів та обґрунтування природи виявлених ефектів та явищ використано комплексний підхід з залученням сучасних теплових, електричних, магнітних методів дослідження та застосовано мікроконтактну спектроскопію андреевського відбиття для вивчення надпровідних характеристик. Експериментальні залежності вимірюваних фізичних характеристик оброблялись в рамках загальноприйнятих та добре перевірених теорій фізики твердого тіла, магнетизму та надпровідності. У дисертації додатково проаналізовано експериментальні та теоретичні публікації з провідних наукових журналів, що підтверджують та інтерпретують отримані результати.

Основні наукові результати дисертації Терехова А.В. викладено у **40 наукових працях**, з них:

- **22 статті** опубліковані у провідних наукових фахових міжнародних та вітчизняних наукових виданнях, з яких віднесені до другого квартилю (**Q2**) – **3 статті**, до третього квартилю (**Q3**) – **17 статей** відповідно до класифікації SCImago Journal & Country Rank; у наукових періодичних виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, опубліковано – 2 статті. Одна стаття опублікована без співавторів;

- **18 тез наукових доповідей** опубліковано в матеріалах наукових конференцій.

6. Наукове значення результатів роботи полягає у вирішенні важливої наукової проблеми, пов'язаної з встановленням впливу внутрішнього магнетизму та багатозонної електронної структури на походження специфічних електричних властивостей та нетрадиційних механізмів надпровідності у мультифункціональних матеріалах на основі перехідних і рідкісноземельних елементів. Отримані результати є важливими з точки зору розвитку фізики твердого тіла, зокрема, напрямків, пов'язаних з дослідженнями височастотних параметрів в нових надпровідниках, надпровідності в складних сполуках з магнітним впорядкуванням та систем з гігантським магнітоопором. Отримані результати формують основу для прогнозування та конструювання новітніх перспективних матеріалів із керованими властивостями для спінтроники й квантових обчислень.

7. Практичне значення отриманих результатів. Результати дисертаційної роботи Терехова А.В. мають значну практичну цінність.

Так, рідкісноземельні бори́ди родію з диспрозієм: $Du_{1-x}Y_xRh_4B_4$, $Du_{0,6}Y_{0,4}Rh_{3,85}Ru_{0,15}B_4$, $Du_{1-x}Er_xRh_{3,8}Ru_{0,2}B_4$ ($x = 0, 0,2, 0,4$) та халькогеніди молібдену з гадолінієм $Gd_xPb_{1-x}Mo_6S_8$ ($x = 0,5, 0,7$ та $0,9$) завдяки співіснуванню в них надпровідності та магнетизму, нетривіальній поведінці надпровідних параметрів можуть бути кандидатами в триpletні надпровідники, які можуть використовуватись в спінтроніці внаслідок бездисипативного переносу струму поляризованими за спіном куперівськими парами. Також tripletні надпровідники можуть бути використані для створення станів Майорани (стабільних у часі та стійких до зовнішніх впливів), які пропонується використовувати при розробці топологічних квантових комп'ютерів. Всебічне дослідження пніктиду $EuFeAsO_{0,85}F_{0,15}$ та дибориду магнію MgB_2 є важливим з точки зору пошуку матеріалів з високими температурами надпровідного переходу та високими критичними магнітними полями, завдяки чому їх можна буде використовувати для розробки пристроїв з розширеним функціоналом, застосуванні в машинобудуванні, енергетиці, космічній та інших галузях. Високі значення магнітоопору та коерцитивної сили можуть сприяти використанню твердого розчину $Bi_{95,69}Mn_{3,69}Fe_{0,62}$ одночасно в якості датчика магнітного поля та як високотемпературного постійного магніту, який може замінити при температурі вище кімнатної дорогавартісні магніти на базі рідкісноземельних елементів. Крім того, цей матеріал може використовуватись в новій галузі електроніки – велітроніці (*valleytronics*), в якій передбачається керувати таким ступенем свободи як долини в енергетичному спектрі носіїв заряду, локальні максимуми/мінімуми у валентній зоні або зоні провідності багатодолинних напівпровідників та напівметалів. Пропонується створювати на базі подібних речовин кубіти для квантових комп'ютерів.

8. Рекомендації щодо подальшого використання отриманих у роботі результатів. Результати та висновки дисертаційного дослідження Терехова А.В. можуть бути використанні в галузях фізики твердого тіла, надпровідності, магнетизму та інших споріднених наукових галузях. Зокрема, виявлення нетрадиційної надпровідності, гігантського магнітоопору та особливостей поведінки провідних властивостей високотемпературного надпровідника MgB_2 в радіочастотному діапазоні нижче переходу в надпровідний стан формують основу для прогнозування та конструювання новітніх перспективних матеріалів із керованими властивостями для наноелектроніки, спінтроніки й квантових обчислень.

Результати роботи рекомендуються для використання в таких наукових та навчальних установах, як Інститут фізики НАН України (м. Київ), Інститут

радіофізики і електроніки ім. О.Я. Усикова НАН України (м. Харків), Київський національний університет імені Тараса Шевченка (м. Київ), Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна (м. Харків), Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова Національної академії наук України (м. Київ), Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (м. Харків), Донецький фізико-технічного інститут ім. О.О. Галкіна Національної академії наук України (м. Київ), Львівський національний університет імені Івана Франка (м. Львів) та інших наукових установах, в яких проводяться дослідження фізичних властивостей сучасних мультифункціональних матеріалів та їхнє практичне використання.

9. Оцінка мови і стилю дисертації. Відповідність дисертації визначеній спеціальності. Дисертація Терехова А.В. має логічну побудову та викладена аргументовано. Наукові положення і висновки дисертації узгоджуються зі змістом досліджень. Мова і стиль дисертації не викликають суттєвих зауважень. Зміст дисертації повністю відповідає спеціальності 01.04.07 – фізика твердого тіла.

10. Відповідність дисертації вимогам Порядку присудження наукових ступенів.

Дисертаційна робота Терехова Андрія Валерійовича «Електронні, магнітні та надпровідні властивості мультифункціональних матеріалів на основі перехідних та рідкісноземельних елементів» є завершеним та комплексним науковим дослідженням, виконаним на високому науковому рівні та не містить ознак плагіату або наукових фальсифікацій. Зміст дисертації повністю відповідає спеціальності 01.04.07 – фізика твердого тіла. Реферат та висновки дисертації розкривають зміст проведених досліджень і основні наукові положення дисертації.

За актуальністю, новизною та достовірністю, а також за науковим та практичним значенням отриманих результатів, повнотою їх опублікування та особистим внеском здобувача дисертаційна робота Терехова А.В. цілком відповідає всім вимогам п. 7–9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету міністрів України від 17 листопада 2021 р., №1197 «Деякі питання присудження (позбавлення) наукових ступенів» (із змінами, внесеними згідно з Постановами Кабінету міністрів України № 502 від 19.05.2023 та № 507 від 03.05.2024), та вимогам до оформлення дисертації, затвердженими наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 №40 (зі змінами), щодо докторських дисертацій, а її автор Терехов Андрій Валерійович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла.

На підставі результатів таємного голосування та прийнятого висновку спеціалізована вчена рада присуджує **Терехову Андрію Валерійовичу** науковий ступень доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла.

Головуючий на
засіданні спеціалізованої
вченої ради з присудження
наукового ступеня доктора
наук

Д 64.175.02
(шифр ради)




Олександр ДОЛБИН
(підпис)

Вчений секретар
Спеціалізованої вченої
ради з присудження
наукового ступеня доктора
наук


Володимир САГАН
(підпис)

«14» жовтня 2025 року