

Рішення
разової спеціалізованої вченої ради
про присудження ступеня доктора філософії

Здобувачка ступеня доктора філософії Марина ГОЛЯТКІНА, 1996 року народження, громадянка України, освіта вища: закінчила у 2019 році Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» за спеціальністю «Прикладна фізика та наноматеріали», працює асистентом кафедри загальної фізики та моделювання фізичних процесів Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти і науки України, м. Києв, виконала акредитовану освітньо-наукову програму «Фізика».

Разова спеціалізована вчена рада, утворена наказом ректора Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти і науки України, м. Київ, від «21» квітня 2025 року № НСВС/28/25, у складі:

Голови разової

спеціалізованої вченої ради – Оксани ГОРОБЕЦЬ, д.ф.-м.н., проф., професора кафедри загальної фізики та моделювання фізичних процесів Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» МОН України.

Рецензентів –

Юрія ДЖЕЖЕРІ, д.ф.-м.н., проф., професора кафедри загальної фізики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» МОН України,

Віктора КАЛИТИ, д.ф.-м.н., проф., професора кафедри загальної фізики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» МОН України,

Офіційних опонентів –

Володимира ГОЛУБА, д.ф.-м.н., с.н.с., завідувача відділу теорії магнітних явищ та магнітної динаміки конденсованих середовищ Інституту магнетизму імені В.Г. Бар'яхтара НАН України,

Андрія КОНЧИЦЯ, д.ф.-м.н., с.н.с., провідного наукового співробітника відділу оптики і спектроскопії Інституту фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України,

на засіданні «27» червня 2025 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 10 Природничі науки Марині ГОЛЯТКІНІЙ на підставі публічного захисту дисертації «Електрофізичні та магнітні властивості домішок і дефектів у вуглецевомістких аморфних та монокристалічних матеріалах» за спеціальністю 104 «Фізика і астрономія».

Дисертацію виконано у Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти і науки України, м. Київ.

Науковий керівник Дарія САВЧЕНКО д.ф.-м.н., доц., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» МОН України, завідувач кафедри загальної фізики та моделювання фізичних процесів.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису українською мовою, який повністю відповідає вимогам до оформлення дисертації, затвердженим Наказом МОН України від 12.01.2017 р., № 40.

Наукова новизна дисертації полягає в наступному:

1. Вперше проведено комплексне дослідження впливу домішки германію на електронні та магнітні властивості безводневих алмазоподібних вуглецевих тонких плівок за допомогою методу ЕПР в діапазоні частот Х-діапазону в широкому діапазоні температур від 5 К до 295 К. Виявлено особливості спінової динаміки та магнітного впорядкування в цих матеріалах.

2. Вперше проведено аналіз спектрів електрично-детектованого магнітного резонансу у 6H-SiC з високим вмістом азоту. Виявлено зв'язок між концентрацією домішок та електронним транспортом.

3. Вперше встановлено природу спінового обміну між локалізованими та делокалізованими електронами у 4H-SiC, досліджено електропровідність матеріалу.

Здобувачка має 7 наукових публікацій за темою дисертації, з них 3 статті у періодичних наукових фахових виданнях проіндексованих у базах Scopus та Web of Science Core Collection віднесених до квартилів Q1 – Q3; 4 тези виступів на наукових конференціях:

1. Holiatkina, M., Solodovnyk, A., Laguta, O., Neugebauer, P., Kalabukhova, E., & Savchenko, D. (2024). Nature of electrically detected magnetic resonance in highly nitrogen-doped 6H-SiC single crystals. *Phys. Rev. B*, 110(12), 125205. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.110.125205>;

2. Holiatkina, M., Pöppel, A., Kalabukhova, E., Lančok, J., & Savchenko, D. (2023). Spin exchange dynamics in 4H-SiC monocrystals with different nitrogen donor concentrations. *Journal of Applied Physics*, 134(14), 145702. <https://doi.org/10.1063/5.0172320>;

3. Holiatkina, M., Savchenko, D., Kocourek, T., Prokhorov, A., Lančok, J., & Kalabukhova, E. (2023). ESR study of hydrogen-free germanium-doped diamondlike carbon films. *Physica Status Solidi B*, 260(2), 2200155. <https://doi.org/10.1002/pssb.202200155>.

У дискусії взяли участь голова, рецензенти та офіційні опоненти та висловили зауваження:

Голова разової спеціалізованої ради д.ф.-м.н., професор **Горобець О. Ю.:**

«1. Описуючи наукову новизну роботи, авторка використовує формулювання «вперше проведено». Але це є описом дій, які виконувались під час роботи, тобто таке формулювання не дає розуміння про виявлення конкретних закономірностей або нових принципів чи механізмів.

2. Які взаємодії враховувались у спіновому Гамільтоніані? Чи враховувалась спин-орбітальна взаємодія, чи вона вважалась нехтовно малою?»

Рецензент д.ф.-м.н., професор **Джежеря Ю. І.:** «На рисунку, де наводиться обернена магнітна сприйнятливості, у співставленні із відповідною формулою при збільшенні температури ріст оберненої сприйнятливості повинен сповільнюватися і виходити на насичення до величини $1/\chi_0$. Але у теоретичних кривих спостерігається прискорене зростання при збільшенні температури. Це залежить від діапазону, у якому проводились дослідження?»

Рецензент, д.ф.-м.н., професор **Калита В. М.:** «1. Авторкою було сказано, що спектр ЕПР для DLC-плівок типовий, проте в результаті з'ясувалося, що типовим спектр не є – у цьому й полягало досягнення роботи: при переході до низьких температур спостерігались триплети.

2. Формула залежності положення резонансного магнітного поля від температури при розкритті дужок дає перенормування парамагнітної температури на S^* . Це, можливо, вказує, що методика визначення парамагнітної сприйнятливості має обмеження при низьких температурах.

3. За формулою залежність ширини одиночної лінії спектра ЕПР для DLC-плівок прямо пропорційна температурі, а на відповідному рисунку – лінійна (це допускається, але все ж є неточністю).

4. Варто було б детальніше описати обмінну взаємодію між локалізованими та делокалізованими електронами. Справа в тім, що хвильові функції вільного та локалізованого електронів у матеріалі перекриваються. І якщо для DLC-плівок спостерігається велика парамагнітна температура, то два електрони з антиферомагнітним обміном дадуть щось на кшталт димера зі спіном $S = 0$. Складається враження, що в досліджуваному матеріалі може утворитися щось на кшталт локальної квазічастинки з повним спіном $S = 0$ – аналог Ван-флеківської парамагнітної системи. Тоді дійсно парамагнітна сприйнятливості буде не 0, як і спостерігалось у роботі, бо Ван-флеківські магнетики мають ненульову сприйнятливості навіть за $T = 0$.

5. Спіновий Гамільтоніан у авторки записаний для локалізованих станів. Тому, фактично, не можна бачити вплив нелокалізованих спінів. Відомо що в літературі використовується саме такий Гамільтоніан, як використано в роботі, але таке питання в науковому дослідженні все ж має виникати.
6. Авторка зазначає, що у 4Н та 6Н політипах SiC донори азоту займають кубічну та гексагональну позицію. У доповіді варто було б зазначити, що триплет у спектрах ЕПР SiC виникає саме через вплив гексагональних, одновісних, позицій азоту.
7. Внесок Паулі у спінову сприйнятливість для напівпровідників все-таки повинен залежати від температури.
8. У публікаціях за темою дисертації оговорювалось, що сприйнятливість є мікрохвильовою. Тоді те ж саме необхідно оговорювати й для провідності.
9. Варто було б вказати, що обмінний зв'язок локалізованих електронів відбувається через електрони в зоні Фермі, оскільки концентрації домішок є маленькими й напряду перекриття хвильових функцій локалізованих електронів не відбувається.
10. Розглядався SiC двох політипів: 4Н та 6Н. Наскільки структура впливає на спектри?»

Офіційний опонент д.ф.-м.н. **Голуб В. О.**: «Наскільки зрозуміло, у роботі був використаний ЕПР із Ханівським (двоімпульсним) спіновим ехо. А чи використовувались також одноімпульсне та триімпульсне ехо для отримання значень спінової релаксації?»

Офіційний опонент д.ф.-м.н. **Кончиць А. А.**: «У доповіді оговорювалось, що товщина зразків є більшою за глибину проникнення мікрохвиль. Тоді потрібно також оговорювати й провідність зразків.»

Результати відкритого голосування:

«За» – 5 членів ради,

«Проти» – немає.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує Марині ГОЛЯТКІНІЙ ступінь доктора філософії з галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 104 «Фізика і астрономія»

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової спеціалізованої
вченої ради

Оксана ГОРОБЕЦЬ

Учений секретар
КПШ ім. Ігоря Сікорського



Валерія ХОЛЯВКО