

РІШЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ ВЧЕНОЇ РАДИ ПРО ПРИСУДЖЕННЯ СТУПЕНЯ ДОКТОРА ФІЛОСОФІЇ

Спеціалізована вчена рада ДФ 35.051.099 Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, м. Львів, прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки» на підставі прилюдного захисту дисертації «Термодинаміка чорних дір з нелінійними матеріальними полями» за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія» 10 травня 2023 року.

Татарин Михайло Богданович, 22.07.1994 року народження, громадянин України, освіта повна вища. У 2018 році закінчив Львівський національний університет імені Івана Франка і здобув ступінь магістра за спеціальністю «Фізика та астрономія» та отримав кваліфікацію магістра фізики, викладача фізики.

З 12.09.2018 по 11.09.2022 року навчався в аспірантурі кафедри теоретичної фізики імені професора Івана Вакарчука Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, м. Львів (денна форма навчання).

Працює вчителем фізики Львівського фізико-математичного ліцею-інтернату при Львівському національному університеті імені Івана Франка, м. Львів, з вересня 2022 року по цей час

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

Науковий керівник: **Стецько Микола Миколайович**, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри теоретичної фізики імені професора Івана Вакарчука Львівського національного університету імені Івана Франка, м. Львів.

Здобувач має 10 наукових публікацій за темою дисертації, з них 3 статті у періодичних наукових виданнях інших держав, 0 статей у наукових фахових виданнях України, 0 монографій:

1. M. B. Tataryn, M. M. Stetsko. Three-dimensional static black hole with Λ and nonlinear electromagnetic fields and its thermodynamics. *International Journal of Modern Physics D*. Vol. 28, 1950160 (2019).
2. M. B. Tataryn, M. M. Stetsko. Three-dimensional slowly rotating black hole in Einstein-power-Maxwell theory. *International Journal of Modern Physics D*. Vol. 29, 2050111 (2020).
3. M. B. Tataryn, M. M. Stetsko. Thermodynamics of a static electric-magnetic black hole in Einstein-Born-Infeld-AdS theory with different horizon geometries. *General Relativity and Gravitation*. Vol. 53, 72 (2021).

У дискусії взяли участь голова і члени спеціалізованої вченої ради та присутні на захисті фахівці:

1. Мелех Богдан Ярославович, доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, завідувач кафедри астрофізики Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, із зауваженням:

1) Незрозуміло, чи є фізичні обмеження на голі сингулярності у розв'язках моделей.

2. Заславський Олег Борисович, доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник фізико-технічного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна Міністерства освіти і науки України, надав позитивний відгук із зауваженнями:

1) Відповідно до Рис. 4.5 температура в моделі 3 може дорівнювати нулю. Це означає виникнення екстремальної чорної діри. Зазвичай такий стан є граничним між неекстремальною чорною дірою та голою сингулярністю. Про це в роботі не сказано нічого, відповідного аналізу немає.

2) Метрика моделі 3 описується формулою (4.24). Неясно, якими є умови існування горизонту, такий аналіз відсутній. Бажано було би бачити умову додатності маси в (4.25), але цього матеріалу немає.

3) Ефект Джоуля-Томсона у розглянутому контексті є чистою умовністю, яка не має фізичного сенсу (або принаймні такого сенсу не виявлено), оскільки зміна тиску еквівалентна зміні космологічної постійної. На ст. 97 сам дисертант каже, що розглядає його формально, але залишається незрозумілим, у чому полягає мотивація такого розгляду.

4) Не цілком зрозумілим є сенс маси, як її отримано, і яка “точка відліку” для її обчислення. У розв'язку Банадоса та ін. для $2+1$ чорних дір для маси, що прямує до нуля, горизонт зникає. Що ж відбувається тут, неясно, відповідний аналіз рівнянь (2.31) – (2.33) у роботі відсутній. Коректне визначення маси мало би включати аналіз поверхневих інтегралів у дії та гамільтоніані, подібно до того, як це було зроблено в роботі Банадоса та ін. [22]. На жаль, такий матеріал у дисертації відсутній.

5) У розділі 2 розглянуто модель чорної діри з повільним обертанням. Однак, при цьому термодинаміка в лінійному наближенні “не відчуває” обертання, так що залишається незрозумілим, як обертання може впливати на неї. Тут варто було би розглянути вищі порядки малості для обертання, чи зробити якісний аналіз обертання. Однак, такий матеріал у роботі відсутній.

3. Назаренко Андрій Володимирович, доктор фізико-математичних наук, провідний науковий співробітник відділу математичних методів в теоретичній фізиці Інституту теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова НАН України, надав позитивний відгук із зауваженнями:

1) Бракує пояснень щодо розглядуваного типу (мікроскопічних/макроскопічних) чорних дір і відповідних числових характеристик, що вимагає звернення до цитованої літератури.

2) У Моделі-2 (Розділ 3), для просторів зі сферичною, пласкою і гіперболічною топологією не вказана відмінність області визначення координати θ .

3) У виносці 32 (Розділ 3) некоректно сформульована границя відношення типу "0/0".

4) У Розділі 4 вартувало би проінтерпретувати в контексті (ступенів вільності) чорної діри ефект Джоуля–Томсона і фазовий перехід "рідина-газ", для ознайомлення з якими використовуються лише явища в газах.

5) Можна було б покращити підсумкову частину дисертації, уникаючи недоречних посилань на роботи інших авторів.

4. Пляцко Роман Михайлович, доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник відділу диференціальних рівнянь і теорії функцій Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України, надав позитивний відгук із зауваженнями:

1) Доцільно було б повніше аргументувати важливість дослідження тривимірних моделей, розглянутих у роботі, в контексті більш загального вивчення властивостей гравітації за умов $2+1$ розщеплення.

2) Основні висновки роботи можна було сформулювати більш лаконічно.

5. Новосядлий Богдан Степанович, доктор фізико-математичних наук, професор, головний науковий співробітник, директор Астрономічної обсерваторії Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, надав позитивну рецензію із зауваженнями:

1) У вступній частині здобувач недостатньо чітко описав практичну цінність роботи, не висвітлив пов'язаність отриманих результатів із сучасними чи майбутніми спостережними можливостями їхньої перевірки чи в застосуванні до передбачення нових спостережних ефектів.

2) На стор. 47 у кінці першого абзацу є вираз для радіуса горизонту подій: $r_+ = (m/|\Lambda|)^{1/2}$. У світі з $|\Lambda| \rightarrow 0$: $r_+ \rightarrow \infty$. Цей дивний результат ніяк не прокоментований.

3) У четвертому розділі у розв'язку (4.24) є неточність, пов'язана із знаком перед параметром кривини k : у 3-просторі з $k=-1$ у зовнішньому просторі ($r > r_+$) часова координата стає просторово-подібною, а горизонт подій чорної діри Шварцшільда ($\Lambda=0$, $\beta=0$) відсутній.

4) Висновки дисертації мали б містити стислий перелік основних результатів, які винесені на захист. Замість цього здобувач наводить результати інших авторів та свої результати з виділенням новизни, тобто обґрунтовує новизну своїх результатів, що мало б бути у вступній частині дисертації.

Загальна оцінка роботи і висновок. Дисертаційне дослідження **Татарина Михайла Богдановича** на тему «Термодинаміка чорних дір з нелінійними матеріальними полями» є самостійною та ґрунтовною науковою працею, що виконана з дотриманням вимог академічної доброчесності. У ній досліджено три теоретичні моделі чорних дір з нелінійними матеріальними полями у просторі-часі різних вимірностей та геометрії горизонту подій чорної діри в підході загальної теорії відносності. Отримано рівняння поля та їх розв'язки, з'ясовано фізичний зміст отриманих констант, а також вплив їх та параметрів нелінійності поля на термодинаміку чорних дір. Отримано розв'язки тривимірних чорних дір з логарифмічним та експоненційним електромагнітними полями. Отримано оригінальні розв'язки чорної діри з повільним обертанням для недиагональної метричної функції та магнітного поля у загальному випадку. Встановлено тривіальність тривимірних чорних дір відносно фазового переходу. Виявлено особливість термодинамічного критичного відношення чотиривимірної чорної діри з оригінальним полем Борна-Інфельда, куди параметр нелінійності та електрично-магнітний заряд чорної діри входять еквівалентно. Отримано умови існування ефекту Джоуля-Томсона для такої чорної діри.

За кількістю і рівнем публікацій, апробацією на наукових конференціях дисертація «Термодинаміка чорних дір з нелінійними матеріальними полями» відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 року «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» та «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44), а її автор, **Татарин Михайло Богданович**, заслуговує присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки» за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія».

Результати відкритого голосування:

«За» – 5 членів ради,

«Проти» – 0 членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування спеціалізована вчена рада ДФ 35.051.099 Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, м. Львів, присуджує **Татарину Михайлу Богдановичу** ступінь доктора філософії з галузі 10 «Природничі науки» за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія».

Голова спеціалізованої
вченої ради ДФ 35.051.099,
д-р фіз.-мат. наук,
ст. наук. співроб.


