

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації

Труша Олександра Вікторовича

«Теоретичне дослідження поширення швидкої магнітозвукової хвилі за останньою замкненою магнітною поверхнею токамака»,

яка подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

з галузі знань 10 Природничі науки

за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали

1. Оцінка роботи здобувача у процесі підготовки дисертації і виконання індивідуального плану навчальної та наукової роботи

Здобувач Труш Олександр Вікторович виконав у повному обсязі Індивідуальний план виконання освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії. Освітня програма в обсязі 40 кредитів ECTS виконана у повному об'ємі. Здобувач успішно склав заліки та іспити з наступних дисциплін: Філософські засади та методологія наукових досліджень, Іноземна мова для аспірантів (англійська), Підготовка наукових публікацій та презентація результатів досліджень, Інформаційні технології у прикладній фізиці, Актуальні проблеми сучасної прикладної фізики та наноматеріалів, Теоретична та прикладна фізика плазми.

У процесі навчання здобувач набув усіх компетентностей, теоретичних знань, вмінь і навичок, визначених Стандартом вищої освіти третього науково-освітнього рівня за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали.

Всі заплановані види робіт були виконані своєчасно. Здобувач плідно співпрацював з науковим керівником протягом усього терміну навчання в аспірантурі.

2. Обґрунтування вибору теми дослідження

Існуючі методи дають неточні результати. Тому запропонована у роботі методика дає можливість покращити точність у знаходженні точок повороту для

довгих хвиль і при цьому не є надто складною для розуміння. Тематика даного дослідження та здобуті результати становлять інтерес і для фундаментальної науки – фізики термоядерної плазми та математики звичайних диференціальних рівнянь; а також є актуальними для розуміння процесів за останньою замкненою магнітною поверхнею токамака, що може допомогти підвищити ефективність роботи токамаків і досягти кращої ефективності протікання термоядерних реакцій у плазмі, що знаходиться в магнітному полі, у принципі.

3. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

- 2020-2021 рр. НДР 19-13-19 МОН України «Фізичні механізми взаємодії електромагнітного випромінювання та потоків заряджених частинок із компонентами плазмово-технологічних пристроїв». № ДР 0119U002526.
- 2022 р. НДР № 17-13-22 МОН України «Магнітні властивості мезоскопічних систем із внутрішніми ступенями вільності». № ДР 0122U001575.

4. Особистий внесок здобувача

Дисертант активно займався пошуком та аналізом відповідної наукової літератури, яка стосувалась теми його дисертаційного дослідження. Конкретно, його робота спрямована на вивчення поширення електромагнітних хвиль у йонному циклотронному діапазоні частот у холодній неоднорідній плазмі без зіткнень за останньою замкненою магнітною поверхнею токамака. Окремо було проаналізовано методи знаходження точок відсічки та частот відсічки, розподіл густини плазми за останньою замкненою магнітною поверхнею токамака та поширення електромагнітних сигналів у цьому просторі, асимптотичні методи розв'язання диференціальних рівнянь для знаходження просторового розподілу електромагнітного поля, зокрема, метод вузького шару.

За співпраці з науковим керівником д. фіз.-мат. наук Гіркою І. О., а також доктором філософії В. Тіренсом дисертант провів широкий спектр досліджень, включаючи теоретичні аспекти та числове моделювання.

У наукових публікаціях, які були опубліковані спільно з іншими авторами, дисертанту належать наступні досягнення: виведення диференціальних рівнянь для знаходження просторового розподілу компонент електромагнітного поля, знаходження умов знаходження точок повороту для отриманих компонент, участь у чисельних розрахунках та побудові графіків цих залежностей, розв'язання диференціальних рівнянь для знаходження просторового розподілу компонент електромагнітного поля з використанням асимптотичних методів, зокрема, методу вузького шару, аналіз дисперсійного рівняння та його чисельне моделювання, аналіз та пояснення здобутих результатів, обробка отриманих даних, а також написання текстів статей та тез доповідей на основі цих досліджень.

5. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які захищаються

Сформульовані у дисертаційній роботі наукові положення, висновки та рекомендації ґрунтуються на теоретико-методологічних засадах фізико-математичних наук, узагальненні та уточненні поглядів та ідей провідних вітчизняних і зарубіжних учених, використанні системи загальнонаукових і спеціальних методів. У роботі здійснено аналіз значного обсягу наукової літератури, проведено численні теоретичні розрахунки та числові моделювання, наведено дані про апробацію результатів на науково-практичних конференціях. У цілому наукові результати, отримані в дисертації, є достовірними, науково обґрунтованими та доказовими.

6. Практичне значення одержаних результатів

Вивчення положення точок повороту становить фундаментальний фізичний і математичний інтерес. Запропонована у роботі методика дає можливість

покращити точність у знаходженні точок повороту і при цьому не є надто складною для розуміння та впровадження в розрахунки на існуючих токамаках. Це, а також і вивчення власних електромагнітних сигналів у діапазоні йонної циклотронної частоти, локалізованих поблизу Альфвенового резонансу за останньою магнітною поверхнею токамака, мають допомогти в аналізі процесів у розрідженій плазмі за останньою замкненою магнітною поверхнею токамака та відповідно підвищити ефективність нагрівання плазми та роботи токамаків у цілому.

7. Повнота викладення матеріалів дисертації в роботах, опублікованих автором

Основні положення дисертаційного дослідження висвітлено у 9 публікаціях, з них 2 – у наукових фахових виданнях.

Статті у фахових наукових виданнях:

1. Girka I.O., **Trush O.V.**, Tierens W. Three different spatial positions of fast magnetosonic wave component turning points. *Problems of Atomic Science and Technology. Series "Plasma Physics"*. 2024. No. 6. Pp. 86–91. [DOI: 10.46813/2024-154-014](https://doi.org/10.46813/2024-154-014)
2. Girka I.O., **Trush O.V.**, Tierens W. Eigen radio frequency signals localized at Alfven resonances in a tokamak scrape-off layer. *East European Journal of Physics*. 2025. No. 1. Pp. 79–90. [DOI: 10.26565/2312-4334-2025-1-07](https://doi.org/10.26565/2312-4334-2025-1-07)

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

1. **Труш О. В.**, Гнатюк С. В., Павленко І. В., Гірка І. О. Аналітичне та числове моделювання передвісників Зоммерфельда в ізотропній плазмі. *Українська конференція з фізики плазми та керованого термоядерного синтезу – 2021. 15–16 грудня 2021 р. Збірник анотацій: тези*. Київ, Україна, 2021. С. 50.
2. **Trush O. V.**, Girka I. O. Dynamic evolution of Sommerfeld precursors in an isotropic homogeneous plasma. *Academic and scientific challenges of diverse fields of knowledge in the 21st century. CLIL in action. 18 March 2022. Conference materials: article*. Kharkiv, Ukraine, 2022. Pp. 365–371.

3. **Труш О. В.,** Гірка І. О., Тіренс В. Просторові положення точок повороту компонент швидкої магнітозвукової хвилі в магнітоактивній плазмі. *3rd International Scientific and Practical Conference «Global Trends in the Development of Information Technology and Science»*. Секція: Фізико-математичні науки. 2–4 квітня 2025. *Collection of Scientific Papers: тези*. Стокгольм, Швеція, 2025. Рр. 295–297. DOI: 10.70286/isu-02.04.2025.
4. **Труш О. В.,** Гірка І. О., Тіренс В. Власні високочастотні сигнали, локалізовані в околі Альфвенових резонансів за останньою магнітною поверхнею токамака. *3rd International Scientific and Practical Conference «Modern Trends in the Development of Economy, Technology and Industry»*. Секція: Фізико-математичні науки. 9–11 квітня 2025. *Collection of Scientific Papers: стаття*. Торонто, Канада, 2025. Рр. 272–277. DOI: 10.70286/isu-09.04.2025.
5. **Trush O. V.,** Girka I. O., Tierens W. The cutoff positions for the fast magnetosonic wave field components in a nonuniform magnetized plasma. *II International Scientific and Technical Conference Named After V. Voyevodin «Problems of Modern Nuclear Power»*. 16–18 April. *Book of abstracts: abstract*. Kharkiv, Ukraine, 2025. P. 90.
6. **Труш О. В.,** Гірка І. О., Тіренс В. Власні високочастотні сигнали, локалізовані в околі Альфвенових резонансів за останньою магнітною поверхнею токамака. *XVIII Всеукраїнська науково-технічна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Фізика та тенденції сучасного світу»*. 1–3 травня. *Збірка тез: тези*. Харків, Україна, 2025. С. 3.
7. **Труш О. В.,** Гірка І. О., Тіренс В. Комп'ютерне моделювання фізичних процесів за останньою замкненою магнітною поверхнею токамака. *XI Всеукраїнська конференція з міжнародною участю «Сучасні проблеми експериментальної та теоретичної фізики та методики навчання фізики»*. 6–7 травня. *Матеріали конференції: тези*. Суми, Україна, 2025. С. 102–103.

Статті у фахових наукових виданнях, які додатково відображають наукові результати дисертації:

1. Pavlenko I., Girka I., **Trush O.**, Melnyk D., Velizhanina Ye. Plasma transient processes and plane wave formation in simulations by FDTD method. *IEEE*

Transactions on Antennas and Propagation. 2019. Vol. 67. No. 11. Pp. 6957–6964.
DOI: 10.1109/TAP.2019.2925156

2. Pavlenko I., Melnyk D., Velizhanina Ye., **Trush O.**, Girka I. Electromagnetic surface wave excitation and energy transport along a plane plasma boundary. *Problems of Atomic Science and Technology*. 2018. Vol. 118. Pp. 105–108. ISSN 1562-6016. ВАНТ
3. Pavlenko I., Girka I., **Trush O.**, Melnyk D. Exact analytical calculation and numerical modelling by finite-difference time-domain method of the transient transmission of electromagnetic waves through cold plasmas. *Journal of Plasma Physics*. 2020. Vol. 86. DOI: 10.1017/S0022377820000367
4. Pavlenko I.V., Girka I.O., **Trush O.V.**, Hnatiuk S.V. Time-domain calculation of forerunners in Drude dispersive media without collisions. *Physical Review A*. 2021. Vol. 104. No. 1. DOI: 10.1103/PhysRevA.104.013518

8. Апробація матеріалів дисертації

Основні наукові й практичні результати дисертаційної роботи оприлюднені та обговорені на: «Українській конференції з фізики плазми та керованого термоядерного синтезу - 2021» (Київ, Україна, 15-16 грудня, 2021 р.), «Academic and scientific challenges of diverse fields of knowledge in the 21st century. CLIL in action» (Харків, Україна, 18 березня, 2022 р.), 3rd International Scientific and Practical Conference «Global Trends in the Development of Information Technology and Science» (Стокгольм, Швеція, 2-4 квітня, 2025 р.), 3rd International Scientific and Practical Conference «Modern Trends in the Development of Economy, Technology and Industry» (Торонто, Канада, 9-11 квітня, 2025 р.), II International Scientific and Technical Conference Named After V. Voyevodin «Problems of Modern Nuclear Power» (Kharkiv, Ukraine, April 16-18, 2025), XVIII Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Фізика та тенденції сучасного світу» (Харків, Україна, 1–3 травня, 2025), XI Всеукраїнській конференції з міжнародною

участю «Сучасні проблеми експериментальної та теоретичної фізики та методики навчання фізики» (Суми, Україна, 6–7 травня, 2025).

9. Оцінка структури, мови та стилю дисертації

Матеріал дисертації викладено в логічній послідовності та доступно для сприйняття. Дисертація написана науковим стилем мовлення, структура дисертації відповідає алгоритму здійсненого автором дослідження. Зміст, структура, оформлення дисертації та кількість публікацій відповідають вимогам «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 12.01.2022 р. № 44), наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації».

10. Відповідність змісту дисертації спеціальності, за якою вона подається до захисту

За своїм фаховим спрямуванням, науковою новизною і практичною значимістю дисертаційна робота Труша О. В. «Теоретичне дослідження поширення швидкої магнітозвукової хвилі за останньою замкненою магнітною поверхнею токамака» повністю відповідає галузі знань 10 – «Природничі науки» та відповідає паспорту спеціальності 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали». Здобувачем повністю виконано освітню та наукову складову третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти.

11. Дотримання академічної доброчесності

На підставі вивчення тексту дисертації здобувача, наукових праць здобувача та Протоколу контролю оригінальності (перевірку наявності текстових запозичень виконано в антиплагіатній інтернет-системі Strikeplagiarism.com) встановлено, що

дисертаційна робота виконана самостійно, текст дисертації не містить плагіату, а дисертація відповідає вимогам академічної доброчесності.

12. Результати обговорення та проведення презентації. Рекомендація дисертації до захисту

Здобувач представив основні результати своєї дисертаційної роботи на розширеному засіданні кафедри прикладної фізики та фізики плазми ННІ «Фізико-технічний факультет» Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна щодо попередньої експертизи дисертації (витяг з протоколу № 8 розширеного засідання кафедри прикладної фізики та фізики плазми від 15.04.2025 року) у формі презентації та наукової дискусії після її завершення.

У рамках цього розширеного засідання було ухвалено одноголосно рекомендувати роботу здобувача Труша О. В. «Теоретичне дослідження поширення швидкої магнітозвукової хвилі за останньою замкненою магнітною поверхнею токамака» до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали.

Головуючий на розширеному засіданні
кафедри прикладної фізики та фізики
плазми, доктор фізико-математичних
наук, професор, професор кафедри
прикладної фізики та фізики плазми
ННІ «Фізико-технічний факультет»
Харківського національного
університету імені В. Н. Каразіна

Ігор ГАРКУША

ПРОТОКОЛ
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 21:32:42 12.06.2025

Назва файлу з підписом: Труш_Висновок про новизну, теоретичне та практичне значення дисертації Труша.pdf.asice
Розмір файлу з підписом: 231.3 КБ

Перевірені файли:

Назва файлу без підпису: Труш_Висновок про новизну, теоретичне та практичне значення дисертації Труша.pdf
Розмір файлу без підпису: 238.8 КБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: ГАРКУША ІГОР ЄВГЕНІЙОВИЧ

П.І.Б.: ГАРКУША ІГОР ЄВГЕНІЙОВИЧ

Країна: Україна

РНОКПП: 2314200939

Організація (установа): ФІЗИЧНА ОСОБА

Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 21:32:40 12.06.2025

Сертифікат виданий: КНЕДП АЦСК АТ КБ "ПРИВАТБАНК"

Серійний номер: 5E984D526F82F38F0400000068C35B01DE7B5405

Алгоритм підпису: ДСТУ 4145

Тип підпису: Удосконалений

Тип контейнера: Підпис та дані в архіві (розширений) (ASiC-E)

Формат підпису: 3 повними даними для перевірки (XAdES-B-LT)

Сертифікат: Кваліфікований

Версія від: 2025.02.05 13:00