

## **ВИСНОВОК**

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації

**Волкової Юлії Євгенівни**

**«Динаміка плазмового потоку, що генерується магнітоплазмовим**

**компресором із поздовжнім магнітним полем»**

на здобуття наукового ступеня доктора філософії

з галузі знань 10 – «Природничі науки»

за спеціальністю 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали»

### **1. Оцінка роботи здобувача в процесі підготовки дисертації і виконання індивідуального плану навчальної та наукової роботи**

Аспірантка Волкова Юлія Євгенівна виконала в повному обсязі індивідуальний план виконання освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії. Освітня програма в обсязі 40 кредитів ECTS виконана в повному обсязі. Вона успішно склала наступні дисципліни:

- залік з навчальної дисципліни «Іноземна мова для аспірантів» (100 балів);
- залік з навчальної дисципліни «Філософські засади та методологія наукових досліджень» (98 балів);
- залік з навчальної дисципліни «Підготовка наукових публікацій та презентація результатів досліджень» (99 балів);
- залік з навчальної дисципліни «Інформаційні технології у прикладній фізиці» (98 балів);
- іспит з навчальної дисципліни «Іноземна мова для аспірантів» (99 балів);
- залік з навчальної дисципліни «Актуальні проблеми сучасної прикладної фізики та наноматеріалів» (96 балів);
- залік з навчальної дисципліни «Теоретична та прикладна фізика плазми» (99 балів);
- іспит з навчальної дисципліни «Актуальні проблеми сучасної прикладної фізики та наноматеріалів» (96 балів);

— іспит з навчальної дисципліни «Теоретична та прикладна фізика плазми» (99 балів).

Усі заплановані види робіт були виконані вчасно. Здобувачка плідно співпрацювала з науковими керівниками протягом усього терміну навчання в аспірантурі.

## 2. Обґрунтування вибору теми дослідження

Актуальність теми дисертаційної роботи зумовлена тим, що квазістаціонарні компресійні плазмові потоки, що генеруються сильнострумовими плазмодинамічними системами, знаходять багато застосувань у різних галузях науки й техніки. Зокрема, їх дослідження є важливим для розвитку надпотужних плазмових джерел іонів та випромінювання в різних діапазонах довжин хвиль. Щільні високоенергетичні плазмові потоки також можуть використовуватися для моделювання різних процесів, які супроводжуються генерацією плазмових струменів, для вивчення ключових особливостей взаємодії плазми з поверхнями матеріалів, розробки сучасних плазмових технологій з осадження й модифікації різних покриттів тощо. Окрім цього, динаміка таких плазмових потоків може супроводжуватися перетинанням магнітних силових ліній та утворенням нейтральних струмових шарів, а також генерацією магнітного поля (МГД-динамо) на конічній ударній хвилі, що утворюється на виході з прискорювача. Наявність зазначених ефектів робить можливим застосування таких плазмодинамічних систем для лабораторного моделювання астрофізичних явищ.

У попередніх дослідженнях сильнострумових плазмодинамічних систем, таких як квазістаціонарний плазмовий прискорювач (КСПП) та магнітоплазмовий компресор (МПК), було встановлено, що можливо реалізувати такі режими їхньої роботи, за яких генеруються потоки плазми в прискорювальному або компресійному режимах з параметрами, наближеними до теоретичної межі для обраних експериментальних умов.

Для покращення розрядних характеристик і параметрів плазмового потоку перспективним є застосування зовнішнього поздовжнього магнітного поля в



розрядному каналі. Саме тому дуже важливим є розуміння процесів, що відбуваються в компресійних потоках плазми під впливом зовнішнього магнітного поля, для оптимізації режимів роботи плазмодинамічних пристроїв та їх подальшого застосування. Наприклад, плазмові прискорювачі, оснащені системами додаткового магнітного поля, мають широке практичне застосування у вивченні різноманітних явищ у лабораторній плазмі. Зокрема, плазмодинамічні системи з різними магнітними конфігураціями використовуються для імітації умов у диверторі термоядерного реактора ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor).

На цей час практично немає експериментальних досліджень впливу зовнішнього поздовжнього магнітного поля на розрядні параметри системи для генерації квазістаціонарного компресійного плазмового потоку з високою густиною енергії, на його динаміку, структуру та формування зони стиснення в потоці за розрядним каналом.

Актуальність зазначених проблем, їхнє теоретичне та практичне значення зумовили вибір теми дослідження, його мету та завдання.

**Мета й завдання дослідження.** Головною метою дослідження є вивчення впливу зовнішнього поздовжнього магнітного поля в розрядному каналі магнітоплазмового компресора на основні характеристики течії компресійних потоків плазми, на їхню динаміку, структуру та параметри, на процес утворення зони стиснення.

Для досягнення цієї мети було сформульовано й розв'язано такі завдання:

- виготовлення та підготовка комплексу зондової діагностики з потрібною часовою та просторовою роздільною здатністю, визначення особливостей застосування зондових діагностик в умовах самотисненої плазми магнітоплазмового компресора, адаптація методів діагностики для квазістаціонарних компресійних плазмових потоків;
- виявлення впливу зовнішнього магнітного поля на вольт-амперні характеристики розряду МПК із використанням різних робочих газів за різних початкових тисків;

— визначення впливу циліндричної металевої системи із соленоїдом зовнішнього магнітного поля, що встановлено на розрядний канал МПК, на розподіл електричних струмів, що протікають у потоці поза межами розрядного каналу;

— дослідження закономірностей впливу зовнішнього поздовжнього магнітного поля в каналі МПК на динаміку та структуру компресійних потоків плазми поза розрядним каналом;

— виявлення впливу зовнішнього магнітного поля в каналі МПК на розміри та розташування зони стиснення, що утворюється в плазмовому потоці за межами електродної системи.

### **Об'єкт та предмет дослідження.**

Об'єкт дослідження – компресійні плазмові потоки, що генеруються магнітоплазмовим компресором із зовнішнім поздовжнім магнітним полем.

Предмет дослідження – динаміка компресійних потоків плазми під впливом зовнішнього поздовжнього магнітного поля в розрядному каналі плазмодинамічного пристрою, часова та просторова залежність основних характеристик плазмових потоків.

### **Методи дослідження**

Для експериментального дослідження основних характеристик та динаміки компресійних плазмових потоків використовувався комплекс діагностики, до якого входять: калібровані пояси Роговського, частотно компенсовані дільники напруги, магнітні та електричні зонди. Зондові методи діагностики дозволили проводити вимірювання із високою просторовою і часовою роздільною здатністю в умовах квазістаціонарного компресійного плазмового потоку. Вольт-амперні характеристики розряду вимірювалися за допомогою пояса Роговського та частотно компенсованих дільників напруги. Магнітні поля вимірювалися за допомогою магнітних зондів. Електричне поле вимірювалося із використанням електричних зондів. Електронна температура плазми визначалася з даних вимірювань подвійними електричними зондами. Розподіли електричного струму, швидкості дрейфу та сили Ампера було



побудовано із використанням результатів вимірювань зондовими методами. Застосовані методи діагностики надали можливість провести комплексне дослідження характеристик компресійних плазмових потоків та обумовили точність вимірювань і достовірність отриманих результатів.

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

Дисертацію виконано в Навчально-науковому інституті «Фізико-технічний факультет» Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна відповідно до тематичних планів фундаментальних науково-дослідних робіт:

— Грант “Pauli Ukraine Project”, WPI Thematic Program “Mathematics-Magnetism-Materials” (2021/2022)”.

— Тема міжнародного співробітництва Міністерства освіти та науки України із Австрією (2023-2024): «Моделювання взаємодії електромагнітних полів з плазмою в установках керованого термоядерного синтезу та відпрацювання експериментальних діагностик цієї взаємодії».

Дисертацію також було виконано відповідно до тематики науково-дослідних робіт, що проводились в Інституті фізики плазми Національного наукового центру «Харківський фізико-технічний інститут»:

— Цільова програма наукових досліджень НАН України «Перспективні дослідження з фізики плазми, керованого термоядерного синтезу та плазмових технологій»). Тема «Динаміка потоків, що стискаються, за межами прискорювального каналу, та їх вплив на різні поверхні», № держреєстрації 0117U001772, 2017-2019.

— Цільова програма наукових досліджень НАН України «Перспективні дослідження з фізики плазми, керованого термоядерного синтезу та плазмових технологій». Тема «Формування зони стиснення в плазмовому потоці зі зовнішнім поздовжнім магнітним полем у прискорювальному каналі», № держреєстрації 0120U102922, 2020-2022.

— Дослідження в рамках конкурсу проектів науково-дослідних робіт (НДР) молодих учених НАН України. Тема «Вплив зовнішнього поздовжнього магнітного поля на розподіли магнітного поля й струмів у компресійних потоках плазми», № держреєстрації 0121U111843, 2021-2022.

— Теми міжнародного співробітництва Міністерства освіти та науки України із Польщею М/122-2020, М/122-2021: «Features of constructional materials modifications by powerful plasma streams».

— Програма EUROfusion Consortium Euratom research and training programme 2014-2020, grant agreement No 633053.

— Програма Euratom Research and Training Programme (Grant Agreement No. 101052200 – EUROfusion).

— Грант від Simons Foundation, програма Presidential Discretionary-Ukraine Support Grants 2023-2024, тема «Analysis of critical issues of plasma-surface interaction in fusion devices».

#### **4. Особистий внесок дисертанта в отриманні наукових результатів та їх новизна**

Особистий внесок дисертанта в отриманні наукових результатів та їх новизна полягає в наступному:

1. Уперше вивчено особливості впливу зовнішнього магнітного поля в каналі сильнострумового квазістаціонарного магнітоплазмового компресора на його основні розрядні характеристики за різних початкових умов.
2. Уперше досліджено вплив зовнішнього магнітного поля в каналі МПК на розподіл власного азимутального магнітного поля в плазмовому потоці поза каналом. Застосування зовнішнього магнітного поля в розрядному каналі МПК приводить до зростання величини власного магнітного поля в приосьовій зоні плазмового потоку на всій його довжині.
3. Проведено визначення особливостей розподілу локальної електронної температури в компресійному плазмовому потоці на основі вимірювань подвійними електричними зондами. Показано, що в типових умовах розряду МПК подвійний зонд працює в дифузійному режимі. Встановлено, що зовнішнє



магнітне поле в розрядному каналі МПК приводить до істотного зростання електронної температури в компресійному плазмовому потоці. Уперше виявлено наявність двох популяцій електронів із різними температурами поблизу осі плазмового потоку.

4. Уперше проведено аналіз впливу зовнішнього поздовжнього магнітного поля в каналі МПК на динаміку та структуру плазмового потоку. Отримано двовимірні розподіли швидкості дрейфу, сили Ампера та електричного струму. Встановлено, що зовнішнє магнітне поле приводить до збільшення об'єму зони стиснення та величини електричного струму в потоці, зміни його просторового розподілу та зменшення кількості струмових вихорів, що вказує на більш ефективну реалізацію режиму компресії та підтверджується виявленим зростанням температури.

5. Уперше було виявлено, що в плазмовому потоці відбувається формування структури, подібної до нейтрального струмового шару. За результатами аналізу експериментально отриманих розподілів температури та швидкості дрейфу було зроблено висновок про можливу генерацію електронного пучка або плазмового струменя з електронною температурою 30 eV зі струмового шару.

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

Обґрунтованість та достовірність наукових результатів, одержаних Волковою Ю.С., при проведенні досліджень за темою дисертаційної роботи забезпечується використанням фундаментальних підходів і методів експериментальної фізики плазми. Отримані результати та зроблені висновки не суперечать сучасним науковим теоріям та положенням та узгоджуються з відомими результатами.

Основні результати дисертаційного дослідження опубліковано в індексованих наукових журналах та доповідалися на міжнародних наукових конференціях. Висновки дисертаційної роботи є обґрунтованими.

## 6. Наукове, теоретичне та практичне значення результатів дисертації

Результати дисертаційної роботи Волкової Ю.Є. є цінними для вирішення широкого кола прикладних задач. Вивчені особливості процесів, що відбуваються в самостиснених потоках плазми під впливом зовнішнього поздовжнього магнітного поля, вносять вагомий внесок у розуміння фундаментальних властивостей компресійних течій, що необхідно для оптимізації режимів роботи плазмодинамічних пристроїв для їх подальшого застосування.

Отримані в дисертації результати дають можливість застосовувати зовнішнє магнітне поле в магнітоплазмових компресорах із метою покращення характеристик плазмового потоку, зокрема параметрів у зоні компресії, що важливо для подальшого розвитку плазмових джерел вакуумного ультрафіолету для літографії нового покоління.

Окрім цього, отримані результати є важливими для лабораторного моделювання різноманітних процесів, зокрема астрофізичних явищ, взаємодії плазми з поверхнями різних матеріалів в умовах, наближених до термоядерного реактора, а також для розвитку плазмових технологій, а саме: покращення систем обробки поверхонь, модифікації властивостей конструкційних та інструментальних матеріалів.

Результати, отримані в дисертації, можуть бути використані в дослідженнях, що проводяться в ННЦ “Харківський фізико-технічний інститут” НАН України, Інституті ядерних досліджень НАН України, Харківському національному університеті імені В.Н. Каразіна. Вони також можуть бути використаними в Інституті фізики плазми та лазерного мікросинтезу (Польща), ITER Organization (Міжнародний Термоядерний Експериментальний Реактор, Франція).



## 7. Повнота викладення матеріалів дисертації в роботах, опублікованих автором

Матеріали дисертаційної роботи опубліковано в 14 наукових працях, серед яких 6 статей у виданнях, які входять до наукометричних баз Scopus та Web of Science, 8 тез доповідей на міжнародних наукових конференціях. Публікації здобувача відповідають п.8 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44.

**Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:**

*Наукові праці в наукових фахових виданнях України, що входять до міжнародних наукометричних баз Scopus та Web of Science:*

1. Solyakov D.G., **Volkova Y.E.**, Cherednychenko T.N., Garkusha I.E., Ladygina M.S., Marchenko A.K., Petrov Yu.V., Chebotarev V.V., Makhraj V.A., Staltsov V.V., Yeliseyev D.V., Trubchaninov S.A. Discharge characteristics in the MPC channel in presence of external longitudinal magnetic field // Problems of atomic science and technology. 2019. Vol. 1. P. 208-211.

*Особистий внесок здобувачки: участь у підготовці електричних зондів, проведенні експериментів із вимірювання характеристик розряду, обробка результатів, а також написання частини тексту*

2. Solyakov D.G., **Volkova Yu.Ye.**, Marchenko A.K., Ladygina M.S., Staltsov V.V., Petrov Yu.V., Chebotarev V.V., Merenkova T.M., Makhraj V.A., Yeliseyev D.V. Discharge parameters of magnetoplasma compressor: effect of external axial magnetic field // Problems of atomic science and technology. 2020. Vol. 6. P. 74-77.

*Особистий внесок здобувачки: участь у проведенні вимірювань вольт-амперних характеристик розряду МПК, обробка експериментальних даних, написання тексту DOI: 10.46813/2020-130-074*

3. Solyakov D.G., **Volkova Yu.Ye.**, Garkusha I.E., Marchenko A.K., Ladygina M.S., Staltsov V.V., Petrov Yu.V., Chebotarev V.V., Merenkova T.M., Makhlai V.A., Yeliseyev D.V. Measurement of the local electron temperature in self-compressed plasma stream // Problems of atomic science and technology. 2021. Vol. 4. P. 149-153.

*Особистий внесок здобувачки: участь у виготовленні та підготовці подвійних електричних зондів та їхньої системи живлення, проведенні експериментів, обробці експериментальних даних для визначення електронної температури, обговоренні результатів, написанні тексту DOI: 10.46813/2021-134-149*

4. **Volkova Y.Ye.**, Solyakov D.G., Marchenko A.K., Ladygina M.S., Petrov Y.V., Chebotarev V.V., Merenkova T.M., Makhlai V.A., Yeliseyev D.V., Staltsov V.V. Experimental study of current-sheet-like structure in pinching plasma flows with electric and magnetic probes // Problems of Atomic Science and Technology. 2022. Vol. 6(142). P. 70-74.

*Особистий внесок здобувачки: участь у підготовці комплексу електричних зондів для вимірювання електричного поля та магнітного поля, проведенні експериментів, обробці експериментальних даних вимірювань зондовими методами, побудова топограм електричного струму в плазмовому потоці, розрахунок швидкості дрейфу, написання тексту DOI: 10.46813/2022-142-070*

**Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації у періодичних наукових виданнях інших держав, які входять до міжнародних наукометричних баз Scopus або Web of Science:**

5. Solyakov D.G., **Volkova Yu.Ye.**, Ladygina M.S., Merenkova T.M., Marchenko A.K., Garkusha I.E., Petrov Yu.V., Chebotarev V.V., Makhlij V.A., Kulik M.V., Staltsov V.V., Yeliseyev D.V. Distributions of magnetic field and current in pinching plasma flows: axial magnetic field effect // European Physical Journal Plus. 2021. Vol. 136. P. 566.

*Особистий внесок здобувачки: участь у підготовці та калібруванні комплексу магнітних зондів, проведенні експериментів із вимірювання власного магнітного поля в плазмовому потоці, обробка експериментальних даних вимірювання*



*просторового розподілу власного магнітного поля, побудова топограм електричного струму в плазмовому потоці, участь в обговоренні отриманих результатів, написання тексту DOI: 10.1140/epjp/s13360-021-01170-z*

6. **Volkova Yu.**, Solyakov D., Marchenko A., Chebotarev V., Garkusha I., Makhlai V., Ladygina M., Merenkova T., Yeliseyev D., Petrov Y., Staltsov V. Structure and local parameters of self-compressed plasma streams in external magnetic field // Nukleonika. 2023. Vol. 68(1). P. 3-9.

*Особистий внесок здобувачки: участь у підготовці комплексу електричних та магнітних зондів, проведенні експериментів, обробці експериментальних даних вимірювань зондовими методами, визначення електронної температури, побудова топограм електричного струму в плазмовому потоці, розрахунок швидкості дрейфу, написання тексту DOI: 10.2478/nuka-2023-0001*

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

1. Solyakov D.G., **Volkova Y.E.**, Cherednychenko T.N., Ladygina M.S., Marchenko A.K., Petrov Yu.V., Chebotarev V.V., Makhraj V.A., Yeliseyev D.V. Discharge characteristics in the mpc channel in presence of external longitudinal magnetic field // International Conference-School on Plasma Physics and Controlled Fusion, 10 - 13 September, 2018, Kharkiv, Ukraine: Book of Abstracts – National Science Center “Kharkov Institute of Physics and Technology”, Kharkiv, 2018 – p. 80.
2. **Volkova Y.E.**, Solyakov D.G., Merenkova T.N., I.E. Garkusha, Ladygina M.S., Marchenko A.K., Petrov Yu.V., Chebotarev V.V., Makhraj V.A., Staltsov V.V., Yeliseyev D.V. Influence of external magnetic field on MPC plasma streams // International conference on research and applications of plasmas, 15-19 July, 2019, Opole, Poland: Opole University, Opole, 2019 — p. 51.
3. Соляков Д.Г., **Волкова Ю.Є.**, Гаркуша І.Є., Меренкова Т.М., Ладигіна М.С., Марченко А.К., Петров Ю.В., Чеботарьов В.В., Махлай В.О., Стальцов В.В., Єлісеєв Д.В. Вплив соленоїда зовнішнього магнітного поля на просторові розподіли струмів в плазмових потоках, що генеруються МПК // Українська конференція з фізики плазми та керованого термоядерного синтезу – 2019, 11-12 грудня 2019 р., Київ, Україна: Збірник анотацій — Інститут ядерних досліджень

НАН України, Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України, Київ, 2019 — с. 55.

4. Solyakov D.G., **Volkova Y.Ye.**, Marchenko A.K., Garkusha I.E., Makhlai V.A., Chebotarev V.V., Staltsov V.V., Merenkova T.M., Petrov Yu.V., Ladygina M.S. Influence of external magnetic field on compressive plasma flows // 15th Kudowa Summer School "Towards Fusion Energy", 29 June – 3 July 2020, Kudowa Zdrój, Poland: Book of Abstract — Institute of Plasma Physics and Laser Microfusion, Warsaw, 2020 — p. 56.

5. Соляков Д.Г., **Волкова Ю.Є.**, Гаркуша І.Є., Марченко А.К., Ладигіна М.С., Стальцов В.В., Петров Ю.В., Чеботарьов В.В., Меренкова Т.М., Махлай В.О., Єлісеєв Д.В. Вимірювання локальної електронної температури в потоці самостисненої плазми // XV International Conference "Plasma Electronics and New Acceleration Methods", September 7-9 2021, Kharkiv, Ukraine: Program Book — National Science Center "Kharkov Institute of Physics and Technology", Kharkiv, 2018 – P. 6.

6. Solyakov D.G., **Volkova Yu.Ye.**, Garkusha I.E., Marchenko A.K., Ladygina M.S., Staltsov V.V., Petrov Yu.V., Chebotarev V.V., Merenkova T.M., Makhlai V.A., Yeliseyev D.V. Measuring Properties Of Self-Compressed Plasma Streams With Probes: Influence Of External Magnetic Field // XVII International Scientific Conference Electronics and Applied Physics, 19-23 October 2021, Kyiv, Ukraine: Program Book — Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, 2019 — PP#5 (CD issue).

7. **Volkova Y.**, Solyakov D., Marchenko A., Merenkova T., Makhlai V. Structure and parameters of self-compressed plasma streams in external magnetic field // 16th Kudowa Summer School "Towards Fusion Energy", 6 – 10 June 2022, Kudowa Zdrój, Poland: Book of Abstract — Institute of Plasma Physics and Laser Microfusion, Warsaw, 2022 — p. 58.

8. Solyakov D., **Volkova Y.**, Marchenko A., Chebotarev V., Garkusha I., Makhlai V., Petrov Y., Merenkova T. Local characteristics of self-compressed plasma streams in external magnetic field. 48th EPS Conference on Plasma Physics (EPS 2022), 27 June



– 1 July 2022, Netherlands: Europhysics Conference Abstracts Volume 46A  
/ Curran Associates, Inc.. — Mulhouse, France, 2023 — p. 253.

Результати дисертаційної роботи повністю відображено в публікаціях.

### **8. 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.

### **9. Апробація матеріалів дисертації**

Результати проведених досліджень представлялись на міжнародних та вітчизняних наукових конференціях у формі доповідей, за результатами яких опубліковано матеріали наукових конференцій:

1. Solyakov D.G., **Volkova Y.E.**, Cherednychenko T.N., Ladygina M.S., Marchenko A.K., Petrov Yu.V., Chebotarev V.V., Makhraj V.A., Yeliseyev D.V. Discharge characteristics in the mpc channel in presence of external longitudinal magnetic field // International Conference-School on Plasma Physics and Controlled Fusion, 10 - 13 September, 2018, Kharkiv, Ukraine: Book of Abstracts – National Science Center “Kharkov Institute of Physics and Technology”, Kharkiv, 2018 – p. 80.
2. **Volkova Y.E.**, Solyakov D.G., Merenkova T.N., I.E. Garkusha, Ladygina M.S., Marchenko A.K., Petrov Yu.V., Chebotarev V.V., Makhraj V.A., Staltsov V.V., Yeliseyev D.V. Influence of external magnetic field on MPC plasma streams // International conference on research and applications of plasmas, 15-19 July, 2019, Opole, Poland: Opole University, Opole, 2019 — p. 51.
3. Соляков Д.Г., **Волкова Ю.Є.**, Гаркуша І.Є., Меренкова Т.М., Ладигіна М.С., Марченко А.К., Петров Ю.В., Чеботарьов В.В., Махлай В.О., Стальцов В.В., Єлісеєв Д.В. Вплив соленоїда зовнішнього магнітного поля на просторові розподіли струмів в плазмових потоках, що генеруються МПК // Українська конференція з фізики плазми та керованого термоядерного синтезу – 2019, 11-12

грудня 2019 р., Київ, Україна: Збірник анотацій — Інститут ядерних досліджень НАН України, Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України, Київ, 2019 — с. 55.

4. Solyakov D.G., **Volkova Y.Ye.**, Marchenko A.K., Garkusha I.E., Makhlai V.A., Chebotarev V.V., Staltsov V.V., Merenkova T.M., Petrov Yu.V., Ladygina M.S. Influence of external magnetic field on compressive plasma flows // 15th Kudowa Summer School "Towards Fusion Energy", 29 June – 3 July 2020, Kudowa Zdrój, Poland: Book of Abstract — Institute of Plasma Physics and Laser Microfusion, Warsaw, 2020 — p. 56.

5. Соляков Д.Г., **Волкова Ю.Є.**, Гаркуша І.Є., Марченко А.К., Ладигіна М.С., Стальцов В.В., Петров Ю.В., Чеботарьов В.В., Меренкова Т.М., Махлай В.О., Єлісеєв Д.В. Вимірювання локальної електронної температури в потоці самотисненої плазми // XV International Conference "Plasma Electronics and New Acceleration Methods", September 7-9 2021, Kharkiv, Ukraine: Program Book — National Science Center "Kharkov Institute of Physics and Technology", Kharkiv, 2018 – P. 6.

6. Solyakov D.G., **Volkova Yu.Ye.**, Garkusha I.E., Marchenko A.K., Ladygina M.S., Staltsov V.V., Petrov Yu.V., Chebotarev V.V., Merenkova T.M., Makhlai V.A., Yeliseyev D.V. Measuring Properties Of Self-Compressed Plasma Streams With Probes: Influence Of External Magnetic Field // XVII International Scientific Conference Electronics and Applied Physics, 19-23 October 2021, Kyiv, Ukraine: Program Book — Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, 2019 — PP#5 (CD issue).

7. **Volkova Y.**, Solyakov D., Marchenko A., Merenkova T., Makhlai V. Structure and parameters of self-compressed plasma streams in external magnetic field // 16th Kudowa Summer School "Towards Fusion Energy", 6 – 10 June 2022, Kudowa Zdrój, Poland: Book of Abstract — Institute of Plasma Physics and Laser Microfusion, Warsaw, 2022 — p. 58.

8. Solyakov D., **Volkova Y.**, Marchenko A., Chebotarev V., Garkusha I., Makhlai V., Petrov Y., Merenkova T. Local characteristics of self-compressed plasma streams in



external magnetic field. 48th EPS Conference on Plasma Physics (EPS 2022), 27 June – 1 July 2022, Netherlands: Europhysics Conference Abstracts Volume 46A / Curran Associates, Inc.. — Mulhouse, France, 2023 — p. 253.

### **10. Оцінка структури, мови та стилю дисертації**

Матеріал дисертації викладено в логічній послідовності в доступній для сприйняття формі. Дисертація написана науковою мовою, стиль роботи відповідає стилю науково-дослідницьких публікацій експериментального спрямування, при викладанні матеріалу застосовано сучасну наукову термінологію. 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 дисертацій».

### **11. Відповідність змісту дисертації спеціальності, з якої вона подається до захисту**

За своїм фаховим спрямуванням, науковою новизною і практичною значимістю дисертаційна робота Волкової Ю.Є. «Динаміка плазмового потоку, що генерується магнітоплазмовим компресором із поздовжнім магнітним полем» відповідає спеціальності 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали». Здобувачем повністю виконано освітню та наукову складову третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти.

### **12. Результат обговорення та проведення дисертації. Рекомендація дисертації до захисту**

Здобувачка представила основні результати своєї дисертаційної роботи на розширеному засіданні кафедри прикладної фізики та фізики плазми навчально-наукового інституту «Фізико-технічний факультет» Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна щодо попередньої експертизи дисертації (Витяг

з протоколу №12 розширеного засідання кафедри прикладної фізики та фізики плазми від 24.07.2023) у формі презентації та наукової дискусії після її завершення. На даному засіданні були присутні 12 співробітників із різних наукових та навчальних установ України, з яких 4 доктора наук та 6 кандидатів наук. Дисертантці було задано 6 питань, на які вона надала вичерпні відповіді. Також виступили 4 науковця, які позитивно відізначались про дисертаційне дослідження Волкової Ю.Є.

У рамках цього розширеного засідання було ухвалено одноголосно (11 голосів) рекомендувати дисертаційну роботу аспірантки Волкової Юлії Євгенівни на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 10 – «Природничі науки» за спеціальністю 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали».

Доктор фізико-математичних наук,  
професор, завідувач кафедри  
прикладної фізики  
та фізики плазми  
Харківського національного  
Університету імені В.Н. Каразіна

Ігор ГАРКУША