

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. Генерального директора

ННЦ ХФТІ НАН України,

академік НАН України

Микола АЗАРЕНКОВ



«22» вересня 2025 р.

**Висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації
Коппа Михайла Йосиповича
«Генерація нелінійних структур в гідродинамічних середовищах під впливом зовнішніх полів»
на здобуття наукового ступеня
доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.02 - «теоретична фізика»**

До Інституту теоретичної фізики імені О.І. Ахієзера ННЦ «Харківський фізико-технічний інститут» НАН України для попередньої експертизи надійшла докторська дисертація старшого наукового співробітника Інституту монокристалів НАН України, кандидата фізико-математичних наук Коппа Михайла Йосиповича. Під час здійснення експертизи 12 серпня 2025 р. було проведено фаховий семінар Коппа М.Й. в Інституті теоретичної фізики імені О.І. Ахієзера ННЦ ХФТІ, на якому зазначена дисертаційна робота отримала схвальний відгук.

Актуальність дисертаційної роботи зумовлена необхідністю ретельного дослідження процесів формування нелінійних просторово-часових структур у гідродинамічних середовищах під дією зовнішніх факторів із застосуванням нелінійних моделей. Сучасний етап розвитку фізики складних систем характеризується інтенсивним вивченням процесів самоорганізації та нестійкостей у різноманітних середовищах, включаючи нанорідини, біоактивні системи, плазму та рідини в пористих середовищах. Особливості мікроструктури цих середовищ та взаємодія із зовнішніми полями (магнітним, гравітаційним і температурним) призводить до виникнення нових типів структур, що потребує відповідного теоретичного опису. Такі режими істотно впливають на ефективні транспортні властивості середовищ, зокрема на інтенсивність процесів теплоперенесення та масообміну. Розробка нових теоретичних моделей є критично важливою для адекватного опису фізичних процесів у широкому спектрі прикладних галузей, включаючи астрофізику, геофізику, енергетику, сучасні технології охолодження, процеси очищення рідин та створення функціональних матеріалів із заданими властивостями. Незважаючи на значний прогрес у розумінні окремих аспектів, цілісна теорія генерації та еволюції складних структур у неоднорідних середовищах відсутня. Таким чином, дослідження закономірностей виникнення, еволюції та стійкості просторово-часових структур у різних гідродинамічних середовищах під впливом

змінних зовнішніх полів є актуальним напрямом досліджень, що має як фундаментальне, так і прикладне значення для удосконалення сучасних технологій.

У дисертаційній роботі Коппа М.Й. здобуто низку нових вагомих результатів. Встановлено фундаментальні механізми формування нових класів структур у широкому спектрі гідродинамічних середовищ з урахуванням впливу зовнішніх полів різної фізичної природи. Уперше розроблено теоретичний підхід до опису закономірностей структуроутворення в турбулентних середовищах, який ґрунтується на застосуванні методу багатомасштабних асимптотичних розкладів і дозволяє отримати аналітичні вирази для критичних параметрів систем. Уперше в рамках єдиного теоретичного формалізму розглянуто проблему теплової конвекції з урахуванням впливу неоднорідного обертання середовища та спірального магнітного поля, що дозволило виявити нові механізми генерації когерентних структур. Вплив зазначених полів на процеси структуроутворення в середовищах із пасивними домішками (наночастинки) та активною матерією (мікроорганізми) досліджено вперше, що дозволило встановити якісно нові закономірності формування колективної динаміки таких систем.

Результати, що здобуті дисертантом, представляють інтерес для вирішення цілої низки фундаментальних та практичних проблем. На теоретичному рівні сформульовано підхід для пояснення походження великомасштабних вихрових структур у природних гідродинамічних середовищах (тайфуни, спіральні солітоноподібні структури фотосфери Сонця, галактичні спіралі); інтерпретації спонтанної генерації магнітних полів у масивних зорях; аналізу формування конвективних структур у гарячих акреційних дисках компактних астрофізичних об'єктів; для моделювання процесів генерації магнітних полів в електропровідних середовищах та плазмі на основі нових багатовимірних (6D та 8D) динамічних систем типу Лоренца з урахуванням обертання, градієнтів температури та зовнішніх полів. На практичному рівні можуть знайти застосування висновки та рекомендації щодо розробки компактних пристроїв генерації хаотичних сигналів для систем захищеного зв'язку, оптимізації теплообміну в нанофлюїдних середовищах для проектування ефективних теплообмінників, систем транспортування і виробництва теплової енергії, а також біомедичних технологій діагностики та лікування онкологічних захворювань локальним нагрівом наночастинками.

Необхідно відзначити, що всі наукові результати докторської дисертації Коппа М.Й. опубліковані в 30 статтях у міжнародних та вітчизняних наукових виданнях, а також в одному розділі збірника наукових праць, які він підготував у період після захисту дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата наук. Серед опублікованих робіт: 3 статті надруковано в наукових журналах першого квартилю (Q1), 5 – в журналах другого квартилю (Q2), 9 – у виданнях третього квартилю (Q3) та 12 – у виданнях четвертого квартилю (Q4) відповідно до класифікації SCImago Journal Rank. Додатковий список із 8 робіт включає тези та матеріали доповідей Коппа М.Й. на наукових заходах в Україні та за кордоном, що підтверджує належну апробацію результатів дисертації.

При підготовці докторської дисертації Копп М.Й. дотримувався принципів академічної доброчесності. Текст дисертації успішно пройшов перевірку на плагіат. Результати інших авторів, які використовуються у дисертаційній роботі, супроводжуються необхідними посиланнями на їх роботи.

Проведена в ІТФ ННЦ ХФТІ попередня експертиза має підстави стверджувати, що докторська дисертація Коппа М.Й. представляє цілісну завершену наукову працю,

яка відповідає паспорту наукової спеціальності 01.04.02 - «теоретична фізика» та виконана здобувачем самостійно. Назва дисертації відповідає її змісту. У дисертації розв'язано всі поставлені завдання і досягнуто сформульованої мети дослідження. Здобуті результати є новими і можуть застосовуватись для вирішення актуальних проблем теорії генерації та еволюції складних структур у широкому спектрі гідродинамічних неоднорідних середовищах. Висновки є обґрунтованими та впливають із здобутих автором результатів. Достовірність висновків дисертаційної роботи підтверджується результатами чисельного моделювання, порівнянням отриманих результатів з відомими окремими та граничними випадками, фізичною інтерпретацією та узгодженістю результатів із експериментальними і природними спостереженнями, зокрема щодо впливу обертання, магнітного поля та наночастинок на тепломасообмін і нестійкості. Результати дисертації повністю висвітлені у публікаціях і пройшли апробацію.

Таким чином, дисертація Коппа Михайла Йосиповича «Генерація нелінійних структур в гідродинамічних середовищах під впливом зовнішніх полів» повністю відповідає всім вимогам, які пред'являються до докторських дисертацій «Порядком присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженим постановою Кабінету Міністрів України № 1197 від 17.11.2021 р. (зі змінами, внесеними згідно Постанов КМУ № 502 від 19.05.2023 р., № 507 від 03.05.2024 р., № 928 від 30.07.2025 р.), і може бути рекомендована до захисту.

Рецензенти:

доктор фіз.-мат. наук, с.н.с.,
головний науковий співробітник
Інституту теоретичної фізики ім. О.І. Ахієзера
ННЦ ХФТІ НАН України

Юрій БОЛОТІН

доктор фіз.-мат. наук, с.н.с.,
завідувач лабораторії
Інституту плазмової електроніки і нових методів прискорення
ННЦ ХФТІ НАН України

В'ячеслав БУЦ

доктор фіз.-мат. наук, с.н.с.
провідний науковий співробітник
Інституту теоретичної фізики ім. О.І. Ахієзера
ННЦ ХФТІ НАН України

Анатолій ТУРКІН