

Затверджую

Проректор з наукової роботи
Одеського національного
університету імені І. І.
Мечникова



2026 р.

В И Т Я Г

**з протоколу № 2 міжкафедрального наукового семінару
кафедри фізики та астрономії
факультету фізики, математики та інформаційних технологій
Одеського національного університету імені І. І. Мечникова
від 25 травня 2026 р.**

Присутні: 11 осіб із 12 наукових та науково-педагогічних працівників кафедри: Сминтина В.А., проф., д.ф.-м.н.(гарант ОНП «Фізика та астрономія» в ОНУ імені І.І. Мечникова); Гоцульський В.Я., проф., д.ф.-м.н., Маломуж М.П., проф., д.ф.-м.н., Черненко О.С. проф., д.ф.-м.н., Ваксман Ю.Ф. проф., д.ф.-м.н., Ніцук Ю.А. проф., д.ф.-м.н., Кулінський В.Л. проф., д.ф.-м.н., Орловська С.Г., доц. к.ф.-м.н., Сидоров О.Є. доц. к.ф.-м.н. Маслєєва Н.В., доц. к.ф.-м.н., Конопельська Н.В, зав. лаб., Коваль Л.А., секретар.

На науковому семінарі присутні аспіранти Столярик О.Д., Хлієв М.О.

На науковий семінар запрошені: Шевчук В.Г., проф., д.ф.-м.н., Військова академія (м. Одеса), Калінчак В.В. проф., д.ф.-м.н., пров. н.с., Інститут теплоенергетичних технологій Національної академії наук України; Хлієва О.Я., проф., д.т.н., Одеський національний морський університет, Копійка О.К., начальник науково-дослідної частини, доц. к.ф.-м.н., Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, Стукалов С.В., старш. викладач, Одеський національний університет імені І.І. Мечникова.

З присутніх – 4 докторів наук та 3 докторів філософії/кандидатів наук – фахівці за профілем представленої дисертації.

Головуючий на науковому семінарі – д.ф.-м.н., проф. Гоцульський В.Я., зав. кафедри.

ПОРЯДОК ДЕННИЙ:

Обговорення публічної презентації наукових результатів дисертації аспіранта кафедри фізики та астрономії Іванова Михайла Олександровича на тему «Випаровування та горіння крапель альтернативних та комбінованих палив», представленої на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 - фізика та астрономія, 10 - природничі науки.

Тему дисертації затверджено «24» жовтня 2022р. на засіданні Вченої ради факультету Одеського національного університету імені І. І. Мечникова, протокол № 2, та «15» листопада 2022р. на засіданні вченої ради Одеського національного університету, протокол № 4.

Робота виконана на кафедрі фізики та астрономії Одеського національного університету імені І. І. Мечникова.

Науковий керівник д.ф.-м.н., проф. Черненко О.С.

СЛУХАЛИ:

1. Доповідь здобувача (*роздруківка тексту доповіді додається до протоколу засідання*).

2. Запитання до здобувача.

По доповіді було задано 12 основних запитань, на які доповідач дав ґрунтовні відповіді. Питання задавали: проф., д.ф.-м.н. Маломуж М.П., проф., д.ф.-м.н. Шевчук В.Г., проф., д.ф.-м.н. Калінчак В.В., доц., к.ф.-м.н. Орловська С.Г., доц., к.ф.-м.н. Копійка О.К., доц., к.ф.-м.н. Сидоров О.Є., проф. д.ф.-м.н. Ніцук Ю. А., проф. д.ф.-м.н. Гоцульський В.Я.

3. Виступи присутніх.

З оцінкою дисертації Іванова М.О. виступили експерти:

Проф. д.ф.м.н. Гоцульський В.Я., який відмітив, що представлений матеріал є завершеним науковим дослідженням, має нові наукові результати, але вони потребують більш злагодженого і чіткого представлення.

Проф. д.ф.-м.н. Шевчук В.Г. відмітив, що варто наголошувати на низькій пожежній безпеці емульсійних палив з великим вмістом води та можливості їх спалюванні при дії електричних розрядів. Слід розділяти теплову і хімічну дію електричних розрядів, про яку ненаголошено було в доповіді.

Проф. д.ф.-м.н. Калінчак В.В. відмітив важливість дослідження температури займання на швидкості горіння бінарних сумішей рідин, оригінальності створених методик.

Доц. к.ф.-м.н. Орловська С.Г. звернула увагу на методику дослідження в'язкості емульсійних палив при різних температурах і складу. В доповіді варто уникати детального пояснення загальновідомих підходів, навіть, якщо в роботі було вони модернізовані.

Доц. к.ф.-м.н. Сидоров О.Є. звернув увагу на те, що велика кількість води в емульсійному паливі при її спалюванні повинна кудись дітися. Потрібно звертати увагу на її подальшу еволюцію, адже це суттєво впливає на роботу котла.

Доц. к.ф.-м.н. Копійка О.К. описав позитивні і негативні моменти запропонованої фізико-математичної моделі, яка лежить в основі опису отриманих експериментальних результатів по пульсаційному випаровуванні крапель емульсій в електричному розряді.

В обговоренні взяли участь присутні на науковому семінарі:

Проф. Маломуж М.П. відмітив негативні моменти, а саме 4-5 співавторів в рядові робіт. І тому важливо відмітити особистий внесок Іванова М.О.

Проф. Шевчук В.Г. відмітив, що дослідження емульсійних палив в університеті проводилися раніше, але фрагментарно і несистематично. Дія ж електричного розряду є новим напрямком в розвитку горіння емульсій з великим вмістом води. Факельне спалювання емульсій з великим вмістом води були перевірено, однак промислового втілювання ще не досягнуто.

Проф. Калінчак В.В. відзначив, що статті, які виносяться на захист в основному виконані у співавторстві з науковим керівником. Основний внесок в роботу Іванова М. є проведення експериментальних досліджень, обробка і аналіз їх результатів. З важливих практичних результатів є створення аналітичної формули для оцінки температури займання бінарних розчинів та розвиток експрес методу визначення швидкості згорання рідких палив комбінованого складу.

Всі відмітили позитивне враження від представленої дисертації.

З характеристикою здобувача виступив науковий керівник д.ф.-м.н., проф. Черненко О.С., який надав позитивну характеристику здобувача, його особистий внесок та його спільну експериментальну роботу з магістром Тимофієнко К.В..

ВИСНОВОК

міжкафедрального наукового семінару про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації на тему:

«Випаровування та горіння крапель альтернативних та комбінованих палив»

**здобувача ступеня доктора філософії Іванова Михайла
Олександровича**

за спеціальністю 104 – фізика та астрономія, 10 – природничі науки

- 1. Актуальність теми дисертації та її зв'язок з державними програмами, науковими напрямами університету та кафедри.**

Робота є складовою частиною досліджень за держбюджетною темою: «Розвиток фізичних основ інтенсифікації процесів спалювання газоподібних, твердих та рідких вуглеводневих палив» (2022-2024рр.) № держ. реєстрації 0122U001799; та кафедральної «Теплофізичні та хімічні процеси в багатокомпонентних та багатозфазних середовищах» (2022-2026) № держ. реєстрації 0122U000687.

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки відповідно до теми НДР – Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення

конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави.

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності. **енергетика та енергоефективність.**

УДК 536.46:662.68

53 Фізика. 536.4 Вплив тепла на фізичні стани та процеси. 536.46 Горіння. Реакції горіння. Полум'я. 662.68 – Відпрацьовані (вторинні) енергетичні гази та рідини.

2. **Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів**
Загальна постановка задач у статтях належить проф. О.С. Черненко. При роботі над цими статтями здобувач виконував із науковим керівником паралельні взаємоконтролюючі теоретичні розрахунки, брав участь в експериментальних дослідженнях, їх обробці, інтерпретації результатів та підготовці їх до опублікування. Особисто здобувачем було отримано вираз для температури займання бінарних розчинів. Було зроблено переважну частину експериментальних досліджень по випаровуванню і горінню крапель емульсій в повітрі кімнатної температури при дії височастотних електричних розрядів. Разом з магістром Тимофієнко К. реалізували модель передвибухового розігріву крапель емульсії та провели її чисельний розв'язок, провели аналіз результатів комп'ютерного моделювання. Провів основні експериментальні дослідження по випаровуванню крапель емульсії в нагрітій печі.
3. **Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій.** Отримані аналітичні та чисельні розрахунки основані на загально прийнятих законах збереження та теплопереносу, законах хімічної кінетики та термодинаміки. Отримані результати порівнювалися з власними експериментальними результатами та інших авторів. Вказані всі посилання на результати інших авторів. Описані методики порівнюються з іншими методиками, вказані їх переваги та недоліки.
4. **Наукова новизна результатів дисертації** полягає в дослідженні особливостей випаровування крапель водних емульсій під впливом височастотного електричного розряду в умовах повітряного середовища за кімнатної температури. Аналіз виконано в рамках припущення про переважно тепловий характер дії розряду. Встановлено, що для індивідуальних рідин інтенсивність випаровування залежить від відстані між електродом і термopарою та має максимум при певному її значенні. У часовій еволюції процесу чітко виділяються дві стадії: початкова – інерційного прогрівання, та наступна – пульсаційного режиму, в якому розмір краплі періодично змінюється навколо деякого середнього значення, що поступово зменшується. Основний внесок у втрату маси емульсії за цих умов забезпечують викиди речовини під час мікровибухів. Встановлено також, що зі зменшенням вмісту води в емульсії та потужності розряду період пульсацій зростає.
Вперше розроблено підхід до оцінки температури займання бінарних сумішей легкозаймистих рідин, включно з водними розчинами.

Запропонована методика базується на припущенні, що в умовах займання у приповерхневому шарі краплі для кожного компонента суміші реалізується стехіометричне співвідношення між паровою фазою та киснем повітря.

Подальшого розвитку набув експресний експериментальний метод визначення масової швидкості вигорання рідких палив, апробований, зокрема, для емульсійних систем. Суть підходу полягає у вимірюванні кінетики втрати маси зразка пористого термостійкого матеріалу (у формі сфер або плоских циліндричних елементів різного розміру), насиченого досліджуваною рідиною. Характерною особливістю є наявність протяжної ділянки лінійного зменшення маси у часі, що свідчить про сталу швидкість процесу. При цьому ефективна площа випаровування залишається майже незмінною, а для проведення експериментів достатньо невеликих об'ємів рідини.

Запропоновано оригінальний підхід до використання відпрацьованих мастил як паливного ресурсу шляхом їх перетворення у водопаливні емульсії з високою часткою води (до 70 %) і подальшого спалювання в пальникових пристроях за наявності високочастотних стримерних розрядів. Для забезпечення стабільного та ефективного горіння необхідним є попередній нагрів емульсії в системі подачі. Це дозволяє знизити її в'язкість і покращити умови транспортування, а також підтримувати воду в рідкому стані при температурах, що перевищують 100 °С, завдяки підвищеному тиску. При виході з форсунки та різкому падінні тиску відбувається інтенсивне пароутворення, яке супроводжується мікрровибуховим диспергуванням крапель і додатковим покращенням розпилення палива

5. Теоретичне та практичне значення результатів дисертаційної роботи.

Одним з підходів в світі, що використовується для аналітичної оцінки температури займання, є встановлення відношення між тиском насиченої пари та стехіометричного значення тиску. Однак, різні автори для різних класів індивідуальних органічних сполук отримували «характерні» значення цього відношення від 0.6 до 1.5. Для бінарних розчинів подібних досліджень не проводилося. Кривизна поверхні рідини не входить в отриману залежність для температури займання горючих рідин, отриману методом краплі. Тому її можна використовувати і при займанні плоскої поверхні рідини. Перевагою отриманої формули є можливість знаходити температури займання бінарної суміші горючої з негорючою рідиною, наприклад, водою. В першу чергу це стосується водно-спиртових розчинів та водно-паливних емульсій.

Спалювання водопаливних емульсій є одним із актуальних напрямків пошуку альтернативних палив. В останні роки активно досліджується горіння емульсій в вмістом води до 30% або при збільшенні кисню в суміші. Наявність води допомагає додатково подрібнити краплі за рахунок мікрровибухів. Описана оригінальна методика використання відпрацьованих мастил в якості вискоефективного пального, що полягає в створенні водо паливних емульсій з підвищеним вмістом води (до 70%)

води) і подальшого їх спалювання в пальниках в умовах викосочастотних стриметних електричних розрядів. Це дозволить перетворювати брудні шламові води методом вогняного очищення.

Для забезпечення ефективного процесу спалювання необхідним є попередній нагрів водопаливної емульсії в трубопровідній системі. Підвищення температури призводить до зменшення в'язкості суміші, що покращує її транспортування та подачу до зони горіння. Крім того, подача емульсії під підвищеним тиском дозволяє утримувати воду в рідкому стані навіть за температур, що перевищують 100 °С. У момент виходу з форсунки та різкого зниження тиску відбувається інтенсивне фазове перетворення — вода швидко переходить у пару, що супроводжується мікрровибуховим руйнуванням крапель і додатковим диспергуванням палива.

Застосування водопаливних емульсій у процесах горіння сприяє зниженню викидів оксидів азоту та чадного газу, а також підвищує безпеку під час транспортування і зберігання за рахунок зменшення пожежо- та вибухонебезпечності. Оцінка енергетичної ефективності запропонованого підходу показує, що витрати на його реалізацію становлять лише незначну частку від сумарного корисного тепловиділення. Це підтверджує доцільність використання водомасляних емульсій як альтернативного виду палива

6. **Оцінка структури та обсягу дисертації, її мови та стилю.** Дисертаційна робота складається зі вступу, розділу з оглядом літератури та трьох розділів основної частини, у яких викладені результати досліджень дисертанта, а також загальних висновків, переліку використаних літературних джерел. Загальний обсяг дисертації становить 118 сторінок, обсяг основного тексту – 101 сторінок. Робота містить 39 рисунків та 12 таблиць. Список використаних джерел складається зі 96 найменувань та займає 10 сторінок. У вступі обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовано мету роботи, визначено наукову новизну і практичну цінність отриманих результатів та наведено стислу характеристику дисертації. *Дисертація за обсягом, структурою, мовою та стилем викладення, а також оформленням відповідає вимогам МОН України та освітньо-наукової програми.*
7. **Оцінка роботи щодо ознак академічного плагіату.** Дисертаційна робота була перевірена системою пошуку ознак плагіату **Strikeplagiarism.com**. Результати перевірки зафіксовано в звіті від 07 травня 2026 року. Згідно Висновку комісії з етики та академічної доброчесності *сектору моніторингу плагіату наукової бібліотеки ОНУ ім. Мечникова*. За результатами перевірки дисертація «*Випаровування та горіння крапель альтернативних та комбінованих палив*» Іванова Михайла Олександровича, визнана оригінальною роботою з **76.02%**, яка не містить елементів академічного плагіату. Отже, дисертаційна робота незалежна і може бути рекомендована до захисту. Схожість роботи пов'язана зі знайденими посиланнями на власні роботи, співавтором

яких є здобувач. Висновок комісії академічної доброчесності додається.

8. **Перелік наукових праць, які відображають основні результати дисертації:**

1. *Шингарев Г.Л., Черненко О.С., Іванов М.О., Сидоров О.Є.* Температурна залежність в'язкості водно-мазутних емульсій // **Фізика аеродисперсних систем.** – 2022. – Т. 60. С. – 63-70. <https://doi.org/10.18524/0367-1631.2022.60.266609>

Особистий внесок: проведення експерименту і обробка результатів (25%)

2. *Черненко О. С., Тимофієнко К. В., Іванов М. О.* Випаровування крапель горючих рідин в електричному розряді // **Фізика аеродисперсних систем.** - 2023. - №.61. - С. 212-226. <https://doi.org/10.18524/0367-1631.2023.61.292235>.

Особистий внесок: проведення експерименту і обробка результатів, участь в побудові фізико-математичної моделі (30%).

3. *Kalinchak V.V., Chernenko O.S., Koriyka O.K., Ivanov M.O.* Stoichiometric model of forced ignition of flammable liquids and their binary mixtures // **Фізика аеродисперсних систем.** 2024. Т.62. С. 86-96. <https://doi.org/10.18524/0367-1631.2024.62.318557>

Особистий внесок: проведення експерименту по визначенню температури займання бінарних сумішей і обробка результатів, переклад на англійську мову (20 %).

4. *Копійка О.К., Іванов М.О.* Випаровування поодиноких краплин ізопропанолу з домішками наночастинок Al_2O_3 // **Фізика аеродисперсних систем.** 2025. Т.63. - С.149-155. <https://doi.org/10.18524/0367-1631.2025.63.347193>

Особистий внесок: проведення експерименту і обробка результатів, оформлення роботи (40%).

5. *Іванов М. О., Черненко О.С.* Нові експериментальні підходи до вивчення горіння крапель водопаливних емульсій // **Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Фізика».** Вип. 43, 55-61 (2025). <https://doi.org/10.26565/2222-5617-2025-43-05>.

Особистий внесок: огляд літератури, проведення експерименту і обробка результатів, оформлення роботи (55 %).

6. *Chernenko, O., Ivanov, M., Tymofiienko, K.* (2026) Pulsating Evaporation of Emulsion Droplets under the Action of a High-Frequency Electric Discharge. *Ukrainian Journal of Physics*, 71(6), 495. <https://doi.org/10.15407/ujpe71.6.495> (Scopus, Q3)

Особистий внесок: проведення експерименту по пульсаційному випаровуванні крапель, обробка і аналіз результатів (35%).

В даних роботах викладені основні положення та результати роботи.

9. **Апробація основних результатів дослідження на конференціях, симпозіумах, семінарах тощо.**

- IV International Scientific and Theoretical Conference, September 22, 2023. Singapore
- Міжнародної науково-практичної конференції «Теплова енергетика: шляхи реновації та розвитку». Київ. 2024
- VII international Scientific and Practical Conference, Oxford, August 16, 2024

- ХХХ - міжнародний конгрес двигунобудівників. 2025

У ході обговорення дисертації до неї не було висунуто жодних зауважень щодо самої суті роботи.

УХВАЛИЛИ:

1. Затвердити висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації *Іванова М.О.* на тему «Випаровування та горіння крапель альтернативних та комбінованих палив».
2. Констатувати, що дисертація *Іванова М.О.* за своїм науковим рівнем, новизною отриманих результатів, теоретичним та практичним значенням, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам, що пред'являють до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.
3. Наукові результати дисертації висвітлено у 6 наукових публікаціях, що відповідають вимогам чинного законодавства для здобуття ступеня доктора філософії. З них 6 статей у наукових фахових виданнях України/ (1 стаття у виданнях, які входять до міжнародних наукометричних баз Scopus, Web of Science).

Рекомендувати дисертацію *Іванова М.О.* «Випаровування та горіння крапель альтернативних та комбінованих палив», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії, з галузі знань 10-природничі науки за спеціальністю 104 – фізика та астрономія для подання до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

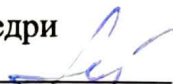
Результати голосування щодо затвердження Висновку та рекомендації до захисту дисертації:

За		13 (тринадцять)
Проти	-	(немає)
Утримались	-	(немає)

Головуючий на міжкафедральному науковому семінарі



проф. Володимир ГОЦУЛЬСЬКИЙ

Секретар кафедри 

Лариса КОВАЛЬ