

ЗАТВЕРДЖУЮ

ДЕКАН ФАКУЛЬТЕТУ КНТ

Касьян М.М.

“ “ \_\_\_\_\_ 2021р.

**АНОТОВАНИЙ ЗВІТ**  
**ПРО ВИКОНАННЯ КАФЕДРАЛЬНОЇ НАУКОВО- ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ**  
**ЗА 2018 - 2021** навчальні роки

**1. Назва кафедри:**

Кафедра системного аналізу та обчислювальної математики.

**2. Шифр, назва роботи, номер державної реєстрації НДР:**

ДБ05018 «Математичне та комп'ютерне моделювання фізичних, технічних, природничих процесів та систем»

**3. Категорія роботи:** фундаментальне дослідження

**4. Керівник роботи:** Денисенко О.І., к.т.н., доцент, доцент кафедри САОМ.

**5. Виконавці:** Корніч Г.В., д.ф.-м.н., проф., Бажин А.І., д.ф.-м.н., проф., Пархоменко Л.О., к.ф.-м.н., доцент, Широкоград Д.М., к.ф.-м.н., ст. викл., Дуда Є.В., аспірант.

**6. Основні найважливіші наукові і (або) науково-технічні результати**

Розроблені нові підходи до гіпердинамічного та температурно-прискореного моделювання атомних систем. Зокрема запропоновано новий вигляд зміщеного потенціалу для гіпердинаміки та обґрунтовано використання зміненого потенціалу в методі температурно-прискореної динаміки. Розроблена та апробована методика об'єднання гіпердинаміки та температурно-прискореної динаміки в рамках єдиного обчислювального комплексу. Модифіковані методи гіпердинаміки та температурно-прискореної динаміки були використані для моделювання дифузії точкових дефектів, а саме вакансій, в об'ємі деформованого кристалу міді, алюмінію та нікелю. При цьому було використано багаточастинковий тип потенціалу міжатомної взаємодії, що дозволяє будувати реалістичні моделі атомних кристалів. Розроблені методи прискореної молекулярної динаміки було протестовано шляхом порівняння результатів розрахунків з відповідними результатами, отриманими методом класичної молекулярної динаміки. Показана узгодженість результатів моделювання, отриманих різними методами.

На основі побудованої математичної моделі проведено молекулярно-динамічне дослідження біметалевих янусоподібних кластерів Cu-Au, Cu-Vi та Ni-Al під дією бомбардування поодинокими атомами та кластерами аргону різних розмірів. Моделювання показало, що керування енергією та розміром частинок бомбардування є перспективним інструментом виготовлення біметалевих кластерів з бажаними просторовими розподілами компонентів. При цьому, умови бомбардування можуть змінюватися залежно від типів атомів кластерів-мішеней з різною структурою та фізичними властивостями.

Розроблена математична модель роботи теплообмінних елементів на основі якої проведено серію чисельних експериментів в широкому діапазоні геометричних параметрів та зовнішніх умов. Досліджено вплив нерегулярності структури турбулізаторів на ефективність

роботи теплообмінного обладнання. Проведено чисельне моделювання процесу вимивання домішок з водних об'єктів.

Розроблені та досліджені математичні моделі, які описують мікро- та наноструктуру сплавів. Проведено аналіз структурно-функціонального стану дисперсних виділень в іонно-опромінених матеріалах.

## **7. Практична цінність результатів**

Розроблені підходи до прискореного молекулярно-динамічного моделювання дозволяють збільшити можливості методів гіпердинаміки та температурно-прискореної динаміки в опису процесів масоперенесення в об'ємі та на поверхні твердих тіл. Запропоновано модифіковані потенціали та засоби модифікації, що дозволяють реалізувати зазначені підходи в процесі комп'ютерного моделювання.

При цьому модифіковані методи прискореної динаміки дозволяють отримувати достатні прискорення обчислень в моделюванні, щоб бути ефективними при таких умовах, в яких класична молекулярна динаміка не здатна давати результати за розумний час моделювання.

Новий метод є більш гнучким у виборі параметрів модифікованого потенціалу, що дозволяє здобувати більш якісні чисельні результати.

Цінність здобутих результатів зумовлена недостатнім існуючим рівнем теоретичних та експериментальних досліджень кластерів металів водночас з їх широким спектром можливого застосування. Проведення молекулярно-динамічних комп'ютерних моделювань дозволило значно зменшити у майбутньому витрати на відповідні реальні експерименти завдяки їх більш спрямованому плануванню. Крім того, окремі реальні експерименти з дослідження кластерів у вакуумі стикаються з технологічними складнощами, що підвищує цінність відповідних молекулярно-динамічних розрахунків. Також, вони за потреби можуть використовуватися для підтвердження результатів вже проведених іншими авторськими колективами експериментів. Самостійну цінність будуть мати дані щодо еволюції янусоподібних кластерів з різними теплотами перемішування компонентів та балістичними властивостями атомів. При цьому, термічний пік у перші 0.5 пс взаємодії кластера-мішені з бомбардуючою частинкою особливо у випадку, коли кластер є вільним, а температура бомбардуючої частинки - кластера, може досягати 3000 - 8000 К, неможливо отримати і дослідити іншими методами, а також спостерігати безпосередньо експериментально. Розроблені молекулярно-динамічні моделі з добре розвинутими засобами розпаралелювання можуть також слугувати основою для інших міждисциплінарних досліджень з фізики, хімії, біології тощо.

Отримані результати можуть бути використані для проведення подальших експериментальних та теоретичних досліджень з вивчення каталітичних властивостей у випадку, наприклад, нітридних/карбідних кластерів. При цьому, побудована модель може бути легко розширена на більший діапазон матеріалів та сполук. На основі виконаних досліджень можуть бути створені наноструктуровані матеріали з підвищеними фізико-хімічними властивостями, які, в свою чергу, знаходять застосування у машино- та літакобудуванні, енергетиці, мікро- та наноелектроніці тощо. Ансамблі з таких наночастинок, що зберігають магнітні властивості, можуть бути використані при розробці елементів пам'яті майбутніх ЕОМ.

Моделювання процесу вимивання домішок з водоймищ дозволяє прогнозувати розподіл концентрацій забруднень в охолоджувальних системах енергетичних об'єктів, а також прогнозувати рівень солоності в водоймищах в результаті дії природних факторів

Чисельний аналіз роботи теплообмінних елементів дозволяє на стадії проектування прогнозувати ефективність роботи опалювального обладнання та обирати оптимальні

конструктивні параметри елементів в залежності від температурних режимів та потужності опалювального обладнання, заощаджуючи при цьому на проведенні коштовних натурних експериментів.

## **8. Цінність результатів для навчального процесу (20 рядків тексту).**

Результати виконання цієї роботи будуть використані для підготовки бакалаврів та магістрів за спеціальністю 124 «Системний аналіз», зокрема в курсах «Основи моделювання наносистем», «Методи теоретичної фізики», «Основи системного аналізу». На сьогодні на основі цієї роботи за минулі роки будувався і будується навчальний магістерський курс «Основи моделювання наносистем», а також частково лабораторно-практична частина бакалаврського курсу «Методи теоретичної фізики». Використовується приклад зіткнувальної взаємодії двох енергетичних атомних частинок, на основі якого будується комп'ютерна програма розрахунку траєкторій частинок, що взаємодіють. При цьому також використовуються чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь для випадку рівнянь руху Ньютона для атомів. У якості прикладу розв'язання нестационарних рівнянь з частковими похідними у межах бакалаврського курсу «Методи математичної фізики» використовується задача іонного пошарового аналізу концентраційного профілю у матриці у наближенні рівняння Фокера-Планка, одна з версій якої наведена у кафедральному навчальному посібнику «Чисельний аналіз систем з розподіленими параметрами засобами MATLAB» (128 с.) видавництва Запоріжжя: "Кругозір" 2015 р. авторів Корніча Г.В., Білої Н.І., Денисенко О.І., Подковаліхіної О.О. Деякі приклади складних природничих систем використовуються у курсі «Основи системного аналізу», у тому числі для ілюстрації так званого «механістичного підходу» дослідження таких систем. Практичну цінність для навчання має також і нова монографія Корніча Г.В. «Поверхня твердого тіла при бомбардуванні низькоенергетичними іонами: моделювання і аналіз атомної системи», яка вже використовується у навчальному процесі для магістрів кафедри САОМ і залучена на сайті університету у системі moodle.

### **Захищені дисертації**

1. Широкоград Д.В. Еволюція вільних металевих кластерів при бомбардуванні низькоенергетичними кластерами аргону. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 - Фізика твердого тіла.- Захист відбувся 30.10.2018 в Інституті металофізики ім.°Г.В.°Курдюмова НАН України, м. Київ, 2018. Науковий керівник: д.ф.-м.н., професор Корніч Г.В. (НУ "Запорізька політехніка", м. Запоріжжя).
2. Дуда Є.В. Прискорене молекулярно-динамічне моделювання елементарних процесів дифузії в металах. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 - Фізика твердого тіла.- Захист відбувся 11.05.2021 в Інституті металофізики ім.°Г.В.°Курдюмова НАН України, м. Київ, 2021. Науковий керівник: д.ф.-м.н., професор Корніч Г.В. (НУ "Запорізька політехніка", м. Запоріжжя).
3. Кузенко Д.В. Нелінійні ефекти в п'єзокераміці на основі твердих розчинів Pb(Zr,Ti)O<sub>3</sub>. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 - Фізика твердого тіла.- Захист відбувся 07.05.2021 в Харківському національному університеті ім. В.Н. Каразіна, м. Харків, 2021. Науковий керівник: д.ф.-м.н., професор Бажин А.І. (НУ "Запорізька політехніка", м. Запоріжжя).

#### Захищені дипломні роботи:

1. Машинне навчання в задачах зіткнення частинок. Студ. гр.КНТ814 Донченко Д.П., Керівник д.ф.-м.н, проф. Корніч Г.В.
2. Комп'ютерне моделювання синергетичного ефекту розпилення в атомній системі. Студ. гр. КНТ814 Дубинович К.О., 2018. Керівник д.ф.-м.н, проф. Корніч Г.В.
3. 3-D моделювання та оптимізація геометрії теплообмінних елементів. Студ. гр.КНТ-825 Ломоносов С.І. Керівник к.т.н., доц. Денисенко О.І.

9. **Кількість: студентів**  2 , **аспірантів**  1 , **докторантів**  , які брали участь у виконанні НДР.

#### 10. **Можливість (або факт) впровадження у виробництво.**

Роботи віднесені до категорії фундаментальних досліджень. Впровадження у виробництво можливо після виконання відповідних пошукових і конструкторсько-технологічних робіт.

#### 11. **Бібліографічний перелік монографій, підручників, посібників, патентів, наукових статей, інших публікацій, які опубліковано за матеріалами досліджень за період виконання НДР**

1. **Корніч, Г.В.** Поверхня твердого тіла при бомбардуванні низькоенергетичними іонами: моделювання і аналіз атомної системи [Текст]: монографія. Для студентів старших курсів, аспірантів та фахівців відповідних фізико-математичних і технічних спеціальностей / Г.В. Корніч – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 302 с.
2. **Shyrokorad, D.V.** Evolution of the Ni-Al Janus-like clusters under the impacts of low-energy Ar and Ar13 projectiles [Текст] / D.V. Shyrokorad, G.V. Kornich, S.G. Buga // Materials Today Communications. – 23, 2020. – Изд. Elsevier – P. 101107-12.
3. **Дуда, Е.В.** Моделирование диффузии вакансии в кристалле методом гипердинамики [Текст] / Е.В. Дуда, Г.В. Корнич // Поверхность. Рентгеновские, Синхротронные и Нейтронные Исследования. – Изд. «Наука», РАН. – №11. – 2020. – С. 84-87.  
English translation: **Duda, E.V.** Simulation of the Diffusion of a Vacancy in a Crystal [Текст] / E.V. Duda, G.V. Kornich // Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques. – Изд. Springer. – V.14(6). – 2020. – P. 1205-1207.
4. **Дуда, Е.В.** Моделирование диффузии вакансии в кристалле методом температурно-ускоренной динамики [Текст] / Е.В. Дуда, Г.В. Корнич // Металлофизика и Новейшие Технологии. Институт металлофизики им. Г.В. Курдюмова, НАН Украины. – №42(3). – 2020. – С. 341-350.
5. **Shyrokorad, D.V.** Formation of the core-shell structures from bimetallic Janus-like nanoclusters under low-energy Ar and Ar13 impacts: a molecular dynamics study [Текст] / D.V. Shyrokorad, G.V. Kornich, S.G. Buga // Computational Materials Science. Вид. Elsevier. – 159(3). – 2019. – P. 110-119.
6. **Дуда, Е.В.** Объединение методов температурно-ускоренной динамики и гипердинамики [Текст] / Е.В. Дуда, Г.В. Корнич // Поверхность. Рентгеновские, Синхротронные и Нейтронные Исследования. – Изд. «Наука», РАН. – №7. – 2019. – С. 109-112.  
English translation: **Duda, E.V.** On the Combination of Methods of Temperature-Accelerated Dynamics and Hyperdynamics [Текст] / E.V. Duda, G.V. Kornich // Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques. – Изд. Springer. – V.13(4). – 2019. – P. 667-669.
7. **Дуда, Е.В.** Построение измененного потенциала межатомного взаимодействия при температурно-ускоренном динамическом моделировании [Текст] / Е.В. Дуда, Г.В. Корнич // Поверхность. Рентгеновские, Синхротронные и Нейтронные Исследования. – Изд. «Наука», РАН. – №8. – 2018. – С. 102-112.

- English translation: **Duda, E.V.** Construction of a Changed Potential of Interatomic Interaction in the Case of Temperature-Accelerated Dynamics Simulation [Текст] / E.V. Duda, G.V. Kornich // Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques. – Изд. Springer. – V.12(4). – 2018. – P. 825-833.
8. **Ширококоряд, Д.В.** Кінетика янусоподібних атомних кластерів під дією низько енергетичного бомбардування [Електронний ресурс] / Д.В. Ширококоряд, Г.В. Корніч // Інформаційні технології: теорія і практика. IV Всеукраїнська інтернет-конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених: тези доповідей (Дніпро – Запоріжжя – Харків, 17-19 березня, 2021 р. МОН України, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2021. – С. 95-96. – Режим доступу: <http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/157635>
  9. **Дуда, Е.В.** Моделирование диффузии вакансии в кристалле методами гипердинамики та класичної молекулярної динаміки [Електронний ресурс] / Е.В. Дуда, Г.В. Корніч // Інформаційні технології: теорія і практика. IV Всеукраїнська інтернет-конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених: тези доповідей (Дніпро – Запоріжжя – Харків, 17-19 березня, 2021 р. МОН України, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2021. – С. 26-27. – Режим доступу: <http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/157632>
  10. **Ширококоряд, Д.В.** Обработка сигналов при підповерхневій радіолокації штучними нейронними мережами [Текст] / Д.В. Ширококоряд, О.М. Думін, В.А. Плахтій, Г.В. Корніч // Матеріали XXII Міжнародного науково-практичного семінару імені А.Я. Петренюка «Комбінаторні конфігурації та їхні застосування», Запоріжжя – Кропивницький, 15 – 16 травня 2020 р.: збірник за ред. Г.П. Донця. – Кропивницький, ПП «Ексклюзив-Систем». – С. 190-194.
  11. **Дуда, Е.В.** Масштабирование времени при температурно-ускоренной динамике вакансии в кристалле по сравнению с классической молекулярной динамикой [Текст] / Е.В. Дуда, Г.В. Корніч // X Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій», 7-9 жовтня, 2020 р., м. Запоріжжя, НУ «Запорізька політехніка»: збірник тез. – С. 213-215.
  12. **Ширококоряд, Д.В.** Управління атомною системою янусоподібного кластера NiAlm під дією налітаючого кластера Arg [Текст] / Д.В. Ширококоряд, Г.В. Корніч // X Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій», 7-9 жовтня, 2020 р., м. Запоріжжя, НУ «Запорізька політехніка»: збірник тез. – С. 234-236.
  13. **Shyrokorad, D.V.** Evolution of the Ni-Al Janus-like Clusters under Low Energy Argon Cluster Bombardment [Текст] / D.V. Shyrokorad, G.V. Kornich // IX International Conference on Nanomaterials: Applications and Properties (NAP-2019), September 15–20, 2019, Odesa, Ukraine: Conference Proceedings – Sumy: Sumy State University Publishing. – 2019. – P. 02TM06-1 - 02TM06-3.
  14. **Shyrokorad, D.V.** Redistribution of atomic components in Ni-Al Janus-like nanoclusters under the interaction with argon clusters [Текст] / D.V. Shyrokorad, G.V. Kornich // Nanotechnology and nanomaterials (NANO-2019), August 27-30, 2019, Lviv, Ukraine. – 2019. – P. 564.
  15. **Бажин, А.И.** Диффузионная модель роста столбчатой структуры нанопокровов диборидов переходных металлов [Текст] / А.И. Бажин, Г.В. Корніч, А.А. Гончаров, А.Н. Юнда // XXIV Международная конференция «Взаимодействие ионов с поверхностью» (ВИП(ISI)-2019): тезисы докладов. – Москва, Россия. – 2019. – Т.3. – С. 62-65.
  16. **Дуда, Е. В.** Моделирование диффузии вакансии в металле методами ускоренной молекулярной динамики [Текст] / Е.В. Дуда, Г.В. Корніч // XXIV Международная конференция «Взаимодействие ионов с поверхностью» (ВИП(ISI)-2019): тезисы докладов. – Москва, Россия. – 2019. – Т.3. – С. 90-92.
  17. **Мусин, А. И.** Распыление поверхности Ni(100) ионами Ag низкой энергии: Молекулярно-динамическое моделирование [Текст] / А.И. Мусин, Г.В. Корніч, В.Н. Самойлов // XXIV

- Международная конференция «Взаимодействие ионов с поверхностью» (ВИП(ISI)-2019): тезисы докладов. – Москва, Россия. – 2019. – Т.1. – С. 99-102.
18. **Shyrokorad, D.V.** Evolution of the Ni-Al Janus-like clusters under impacts of low energy argon clusters [Текст] / D.V. Shyrokorad, G.V. Kornich, S.G. Buga // Proc. XXIV Int. Conf. Ion-Surface Interactions (ISI-2019), Moscow, Russia. – 2019. – V.2. – P. 127-129.
  19. **Ширококорад, Д. В.** Эволюция янусоподобных нанокластеров Ni-Al при взаимодействии с кластерами аргона низких энергий [Текст] / Д.В. Ширококорад, Г.В. Корнич, С.Г. Буга // XLIX Международная Тулиновская Конференция по Физике Взаимодействия Заряженных Частиц с Кристаллами, МГУ им. М. В. Ломоносова. 28-30 мая 2019.: тезисы докладов. – М.: Университетская книга, 2019. – С. 13.
  20. **Дуда, Е. В.** Использование методов ускоренной молекулярной динамики для моделирования диффузии вакансии [Текст] / Е.В. Дуда, Г.В. Корнич // XLIX Международная Тулиновская Конференция по Физике Взаимодействия Заряженных Частиц с Кристаллами, МГУ им. М. В. Ломоносова. 28-30 мая 2019.: тезисы докладов. – М.: Университетская книга, 2019. – С. 72.
  21. **Мусин, А. И.** Молекулярно-динамическое моделирование взаимодействия ионов Ar низкой энергии с поверхностью грани (001)Ni [Текст] / А.И. Мусин, Г.В. Корнич, В.Н. Самойлов // XLIX Международная Тулиновская Конференция по Физике Взаимодействия Заряженных Частиц с Кристаллами, МГУ им. М. В. Ломоносова. 28-30 мая 2019.: тезисы докладов. – М.: Университетская книга, 2019. – С. 25.
  22. **Ширококорад, Д. В.** Формирование оболочечных структур из биметаллических янусоподобных нанокластеров под действием ионной бомбардировки [Текст] / Д.В. Ширококорад, Г.В. Корнич, С.Г. Буга // XLVIII Международная Тулиновская Конференция по Физике Взаимодействия Заряженных Частиц с Кристаллами, МГУ им. М.В. Ломоносова. 29-31 мая 2018.: тезисы докладов. – М.: Университетская книга, 2018. – С. 29.
  23. **Дуда, Е. В.** Модификация потенциалов межатомного взаимодействия при моделировании трехмерных атомных систем методами ускоренной молекулярной динамики [Текст] / Е.В. Дуда, Г.В. Корнич // XLVIII Международная Тулиновская Конференция по Физике Взаимодействия Заряженных Частиц с Кристаллами, МГУ им. М.В. Ломоносова. 29-31 мая 2018.: тезисы докладов. – М.: Университетская книга, 2018. – С. 25.
  24. **Shyrokorad, D.** Formation of the Core-Shell Structures from Janus-Like Nanoclusters Under Low-Energy Argon Particles Impacts [Текст] / D.V. Shyrokorad, G.V. Kornich // 2018 IEEE 8th International Conference on Nanomaterials: Applications & Properties (NAP), Zatoka, Ukraine, September 9-14, 2018. – P. 01SPN38-1-01SPN38-4.
  25. **Ширококорад, Д. В.** Моделирование взаимодействия свободных кластеров CuBi и CuAu с низкоэнергетическими единичными атомами и кластерами аргона [Текст] / Д.В. Ширококорад, Г.В. Корнич // VIII Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій», 21–23 вересня 2016 р.: матеріали конференції. – Запоріжжя: ЗНТУ. – 2016. – С. 249–250.
  26. **Денисенко, А.И.** Оптимизация геометрических параметров теплообменных элементов газовых котлов [Текст] / А.И. Денисенко // Системный анализ и информационные технологии SAIT-2018: 20-я международная научно-техническая конференция, г. Киев. 21-24 мая 2018г.: материалы конференции. – К.: УНК ИПСА НТУУ КПИ им. Игоря Сикорского. – С. 53. – Текст: укр., рус., англ.
  27. **Денисенко, О.І.** Моделювання процесу теплообміну в вертикальних каналах з турбулізаторами [Текст] / О.І. Денисенко // Тиждень науки 2018: щорічна науково-практична конференція серед викладачів, науковців, молодих учених, аспірантів і студентів, Запоріжжя, 16–21 квітня 2018 р.: електронне видання комбінованого використання на DVD-ROM. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – С.1118-1119.

28. **Денисенко, О.І.** Порівняльний аналіз точності прогнозу метеорологічних характеристик [Текст] / О.І. Денисенко, В.І. Шевченко // Тиждень науки 2018: щорічна науково-практична конференція серед викладачів, науковців, молодих учених, аспірантів і студентів, Запоріжжя, 16–21 квітня 2018 р.: електронне видання комбінованого використання на DVD-ROM. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – С.1130.
29. **Денисенко, О.І.** MATLAB та інтеграція з COMSOL Multiphysics – досвід використання в навчальному процесі [Текст] / О.І. Денисенко, О.О. Подковаліхіна, Л.О. Пархоменко // Загально-українська конференція «MATLAB та комп'ютерні обчислення в освіті, науці та інженерії». 16-17 травня 2019 р., Київ. – С.21.
30. **Денисенко, О.І.** Використання модуля LiveLink for MATLAB для вирішення задач оптимізації геометрії теплообмінних пристроїв [Текст] / О.І.Денисенко // Тиждень науки 2019. Факультет комп'ютерних наук і технологій: щорічна науково-практична конференція серед викладачів, науковців, молодих учених, аспірантів і студентів, Запоріжжя, 15-19 квітня 2019 р.: електронне видання комбінованого використання на DVD-ROM. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – С.173. – Режим доступу: [https://zp.edu.ua/uploads/dept\\_s&r/2019/conf/1/TN\\_2019\\_FKNT.pdf](https://zp.edu.ua/uploads/dept_s&r/2019/conf/1/TN_2019_FKNT.pdf)
31. **Колісніченко, Л.В.** Оцінка достовірності метеорологічних прогнозів [Текст] / Л.В. Колісніченко, О.І. Денисенко // II Всеукраїнська Інтернет-конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених «Інформаційні технології: теорія і практика» 4 квітня 2019 р. – Запоріжжя: ЗНТУ. – 2019.
32. **Білий, В.В.** Система управління взаємовідносинами з клієнтами стоматології [Електронний ресурс] / В.В. Білий, О.І. Денисенко // Інформаційні технології: теорія і практика: Тези доповідей III-ї Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених, 2020 р., м. Харків. – С. 30-31. – Режим доступу: [https://knit.kname.edu.ua/images/new/web2020/theses\\_2020.pdf](https://knit.kname.edu.ua/images/new/web2020/theses_2020.pdf)
33. **Денисенко, О.І.** Чисельне моделювання нестационарного процесу вимивання домішок з водоймищ [Електронний ресурс] / О.І. Денисенко // Тиждень науки 2020. Факультет комп'ютерних наук і технологій: щорічна науково-практична конференція серед викладачів, науковців, молодих учених, аспірантів і студентів, Запоріжжя, 13–17 квітня 2020 р.: електронне видання комбінованого використання на DVD-ROM. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – С. 258-259. – Режим доступу: [https://zp.edu.ua/uploads/dept\\_s&r/2020/conf/4.1/TN\\_2020\\_FKNT.pdf](https://zp.edu.ua/uploads/dept_s&r/2020/conf/4.1/TN_2020_FKNT.pdf)
34. **Денисенко, О.І.** Чисельне моделювання забруднення водних об'єктів промисловими стоками [Текст] / О.І. Денисенко, Л.О. Пархоменко // IV спеціалізований міжнародний Запорізький екологічний форум «Еко Форум-2020», 15-17 жовтня 2020 р.: збірка тез доповідей. – Запорізька міська рада, Запорізька торгово-промислова палата. – Запоріжжя: 2020. – С. 221-222.
35. **Денисенко, А.И.** 3D-моделирование закрученных потоков в трубах с ленточными винтообразными вставками [Текст] / А.И Денисенко., Л.А. Пархоменко // TENDENZE ATTUALI DELLA MODERNA RICERCA SCIENTIFICA: der Sammlung wissenschaftlicher Arbeiten «ΛΟΓΟΣ» zu den Materialien der internationalen wissenschaftlich-praktischen Konferenz, Juni, 2020. – Stuttgart, Deutschland: Europäische Wissenschaftsplattform. – В. 3, 5. – Р. 63-65.
36. **Денисенко, О.І.** Використання модуля livelink for matlab в мультифізичних моделях [Текст] / О.І. Денисенко, Л.О. Пархоменко // Друга міжнародна конференція «MATLAB та комп'ютерні обчислення в освіті, науці та інженерії», 24– 28 квітня, 2021 р., Київ.
37. **Денисенко, О.І.** 3-D Моделювання ефективності систем опалення та енергозберігаючих технологій [Електронний ресурс] /О.І.Денисенко//Тиждень науки 2021: щорічна науково-практична конфереція викладачів, науковців, молодих учених, аспірантів та студентів, Запоріжжя, 19–23 квітня 2021 р. тези доп. / Редкол.: В.В. Наумик (відпов. ред.) Електрон. дані. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – С. 173–174. – 1 електрон. опт. диск (DVD-ROM). – назва з тит. екрана.

38. **Пархоменко, Л.А.** Влияние температуры на изменение растворимости неорганических солей в воде [Текст] / Л.А. Пархоменко, А.И. Денисенко // Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference «International Forum: Problems and Scientific Solutions» (April 25-26, 2021). – Melbourne, Australia: CSIRO Publishing House, 2021. – P. 692-696.
39. **Пархоменко, Л.А.** Анализ атомного структурообразования в процессе кристаллизации вещества [Текст] / Л.А. Пархоменко, А.И. Денисенко // Proceedings of the 8th International Scientific and Practical Conference «Scientific Horizon in The Context of Social Crises» (April 11-12, 2021). – Tokyo, Japan: Otsuki Press, 2021. – P. 619-622.
40. **Пархоменко, Л. А.** Идентификационный метод исследования микро и наноструктуры сплавов [Текст] / Л. А. Пархоменко // Лазерные, плазменные исследования и технологии: IV Международная конференция ЛаПлаз-2018, г. Москва, Россия, 30 января-01 февраля 2018 г.: сб. науч. тр. – М.: НИЯУ МИФИ, 2018. – С. 133–134.
41. **Пархоменко, Л. А.** Математическое моделирование при исследовании превращений в сплавах [Текст] / Л. А. Пархоменко, А.И. Денисенко // Міжнародна наукова інтернет-конференція «Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення», м. Тернопіль, 12 травня 2020 р.: зб. тез доп. – Тернопіль, 2020. – Вип. 48. – С. 144–147.
42. **Пархоменко, Л. А.** Анализ структурно-функционального состояния дисперсных выделений в ионно-облученных материалах [Текст] / Л. А. Пархоменко, А.И. Денисенко // Міжнародна наукова інтернет-конференція «Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення», м. Тернопіль, 2 квітня 2019 р.: зб. тез доп. – Тернопіль, 2019. – Вип. 37. – С.110-112.
43. **Пархоменко, Л. А.** Анализ нуклеационного формирования дисперсных систем [Текст] / Л.А. Пархоменко, А.И. Денисенко // Наукове забезпечення технологічного прогресу ХХІ сторіччя: матеріали міжнародної наукової конференції, 1 травня, 2020 р. Чернівці, Україна: МЦНД. – Чернівці, 2020. – Т.2. – С. 107–109.
44. **Пархоменко, Л. А.** Исследование устойчивости наноструктурных дисперсных систем [Текст] / Л. А. Пархоменко, А.И. Денисенко // Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference “Science and Practice: Implementation to Modern Society” (May 6 – 8, 2020). – Manchester, Great Britain: Real Press Ltd, 2020. – P.404–409.
45. **Пархоменко, Л. А.** Анализ структурного состояния пористых систем [Электронный ресурс] / Л. А. Пархоменко // Тиждень науки 2019. Факультет комп'ютерних наук і технологій: щорічна науково-практична конференція серед викладачів, науковців, молодих учених, аспірантів і студентів, Запоріжжя, 15-19 квітня 2019 р.: електронне видання комбінованого використання на DVD-ROM. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – С.171-172. – Режим доступу: [https://zp.edu.ua/uploads/dept\\_s&r/2019/conf/1/TN\\_2019\\_FKNT.pdf](https://zp.edu.ua/uploads/dept_s&r/2019/conf/1/TN_2019_FKNT.pdf)
46. **Пархоменко, Л. А.** Системный анализ микроструктуры островковых пленок [Текст] / Л.А. Пархоменко // Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій: Тези доповідей ІХ Міжнародної науково-практичної конференції (03-05 жовтня 2018 р., м. Запоріжжя). – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – С. 261-262.

**12. Рішення** наукової (науково-технічної ради)       ПРЕ       інституту від 27.05.2021 (протокол №4 ) по результатах роботи та пропозиції щодо її впровадження, продовження.

Результати роботи ДБ05018 «Математичне та комп'ютерне моделювання фізичних, технічних, природничих процесів та систем» (2018-2021pp) визнати задовільними.

ЗАВДУВАЧ КАФЕДРИ / Г.В.Корніч /

КЕРІВНИК РОБОТИ / О.І.Денисенко /