

# Облікова картка ДіР



## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0226U002545

**Державний реєстраційний номер:** 0124U000388

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 27-02-2026

## II. Етап виконання ДіР

**Номер етапу:** 2

**Назва етапу:** 2.1 Розроблення методології, принципів та підходів створення, впровадження та використання інтелектуальних інформаційних технологій для підтримки прийняття рішень при застосуванні системи CAD/CAM/CAE проектування та використанні адитивних технологій виготовлення кісткових замінників з функціональними властивостями від збору анатомічних даних до остаточної моделі, що враховує закономірності новоутворення кісткової тканини. 2.2 Розроблення комплексу взаємопов'язаних методів та засобів аналізу зображеннях, отриманих сенсорами різної фізичної природи. 2.3 Аналіз, синтез і моделювання нейронних мереж, розроблення методів їх проектування, оптимізації та навчання при аналізі зображень кісткової тканини з урахуванням її просторової структури, отриманих сенсорами різної фізичної природи. 2.4 Розробка методології інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень.

**Початок етапу:** 01.2025

**Закінчення етапу:** 12.2025

**Вид звітнього документа:** Проміжний звіт

## III. Відомості про виконавця ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Національний університет "Одеська політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 43861328

**Місцезнаходження:** пр. Шевченка, буд. 1, м. Одеса, Одеська обл., 65044, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 380487058301

## IV. Відомості про співвиконавців ДіР

## V. Відомості про замовника ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Міністерство освіти і науки України

**Код за ЄДРПОУ:** 38621185

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, буд. 10, м. Київ, 01135, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Кабінет Міністрів України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 380444813221

## VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

**Підстава для проведення ДіР:** 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

**Напрямок фінансування:** 2.2 - прикладні дослідження і розробки

### Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

**Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК):** 2201040

|                                                          |
|----------------------------------------------------------|
| <b>Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.):</b> 800.000 |
|----------------------------------------------------------|

## **VII. Відомості про ДіР**

### **Назва роботи українською:**

Інтелектуальна підтримка прийняття рішень при проектуванні кісткових замінників для лікування воєнних травм

### **Назва роботи англійською:**

Intelligent decision-making support for the design of bone substitutes in the treatment of war injuries

### **Реферат українською:**

Розроблено принципи та підходи створення, впровадження та використання інтелектуальних інформаційних технологій для підтримки прийняття рішень при застосуванні системи CAD/CAM/CAE проектування та використанні адитивних технологій виготовлення кісткових замінників, що враховує закономірності новоутворення кісткової тканини. Обґрунтовано концептуальну архітектуру та математичне забезпечення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень. Запропоновано модифікований метод вибору параметрів пористого замінника (розмір пори, товщина трабекули, тип комірки), який використовує цільову функцію, що одночасно мінімізує різницю механічних імпедансів імплантату та кістки (для уникнення stress shielding effect) та максимізує гідродинамічну проникність для рідин організму. Розроблено методи оптимізації на основі вейвлет-перетворення шляхом обчислення обмежень та метод кластеризації за дисперсійною ознакою, в якому належність образу до кластеру розраховується на основі обчислення обмежень. Запропоновано модифіковану архітектуру нейронної мережі для спільного аналізу КТ та МРТ даних, яка відрізняється адаптивним механізмом зважування каналів, що дозволяє знижувати вплив артефактів від металевих тіл при формуванні моделі зони інтересу. Розроблено та досліджено ансамблеві алгоритми машинного навчання для визначення ключових механічних факторів при прогнозуванні наноккомпозитів, що дозволило створювати спрощені, інтерпретовані та точні моделі прогнозування у CAD/CAM/CAE проектуванні. Розроблено метод побудови ансамблевих класифікаторів для структурованих та неструктурованих даних, для попередньої обробки даних та оптимізації окремих класифікаторів (KNN, SVM, Random Forest, XGBoost, MLP, CNN, LSTM, логістична регресія) та стекінгу з різними типами агрегації (голосування: жорстке, м'яке, м'яке з нечітким ранжуванням), що забезпечує приведення гетерогенних даних до єдиного формату та високу точність класифікації.

### **Реферат англійською:**

Principles and approaches for the creation, implementation and use of intelligent information technologies for decision support when using the CAD/CAM/CAE system for designing and using additive manufacturing technologies for bone substitutes, which takes into account the regularities of bone tissue neoplasms, have been developed. The conceptual architecture and mathematical support of the intelligent decision support system have been substantiated. A modified method for selecting the parameters of a porous substitute (pore size, trabecula thickness, cell type) has been proposed, using an objective function that simultaneously minimizes the difference in mechanical impedances of the implant and bone (to avoid the stress shielding effect) and maximizes the hydrodynamic permeability for body fluids. Optimization methods based on wavelet transform by calculating constraints and a method of clustering by dispersion feature have been developed, in which the image belonging to a cluster is calculated by calculating constraints. A neural network architecture for joint analysis of CT and MRI data is proposed, which is distinguished by an adaptive channel weighting mechanism, which allows reducing the influence of artifacts from metal bodies when forming a model of the area of interest. Ensemble machine learning algorithms have been developed and investigated to determine key mechanical factors in the prediction of nanocomposites, which allowed creating simplified, interpretable and accurate prediction models in CAD/CAM/CAE design. A method has been developed for constructing ensemble classifiers for structured and unstructured data, for data preprocessing and optimization of individual classifiers (KNN, SVM, Random Forest,

XGBoost, MLP, CNN, LSTM, logistic regression) and stacking with different types of aggregation (voting: hard, soft, soft with fuzzy ranking), which ensures the reduction of heterogeneous data to a single format and high classification accuracy.

**Індекс УДК:** 004.89:004.4, 004.8, 615.471/.472; 616-7, 004.9:616-77

**Коди тематичних рубрик:** 28.23.29, 28.23.01, 76.13.29

**Керівники роботи**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:** Антощук Світлана Григорівна

**Науковий ступінь:** д.т.н.

**Вчене звання:** професор

**Ідентифікатор ORCID ID:**

**Додаткова інформація:**

## VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

**Назва НТП українською:** Принципи та підходи створення, впровадження та використання інтелектуальних інформаційних технологій для підтримки прийняття рішень при застосуванні системи CAD/CAM/CAE проектування та використанні адитивних технологій для виготовлення кісткових замінників з функціональними властивостями від збору анатомічних даних до остаточної моделі, що враховує закономірності новоутворення кісткової тканини.

**Назва НТП англійською:** Principles and approaches for the creation, implementation and use of intelligent information technologies for decision support when using the CAD/CAM/CAE system for design and using additive manufacturing technologies for bone substitutes with functional properties from the collection of anatomical data to the final model that takes into account the regularities of bone tissue neoplasms

**НТП, яку передбачалося створити:** Створено

**Причини, через які НТП не було створено:**

**Отримані результати:** Матеріали, Нормативні документи, Методичні документи, Програмні продукти, програмно-технологічна документація, Аналітичні матеріали

**Галузь застосування:** Інформатика та кібернетика

**Реєстраційний номер картки технології:**

**Опис НТП:** Науково-технічна продукція (НТП) представлена інтелектуальною технологією та прототипом програмного комплексу для підтримки прийняття рішень (СППР) у реконструктивній хірургії. НТП базується на розроблених моделях машинного навчання, спеціалізованих для аналізу зображень кісткової тканини з урахуванням її складної просторової архітектури. Система забезпечує інтеграцію та спільну обробку мультимодальних даних, одержаних сенсорами різної фізичної природи (КТ та МРТ), що дозволяє одночасно враховувати стан твердих та м'яких тканин у зоні травми. Основою технології є використання модифікованої архітектури 3D Attention U-Net та генеративно-змагальних мереж (GAN), які задіяні при створенні готового програмного продукту для інтелектуальної підтримки проектування, адитивного виготовлення та застосування кісткових замінників на основі апатит-біополімерних композитів. Технологія забезпечує синтез замінників з точно контрольованим складом, структурою, пористістю та механічною міцністю. Важливою інновацією є впровадження методів оптимізації на основі вейвлет-перетворення. Шляхом обчислення обмежень у вигляді нерівностей ці методи суттєво підвищують швидкість обчислень при формуванні моделі зони інтересу (ROI), що є критичним для оперативного планування в умовах військової медицини. Програмна реалізація НТП включає модуль для автоматичної генерації «Паспорта імплантату» п підсумкового документа, що містить рекомендовану STL-модель, розрахункові параметри біомеханічної сумісності та рекомендації щодо технології 3D-друку. Використання нейромережових сурогатів дозволяє скоротити час біомеханічного аналізу з годин до секунд, забезпечуючи точність сегментації навіть за наявності металевих артефактів.

**Соціально-економічна спрямованість НТП:** Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту, Економія енергоресурсів, Економія матеріалів, Підвищення продуктивності праці, Підвищення автоматизації виробничих процесів

**Вплив НТП на довкілля:** Впровадження НТП має позитивний вплив на довкілля через перехід до моделі персоналізованого адитивного виробництва. Отримані результати створюють фундамент для інноваційної СППР у галузі реконструктивної хірургії воєнної травми, що дозволяє замінити стандартні серійні протези індивідуальними замінниками. Це мінімізує обсяги технологічних відходів дороговартісних біоматеріалів та знижує енерговитрати на логістику й утилізацію надлишкової продукції. Розроблені рішення відповідають актуальним світовим трендам персоналізованої медицини та адитивного виробництва, але значно перевершують існуючі підходи за рахунок глибокої інтелектуалізації та специфікації під задачі

бойової травми. Висока точність проектування геометрії імплантатів забезпечує максимально раціональне використання ресурсів, зменшуючи екологічне навантаження на етапах виготовлення та стерилізації медичних виробів.

**Впровадження НТП:** Не впроваджено

### **Практична реалізація НТП**

**Початок етапу:** 01.2025

**Закінчення етапу:** 12.2026

**Споживачі продукції:** Травматологічні відділення Військово-медичного клінічного центру Південного регіону (м. Одеса) п для оперативного планування та лікування мінно-вибухових поранень., Міська клінічна лікарня № 1 (м. Одеса) п у практиці відділень ортопедії та травматології, Міська клінічна лікарня № 10 (м. Одеса) п для реконструктивної хірургії дефектів кісткової тканини., Клініка пластичної хірургії та косметології «Virtus» (м. Одеса) п у напрямку персоналізованої щелепно-лицевої хірургії та естетичної реконструкції.

**Перспективні ринки:** Впровадження інтелектуальної СППР орієнтоване на глобальний ринок медичного 3D-друку, обсяг якого у 2025 році оцінюється в межах 2.76–3.24 млрд доларів США із прогнозованим зростанням до 14.6 млрд доларів до 2030 року., Ринок спеціалізованого ортопедичного програмного забезпечення (CAD/CAM), до якого відноситься розроблюваний продукт, оцінюється у 409–432 млн доларів у 2025 році. Технології III в медичній візуалізації мають високий потенціал зростання з середньорічним темпом (CAGR) 34.67%. В Україні у 2025 році розвиток ринку стимулюється масштабуванням пілотних проєктів МОЗ у державних лікарнях, що особливо актуально для ветеранів війни. Впровадження точок виробництва (point-of-care) безпосередньо в госпіталах дозволяє скоротити час хірургічного планування на 62 хвилини та знизити витрати на 3720 доларів за один випадок.

### **Характер співробітництва з інвестором**

**Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:**

**Права, що надаються інвестору після завершення роботи:**

**Наявність бізнес-плану:**

**Техніко-економічне обґрунтування:**

**Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:**

**Очікуваний термін окупності (років):**

**Додаткова інформація:**

## **IX. Бібліографічний опис**

1. Krenicky, T., Vysotsky, I., Dyadyura, K., Dyadyura, I. Artificial intelligence to evaluate drug development processes. MM Science, 2025, December, pp. 9014–9019 (Scopus, Q3). DOI: 10.17973/MMSJ.2025\_12\_2025078.
2. Panda, A., Klymenko, A., Anisimov, V., Dyadyura, K. Development of mathematical models describing the process of friction and wear of meta-aramid. MM Science Journal, 2025, October, pp. 8709–8714. (Scopus, Q3). DOI: 10.17973/MMSJ.2025\_10\_2025036
3. Chen, J., Dyadyura, K., Hunter-Haas, D., Dixon, M., Smorodin, A. Additively manufacturing bioimitated multi-layered medical composite trauma plates. Journal of Composite Materials, 2025. (Scopus, Q2). DOI 10.1177/00219983241304148

4. Dyadyura, K., Prokopovich, I., Khamitov, V., Sikach, T., Vershkov, O. Application of the Dynamic Programming Method in Process Measurement Problems When Assessing Interoperability. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, (Scopus, Q4) 2025, pp. 699–711. DOI: 10.1007/978-3-031-82746-4\_62.
5. Shcherbakova G., Koshutina D. Development of a criterion for selecting the level of wavelet decomposition for QRS detection in electrocardiogram signals using energy and entropy. *Proceedings of Odessa Polytechnic University*. 2025. No. 1(71). P. 157–166. DOI: 10.15276/opus.1.71.2025.18. (Видання включено до переліку наукових фахових видань України, категорія «Б»).
6. Shcherbakova G. Y., Koshutina D. V. Improving the performance of clustering with wavelet function by using inequality constraints. *Herald of Advanced Information Technology*. 2025. Vol. 8, No. 3. P. 277–287. DOI: 10.15276/hait.08.2025.17. Видання включено до переліку наукових фахових видань України, категорія «Б», (Scopus Q4).
7. Koshutina D., Shcherbakova G., Antoshchuk S., Glava M. Improving the performance of wavelet transform optimization using inequality constraints. *The 13th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (ICIDACS 2025)*, Gliwice, Poland, September 4–6, 2025. (Scopus) DOI: 10.1109/IDAACS68557.2025.11322357.
8. O. Andronati, S. Antoshchuk, A. Nikolenko, O. Arsirii and O. Babilunha A Unified Approach to Medical and Financial Data Classification Using Individual and Ensemble Machine Learning Models // *Proceedings of the 15th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)*, Sibenik, Croatia, 2025, 892–895. (Scopus) doi: 10.1109/ACIT65614.2025.11185607. <https://ieeexplore.ieee.org/document/11185607> 0,18
9. Svitlana Antoshchuk, Olena Arsirii, Mykola Hodovychenko, Anatolii Nikolenko, Oksana Babilunha A Vid-LLM architectures systemic analysis for the integration of multimodal video understanding // *Proceedings of the International Scientific Workshop “Applied Information Technologies and Artificial Intelligence Systems”, AIT&AIS 2025*, December 18–19, 2025, Chernivtsi (Scopus Q4) <https://kkn.chnu.edu.ua/en/aitais/about-aitais/>
10. Daria Koshutina, Galina Shcherbakova, Svitlana Antoshchuk, Maria Glava Improving the performance of wavelet transform optimization using inequality constraints // *Proceedings of the 13th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications 4–6 September, 2025*, Gliwice, Poland (Scopus Q4)
11. A.Volkov, S. Antoshchuk Method for creating a digital atlas of 3d models of human anatomy for prosthetics // *Proceedings of Odessa Polytechnic University*, Issue 1(71), 2025. C. 137–144. <https://pratsi.op.edu.ua/index.php/pratsi/article/view/515/487> Видання включено до переліку наукових фахових видань України, категорія «Б»
12. Soloviova, Diana, Svitlana Antoshchuk, and Viktor Boltenkov. "Development and Research of the Methodology for Improving the Proof of Work Blockchain Technology by Implementing Dynamic Clustering of Network Nodes." *IET Blockchain* 5.1 (2025): e70006. <https://doi.org/10.1049/blc2.70006>
13. Panda A., Savchuk P., Dyadyura K., Prokopovich P., Zaborowski T. Research of the properties of bioglasses with adaptive properties for medical applications. *Disturbances in technical processes. Monograph. Scientific editing Tadeusz Zaborowski. Poznan*, 2025. pp. 148–160.
14. Д. Кошутіна, С. Антошук, Г. Щербаків УДОСКОНАЛЕННЯ ПОШУКУ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМ ЗА ДОПОМОГОЮ ОПТИМІЗАЦІЇ НА ОСНОВІ ВЕЙВЛЕТ-ФУНКЦІЇ (С. 238–401) Системи контролю інформації та інтелектуальні технології. Досягнення та застосування: монографія / під наук.ред. проф. В. Вичужаніна – Львів-Торунь: Liha-Pres, 2025 –402 с. ISBN 978-966-397-538-2 doi.org/10.36059/978-966-397-538-2
15. Neural and Bayesian Networks Application Areas : Monograph / M. Voronenko, V. Lytvynenko, S. Antoshchuk, O. Arsirii, M. Drozd, A. Nikolenko, O. Babilunha, S. Vyshemyrska. – Херсон: Книжкове видавництво ФОП Вишемирський В. С., 2025. – 156 р. ISBN 978-617-7941-78-0 (electronic edition)

16. Пат. на корисну модель Україна, МПК (2025.01) B23F 19/00. Шевер для паралельного методу шевінгування / Уминський С. М., Дядюра К. О., Осадчук П. І., Кнауб Л. В., Дударев І. І.; заявники та патентовласники Уминський С. М., Дядюра К. О., Осадчук П. І., Кнауб Л. В., Дударев І. І. – № у 2025 02938; заявл. 18.06.2025; рішення про реєстр. 01.01.2026.
- 17 Четверіков Р. С., Антощук С. Г. 3D сегментація при моделюванні імплантів кісткових дефектів. Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції «ІНФОРМАТИКА. КУЛЬТУРА. ТЕХНІКА» «ІКТ-25» (16.10.2025 – 17.10.2025, м. Одеса, Україна) МОН України; Національний університет «Одеська політехніка»; Ін-т комп'ют. систем. – Одеса : Наука і техніка. С. 113-118
18. Кунуп Т.В., Антощук С.Г. ВИКОРИСТАННЯ ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛІЗУ ВІДЕО //Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXXIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2025, 14-17 травня 2025 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». – С.766.
19. Роман ЧЕТВЕРІКОВ, Світлана АНТОЩУК. Використання нейронних мереж для моделювання імплантів кісткових дефектів Матеріали IV міжнародної науково-технічної конференції «СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ» (07–09 травня 2025 року, м. Одеса, Україна) Odesa : Astroprint, 2025. — 306 с., С. 147–150.
20. Прокопович П., Дядюра К., Прокопович І., Панда А., Мельниченко Г. 3D-друковані каркаси для тканинної інженерії з використанням термочутливих гідрогелів на основі біополімерних сумішей. Матеріали IV міжнародної науково-технічної конференції «СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ» 07–09 травня 2025 року, м. Одеса, Україна С. 78 п 81.
21. Пандова І., Прокопович і., Прокопович П., Дядюра К. Застосування адитивно виготовленої структури TPMS в інженерії кісткової тканини. Матеріали IV міжнародної науково-технічної конференції «СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ» 07–09 травня 2025 року, м. Одеса, Україна С. 87 п 91.

## **Х. Заключение відомості**

### **Керівник юридичної особи**

Дмитришин Дмитро Володимирович

д. т. н., 05.13.03

### **Перелік осіб-виконавців**

Блінов Ігор Павлович

Брескіна Анастасія Аршавирівна

Вороненко Олександр Вікторович

(к. т. н., с.д.)

Вороненко Сергій Вікторович

(к. т. н.)

Дядюра Костянтин Олександрович

(д. т. н., професор, 05.01.02)

Кондратьев Сергій Борисович

Кошутіна Дар'я Валеріївна

Кісель Анатолій Георгійович

(к. т. н., с.н.с.)

Серман Євгенія Олександрівна

Сливка Максим Олексійович

Соловйова Діана Вячеславівна

### **Відповідальний за підготовку облікових документів**

Кісель Ірина Генріхівна

### **Телефон**

+38(097)212-99-82

### **Реєстратор**

Юрченко Тетяна Анатоліївна

### **Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна