

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0425U000355

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 29-10-2025

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Павлов Олексій Дмитрович

2. Alexei Pavlov

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3686-1262

Вид дисертації: кандидат наук

Аспірантура/Докторантура: ні

Шифр наукової спеціальності: 14.01.21

Назва наукової спеціальності: Травматологія та ортопедія

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 21-11-2025

Спеціальність за освітою: лікувальна справа

Місце роботи здобувача: Харківський національний медичний університет

Код за ЄДРПОУ: 01896866

Місцезнаходження: Проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61022, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство охорони здоров'я України

Ідентифікатор ROR:

### **III. Відомості про організацію, де відбувся захист**

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** Д 64.607.01

**Повне найменування юридичної особи:** Державна установа "Інститут патології хребта та суглобів імені професора М. І. Ситенка Національної академії медичних наук України"

**Код за ЄДРПОУ:** 02012214

**Місцезнаходження:** вул. Григорія Сковороди, Харків, Харківський р-н., 61024, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія медичних наук України

**Ідентифікатор ROR:**

### **IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію**

**Повне найменування юридичної особи:** Харківський національний медичний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 01896866

**Місцезнаходження:** Проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61022, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство охорони здоров'я України

**Ідентифікатор ROR:**

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 76.29.40.11

**Тема дисертації:**

1. Обґрунтування використання композиту на основі полілактиду та кальцій-фосфатної кераміки для хірургічного лікування навколосуглобових переломів (експериментальне дослідження).
2. Rationale for the use of a composite based on polylactide and calcium-phosphate ceramics for surgical treatment of periarticular fractures (experimental study).

**Реферат:**

1. Дисертація присвячена актуальній проблемі – створенню композитного біоматеріалу, що біодеградує, обґрунтуванню його властивостей та розробці індивідуальних імплантатів для остеосинтезу з використанням 3D-друку. Висока частота травм опорно-рухової системи та зростання їх складності через війну в Україні обумовлює необхідність провадження в клінічну практику нових технологічних розробок виготовлення імплантатів для остеосинтезу. Це матиме значну клінічну ефективність, економічну доцільність та сприятиме покращенню якості життя пацієнтів. Імплантати, які біодеградують після імплантації в організм людини та виготовлені з полілактиду та сополімерів на його основі займають значуще місце в ортопедії та травматології. Особливістю цих полімерів є біосумісність, остеокондуктивність та здатність до біодеградації з наступним заміщенням ділянки імплантації кістковою тканиною. Однак

невирішеною проблемою є їх низька механічна міцність, що обмежує використання в ділянках скелета під навантаженням. Вирішенням може бути розробка композитів на основі полілактидів із покращеними механічними якостями завдяки додаванню є кальцій-фосфатної кераміки, матеріалів на основі вуглецю та полімери. Оскільки трикальційфосфат та гідроксилапатит структурно схожі з мінеральними компонентами кісткової тканини людини, в нашій роботі ми зосередилися на композитах, створених на основі полілактид/трикальційфосфат/гідроксилапатит. Для якості фіксаторів важливою є технологія виготовлення, особливо якщо це дасть змогу виготовляти імплантати різної форми та розміру індивідуально для кожного пацієнта. Такою технологією є друкування на 3D принтері, а багато імплантатів, що друкують на 3D-принтері, мають в основі полілактиди. У результаті проведеного дослідження створено композитний біоматеріал на основі полілактиду (PLA), гідроксил апатиту (ГА) та трикальційфосфату (ТКФ) та проведено експериментальні дослідження його властивостей. На підставі розрахунків величини модуля пружності композиту з полілактиду з різним відсотковим вмістом кальцій-фосфатної кераміки від 10 до 50 % було доведено, що оптимальним є склад 70 % полілактиду, 20 % трикальційфосфату і 10 % гідроксилапатиту, який і було використано у подальшому дослідженні для 3D-друку технологією FDM (пошарове наплавлення). Проведено дослідження біосумісності та токсичності нового композиту з полілактиду та кальцій-фосфатної кераміки *in vivo* у щурів протягом 180 днів. На основі гістологічного аналізу тканин (товщина капсули навколо імплантатів; щільність клітин та їх фенотип; відсутність клітин запалення; стан капілярів) навколо імплантованих дисків з композиту в підшкірно-жирову клітковину підтверджено його біосумісність та поступову деградацію з 90 доби після імплантації. Показано відсутність токсичного впливу на функцію нирок та печінки нового композиту на основі біохімічного аналізу у сироватці крові щурів таких показників, як аланінамінотрансфераза, аспаратамінотрансфераза, гамма-глутамілтрансфераза, білірубін, креатинін, сечовина. Оцінено остеointегративні якості розробленого композиту після імплантації в дирчастий дефект метафізу стегнових кісток щурів 3D-надрукованих штифтів протягом 180 днів. Встановлено вищий індекс остеointеграції у штифтів з композиту порівняно з чистим полілактидом починаючи з 30 доби ( $47,9 \pm 2,13$  % проти  $27,8 \pm 2,25$  %) та збереженням цієї різниці до кінця експерименту на 180 добу ( $82,0 \pm 2,07$  % проти  $66,1 \pm 3,4$  %), коли цей показник був вище в 1,7 рази та 1,2 рази відповідно. На 180 добу імплантати в кістковому дефекті зберігали форму, що свідчить про можливість їх довготривалого використання. Так само, як і у разі імплантації дисків, перебування протягом року штифтів у організмі щурів під час регенерації кістки та її ремоделювання не мало токсичного впливу згідно з аналізом біохімічних маркерів печінки та нирок. В умовах фіксації накістковою пластиною з композитного матеріалу на основі PLA протягом 180 днів показано відсутність деструктивних змін у періості (окісті) та кортексі діафізу стегнової кістки кролів. Досліджено механічні властивості 3D-надрукованих пластин для накісткового остеосинтезу та імплантатів із розробленого композиту на основі полілактиду. У результаті розрахунків виявлено, що пластини з полілактиду є занадто м'якими й мають бути втричі товще за титанові для забезпечення аналогічної жорсткості фіксації.

2. The dissertation is devoted to the urgent problem of creating a biodegradable composite biomaterial, substantiating its properties and developing individual implants for osteosynthesis using 3D printing. The high frequency of musculoskeletal injuries and the increase in their complexity due to the war in Ukraine necessitates the introduction into clinical practice of new technological developments for the manufacture of implants for osteosynthesis. This will have significant clinical effectiveness, economic feasibility and will contribute to improving the quality of life of patients. Implants that biodegrade after implantation into the human body and made of polylactide and copolymers based on it occupy a significant place in orthopedics and traumatology. The peculiarity of these polymers is biocompatibility, osteoconductivity and the ability to biodegrade with subsequent replacement of the implantation site with bone tissue. However, an unresolved problem is their low mechanical strength, which limits their use in areas of the skeleton under load. The solution may be the development of polylactide-based composites with improved mechanical properties due to the addition of calcium phosphate ceramics, carbon-based materials and polymers. Since tricalcium phosphate and hydroxylapatite are structurally similar to the mineral components of human bone tissue, in our work we focused on composites created on the

basis of polylactide/tricalcium phosphate/hydroxyapatite. The manufacturing technology is important for the quality of the retainers, especially if it will allow the manufacture of implants of different shapes and sizes, individual for each patient. Such a technology is 3D printing, and many implants printed on a 3D printer are based on polylactides. As a result of the research, a composite biomaterial based on polylactide (PLA), hydroxylapatite (HA) and tricalcium phosphate (TCF) was created and experimental studies of its properties were conducted. Based on calculations of the modulus of elasticity of a polylactide composite with different percentages of calcium phosphate ceramics from 10 to 50%, it was proven that the optimal composition is 70% polylactide, 20% tricalcium phosphate and 10% hydroxylapatite, which was used in further research for 3D printing using FDM technology (layer deposition). A study of the biocompatibility and toxicity of a new composite of polylactide and calcium phosphate ceramics in vivo in rats for 180 days was conducted. Based on histological analysis of tissues (capsule thickness around implants; cell density and their phenotype; absence of inflammatory cells; condition of capillaries) around the implanted composite discs in subcutaneous fat, its biocompatibility and gradual degradation from day 90 after implantation were confirmed. The absence of toxic effects on kidney and liver function of the new composite was shown based on biochemical analysis of such indicators in rat blood serum as alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, gamma-glutamyltransferase, bilirubin, creatinine, and urea. The osseointegration properties of the developed composite were evaluated after implantation of 3D-printed pins into a perforated defect of the femoral metaphysis of rats for 180 days. A higher osseointegration index was established in pins made of the composite compared to pure polylactide starting from day 30 ( $47.9 \pm 2.13\%$  versus  $27.8 \pm 2.25\%$ ) and this difference was maintained until the end of the experiment on day 180 ( $82.0 \pm 2.07\%$  versus  $66.1 \pm 3.4\%$ ), when this indicator was 1.7 times and 1.2 times higher, respectively. On day 180, the implants in the bone defect retained their shape, which indicates the possibility of their long-term use. As in the case of disc implantation, the presence of pins in the rat body during bone regeneration and remodeling for a year did not have a toxic effect according to the analysis of biochemical markers of the liver and kidneys. Under the conditions of fixation with a bone plate made of a PLA-based composite material for 180 days, the absence of destructive changes in the periosteum (periosteum) and cortex of the femoral diaphysis of rabbits was shown. The mechanical properties of 3D-printed plates for bone osteosynthesis and implants made of the developed polylactide-based composite were studied. As a result of calculations, it was found that the plates made of polylactide are too soft and must be three times thicker than titanium to ensure similar fixation stiffness.

### **Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:** Науки про життя, нові технології профілактики та лікування найпоширеніших захворювань

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:** Впровадження нових технологій та обладнання для якісного медичного обслуговування, лікування, фармацевтики

**Підсумки дослідження:** Новий напрямок у науці і техніці

### **Публікації:**

- 1. Павлов, А. Д., Пастух, В. В., & Дедух, Н. В. (2017). Реакція сполучної тканини на композит на основі полімолочної кислоти, гідроксиапатиту та трикальцій фосфату. Вестник проблем биологии и медицины, 4(3), 185-189. <https://doi.org/10.29254/2077-4214-2017-4-3-141-185-189>.
- 2. Хвисяк, О.М., Павлов, О.Д., Карпінський, М.Ю. & Карпінська, О.Д. (2018). Дослідження тривалості збереження жорсткості фіксації кісткових уламків біодеградуючими накістковими пластинами на основі полілактиду. Травма, 19(5), 98-105. <https://doi.org/10.22141/1608-1706.5.19.2018.146652>.
- 3. Хвисяк, О.М., Павлов, О.Д., & Пастух, В.В. (2018). Динаміка лабораторних показників крові у щурів після підшкірної імплантації композиту на основі полілактиду, гідроксиапатиту і трикальційфосфату. Український журнал медицини, біології та спорту: український науково-практичний журнал, 3(1), 71-75. <https://doi.org/10.26693/jmbs03.01.040>

- 4. Хвисьюк, О. М., Павлов, О. Д., & Пастух В. В. (2018). Лабораторна оцінка впливу кісткових імплантатів на основі полілактиду при введенні експериментальним щурам на різних термінах спостереження. Український журнал медицини, біології та спорту: український науково-практичний журнал. 3(2), 38-42. <https://doi.org/10.26693/jmbs03.02.038>
- 5. Хвисьюк, М.О., Павлов, О.Д., & Пастух, В. В. (2018). Регенерація кістки в умовах імплантації композитного біоматеріалу на основі полімолочної кислоти, гідроксилапатиту та трикальційфосфату. Проблеми безперервної медичної освіти та науки, 29(2), 65-69. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Psmno\\_2018\\_2\\_15](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Psmno_2018_2_15)
- 6. Павлов, О. Д. (2018). Біохімічні маркери сироватки крові кроликів після імплантації на діафізі стегнової кістки пластин на основі полілактиду, гідроксиапатиту та трикальційфосфату. Актуальні проблеми сучасної медицини: вісник Української медичної стоматологічної академії, 18(1), 184-187. <https://repository.pdmu.edu.ua/handle/123456789/11342>
- 7. Дедух Н. В., Макаров В. Б., & Павлов О. Д. (2019). Біоматеріал на основі полілактиду та його використання як кісткових імплантатів (аналітичний огляд літератури). Біль. Суглоби. Хребет. 9(1), 28-35. <http://dx.doi.org/10.22141/2224-1507.9.1.2019.163056>.
- 8. Хвисьюк, О.М., Павлов, О.Д., Карпінський, М.Ю., & Карпінська О.Д. (2020). Розрахунок міцнісних характеристик композитного матеріалу на основі полілактиду трикальційфосфату та гідроксиапатиту. Травма, 21(1), 85-91. <https://doi.org/10.22141/1608-1706.1.21.2020.197802>.
- 9. Хвисьюк, О. М., Павлов, О. Д., Карпінський, М. Ю., & Яресько О.В. (2020). Дослідження напружено-деформованого стану моделей фіксації кісткових уламків біодеградуючими накістковими пластинами на основі полілактиду. Травма, 21(2), 8-16. <https://doi.org/10.22141/1608-1706.2.21.2020.202228>.
- 10. Павлов, О. Д., Пастух, В. В., Карпінський М. Ю. (2021). Проблема використання композитних імплантів, що біодеградують, у лікуванні переломів кісток (огляд літератури). Травма, 22(2), 5-16. <https://doi.org/10.22141/1608-1706.2.22.2021.231952>.
- 11. Павлов, О. Д., Павлова, О. О., Мальцева, В. Є., Карпінський, М. Ю., & Карпінська О. Д. (2024). Експериментальне дослідження міцності накісткових пластин з композитного матеріалу на основі полілактиду, трикальційфосфату та гідроксилапатиту. Травма, 25(4), 142-145. <https://doi.org/10.22141/1608-1706.4.25.2024.987>
- 12. Павлов, О. Д. (2017). Морфологічна оцінка біосумісності композиту з полілактиду, гідроксиапатиту та трикальційфосфату після підшкірної імплантації у щурів. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Медичні та фармацевтичні науки: аналіз сучасності та прогноз майбутнього» (10-11 листопада, рр. 47-48) Дніпро.
- 13. Павлов, О. Д. (2017). Використання полілактиду як пластичного матеріалу для виготовлення кісткових імплантатів. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Нові досягнення у галузі медичних та фармацевтичних наук» (17-18 листопада) Одеса.
- 14. Хвисьюк, О. М., Павлов, О. Д., Карпінський, М. Ю., & Карпінська О. Д. (2020). Розрахунок модуля пружності композитного матеріалу на основі полілактиду, трикальційфосфату та гідроксилапатиту. Матеріали п'ятої науково-практичної конференції «Актуальні питання патології суглобів та ендопротезування» (3-5 вересня, рр. 83-84). Запоріжжя.

**Наукова (науково-технічна) продукція:** матеріали

**Соціально-економічна спрямованість:** поліпшення якості життя та здоров'я населення, ефективності діагностики та лікування хворих

**Охоронні документи на ОПВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:** ДР № 0119U101371

## VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бондаренко Станіслав Євгенович
2. Stanislav Bondarenko

**Кваліфікація:** д. мед. н., с.д., 14.01.21

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-2463-5919

### Додаткова інформація:

**Повне найменування юридичної особи:** Державна установа "Інститут патології хребта та суглобів імені професора М. І. Ситенка Національної академії медичних наук України"

**Код за ЄДРПОУ:** 02012214

**Місцезнаходження:** вул. Григорія Сковороди, Харків, Харківський р-н., 61024, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія медичних наук України

**Ідентифікатор ROR:**

## VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

### Офіційні опоненти

### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бур'янов Олександр Анатолійович
2. Oleksandr A. Buryanov

**Кваліфікація:** д.мед.н., професор, 14.01.21

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-2174-1882

**Додаткова інформація:** Scopus Author ID: 57221688592

**Повне найменування юридичної особи:** Національний медичний університет імені О. О. Богомольця

**Код за ЄДРПОУ:** 02010787

**Місцезнаходження:** бульвар Тараса Шевченка, Київ, 01601, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство охорони здоров'я України

**Ідентифікатор ROR:**

### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Чорний Вадим Миколайович
2. Chornyi Vadym M.

**Кваліфікація:** д. мед. н., доцент, 14.01.21

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Запорізький державний медико-фармацевтичний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 45030873

**Місцезнаходження:** пр-т Маяковського, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69035, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:**

**Рецензенти**

## **VIII. Заключні відомості**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
голови ради**

Бондаренко Станіслав Євгенович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
головуючого на засіданні**

Філіпенко Володимир Акимович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Стауде Володимир Анатолійович

**Реєстратор**

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна