

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U002986

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 30-06-2026

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: 4/15-89 від 04.09.2026



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ковалик Сергій Васильович

2. Serhii Kovalyk

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5334-1162

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 163

Назва наукової спеціальності: Біомедична інженерія

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Біомедична інженерія

Дата захисту: 17-08-2026

Спеціальність за освітою: Біомедична інженерія

Місце роботи здобувача: Організація відсутня

Код за ЄДРПОУ: 00000000

Місцезнаходження: -----, Київ, 00000, Україна

Форма власності: Змішана

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 15020

Повне найменування юридичної особи: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Код за ЄДРПОУ: 05408102

Місцезнаходження: вул. Руська, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46001, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

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

Повне найменування юридичної особи: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Код за ЄДРПОУ: 05408102

Місцезнаходження: вул. Руська, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46001, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 34.55.21, 34.57.23, 20.54.03, 28.15.23

Тема дисертації:

1. Методи та засоби відбору й обробки біосигналів для задачі керування біонічним протезом кисті людини
2. Methods and tools for the selection and processing of biosignals for the control of a human bionic hand prosthesis

Реферат/анотація:

1. У дисертаційній роботі вирішено актуальне наукове завдання – розроблення методів та засобів відбору й обробки біосигналів, якими є сигнали поверхневої електроміографії та п'єзосигнали системи сенсорного зворотного зв'язку, для задачі керування біонічним протезом кисті людини. У вступі розкрито актуальність теми дослідження. Показано зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Сформовано мету і завдання дослідження, виокремлено об'єкт та предмет дослідження. Охарактеризовано використані методи дослідження. Сформовано наукову новизну отриманих результатів та їх практичне значення. Наведено особистий внесок здобувача в працях, які опубліковані за результатами виконання дисертаційного дослідження та результати апробації матеріалів дисертації. Описано структуру та обсяг дисертації. У першому розділі проведено аналіз задачі побудови систем керування біонічними протезами кисті. Показано

необхідність реалізації замкненого контуру керування, який поєднує моторні сигнали та сенсорний зворотний зв'язок. Визначено, що основним неінвазивним джерелом інформації для керування біонічним протезом є сигнали поверхневої електроміографії. Встановлено, що необхідним є розроблення методів обробки таких сигналів на основі методу прямого керування, із можливістю використання мультиелектродної системи реєстрації, а також введення контура сенсорного зворотного зв'язку із наступною інтеграцією цих двох груп методів обробки в єдину структуру керування біонічним протезом. У другому розділі обґрунтовано структуру інтегрованої адаптивної системи керування біонічним протезом кисті, у якій сигнали тактильних сенсорів використовуються як для формування зворотного зв'язку, так і для корекції керуючих впливів. Проведено виготовлення оптимізованого прототипу біонічного протеза. Розроблено мультиелектродну систему реєстрації сигналів поверхневої електроміографії, інтегровано п'єзоелектричні сенсори в конструкцію прототипа та розроблено методику синхронної реєстрації електроміографічних і п'єзосигналів на основі принципу «дзеркальних рухів». Проведено експериментальну реєстрацію цих сигналів. У третьому розділі розроблено метод обробки біосигналів та побудовано інтегровану математичну модель системи керування біонічним протезом кисті, що поєднує канал моторного наміру користувача та канал сенсорного зворотного зв'язку. Обґрунтовано використання огинаючої електроміографічного сигналу як основного інформативного параметра для оцінювання м'язової активності. Аналогічно досліджено властивості п'єзосигналу та показано, що його огинаюча адекватно відображає силу контактної взаємодії й забезпечує реалізацію сенсорного зворотного зв'язку. Розроблено метод віконної обробки біосигналів із використанням каузального рекурсивного згладжування. Сформовано двоканальну структуру обробки електроміографічних і п'єзосигналів. У четвертому розділі експериментально досліджено розроблену систему керування біонічним протезом кисті в середовищі MATLAB та виконано кількісне оцінювання її основних характеристик. У процесі моделювання підтверджено працездатність інтегрованої системи біокерування, яка поєднує канал моторного наміру на основі електроміографічного сигналу та канал сенсорного зворотного зв'язку на основі п'єзосигналу. Встановлено, що система коректно формує керуючу напругу та силу захвату в режимі реального часу з урахуванням динаміки електромеханічного приводу. Результати експериментальних досліджень підтвердили адекватність розробленої математичної моделі, ефективність запропонованих методів і алгоритмів обробки біосигналів та можливість практичного застосування запропонованого підходу для забезпечення фізично узгодженого, стабільного й безпечного формування сили захвату. Ключові слова: сенсор, біосигнал, завада, обробка, реабілітація, кінцівка, протез, імплант, ампутація, система, керування, модель, метод, алгоритм, програмне забезпечення.

2. In the dissertation, an important scientific problem has been solved – the development of methods and means for the selection and processing of biosignals, namely surface electromyography signals and piezo signals from a sensory feedback system, for the task of controlling a bionic hand prosthesis. In the introduction, the relevance of the research topic was substantiated. The connection of the work with scientific programs, plans, and themes was demonstrated. The aim and main objectives of the research are formulated, and the object and subject of the research were identified. The used research methods were characterized. The scientific novelty of the obtained results and their practical significance were presented. The author's personal contribution to the papers published based on the dissertation research, as well as the results of the approbation of the dissertation materials, were provided. The structure and scope of the dissertation were described. In the first chapter, the problem of constructing control systems for bionic hand prostheses was analyzed. The need to implement a closed control loop that combines motor signals and sensory feedback was shown. It was determined that the main non-invasive source of information for controlling a bionic prosthesis is surface electromyography signals. It was established that it is necessary to develop methods for processing such signals based on the direct control method, with the possibility of using a multi-electrode registration system, as well as introducing a sensory feedback loop with the subsequent integration of these two groups of processing methods into a single structure for bionic prosthesis control. In the second chapter, the structure of an integrated adaptive control system for a bionic hand prosthesis was substantiated, in which tactile sensor signals are used both for feedback generation and for correction of control effects. An optimized bionic prosthesis prototype was manufactured. A multi-electrode system for

recording surface electromyography signals was developed, piezoelectric sensors were integrated into the prototype design, and a method for synchronous recording of electromyographic and piezoelectric signals was developed. Experimental registration of these signals was carried out. In the third chapter, a method of biosignals processing was developed and an integrated mathematical model of the bionic hand prosthesis control system was constructed, combining the user's motor intention channel and the sensory feedback channel. The use of the envelope of the electromyographic signal as the main informative parameter for assessing muscle activity was justified. Similarly, the properties of the piezoelectric signal were investigated and it was shown that its envelope adequately reflects the strength of contact interaction and provides the implementation of sensory feedback. A method for window processing of biosignals using causal recursive smoothing was developed. A two-channel structure for processing electromyographic and piezoelectric signals was formed. In the fourth chapter, the developed bionic hand prosthesis control system was experimentally investigated in the MATLAB environment and a quantitative assessment of its main characteristics was performed. In the modeling process, the operability of the integrated biocontrol system was confirmed, which combines a motor intention channel based on an electromyographic signal and a sensory feedback channel based on a piezoelectric signal. The results of experimental research confirmed the adequacy of the developed mathematical model, the effectiveness of the proposed methods and algorithms for biosignals processing, and the possibility of practical application of the proposed approach to ensure physically consistent, stable, and safe formation of grip force. Keywords: sensor, biosignal, noise, processing, rehabilitation, limb, prosthesis, implant, amputation, system, control, model, method, algorithm, software.

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: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Dozorskyi V., Dediv L., Kovalyk S., Dozorska O., Dediv I. Design of the endoskeleton of a biocontrolled hand prosthesis. Scientific Journal of TNTU. 2024. Vol. 115, № 3. P. 100-111.
- Dediv L., Kovalyk S. Structure of the bionic hand prosthesis control system with sensor feedback. Scientific Journal of TNTU. 2025. Vol. 119, № 3. P. 45-55.
- Khvostivskyi M., Kovalyk S. Integrated mathematical model of the control system for upper-limb bioprosthesis based on EMG and piezoelectric signals. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences. 2025. № 359. P. 31-37.
- Kovalyk S., Khvostivskyi M. Method and algorithm of windowed processing of EMG and piezoelectric signals for the formation of control actions in bioprostheses. Perspective Technologies and Devices. 2025. Vol. 27, № 1. P. 21-28.
- Дедів Л. Є., Кубашок А. В., Ковалик С. В. Спосіб реалізації тактильних відчуттів для біокерованого протеза кисті руки. Актуальні проблеми науки, освіти і суспільства: досвід та перспективи: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Дрогобич: ЦФЕНД, 2023. Ч. 3. С. 46-47 .
- Дедів Л.Є., Дозорський В.Г., Ковалик С.В., Кукурудза В.А. Рукаманіпулятор для роботизованої хірургії. Modern Scientific Challenges are the Driving Force of the Development of Scientific Research: Proceedings of the XXIV International Scientific and Practical Conference. Bruges, Belgium, 2024. С. 213-214.
- Dediv L., Dozorska O., Kukuza V., Nykytyuk V., Kovalyk S. Computer simulation modeling of voice signals in the MATLAB environment for the task of computerized diagnostic systems testing. Proceedings of the 1st International Workshop on Computer Information Technologies in Industry 4.0 (CITI 2023). 2023. Vol. 3468.

Р. 257-262.

- Дедів Л.Є., Дозорський В.Г., Ковалик С.В., Кубашок А.В. Конструкція біокерованого протеза кисті руки. Scientific Achievements and Innovations as a Way to Success: Proceedings of the XXI International Scientific and Practical Conference. Vilnius, Lithuania, 2024. P. 226-227 .
- Tymkiv P., Kłos-Witkowska A., Bahrii-Zaiats O., Kovalyk S. Smart prosthetics in surgery: AI-driven tactile feedback using piezoelectric sensors. Proceedings of the 1st International Workshop on Bioinformatics and Applied Information Technologies (BAIT-2024). 2024. Vol. 3842. P. 208-217.

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої; технології; методи, теорії, гіпотези; програмні продукти, програмно-технологічна документація

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

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: «Біонічний протез кисті руки на основі ендоскелета», № 0125U003760

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дедів Леонід Євгенович

2. Leonid Dediv

Кваліфікація: к. т. н., доц., 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2963-6948

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Код за ЄДРПОУ: 05408102

Місцезнаходження: вул. Руська, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46001, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сверстюк Андрій Степанович

2. Andrii Sverstiuk

Кваліфікація: д. т. н., 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8644-0776

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України

Код за ЄДРПОУ: 02010830

Місцезнаходження: Майдан Волі, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46001, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство охорони здоров'я України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Білошицька Оксана Костянтинівна

2. Oksana Biloshytska

Кваліфікація: к. т. н., 05.13.09

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2901-9667

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Яворська Євгенія Богданівна

2. Yevheniia Yavorska

Кваліфікація: к. т. н., 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6341-1710

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Код за ЄДРПОУ: 05408102

Місцезнаходження: вул. Руська, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46001, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Хвостівська Лілія Володимирівна

2. Liliia Khvostivska

Кваліфікація: к. т. н., 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4997-8339

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Код за ЄДРПОУ: 05408102

Місцезнаходження: вул. Руська, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46001, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

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

Литвиненко Ярослав Володимирович

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

Литвиненко Ярослав Володимирович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Мартиняк Ірина Олександрівна

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна