

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

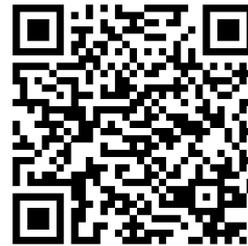
Державний обліковий номер: 0826U000618

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 23-03-2026

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мневець Антон Володимирович

2. Anton V. Mnevets

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5448-4045

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: ні

Шифр наукової спеціальності: 153

Назва наукової спеціальності: Автоматизація та приладобудування. Мікро- та наносистемна техніка

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Мікро- та наносистемна техніка

Дата захисту:

Спеціальність за освітою: Мікро- та наносистемна техніка

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 12374

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

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

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

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 76.13.15, 76.29.30.05, 20.54.06, 20.60

Тема дисертації:

1. Система виявлення серцевих аритмій методами машинного навчання
2. Cardiac arrhythmia detection system using machine learning methods

Реферат:

1. Актуальність створення системи виявлення аритмій серця на основі методів машинного навчання визначається необхідністю вирішення проблеми підвищення точності ранньої діагностики та прогнозування порушень серцевого ритму, які мають високу частоту появи і можуть викликати тяжкі ускладнення, а також недосконалістю технічного та інформаційно-алгоритмічного забезпечення кардіологічних систем для діагностики серцевих аритмій. Метою дослідження є розробка системи виявлення серцевих аритмій на ЕКГ з використанням методів машинного навчання, в основу якої покладено створення моделей нейронних мереж, вдосконалення методів попередньої обробки сигналів, виділення ознак патологій, зменшення розмірності даних, що забезпечує підвищення точності, чутливості й специфічності, а також пришвидшення автоматизованої діагностики серцевих аритмій в умовах клінічного застосування з обмеженою кількістю ЕКГ сигналів. Об'єкт дослідження: Сигнали електричної активності серця. Предмет дослідження: Методи

обробки та класифікації електрокардіографічних сигналів в нормі та з наявними патологіями серцевих аритмій. Наукова новизна отриманих результатів: 1. Розроблено комплекс класифікаційних моделей сіамських нейронних мереж, особливістю яких є використання згорткових шарів для паралельної обробки двох типів фрагментів даних: усередненого кардіоциклу з детальними морфологічними характеристиками та ЕКГ-сигналу, що відображає варіабельність серцевого ритму, а також застосування розроблених еталонних векторів ознак патологій для виявлення аритмій, супутніх патологічних станів серцево-судинної системи та пізніх потенціалів шлуночків і передсердь на ЕКГ в умовах обмеженої кількості тренувальних даних. 2. Розроблено нову адаптивну функцію активації, відмінністю якої є нелінійна залежність з властивістю стискаючого відображення, що на основі зменшення проблеми вибуху та згасання градієнтів під час застосування в послідовних шарах нейронних мереж сприяє розпізнаванню низькоамплітудних складових ЕКГ, а також за допомогою запропонованого методу виявлення «надлишкових» шарів призводить до підвищення швидкості роботи НМ без втрати точності. 3. Розроблено метод зменшення розмірності ознак ЕКГ сигналу на основі нейромережевого автоенкодера з використанням шару уваги, залишкових зв'язків та спільних ваг шарів нейронної мережі, що дає можливість створити скорочений вектор, який характеризується високим ступенем стиснення оригінального сигналу та збереженням діагностично значущих ознак. 4. Вдосконалено метод вейвлет-перетворення для аналізу ЕКГ сигналів за допомогою введення косинусної подібності та запропонованої масштабуючої функції, особливістю якої є посилення низькоамплітудних компонентів, що дозволяє підвищити точність виявлення пізніх потенціалів передсердь та шлуночків. Практичне значення отриманих результатів: 1. На основі запропонованих методів попередньої обробки та удосконаленого методу усереднення кардіоциклів розроблено алгоритмічне забезпечення системи, що дозволяє підвищити точність автоматизованого виявлення низькоамплітудних ознак патологій на ЕКГ, зокрема пізніх потенціалів шлуночків та передсердь (на 10-30% в результаті оцінювання показників подібності з еталонними пізніми потенціалами з амплітудою 5 мкВ). 2. Розроблено алгоритмічне забезпечення для системи виявлення аритмій на основі кластерного аналізу ЕКГ параметрів без вчителя, що дозволяє виявляти приховані групи ризику розвитку серцевої недостатності у пацієнтів та небезпечні для життя стани функціонування серця. 3. Розроблено підхід до використання згорткових нейронних мереж для виявлення помилково детектованих або зашумлених кардіоциклів, що дає можливість видаляти спотворені фрагменти ЕКГ сигналу та підвищувати точність виявлення пізніх потенціалів шлуночків і передсердь на 19% на основі аналізу показника подібності динамічної трансформації часової шкали в порівнянні з використанням класичного ЕКГ детектора. 4. Запропоновано алгоритми виділення діагностично значущих ознак із використанням послідовності методів попередньої обробки ЕКГ сигналів, які ґрунтуються на аналізі коливальних процесів кардіоциклів за допомогою вейвлет-перетворення, що дозволяє забезпечити виявлення тахіаритмій і патологічних форм QRS-комплексів. 5. Розроблено структуру, алгоритм функціонування та спосіб застосування в клінічних умовах системи виявлення серцевих аритмій на ЕКГ, особливістю якої є використання розроблених методів машинного навчання, попередньої обробки сигналів та моделей нейронних мереж, що дає можливість ранньої діагностики аритмій та супутніх патологій. Ключові слова: мікроелектронні системи, машинне навчання, частотна характеристика, глибоке навчання, класифікація, пізні потенціали, електрокардіограма, адаптивні методи, мода, нейронні мережі, аналіз ЕКГ, аналіз медичних даних.

2. The relevance of creating a system for the detection of cardiac arrhythmias based on machine learning is determined by the need to solve the problem of improving the accuracy of early diagnosis and prediction of heart rhythm disorders, which have a high occurrence rate and can cause severe complications, as well as by the imperfection of the technical and information-algorithmic support of cardiological systems. The aim of the research is to develop a system for the detection of cardiac arrhythmias on ECG using machine learning methods, which is based on the creation of neural network models, the improvement of signal preprocessing methods, the extraction of pathology features, and the reduction of data dimensionality, which ensures an increase in accuracy, sensitivity, and specificity, as well as the acceleration of automated diagnosis of cardiac arrhythmias under conditions of clinical application with a limited number of ECG signals. Object of research: Signals of the electrical

activity of the heart. Subject of research: Methods for processing and classification of electrocardiographic signals in normal conditions and in the presence of cardiac arrhythmia pathologies. Scientific novelty of the obtained results: 1. A complex of classification models based on Siamese neural networks has been developed, the peculiarity of which is the use of convolutional layers for parallel processing of two types of data fragments: an averaged cardiocycle with detailed morphological characteristics and an ECG signal reflecting heart rate variability, as well as the application of developed reference feature vectors of pathologies for the detection of arrhythmias, accompanying pathological conditions of the cardiovascular system, and ventricular and atrial late potentials on ECG under conditions of a limited amount of training data. 2. A new adaptive activation function has been developed, the peculiarity of which is a nonlinear dependence with a compressive mapping property, which, by reducing the problem of gradient explosion and vanishing when applied in successive layers of neural networks, contributes to the recognition of low-amplitude ECG components, and, also by the proposed method for detecting “redundant” layers, leads to an increase in the speed of neural network operation without loss of accuracy. 3. A method for reducing the dimensionality of ECG signal features based on a neural network autoencoder using an attention layer, residual connections, and shared weights of neural network layers has been developed, which makes it possible to form a reduced feature vector characterized by a high degree of compression of the original signal while preserving diagnostically significant features. 4. The wavelet transform method has been improved by introducing a scaling function and cosine similarity, which makes it possible to increase the accuracy of detecting low-amplitude pathological features on ECG. Practical significance of the obtained results: 1. Based on the proposed preprocessing methods and the improved cardiac cycle averaging algorithm, algorithmic support of the system has been developed, which makes it possible to increase the accuracy of automated detection of low-amplitude pathological features on ECG, in particular ventricular and atrial late potentials (by 10–30% as a result of evaluating similarity measures with reference late potentials with an amplitude of 5 μ V). 2. Algorithmic support for an arrhythmia detection system based on unsupervised cluster analysis of ECG parameters has been developed, which makes it possible to identify hidden risk groups for the development of heart failure and life-threatening conditions of cardiac function. 3. An approach to the use of convolutional neural networks for detecting erroneously detected or noisy cardiac cycles has been developed, which makes it possible to remove distorted ECG signal fragments and increase the accuracy of detecting ventricular and atrial late potentials by 19% based on the analysis of the similarity measure of dynamic time warping compared to the use of a classical ECG detector. 4. Algorithms for extracting diagnostically significant features using a sequence of ECG signal preprocessing methods have been proposed, which makes it possible to ensure the detection of tachyarrhythmias and pathological forms of QRS complexes. 5. The structure, algorithm of functioning and technique of application in clinical conditions of a cardiac arrhythmia detection system have been developed, the feature of which is the use of the developed machine learning methods, signal preprocessing techniques, and neural network models, which enables early diagnosis of arrhythmias and accompanying pathologies. Keywords: microelectronic systems, machine learning, frequency response, deep learning, classification, late potentials, electrocardiogram, adaptive techniques, mode, neural networks, ECG analysis, medical data analysis.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0124U002264

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: 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: Впровадження нових технологій та обладнання для якісного медичного обслуговування, лікування, фармацевтики

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- A. V. Mnevets and N. H. Ivanushkina, "The method of preprocessing of ECG signals for detection of atrial and ventricular late potentials," *Microsystems Electronics and Acoustics*, vol. 28, no. 2, 2023, doi: <https://doi.org/10.20535/2523-4455.mea.281741>
- A. V. Mnevets and N. G. Ivanushkina, "Neural networks detection of low-amplitude components on ECG using modified wavelet transform," *Visnyk NTUU KPI Serii A – Radiotekhnika Radioaparatoobuduvannya*, no. 97, pp. 46–57, 2024, doi: <https://doi.org/10.20535/radap.2024.97.46-57>
- A. Mnevets and N. Ivanushkina, "Neural network autoencoder model for forming reduced vector characteristics of ECG signals," *Bulletin of Kyiv Polytechnic Institute Series Instrument Making*, vol. 69, no. 1, pp. 93–105, 2025, doi: [https://doi.org/10.20535/1970.69\(1\).2025.331920](https://doi.org/10.20535/1970.69(1).2025.331920)
- A. V. Mnevets and N. H. Ivanushkina, "Siamese neural network's models for cardiac arrhythmia classification in the conditions of shortage of training ECG signals," *Microsystems Electronics and Acoustics*, vol. 30, no. 2, 2025, doi: <https://doi.org/10.20535/2523-4455.mea.325111>
- А. В. Мневець and Н. Г. Іванушкіна, «Класифікація низькоамплітудних компонент ЕКГ за допомогою адаптивних функцій активації нейронних мереж», *Вісті вищих навчальних закладів. Радіоелектроніка*, vol. 67, no. 12, pp. 719–732, 2024, doi: <https://doi.org/10.20535/s0021347024120021>
- V. Kaverinskiy, I. Chaikovskiy, A. Mnevets, T. Ryzhenko, M. Bocharov, and K. Malakhov, "Scalable clustering of complex ECG health data: Big data clustering analysis with UMAP and HDBSCAN," *Computation*, vol. 13, no. 6, Art. no. 144, 2025, doi: <https://doi.org/10.3390/computation13060144>
- N. Ivanushkina та A. Mnevets, "Detection of Erroneously Selected Cardiac Cycles Using Neural Networks", у *2024 IEEE 42nd Int. Conf. Electron. Nanotechnol. (ELNANO)*, Kyiv, Ukraine, 13–16 трав. 2024. IEEE, 2024, с. 406–411, doi: [10.1109/ELNANO63394.2024.10756903](https://doi.org/10.1109/ELNANO63394.2024.10756903)
- А. В. Мневець, Н. Г. Іванушкіна і К. О. Іванько, «Застосування сіамських нейронних мереж для підвищення точності виявлення серцево-судинних захворювань за нестачі тренувальних даних», *Матеріали 5-ї Міжнар. наук.-техн. конф., 28–29 листоп. 2024 р., Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т» [та ін.]*, Харків, 2024. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/84178>
- O. Shulyak, A. Mnevets та V. Lagutin, "Grouping Training Samples To Increase The Validity Of Recognition Algorithm Solutions", у *2022 IEEE 41st Int. Conf. Electron. Nanotechnol. (ELNANO)*, Kyiv, Ukraine, 10–14 жовт. 2022. IEEE, 2022, doi: [10.1109/elnano54667.2022.9927020](https://doi.org/10.1109/elnano54667.2022.9927020)
- А. В. Мневець і Н. Г. Іванушкіна, «Виявлення ознак тахіаритмії шляхом вейвлет-аналізу електрокардіосигналів», *Тези доповідей IV Міжнар. наук.-техн. конф. «Автоматизація, електроніка, інформаційно-вимірювальні технології: освіта, наука, практика», м. Харків, Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т»*, 2022., doi: [10.5281/zenodo.7750728](https://doi.org/10.5281/zenodo.7750728)
- А. В. Мневець, Н. Г. Іванушкіна, «Спосіб автоматизованого аналізу електрокардіографічних сигналів», патент України на корисну модель № 161727, Україна, груд. 25, 2025. Дата звернення: 4 січ. 2026 [Онлайн]. Доступно: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1891912/>

Наукова (науково-технічна) продукція: 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 ОПВ:

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

патент України на корисну модель № 161727 «Спосіб автоматизованого аналізу електрокардіографічних сигналів»

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Іванушкіна Наталія Георгіївна
2. Nataliia H. Ivanushkina

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.11.17

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8389-7906

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

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Олійник Валерій Никифорович
2. Valery N. Oliynik

Кваліфікація: к. ф.-м. н., старший науковий співробітник, 01.04.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6366-650X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут гідромеханіки Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417354

Місцезнаходження: вул. Марії Капніст, Київ, 03057, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Тульчинський Вадим Григорович
2. Vadim G. Tulchinsky

Кваліфікація: д. ф.-м. н., старший науковий співробітник, 01.05.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0280-223X

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=15081909300>

Повне найменування юридичної особи: Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417176

Місцезнаходження: проспект Академіка Глушкова, Київ, 03187, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Попович Павло Васильович

2. Pavlo V. Popovych

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.12.17

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1572-3127

Додаткова інформація:

<http://www.scopus.com/inward/authorDetails.url?authorID=55225965700&partnerID=MN8TOARS>;

<https://www.webofscience.com/wos/author/record/J-6574-2017>;

<https://scholar.google.com.ua/citations?user=4sSIWecAAAAJ&hl=uk>

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

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Попов Антон Олександрович

2. Anton O. Popov

Кваліфікація: к. т. н., професор, 05.11.17

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1194-4424

Додаткова інформація:

<http://www.scopus.com/inward/authorDetails.url?authorID=12794971700&partnerID=MN8TOARS>;

<https://publons.com/researcher/E-1396-2013>; <http://scholar.google.com/citations?user=L5CKTZoAAAAJ>

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

VIII. Заключні відомості

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

Настенко Євген Арнольдович

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

Настенко Євген Арнольдович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Мневець Антон Володимирович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна