Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Image not found or type unknow

Державний обліковий номер: 0826U001865

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 22-05-2026

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: наказ 4/15-73 від 05.08.2026

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мосій Любомир Євгенійович
2. Liubomyr Mosii

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0000-9778-331X

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 122

Назва наукової спеціальності: Комп’ютерні науки

Галузь / галузі знань: інформаційні технології

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Комп'ютерні науки

Дата захисту: 07-07-2026

Спеціальність за освітою: Інформаційні системи в менеджменті

Місце роботи здобувача: 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:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 13223

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: 28.23.35, 20.54.06, 20.60, 76.01.30

Тема дисертації:

1. Моделі та методи інтелектуального аналізу морфологічних і ритмічних ознак електрокардіосигналів

2. Models and Methods for Intelligent Analysis of Morphological and Rhythmic Features of Electrocardiographic Signals

Реферат/анотація:

1. У дисертації розроблено моделі та методи інтелектуального аналізу морфологічних і ритмічних ознак електрокардіосигналів на основі теорії циклічних випадкових процесів. Актуальність роботи зумовлена недостатнім урахуванням циклічної природи електрокардіосигналів у існуючих підходах, відсутністю комплексного аналізу морфологічних і ритмічних ознак, а також обмеженими можливостями для аналізу амплітудної варіабельності в задачах автоматизованої кардіодіагностики. У першому розділі проведено детальний аналіз літературних джерел із тематики дослідження. Проаналізовано клінічне значення електрокардіосигналів та їх роль у неінвазивній медичній діагностиці. Розглянуто традиційні підходи до опрацювання електрокардіосигналів – фільтрацію, детекцію R-зубців, вимірювання інтервалів – а також сучасні підходи із застосуванням методів машинного навчання. Виконано порівняльний аналіз існуючих

математичних моделей електрокардіосигналів, визначено їх обмеження та недоліки, що дало змогу сформулювати мету і завдання дисертаційного дослідження. У другому розділі на основі теорії циклічних випадкових процесів розроблено математичну модель електрокардіосигналу із сегментною зонною структурою, яка враховує як морфологічні, так і ритмічні характеристики сигналу через функцію ритму T(t,n). Запропоновано математичну модель функції амплітудної варіабельності зубців електрокардіосигналу (P, Q, R, S, T) як різниці амплітудних значень однойменних зубців у послідовних кардіоциклах, а також математичну модель функції часової варіабельності, що описує часові інтервали між однойменними зубцями у послідовних кардіоциклах. Охарактеризовано метод оцінювання функції ритму та методи статистичного опрацювання циклічного випадкового процесу з урахуванням функції ритму, зокрема оцінювання математичного сподівання та дисперсії в межах циклу. У третьому розділі розроблено структурну схему інформаційної технології інтелектуального аналізу морфологічних і ритмічних ознак електрокардіосигналів. Здійснено спектральний аналіз математичного сподівання та дисперсії електрокардіосигналів у межах одного циклу методом розкладу в ряд Фур'є, що дало змогу виявити характерні спектральні діагностичні патерни для різних типів кардіологічних патологій. Проведено статистичну валідацію математичних моделей функцій амплітудної та часової варіабельності на даних 204 записів електрокардіосигналів з бази PhysioNet, що охоплюють ішемію міокарда, надшлуночкову аритмію, шлуночкову тахікардію та нормальний ритм. Перевірено стаціонарність функцій варіабельності за критеріями Колмогорова-Смірнова та Дікі-Фуллера, а також відповідність нормальному розподілу за тестом Андерсона-Дарлінга, критеріями Ліллієфорса та Шапіро-Уілка. У четвертому розділі обґрунтовано методи прийняття діагностичних рішень на основі ідентифікованих морфологічних і ритмічних ознак електрокардіосигналу із застосуванням сучасних алгоритмів машинного навчання. Досліджено ефективність чотирьох алгоритмів виявлення аномалій – OneClassSVM з RBF-ядром, Isolation Forest, локального фактора викиду (LOF) та еліптичної оболонки (Elliptic Envelope) – для класифікації електрокардіосигналів пацієнтів із фібриляцією та тріпотінням передсердь. Встановлено, що попередня обробка методом StandardScaler із подальшим зниженням розмірності за допомогою PCA дозволяє підвищити точність класифікації морфологічних ознак з 52-83 % до 98-100 %, при цьому метод LOF забезпечив найвищу точність для фібриляції передсердь. Для розширення діагностичних можливостей проведено класифікацію чотирьох типів серцево-судинних захворювань на основі десяти статистичних дескрипторів функції амплітудної варіабельності з використанням платформи AutoML PyCaret. За результатами порівняльного аналізу десяти алгоритмів найкращий результат продемонстрував Random Forest Classifier (Accuracy = 0,9187, AUC = 0,9433, F1 = 0,9186). Для інтерпретації класифікаційних рішень застосовано SHAP-аналіз, який встановив на глобальному та локальному рівнях, що асиметрія та ексцес функції амплітудної варіабельності є ключовими діагностичними ознаками морфологічних захворювань міокарда.

2. The dissertation develops models and methods for intelligent analysis of morphological and rhythmic features of electrocardiographic signals based on cyclic random process theory. The relevance of the research is determined by the insufficient consideration of the cyclic nature of electrocardiographic signals in existing approaches, the absence of comprehensive joint analysis of morphological and rhythmic features, and the limited capabilities for amplitude variability analysis in automated cardiac diagnostics. The first chapter presents a detailed review of the literature relevant to the research topic. The clinical significance of electrocardiographic signals and their role in non-invasive medical diagnostics are analyzed. Traditional signal processing approaches – including filtering, R-wave detection, and interval measurement – as well as modern machine learning methods are examined. A comparative analysis of existing mathematical models of electrocardiographic signals is performed, their limitations are identified, and the research objectives are formulated. The second chapter develops a mathematical model of the electrocardiographic signal with a segmental zone structure based on cyclic random process theory, accounting for both morphological and rhythmic signal characteristics through the rhythm function T(t,n). Mathematical models of the amplitude variability function of ECG waves (P, Q, R, S, T), defined as the difference between amplitude values of corresponding waves in successive cardiac cycles, and the temporal variability function, describing time intervals between corresponding waves in successive cycles, are proposed. Methods for

estimating the rhythm function and for statistical processing of the cyclic random process – including estimation of the mean and variance within a cycle – are characterized. The third chapter presents the structural scheme of the information technology for intelligent analysis of morphological and rhythmic features of electrocardiographic signals. Spectral analysis of the mean and variance within a single cycle using Fourier series decomposition is performed, enabling identification of characteristic spectral diagnostic patterns for various types of cardiac pathologies. Statistical validation of the amplitude and temporal variability function models is carried out on 204 PhysioNet electrocardiographic recordings covering myocardial ischemia, supraventricular arrhythmia, ventricular tachycardia, and normal rhythm. Stationarity of the variability functions is verified using the Kolmogorov-Smirnov and Dickey-Fuller tests, and normality is assessed using the Anderson-Darling test, the Lilliefors criterion, and the Shapiro-Wilk test. The fourth chapter substantiates methods for diagnostic decision-making based on the identified morphological and rhythmic features using modern machine learning algorithms. The effectiveness of four anomaly detection algorithms – OneClassSVM with RBF kernel, Isolation Forest, Local Outlier Factor (LOF), and Elliptic Envelope – is investigated for classifying electrocardiographic signals of patients with atrial fibrillation and flutter. It is established that preprocessing with StandardScaler followed by PCA dimensionality reduction increases morphological feature classification accuracy from 52-83% to 98-100%, with LOF achieving the highest accuracy for atrial fibrillation. Classification of four types of cardiovascular diseases based on ten statistical descriptors of the amplitude variability function is performed using the AutoML PyCaret platform. Among ten compared algorithms, Random Forest Classifier demonstrated the best performance (Accuracy = 0.9187, AUC = 0.9433, F1 = 0.9186). SHAP analysis is applied to interpret classification decisions, revealing at both global and local levels that skewness and kurtosis of the amplitude variability function are the key diagnostic features for morphological myocardial diseases.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Інформаційні та комунікаційні технології

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Мосій Л. Є., Сверстюк А. С. Методи моделювання та класифікації електрокардіосигналів. Computer-integrated technologies: education, science, production. 2025. № 58. С. 104–115. https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2025-58-12.
- Mosiy L., Sverstiuk A. Methods of electrocardiogram classification and their mathematical model in the form of a cyclic discrete random process. Computer systems and information technologies. 2025. No. 1. P. 88–99. https://doi.org/10.31891/csit-2025-1-11.
- Сверстюк А., Мосій Л. Математична модель варіацій екстремумів характеристичних зубців електрокардіосигналів на основі дискретної функції амплітудної варіабельності. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences. 2025. № 355(4). С. 404–413. https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-355-57.
- Сверстюк А. С., Мосій Л. Є. Математичне моделювання амплітудної варіабельності електрокардіосигналів для інформаційної технології аналізу їх морфологічних та ритмічних ознак. Computer-integrated technologies: education, science, production. 2025. № 59. С. 228–240. https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2025-59-29.
- Mosiy L., Sverstiuk A. Information Technology for Electrocardiographic Signal Analysis Based on Mathematical Models of Temporal and Amplitude Variability. Computer systems and information technologies. 2025. No. 2. P. 36–44. https://doi.org/10.31891/csit-2025-2-4.

- Сверстюк А. С., Мосій Л. Є. Інформаційна технологія опрацювання та аналізу електрокардіосигналів з врахуванням їх морфологічних та ритмічних ознак. Computer-integrated technologies: education, science, production. 2025. № 60. С. 40–52. https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2025-60-04.
- Sverstiuk A., Mosiy L. Results of application of information technology for processing and analysing electrocardiogram signals taking into account their morphological and rhythmic characteristics. Computer systems and information technologies. 2025. No. 3. P. 36–46. https://doi.org/10.31891/csit-2025-3-4.
- Мосій Л., Сверстюк А. Методи машинного навчання для класифікації електрокардіосигналів за ритмічними та морфологічними ознаками. Вісник Національного університету «Львівська політехніка» «Інформаційні системи та мережі». 2025. № 18(2). С. 113–128. https://doi.org/10.23939/sisn2025.18.2.113.
- Мосій Л. Є., Фриз М. Є. Статистична валідація моделі амплітудної варіабельності електрокардіосигналу. Ukrainian Journal of Information Technology. 2025. № 7(2). С. 50–57. https://doi.org/10.23939/ujit2025.02.050.
- Сверстюк А. С., Мосій Л. Є. Багатофакторний регресійний аналіз для прогнозування кардіологічного діагнозу на основі функції амплітудної варіабельності. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2025. № 4. С. 136–145. https://doi.org/10.31649/1997-9266-2025-181-4-136-145.
- Сверстюк А. С., Мосій Л. Є. Підхід до оцінювання електрокардіосигналів на основі багатофакторного регресійного аналізу функції часової варіабельності. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2025. № 5. С. 96–104. https://doi.org/10.31649/1997-9266-2025-182-5-96-104.
- Мосій Л., Сверстюк А., Ремез А., Марковський В. Аналіз досліджень жорсткості армованих композитів в радіотехніці та медицині. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences. 2025. № 357(5.2). С. 55–71. https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-357-66.

Наукова (науково-технічна) продукція:

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: Інтелектуальні моделі в кіберфізичних системах медико-біологічних процесів» (номер держреєстрації 01250000105

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Фриз Михайло Євгенович

2. Mykhailo Fryz

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.13.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8720-6479

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. Сверстюк Андрій Степанович

2. Andrii Sverstiuk

Кваліфікація: д. т. н., професор, 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8644-077

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:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Юзефович Роман Михайлович

2. Roman Yuzefovych

Кваліфікація: д. т. н., 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5546-453X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534506

Місцезнаходження: вул. Наукова, Львів, 79060, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: 02jv3yx22

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Радюк Павло Михайлович

2. Pavlo Radiuk

Кваліфікація: д.філософ, 122

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3609-112X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Хмельницький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02071234

Місцезнаходження: вул. Інститутська, Хмельницький, Хмельницький р-н., 29016, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Пастух Олег Анатолійович

2. Oleh Pastukh

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0080-7053

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. Хвостівський Микола Орестович

2. Mykola Khvostivskyi

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2405-4930

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