

62-72-26/2  
22.03.2021

## **ВІДГУК**

офіційного опонента кандидата технічних наук, доцента

**Комара Мирослава Петровича**

на дисертаційну роботу Шатного Сергія В'ячеславовича

**«Інформаційна технологія обробки та аналізу кардіосигналів з використанням нейронної мережі»,**

яка подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

*Актуальність теми.* Однією з найгостріших проблем сьогодення є охорона здоров'я та підвищення рівня діагностики гострих та хронічних хвороб, зокрема серцево-судинної системи. Дані питання охоплюють цілу низку важливих завдань.

Сучасний розвиток інформаційних технологій дає можливість проводити ефективний аналіз кардіосигналів, зокрема їх форми, що відкриває нові можливості в діагностиці патологій, при виявленні електричної нестабільності сигналів, діагностиці загрозливих для життя порушень ритму електрокардіограми (ЕКГ). Таким чином, задача розроблення інформаційної технології обробки і аналізу кардіосигналів із застосуванням нейронної мережі є актуальною науковою задачею.

Приймаючи до уваги викладене вище, можна стверджувати, що тема дисертаційної роботи Шатного С.В., яка присвячена розробленню інформаційної технології обробки та аналізу форми кардіосигналу з використанням нейронної мережі, призначеної для підвищення точності та швидкості аналізу форми електрокардіограми, є актуальною та на часі.

*Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.*

Робота виконана в межах науково-дослідної роботи кафедри обчислювальної техніки Національного університету водного господарства та природокористування м. Рівне «Підвищення ефективності обробки даних та захисту інформації в комп'ютерних системах», номер державної реєстрації

0117U001086, термін виконання 2017 – 2019 р.; «Дослідження та удосконалення раціональної ресурсозберігаючої технології очищення підземних вод від сполук заліза для питного водопостачання», номер держреєстрації 0116U003758, 2016-2017 рр., Міністерство освіти та науки України, розроблена інформаційна технологія та спеціалізована комп'ютерна система обробки даних із використанням нейромережових засобів; «Інформаційно-аналітична система органічного землеробства та забезпечення екологічної стійкості ґрунтів», номер державної реєстрації 0120U000235, термін виконання 2020 р., Міністерство освіти та науки України, розроблена інформаційна технологія класифікації графічних об'єктів із використанням нейронної мережі.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі.** Наукові положення, результати і висновки дисертаційної роботи загалом є достатньо обґрунтованими. Запропоновані автором нові та вдосконалені існуючі моделі, методи і засоби інформаційної технології обробки та аналізу кардіосигналів викладені у логічній послідовності та належно аргументовані. Адекватність розроблених методів підтверджена результатами експериментальних досліджень. В ході досліджень автор коректно використовує методи і алгоритми навчання та застосування нейромереж, методи математичного моделювання, теорію алгоритмів, теорії штучних нейронних мереж, а також основи теорії обробки сигналів.

Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, що сформульовані у дисертаційній роботі, підтверджується низкою експериментальних досліджень, спостережень, апробацій результатів та впроваджень.

**Наукова новизна отриманих результатів.** До основних наукових результатів, отриманих здобувачем особисто, належать:

1. Вперше розроблено метод аналізу форми ЕКГ шляхом обрахунку

амплітуди і тривалості виокремлених елементів P, Q, R, S, T із кардіокомплексів PQ, QRS, ST та визначення регулярності ЕКГ відносно ізоелектричної лінії, що дає можливість підвищити точність аналізу кардіосигналів та визначити супутні захворювання.

2. Покращено метод аналізу параметрів ЕКГ за допомогою здійснення розпаралелених обчислень із нормованими значеннями кардіоімпульсів, що дало змогу підвищити швидкість отримання результатів такого аналізу.

3. Удосконалено методи визначення максимальних значень кардіоімпульсів та фільтрування завад за рахунок використання частково-розпаралелених штучних нейронних мереж, що дало можливість скоротити затрати часу на виконання таких операцій.

4. Отримав подальший розвиток метод класифікації форми кардіосигналів за допомогою використання частково-розпаралеленої нейронної мережі, що дало можливість підвищити швидкість і точність класифікації ЕКГ.

#### ***Практичні результати роботи, їх рівень та ступінь впровадження.***

Теоретичні та практичні результати дисертаційної роботи використовуються при виконанні науково-дослідних робіт, проведенні медичної діагностички, зборі та опрацюванні біомедичних даних у Обласному лікувально-діагностичному центрі м. Рівне та застосовуються Рівненській міській дитячій лікарні. Впровадження матеріалів досліджень підтверджено відповідними актами.

Розроблена інформаційна технологія дає можливість підвищити швидкість та рівень автоматизації опрацювання форми ЕКГ, зменшити енергоспоживання порівняно з іншими аналогічними системами.

Використання методу класифікації форми кардіосигналів за допомогою нейронної мережі нечіткої теорії адаптивного резонансу дає змогу підвищити точність визначення відхилень електрокардіограм від нормальних значень.

Застосування для попередньої обробки ЕКГ нейромережевих методів визначення найбільших/найменших за величиною сигналів та паралельної

частотної фільтрації дає можливість зменшити загальний час обробки кардіосигналів.

***Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.***

За результатами дисертаційних досліджень опубліковано 22 наукові праці, серед них 2 статті у міжнародних виданнях, 4 статті у фахових виданнях України, та 16 публікацій у матеріалах конференцій, 7 з яких входять до міжнародної наукометричної бази Scopus.

Аналіз результатів дисертаційної роботи як наукових, так і практичних, дає можливість зробити висновок про їх цілісність і засвідчує особистий внесок автора.

Публікації достатньо повно відображають основні результати роботи та зміст дисертації.

***Оцінка основного змісту дисертації та її структури.*** Дисертаційна робота є завершеною науковою працею. Її структура логічна, складається зі вступу, 4-х розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 174 сторінки, у тому числі 132 сторінки основного тексту, 53 рисунки та 15 таблиць, список використаної літератури налічує 121 бібліографічне найменування. Дисертація містить 7 додатків, розміщених на 15 сторінках. Зміст дисертації свідчить про її завершеність з огляду на повноту розкриття викладених у роботі завдань. Це підтверджує наступна характеристика основних структурних підрозділів роботи.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, показано зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами, сформульовано мету, основні завдання, об'єкт та предмет досліджень, визначено наукову новизну роботи і практичне значення отриманих результатів. Подано відомості про апробацію результатів роботи, особистий внесок автора та його публікації.

У першому розділі дисертації проаналізовано сучасний стан та тенденції розвитку існуючих інформаційних технологій обробки біомедичних сигналів, у тому числі сигналів електрокардіограм. Висвітлено особливості, переваги та

обмеження існуючих підходів, методів та засобів, поставлено задачу дисертаційного дослідження.

У другому розділі дисертаційної роботи розроблена структурна схема інформаційної технології обробки кардіосигналів, представлено метод попередньої обробки кардіосигналів за рахунок використання нейронних мереж для визначення максимальних значень та фільтрування кардіосигналів.

У третьому розділі роботи розроблено метод аналізу форми кардіосигналу, шляхом визначення амплітуди та тривалості окремих сегментів P, Q, R, S, T та визначення регулярності ЕКГ відносно ізоелектричної лінії. Запропоновано метод класифікації форми кардіосигналу за допомогою використання частково-розпаралеленої нейронної мережі.

У четвертому розділі розроблено структуру програмно-апаратного забезпечення інформаційної технології обробки кардіосигналів, представлені програмні та апаратні реалізації засобів оброблення, показані результати обробки та аналізу сигналів електрокардіограми.

У висновках чітко і вичерпно викладено найважливіші наукові та практичні результати, отримані у дисертаційній роботі.

Список використаних джерел є достатнім, містить сучасні вітчизняні та закордонні публікації, доволі повно охоплює предметну область.

**Відповідність дисертації та автореферату встановленим вимогам.** За своєю структурою, обсягом і оформленням дисертація та автореферат цілком відповідають вимогам, встановленим до кандидатських дисертацій.

Автореферат за змістом ідентичний основним положенням, що викладені в дисертації, та не містить інформації, яка не відображена у самій роботі.

Стиль викладу матеріалів досліджень, наукових положень і рекомендацій забезпечує їх належне та адекватне сприйняття.

**Загальна оцінка роботи.** Дисертація та автореферат викладені послідовно, мають завершену логічну структуру, написані доступно, грамотно і зрозуміло.

### **Недоліки та зауваження до роботи:**

1. В роботі не представлено обґрунтування вибору архітектури нейронної мережі за вирішення поставленої задачі, не проаналізовано можливість застосування глибоких нейронних мереж, недостатньо представлено опис побудованих моделей штучних нейронних мереж опрацювання параметрів кардіоімпульсів.

2. В розробленому методі аналізу кардіосигналів недостатньо представлені проміжні кроки збереження тимчасових значень кардіосигналу.

3. Недостатньо описані розроблені структурно-функціональні схеми, що проводять фільтрування, нормування та визначення максимального за значенням сигналу.

4. Відсутнє обґрунтування вибору спеціалізованого середовища проектування та програмування для розроблення апаратних та програмних засобів інформаційно-аналітичної системи.

5. В авторефераті не достатньо повно описані програмно-апаратні засоби інформаційної технології обробки та аналізу кардіосигналів із порівнянням, аналізом та вибором найбільш оптимального варіанту.

Однак, перелічені зауваження не вплинули на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

### ***Висновки***

Дисертаційна робота Шатного Сергія В'ячеславовича є завершеною науковою працею, яка розв'язує актуальну науково-практичну задачу розроблення інформаційної технології обробки та аналізу кардіосигналів з використанням нейронної мережі. Отримані теоретичні та практичні результати є новими та важливими для науки і техніки. Кваліфікаційна наукова робота є закінченим науковим дослідженням.

Автореферат відповідає змісту дисертації та описує суть отриманих у дисертаційній роботі результатів і висновків.

За актуальністю тематики, рівнем виконання, новизною результатів та їх науковим і практичним значенням, дисертаційна робота відповідає вимогам

пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів». Зміст дисертації відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології, а її автор Шатний Сергій В'ячеславович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук.

Офіційний опонент

доцент кафедри інформаційно-  
обчислювальних систем і управління

Західноукраїнського національного університету

МОН України,

кандидат технічних наук, доцент

М.П. Комар

