

## **Рішення**

### **разової спеціалізованої вченої ради**

#### **про присудження ступеня доктора філософії**

Здобувач ступеня доктора філософії Буткевич Микола Віталійович, 1998 року народження, громадянин України, освіта вища: у 2021 році закінчив Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут» і отримав повну вищу освіту за спеціальністю «Прикладна математика» та здобув кваліфікацію магістра. Є здобувачем ступеня доктора філософії кафедри математичного моделювання та штучного інтелекту Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут». Виконав акредитовану освітньо-наукову програму «Комп'ютерні науки».

Разова спеціалізована вчена рада утворена наказом Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут», Міністерство освіти і науки України, м. Харків, від «22» квітня 2026 року № 187, у складі:

|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Голови разової спеціалізованої вченої ради – | Чухрая Андрія Григоровича, доктора технічних наук, професора, професор кафедри інженерії програмного забезпечення Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут»                                                                                                                                                                                                                                             |
| Рецензентів –                                | Морозової Ольги Ігорівни, доктора технічних наук, професора, професора кафедри кібербезпеки та інтелектуальних інформаційних технологій Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут»;<br>Рубеля Олексія Сергійовича, кандидата технічних наук, доцента кафедри інформаційно-комунікаційних технологій імені О. О. Зеленського Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут»; |
| Офіційних опонентів –                        | Удовенка Сергія Григоровича, доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри інформатики та комп'ютерної техніки Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця;<br>Струкова Володимира Михайловича, кандидата технічних наук, доцента, завідувача кафедри математичного моделювання та аналізу даних Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна;                                      |

на засіданні «25» червня 2026 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань **12 Інформаційні технології** Буткевичу Миколі Віталійовичу на підставі публічного захисту дисертації «Моделі, методи та інформаційна технологія прогнозування часових рядів епідемічних процесів» за спеціальністю **122 Комп'ютерні науки**.

Дисертацію виконано в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут», Міністерство освіти і науки України, м. Харків.

Науковий керівник: Дмитро Чумаченко, кандидат технічних наук, доцент, Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут», доцент кафедри математичного моделювання та штучного інтелекту.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису, у якому відображено нові науково обгрунтовані результати проведених здобувачем досліджень, що виконують конкретне наукове завдання і мають вагоме значення для галузі знань 12 Інформаційні технології. Дисертація виконана державною мовою і відповідає встановленим МОН вимогам щодо оформлення дисертації. Обсяг основного тексту є достатнім для розкриття теми в межах галузі 12 Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки. Таким чином, у дисертації дотримано вимоги п.6 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44 (зі змінами).

Здобувач має 23 наукові праці за темою дисертації, з них: 5 статей у наукових виданнях, проіндексованих у наукометричній базі Scopus (дві статті у закордонних виданнях — одна Q1, одна Q2; три статті у наукових фахових виданнях України категорії А — Q3); 8 публікацій у матеріалах міжнародних науково-практичних конференцій, індексованих у Scopus; 2 публікації у матеріалах міжнародних науково-практичних конференцій; 8 свідоцтв про реєстрацію авторського права на комп'ютерні програми.

Наукові праці, у яких висвітлено основні наукові результати дисертації:

1. Butkevych M., Yakovlev S., Chumachenko D. Data-Driven Forecasting of Acute and Chronic Hepatitis B in Ukraine with Recurrent Neural Networks. Applied Sciences. Vol. 15, No. 13, 2025. P. 7573. DOI: <https://doi.org/10.3390/app15137573>.
2. Chumachenko D., Butkevych M., Lode D., Frohme M., Schmailzl K.J.G., Nechyporenko A. Machine Learning Methods in Predicting Patients with Suspected Myocardial Infarction Based

on Short-Time HRV Data. *Sensors*. Vol. 22, No. 18, 2022. P. 7033. DOI: <https://doi.org/10.3390/s22187033>.

3. Butkevych M., Meniailov I., Lutsiv Y., Kraivskyi B., Chumachenko D. War-driven displacement and COVID-19 in Poland: simulation study using LSTM model. *Radioelectronic and Computer Systems*. 2025, No. 4. PP. 25–34. DOI: <https://doi.org/10.32620/reks.2025.4.02>.
4. Butkevych M., Chumachenko D. Time series analysis of leptospirosis incidence for forecasting in the Baltic countries using the ARIMA model. *Radioelectronic and Computer Systems*. 2024, No. 4. PP. 5–19. DOI: <https://doi.org/10.32620/reks.2024.4.01>.
5. Chumachenko D., Bazilevych K., Butkevych M., Meniailov I., Parfeniuk Y., Sidenko I., Chumachenko T. Methodology for assessing the impact of emergencies on the spread of infectious diseases. *Radioelectronic and Computer Systems*. 2024, No. 3. PP. 6–26. DOI: <https://doi.org/10.32620/reks.2024.3.01>.

У дискусії взяли участь голова та члени разової спеціалізованої вченої ради та висловили зауваження:

**Рецензент Ольга Морозова**

1. Опис процедури walk-forward валідації та формування навчальних послідовностей методом ковзного вікна у підрозділах 2.4 та 3.2 наведено переважно у словесній формі; виокремлений псевдокод процедури з покроковим розширенням навчального вікна не наведено, що ускладнює точне відтворення обчислювальних експериментів сторонніми дослідниками.
2. У підрозділі 3.5 розроблено архітектуру вебзастосунку для онлайн-трекінгу прогнозів з версіонованим сховищем артефактів моделей, проте у роботі не наведено кількісних характеристик продуктивності системи (час відповіді на запит, обсяг збереженого артефакту моделі, типове споживання оперативної пам'яті), які підтверджували б практичну придатність розгортання у режимі реального часу.
3. У підрозділі 4.3 наведено результати прогнозування на горизонті у межах річного циклу; водночас оцінок поведінки запропонованих моделей на довших горизонтах (24, 36 місяців) з характеристикою темпу накопичення похибки прогнозу у дисертаційній роботі не представлено, що ускладнює формулювання рекомендацій щодо застосування моделей для середньострокового планування ресурсів системи охорони здоров'я.
4. У підрозділі 3.3 додавання циклічних ознак  $\sin/\cos$  описано на рівні методологічного рішення; у тексті не наведено прямого числового порівняння точності прогнозу з циклічним кодуванням проти простіших альтернатив (one-hot кодування номера місяця,

лагова ознака за 12 місяців), що ускладнює оцінку того, наскільки приріст точності зумовлено саме циклічним характером кодування.

5. У постановці задачі підкреслено, що епідемічні часові ряди містять прогалини та запізнення у поданні даних; однак у дисертаційній роботі не наведено окремого числового експерименту з оцінювання чутливості якості прогнозу до штучних пропусків та запізнень, який підтвердив би стійкість запропонованих моделей до характерних для епідеміологічного нагляду викривлень первинних даних.

**Рецензент Олексій Рубель**

1. У дисертаційній роботі здійснено детальне порівняння LSTM-моделей зі статистичними моделями ARIMA та SARIMA; водночас бракує бодай орієнтовного порівняння з простими, але часто ефективними прикладними baseline-моделями для часових рядів методом сезонного наївного прогнозу (seasonal naïve) та методом експоненційного згладжування (Holt–Winters), що могло б додатково посилити позиціонування запропонованого підходу.
2. Експериментальна валідація третьої ітерації проведена на даних 2018–2023 років; у роботі не обговорюється, чи впливає рік початку навчальної вибірки на якість прогнозу: відсутність такого аналізу ускладнює формулювання рекомендації щодо мінімальної довжини історії спостереження, достатньої для досягнення задовільної точності прогнозу з практичної точки зору.
3. У підрозділі 4.3 емпірично показано стабільну роботу запропонованих моделей на рядах довжиною від 72 місяців, проте систематичного дослідження чутливості якості прогнозу до обсягу навчальної вибірки (при її скороченні до 60, 48 чи 36 місяців) у роботі не наведено; це ускладнює формулювання практичних рекомендацій щодо мінімально достатньої довжини ряду для надійного застосування методів.
4. Для оцінювання якості прогнозів LSTM-моделей використано точкові метрики (MAE, MAPE, RMSE); попри те, що для ARIMA-моделей побудовано довірчі інтервали прогнозу, для LSTM-моделей аналогічних інтервальних характеристик не наведено; це дещо обмежує прикладне використання результатів LSTM-прогнозування у системі планування закупівель вакцин та антивірусних препаратів.
5. Підрозділ 4.3.4 містить контрфактуальний аналіз впливу повномасштабного вторгнення на динаміку COVID-19 у Польщі, що є цікавим прикладним результатом; водночас аналогічного контрфактуального експерименту для української вибірки гепатитів В/С або ГРВІ у роботі не наведено, що дещо обмежує обсяг інтерпретації виявленого впливу воєнного фактору на епідемічну динаміку в Україні.

**Офіційний опонент Сергій Удовенко**

1. Обґрунтування вибору кількості шарів і кількості одиниць пам'яті подано переважно емпірично, без систематичного перебору сусідніх конфігурацій (наприклад,  $2 \times \text{LSTM}(32)$ ,  $2 \times \text{LSTM}(128)$ ,  $3 \times \text{LSTM}(128/64/32)$ ), що ускладнює оцінку, наскільки саме обрана конфігурація є оптимальною.
2. У підрозділах 4.3.1–4.3.3 для навчання LSTM-моделей як функцію втрат використано MSE; водночас у роботі не обговорюється вплив вибору MSE на якість кумулятивних прогнозів, не розглянуто, чому для інтервального прогнозування не розглядались альтернативні функції втрат.
3. У підрозділах 4.2 та 4.3 представлено результати walk-forward валідації, проте по вікнах валідації наведено лише агреговані значення метрик; не наведено розподілу похибок по окремих вікнах (мінімум/максимум/стандартне відхилення MAPE), що ускладнює оцінку стабільності прогнозів моделі від кроку до кроку.
4. У підрозділі 3.3 значення приросту точності 46,6% у формулюванні новизни наведено без вказівки на конкретну нозологію та архітектуру, для якої отримано цей результат; не вказано, на порівнянні з яким базовим варіантом моделі ця цифра відноситься.
5. У підрозділі 3.5 описано архітектуру інформаційної технології з версіонованим сховищем артефактів моделей; водночас у роботі не сформульовано формальних кількісних критеріїв ухвалення рішення про перенавчання моделі (порогові значення погіршення MAPE, гранична тривалість від попереднього перенавчання), що ускладнює побудову повністю автоматизованого циклу її експлуатації.

#### **Офіційний опонент Володимир Струков**

1. У підрозділі 4.4 здійснено порівняння LSTM- та ARIMA-моделей за значеннями MAPE й RMSE; водночас процедура зупинки навчання (early stopping) для LSTM налаштована на валідаційну вибірку першої ітерації walk-forward, а не на фіксований тестовий період; у роботі не обговорюється, чи відображають отримані значення MAPE реальність використання моделей у повторюваному прогнозуванні.
2. У підрозділі 4.4.3 проведено аналіз обчислювальної ефективності розроблених моделей за часом навчання (близько 40 секунд для двошарової архітектури); водночас у роботі не наведено окремих числових оцінок часу інференсу генерації одного прогнозу через інференсний шар розробленого вебзастосунку, що утруднює оцінку придатності системи до використання в інтерактивному режимі.
3. У підрозділах 2.4 та 3.2 довжина вхідної послідовності фіксована емпірично; систематичної числової оцінки чутливості точності прогнозу до цього гіперпараметра (при варіюванні довжини вхідного вікна 6, 12, 18, 24 місяці) у роботі не представлено.

4. Експериментальна валідація проведена на даних України та трьох країн Балтії; узагальнюваність розроблених архітектур та значень гіперпараметрів на дані інших географічних регіонів з відмінною структурою сезонності у дисертації не верифіковано.
5. Глибока пірамідальна архітектура  $3 \times \text{LSTM}(300/1200/600)$  з 11,89 мільйонами параметрів, запропонована для прогнозування ГРВІ, є значно смішшою за двошарову  $2 \times \text{LSTM}(64)$ ; у роботі не наведено числового порівняння цієї архітектури з її проміжними варіантами меншої розмірності, що ускладнює числове обґрунтування необхідності саме такого розміру моделі.

Результати відкритого голосування:

«За» 5 членів ради,

«Проти» — членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує Буткевичу Миколі Віталійовичу ступінь доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Окрема думка члена разової ради додається (не надходила).

Окрема думка члена разової ради додається (не надходила).

Голова разової спеціалізованої вченої ради  Андрій ЧУХРАЙ

Підпис голови разової спеціалізованої  
вченої ради Андрій Чухрай засвідчую

Учений секретар Національного  
аерокосмічного університету «Харківський  
авіаційний інститут»



Тетяна БОНДАРЄВА