

**РІШЕННЯ**  
**разової спеціалізованої вченої ради**  
**про присудження ступеня доктора філософії**

Здобувач ступеня доктора філософії Дивак Андрій Миколайович, 1996 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2019 році Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського за спеціальністю «Лікувальна справа», виконав акредитовану освітньо-наукову програму «Інженерія програмного забезпечення».

Разова спеціалізована вчена рада ДФ 58.082.106 утворена наказом ректора Західноукраїнського національного університету від 09.01.2026 року № 19, у складі:

Голови разової спеціалізованої вченої ради –

Саченка Анатолія Олексійовича, доктора технічних наук, професора, професора кафедри інформаційно-обчислювальних систем і управління Західноукраїнського національного університету.

Рецензентів –

Манжули Володимира Івановича, доктора технічних наук, доцента, професора кафедри комп'ютерних наук Західноукраїнського національного університету.

Піцуна Олега Йосиповича, кандидата технічних наук, доцента, доцента кафедри комп'ютерної інженерії Західноукраїнського національного університету.

Офіційних опонентів –

Мельникової Наталії Іванівни, доктора технічних наук, доцента, завідувача кафедри систем штучного інтелекту Національного університету «Львівська Політехніка».

Павлова Сергія Володимировича, доктора технічних наук, професора, професора кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем Вінницького національного технічного університету.

на засіданні 12 березня 2026 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 12 – Інформаційні технології Диваку Андрію Миколайовичу на підставі публічного захисту дисертації «Математичне та програмне забезпечення підтримки нейромоніторингу під час операції на щитоподібній залозі» за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення.

Дисертацію виконано в Західноукраїнському національному університеті Міністерства освіти і науки України, м. Тернопіль.

Науковий керівник Мельник Андрій Миколайович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерних наук Західноукраїнського національного університету.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису, що відповідає вимогам пункту 6 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44 (зі змінами). Робота містить нові науково обґрунтовані результати проведених здобувачем досліджень, спрямованих на розв'язання конкретного наукового завдання, що має істотне значення для галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення. Дисертацію виконано українською мовою, оформлено

відповідно до вимог МОН, обсяг основного тексту відповідає освітньо-науковій програмі закладу та специфіці спеціальності.

Наукові результати, що характеризують новизну проведеного дослідження полягають у такому:

*вперше:*

- розроблено інтервальну математичну модель поширення електричного потенціалу в тканинах операційної рани під час їх подразнення імпульсним електричним струмом та формування реакції на подразнення голосових зв'язок у вигляді акустичного сигналу, яка моделює інтервальну відстань від точки подразнення до ПГН в залежності від амплітуди акустичного сигналу та амплітуди його головної спектральної складової, і забезпечує зниження ризику пошкодження ПГН в процесі хірургічного втручання на щитоподібній залозі;

- розроблено метод ідентифікації інтервальної математичної моделі поширення електричного потенціалу в тканинах операційної рани та формування реакції на подразнення голосових зв'язок у вигляді акустичного сигналу, який ґрунтується на поєднанні аналізу інтервальних даних та онтологічному підході, що у сукупності знижує час налаштування моделі під особливості тканин операційної рани пацієнта і забезпечує використання цієї моделі в програмно-апаратному комплексі для зниження ризику пошкодження ПГН;

- набув подальшого розвитку метод програмного налаштування частоти слідування імпульсів електричного струму, яким подразнюють тканини поля хірургічного втручання, який на відміну від існуючих адаптує частоту імпульсного струму під електрофізіологічні характеристики тканин поля хірургічного втручання пацієнта, що забезпечує підвищення чутливості тканин до подразнення і в цілому зниження ризику пошкодження ПГН;

*удосконалено:*

- архітектуру програмного та апаратного забезпечення пристрою підтримки інтраопераційного моніторингу ПГН, який на відміну від існуючих забезпечує адаптивне та програмне налаштування частоти імпульсного струму для подразнення тканин поля хірургічного втручання та обчислення відстані від точки подразнення до ПГН на основі математичної моделі поширення електричного потенціалу в тканинах поля хірургічного втручання та формування акустичного сигналу, що у сукупності забезпечує підвищення точності класифікації тканин та зниження ризику пошкодження ПГН;

- інформаційну технологію інтраопераційного моніторингу ПГН, яка на відміну від існуючих побудована на програмно-апаратному комплексі з функціями налаштування частоти імпульсного струму для подразнення тканин поля хірургічного втручання та обчислення відстані від точки подразнення до ПГН, що у сукупності знижує ризик пошкодження ПГН під час операції на щитоподібній залозі.

Здобувач опублікував 31 наукову працю за темою дисертаційної роботи, зокрема 9 статей у фахових наукових виданнях, 1 з яких входить до міжнародної наукометричної бази Scopus та Web of Science і відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank віднесено до квартилю Q2. Ще 2 статті входять до міжнародної наукометричної бази Scopus та, згідно з класифікацією SCImago Journal and Country Rank, віднесено до квартилю Q3 та Q4. Окрім того, опубліковано 21 публікацію у матеріалах конференцій, 18 з яких входять до міжнародної наукометричної бази Scopus, а також отримано 1 Патент України на корисну модель. Усі публікації відповідають вимогам пунктів 8 і 9 Порядку та відображають основні наукові результати дисертації.

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації

1. Dyvak M., Melnyk A., Tymets V., Dyvak A., Banasik A., Piotrowski K., Wawryszczuk M. Electromyographic Identification of the Recurrent Laryngeal Nerve Using an Integrated Hardware–Software System During Thyroid Surgery. *Applied Sciences (Switzerland)*, 2025, Vol. 15 (18), art. no. 10009.

DOI: <https://doi.org/10.3390/app151810009> (Scopus, Q2).

2. Шідловський В., Шідловський О., Дивак А., Морозович І., Привроцький В. Оцінка методів ідентифікації та моніторингу нервів гортані. *Клінічна ендокринологія та ендокринна хірургія*, 2025, вип. 1, с. 27 – 34.

DOI: <https://doi.org/10.30978/CEES-2025-1-27> (Scopus).

3. Dyvak M., Deikalo I., Tymets V., Dyvak A., Osadchuk D. Concept of applying EMG for the hardware and software complex recurrent laryngeal nerve identification during thyroid surgery. *Proceedings - International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT*, 2025, p. 678 – 682.

DOI: <https://doi.org/10.1109/ACIT65614.2025.11185593> (Scopus).

4. Dyvak M., Tymets V., Dyvak A., Kostyk B., Tyran S., Maslyiak Y. Increasing the Effectiveness of Neural Networks for Recurrent Laryngeal Nerve Identification by Signal Preprocessing. *Proceedings - International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT*, 2025, p. 683 – 687.

DOI: <https://doi.org/10.1109/ACIT65614.2025.11185581> (Scopus).

5. Дивак А.М., Мельник А.М. Математична модель процесу поширення електричного потенціалу в тканинах поля хірургічного втручання та метод її ідентифікації на основі онтологічного підходу. *Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології*. Випуск 50, № 2 (грудень 2025), с. 40 – 53.

DOI: <https://doi.org/10.31649/1681-7893-2025-50-2-40-53>

6. Шідловський В., Шідловський О., Дивак А., Привроцький В., Морозович І. Ідентифікація та моніторинг нервів гортані: технології та проблеми. *Огляд літератури. Клінічна ендокринологія та ендокринна хірургія*, 2024, вип. 1, с. 56 – 64.

DOI: <https://doi.org/10.30978/CEES-2024-1-56> (Scopus).

7. Dyvak M., Tymets V., Dyvak A. Laryngeal Nerve Identification during Thyroid Surgery with Automatic Adjustment of Electrical Signal Parameters. *International Journal of Computing*. Vol. 23 (4), p. 552 – 562, 2024.

DOI: <https://doi.org/10.47839/ijc.23.4.3754> (Scopus, Q3).

8. Dyvak M., Tymets V., Dyvak A., Shidlovsky V., Osadchuk D., Bukata V. Algorithm and Hardware for Automatic Adjustment of Electric Signal to Identify the Recurrent Laryngeal Nerve. *Proceedings - International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT*, 2024, p. 626 – 630.

DOI: <https://doi.org/10.1109/ACIT62333.2024.10712564> (Scopus).

9. Dyvak M., Pasichnyk R., Melnyk A., Dyvak A., Otoo F. Transformation of Mathematical Model for Complex Object in Form of Interval Difference Equations to a Differential Equation. *International Journal of Computing*. Vol. 22 (2), p. 219 – 224, 2023.

DOI: <https://doi.org/10.47839/ijc.22.2.3091> (Scopus, Q4).

10. Melnyk A., Dyvak A., Pryvrotsky V., Franko Y., Łysik Ł., Shpak V. Information Technology based on an Ontological Approach for Identification of the Recurrent Laryngeal Nerve during Operations on the Neck Organs. *Proceedings - International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT*, 2023, p. 534 – 538.

DOI: <https://doi.org/10.1109/ACIT58437.2023.10275656> (Scopus).

11. Shidlovsky V., Shidlovsky O., Dyvak A., Pryvrotsky V., Spivak I. Research of Efficiency of Information Technology of Intraoperative Neuromonitoring in the Prevention

of Injuries of Laryngeal Nerves. Proceedings - International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT, 2022, p. 406 – 409.

DOI: <https://doi.org/10.1109/ACIT54803.2022.9913181> (Scopus).

12. Шідловський В.О., Шідловський О. В., Дивак А.М., Привроцький В.М. Інтраопераційний нейромоніторинг у запобіганні травм нервів гортані. Здобутки клінічної і експериментальної медицини. № 2 (Серпень 29, 2022). С. 173 – 177.

DOI: <https://doi.org/10.11603/1811-2471.2022.v.i2.13148>

13. Dyvak M., Melnyk A., Kopnický M., Dostalek L., Krytskyi I., Dyvak A. Using an ontological approach for improvement of the interval model in the problem of the recurrent laryngeal nerve identification during thyroid surgery. CEUR Workshop Proceedings. Vol. 3038, 2021, p. 317 – 322.

<https://ceur-ws.org/Vol-3038/short12.pdf> (Scopus).

14. Dyvak M., Porplytsya N., Dyvak A., Shidlovsky O., Osadchuk D., Pryvrotsky V. Interval Model for Assessing the Position of the Recurrent Laryngeal Nerve at the Site of Surgery Wound during Thyroid Surgery. Proceedings - International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT, 2021, p. 117 – 120.

DOI: <https://doi.org/10.1109/ACIT52158.2021.9548118> (Scopus).

15. Dyvak M., Dyvak A., Osadchuk D., Tymets V., Shidlovsky V., Kovalska L. Information Technology for Recurrent Laryngeal Nerve Identification with Adaptive Adjustment of the Electrophysiological Method. Proceedings - International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT, 2020, art. no. 9209012, p. 297 – 301.

DOI: <https://doi.org/10.1109/ACIT49673.2020.9209012> (Scopus).

16. Дивак М., Тимець В., Дивак А. Багатофункціональний блок подразнення зворотного гортанного нерва у задачі його ідентифікації. Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. Випуск 38, № 2 (Березень 2020), с. 90 – 99.

DOI: <https://doi.org/10.31649/1681-7893-2019-38-2-90-99>

17. Dyvak A., Shidlovsky V., Lazarchuk T., Bohaichuk V., Bohaichuk L., Mochulska O. Parameters of the Electrophysiological Method of Surgical Wound Tissues Stimulation in the software and Technical System of the Recurrent Laryngeal Nerve Identification. Proceedings - International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT, 2019, art. no. 8779942, p. 303 – 307.

DOI: <https://doi.org/10.1109/ACITT.2019.8779942> (Scopus).

18. Shidlovskyi O.V., Sheremet M.I., Shidlovskyi V.O., Dyvak A.M., Maksymyuk V.V., Tkachuk N.P., Chympoi K.A., Honcharuk L.M., Batig V.M., Rynzhuk V.Y., Gresko M.D., Bulik T.S., Rynzhuk L.V. Clinical application and results of the electrophysiological laryngeal nerves identification in surgeries in case of goiter. Archives of the Balkan Medical Union. Vol. 53 (1), p. 23 – 28.

<https://umbalk.org/wp-content/uploads/2018/03/02.CLINICAL-APPLICATION-AND-RESULTS-OF-THE.pdf> (Scopus).

19. Dyvak M., Tymets V., Dyvak A., Huhul O. Methods and tools for electrophysiological monitoring of recurrent laryngeal nerve monitoring during surgery on neck organs: CEUR Workshop Proceedings. Vol. 2300, p. 54 – 57.

<https://ceur-ws.org/Vol-2300/Paper14.pdf> (Scopus).

20. Dyvak M., Pukas A., Padletska N., Shidlovsky V., Dyvak A. Mathematical models of informative characteristic of tissues in surgical wound at monitoring the recurrent laryngeal nerve by electrophysiological method. 2017 14th International Conference The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics, CADSM 2017 - Proceedings, art. no. 7916074, p. 8 – 12.

DOI: <https://doi.org/10.1109/CADSM.2017.7916074> (Scopus).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

21. Dyvak M., Tymets V., Dyvak A. Application of Convolutional Neural Network for the Task of Recurrent Laryngeal Nerve Identification. Conference Proceedings - 2024 IEEE 17th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering, TCSET 2024, p. 504 – 509.

DOI: <https://doi.org/10.1109/TCSET64720.2024.10755896> (Scopus).

22. Pukas A., Smal V., Dyvak A., Voytyuk I., Deikalo I., Hrynkiw N. Augmented Reality Simulator for Recurrent Laryngeal Nerve Identification during Thyroid Surgery. Proceedings - International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT, 2024, p. 576 – 580.

DOI: <https://doi.org/10.1109/ACIT62333.2024.10712599> (Scopus).

23. Avrunin O.G., Mustetsova E., Zlepko S.M., Zabolotna N.I., Baranovskiy D.M., Dyvak A.M., Maciejewski M., Bazarbyeva A. Possibilities of apnea diagnostics by fuzzy logic methods. Information Technology in Medical Diagnostics II - Proceedings of the International Scientific Internet Conference on Computer Graphics and Image Processing and 48th International Scientific and Practical Conference on Application of Lasers in Medicine and Biology, 2018, p. 39 – 46.

<https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780429057618-6/possibilities-apnea-diagnostics-fuzzy-logic-methods-avrunin-mustetsova-zlepko-zabolotna-baranovskiy-dyvak-maciejewski-bazarbayeva?context=ubx&refId=032647ef-fcce-476a-adbc-c5b1f277d425> (Scopus).

24. Vysotska O.V., Bepalov Y.G., Pecherska A.I., Koval S.M., Lytvynova O.M., Dyvak A.M., Maciejewski M., Kalizhanova A. Mathematical simulation of the structure of pulsed arterial pressure relations with vascular damage factors in patients with arterial hypertension. Information Technology in Medical Diagnostics II - Proceedings of the International Scientific Internet Conference on Computer Graphics and Image Processing and 48th International Scientific and Practical Conference on Application of Lasers in Medicine and Biology, 2018, p. 47 – 52.

<https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780429057618-7/mathematical-simulation-structure-pulsed-arterial-pressure-relations-vascular-damage-factors-patients-arterial-hypertension-vysotska-bepalov-pecherska-koval-lytvynova-dyvak-maciejewski-kalizhanova> (Scopus).

25. Dyvak M., Dyvak A., Tymets V., Cegielski M. Information technology for electrophysiological approach of recurrent laryngeal nerve identification during surgery on neck organs. Proceedings of 2018 19th International Conference Computational Problems of Electrical Engineering, CPEE 2018, p. 1 – 4.

DOI: <https://doi.org/10.1109/CPEE.2018.8506940> (Scopus).

26. Dyvak M., Tymets V., Brych V., Dyvak A., Shidlovsky V. Tools for the recurrent laryngeal nerve stimulation in the tasks of its monitoring. International Conference on Perspective Technologies and Methods in MEMS Design, p. 215 – 218.

DOI: <https://doi.org/10.1109/MEMSTECH.2018.8365736> (Scopus).

27. Дивак А.М. Особливості передачі електричних сигналів нервовими тканинами та їх моніторинг в процесі хірургічних операцій. Матеріали Всеукраїнської конференції з міжнародною участю. «Сучасні комп'ютерні інформаційні технології», Тернопіль 2017, с. 19 – 20.

<https://api.dspace.wunu.edu.ua/api/core/bitstreams/9b7d0e97-54d8-475d-b342-7830d58b8916/content>

28. Крепыч S., Dyvak A., Dyvak M., Spivak I. The method of providing of functional suitability of elements of the device of formation of signal in electrophysiological

way of classification tissues surgical wound. 2017 13th International Conference Perspective Technologies and Methods in MEMS Design, MEMSTECH 2017 - Proceedings, art. no. 7937562, p. 183 – 186.

DOI: <https://doi.org/10.1109/MEMSTECH.2017.7937562> (Scopus).

29. Дивак М.П., Дивак А.М., Шідловський О.В. Електричні властивості зворотного гортанного нерва та його моніторинг в процесі операції на щитоподібній залозі. Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: Матеріали VI Всеукраїнської школи-семінару молодих вчених і студентів АСІТ'2016. Тернопіль: ТНЕУ 2016, с. 33 – 34.

<https://api.dspace.wunu.edu.ua/api/core/bitstreams/8d68f7f0-6909-44c6-bdd6-0b40d19f6f34/content>

30. Дивак М.П., Падлецька Н.І., Дивак А.М., Ковальська Л.Й. Модель електропровідності тканин хірургічної рани під час операції на щитоподібній залозі у вигляді замісної електричної схеми. Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: Матеріали V Всеукраїнської школи-семінару молодих вчених і студентів АСІТ'2015. Тернопіль: ТНЕУ 2015, с. 18 – 20.

[https://acit.tech/Download/Tezy\\_ACIT'2015.pdf](https://acit.tech/Download/Tezy_ACIT'2015.pdf)

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

31. Дивак М.П., Пукас А.В., Тимець В.І., Дивак А.М. Спосіб ідентифікації гортанного нерва з інших тканин хірургічної рани при проведенні хірургічних операцій на щитоподібній залозі. Патент України на корисну модель № 124989 від 25.04.2018. Бюл. № 8.

<https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/330460/>

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

Голова ради: **Саченко Анатолій Олексійович**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри інформаційно-обчислювальних систем і управління Західноукраїнського національного університету – зауважень не має.

Рецензент: **Манжула Володимир Іванович**, доктор технічних наук, доцент, професор кафедри комп'ютерних наук Західноукраїнського національного університету – зауваження:

1. У другому розділі автор використовує онтологічний підхід для ініціалізації коефіцієнтів інтервальної моделі. Було б доцільно детальніше описати, яким чином відбувається оновлення бази знань (репозиторію) після проведення нових операцій та як це впливає на точність моделі у довгостроковій перспективі.

Рецензент: **Піцун Олег Йосипович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерної інженерії Західноукраїнського національного університету – зауваження:

1. У першому розділі недостатньо наведено порівняльного аналізу існуючих рішень для вирішення поставленої проблематики та недостатньо проаналізовані переваги та недоліки існуючих програмних рішень в табличній формі.

2. Необхідно деталізувати і обґрунтувати достатність пошуку лише точкових оцінок параметрів  $\vec{\beta} = \hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \hat{\beta}_3, \hat{\beta}_4$  (формула 2.11)

Опонент: **Мельникова Наталія Іванівна**, доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри систем штучного інтелекту Національного університету «Львівська Політехніка» – зауваження:

1. У розділі 2, зокрема в формулі 2.14, 76–77 ст., для підвищення зрозумілості формалізованих рішень доцільно було б детальніше пояснити процедуру

ідентифікації коефіцієнтів моделі та надати їх інтерпретацію з точки зору фізичного або статистичного змісту.

2. З огляду на міждисциплінарний характер дослідження, для покращення сприйняття матеріалу доцільно було б також додати структурований перелік використаних скорочень у вступній частині роботи.

Опонент: **Павлов Сергій Володимирович**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем Вінницького національного технічного університету – зауваження:

1. В роботі наведено порівняльну оцінку частоти ушкоджень ПГН у двох групах пацієнтів, проте відсутній розгорнутий опис застосованих статистичних критеріїв, рівнів значущості та довірчих інтервалів. Це дещо знижує переконливість зроблених висновків.

Результати відкритого голосування:

«За» – 5 членів ради,

«Проти» – 0 членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує Диваку Андрію Миколайовичу ступінь доктора філософії з галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення.

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової  
спеціалізованої вченої ради



Анатолій САЧЕНКО