

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації

Пилипенка Владислава Ігоровича

за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»

галузь знань 12 «Інформаційні технології»

Кафедра комп'ютерної інженерії та електромеханіки
Київського національного університету технологій та дизайну

Актуальність теми та її зв'язок із планами науково-дослідних робіт.

Цифровізація вищої освіти та широке використання систем управління навчанням зумовлюють накопичення значних обсягів даних про освітню діяльність здобувачів освіти. Одним із перспективних напрямів розвитку освітньої аналітики є прогнозування академічної успішності на основі даних, що генеруються під час взаємодії студентів з електронним навчальним контентом. Своєчасне виявлення студентів групи ризику дозволяє підвищити ефективність освітнього процесу та забезпечити прийняття обґрунтованих управлінських рішень на рівні викладача, факультету та закладу вищої освіти. Незважаючи на значну кількість досліджень у галузі Educational Data Mining та Learning Analytics, більшість існуючих підходів базується на використанні традиційних академічних показників, таких як результати оцінювання, відвідуваність занять або демографічні характеристики студентів. При цьому поведінкові дані взаємодії здобувачів освіти з відеоконтентом LMS, які можуть містити важливу інформацію про рівень залученості та особливості навчальної діяльності, використовуються недостатньо повно. Це зумовлює необхідність розроблення методів формування інформативного ознакового простору на основі поведінкових характеристик взаємодії з відеоматеріалами, побудови більш точних моделей машинного навчання та створення програмних засобів збору, аналізу та візуалізації освітніх даних. У зв'язку з цим актуальною науково-прикладною задачею є розроблення методів і програмних засобів прогнозування академічної успішності здобувачів освіти на основі аналізу поведінкових даних LMS Moodle із використанням моделей машинного навчання.

Зв'язок теми дослідження з планами науково-дослідних робіт.

Дисертаційна робота відповідає науковому напрямку кафедри «Комп'ютерних наук» Київського національного університету технологій та дизайну. Ініціативна тема: 0122U200947. Дата реєстрації: 02-10-2022. Дослідження Internet-технологій для побудови систем управління дистанційним навчанням.

Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів.

Основний зміст роботи, всі теоретичні та практичні результати, висновки і

дослідження, які представлено до захисту, одержані автором особисто. Наукові публікації опубліковані самостійно. У наукових працях, опублікованих у співавторстві, автору належать: розроблення програмних засобів для аналізу та класифікації освітніх даних, побудова та дослідження моделей прогнозування академічної успішності здобувачів, формування та аналіз ознакового простору на основі поведінкових характеристик взаємодії з навчальним контентом, дослідження впливу поведінкових показників на результати прогнозування, розроблення програмних компонентів для отримання додаткових ознак, а також проведення експериментальних досліджень, аналіз та інтерпретація отриманих результатів. Особистий внесок здобувача в обробку статистичного матеріалу виявився у безпосередньому зборі первинних даних про відвідуваність та взаємодію студентів з LMS, формуванні розширених навчальних і тестових вибірок, а також у проведенні аналізу нових ознак. Під час проведення експериментальних досліджень автором особисто розроблено програмний модуль для LMS Moodle, реалізовано й навчено базові та пропоновану стекінгову моделі машинного навчання, а також проведено серію порівняльних експериментів на базі ЗВО. В інтерпретації отриманих результатів здобувачем виконано оцінювання приросту точності прогнозування, встановлено характер впливу поведінкових показників на результати моделювання та сформульовано аналітичні висновки щодо інтеграції створеного програмного забезпечення.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків, рекомендацій, які захищаються.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій, що виносяться на захист, забезпечуються логічною послідовністю побудови дослідження, коректним використанням фундаментальних положень системного аналізу, теорії ймовірностей, математичної статистики, теорії штучних нейронних мереж та сучасних методів машинного навчання, що узгоджуються з базовими законами комп'ютерних наук та освітньої аналітики. Достовірність отриманих результатів підтверджується коректним математичним формулюванням прикладних задач та обґрунтуванням вибору метрик оцінювання якості класифікації (Accuracy, Precision, Recall, F1-score, ROC-AUC). Поділ вихідного масиву даних на навчальну та тестову вибірки у співвідношенні 80 % на 20 % для виключення ефекту перенавчання моделей та оцінювання їхньої узагальнювальної здатності. Правильність та достатність даних експериментальних досліджень гарантуються формуванням репрезентативних вибірок даних системи управління навчанням. Обсяг зібраного статистичного матеріалу, який охоплює дані про відвідуваність, поточну успішність та детальну відеоаналітику взаємодії користувачів із навчальним контентом, є достатнім для навчання ML-моделей. Проведено експериментальний порівняльний аналіз запропонованої 2-рівневої стекінгової моделі з класичними та сучасними підходами (логістичною регресією, методом опорних векторів, Наївним

Баєсівським класифікатором, випадковим лісом та нейронними мережами), де зафіксовано стійкий приріст точності прогнозування для ключових базових алгоритмів на 14,3 %, 4,56 % та 2,29 % відповідно. Наукова обґрунтованість та об'єктивність висновків і рекомендацій додатково підтверджуються результатами практичного впровадження розробленого програмного забезпечення й модулів відеоаналітики в освітній процес ЗВО, що засвідчено відповідними актами про впровадження. Основні наукові положення дисертаційного дослідження пройшли всебічну апробацію на міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференціях, а також отримали позитивну оцінку наукової спільноти під час рецензування публікацій у провідних фахових виданнях.

Основні результати дослідження, ступінь їх науково новизни та значущості.

Отримані в процесі дослідження наукові результати в сукупності дозволили розв'язати важливе науково-прикладне завдання прогнозування академічної успішності студентів шляхом дослідження сучасних моделей машинного навчання та розробки нової моделі, яка дозволить підвищити достовірність прогнозування успішності на основі розширеної інформації про дії здобувачів освіти під час роботи в електронних системах управління навчанням, їх взаємодію з навчальними матеріалами, зокрема, з відеоматеріалами.

Основні положення, що визначають наукову новизну дисертаційної роботи полягають у наступному:

у перше: розроблено 2-рівневу стекінгову модель прогнозування академічної успішності здобувачів освіти, яка відрізняється від відомих моделей використанням на першому рівні ансамблю алгоритмів логістичної регресії, випадкового лісу та нейронної мережі, а на другому рівні – алгоритму градієнтного бустингу, що забезпечує підвищення достовірності прогнозування.

удосконалено: метод розширення простору ознак для задач прогнозування академічної успішності, за рахунок включення характеристик взаємодії здобувачів освіти з навчальними відеоматеріалами в LMS, що дозволило підвищити інформативність навчальних вибірок та достовірність прогнозування. Удосконалено методи збору та підготовки даних для задач прогнозування успішності здобувачів освіти, що передбачає автоматизоване отримання і накопичення даних про взаємодію користувачів з навчальними відеоматеріалами та їх інтеграцією у процес побудови моделей машинного навчання.

дістали подальший розвиток методи аналізу освітніх даних, зокрема щодо оцінювання впливу поведінкових характеристик роботи користувачів електронного освітнього середовища на результати прогнозування академічної успішності.

Практичне значення роботи

Розроблено програмний модуль для LMS Moodle, який забезпечує автоматизований збір, накопичення та обробку даних про взаємодію здобувачів

освіти з навчальними відеоматеріалами. Реалізовано програмні засоби підготовки даних та формування розширеного набору ознак для навчання моделей машинного навчання в задачах прогнозування успішності здобувачів освіти. Експериментально досліджено комплекс моделей машинного навчання для прогнозування академічної успішності, включаючи логістичну регресію, метод опорних векторів, Наївний Баєсівський класифікатор, випадковий ліс, нейронну мережу (Multi-layer Perceptron classifier) та запропоновану 2-рівневу стекінгову модель. Встановлено, що використання розробленої 2-рівневої стекінгової моделі забезпечує підвищення точності прогнозування на 14,3 % порівняно з моделлю логістичної регресії, на 4,56 % порівняно з нейронною мережею та на 2,29 % порівняно з моделлю випадкового лісу. Розроблено програмне забезпечення для візуалізації результатів прогнозування та формування аналітичних звітів у форматах PDF та XLS, яке може використовуватися як компонент інтелектуальних інформаційних систем підтримки прийняття рішень у закладах освіти. Результати роботи впроваджені в освітній процес Київського національного університету технологій та дизайну та Хмельницького національного університету, що засвідчено відповідними актами про впровадження. Та можуть бути використані при створенні та модернізації інформаційних систем освітньої аналітики, систем підтримки прийняття рішень, а також інтелектуальних сервісів моніторингу освітнього процесу.

Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок у них автора.

Основні положення і результати дисертаційного дослідження відображено у 23 наукових роботах, з них 10 статей у наукових фахових виданнях України; 1 статей у виданнях, які входять до міжнародних науко-метричних баз Scopus та/або Web of Science Core Collection, 0 патентах на винахід, 0 монографій (одноосібних розділів у колективних монографіях). Наукові публікації відповідають вимогам п. 8, 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44).

- 1) Пилипенко В., & Стаценко В. (2023). ПРОГНОЗУВАННЯ АКТИВНОСТІ КОРИСТУВАЧІВ ПЛАТФОРМИ MOODLE НА БАЗІ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences, 323(4), 257–261. DOI: 10.31891/2307-5732-2023-323-4-257-261
- 2) Пилипенко В., & Стаценко В. (2024). ВИКОРИСТАННЯ ТЕСТУ СТЬЮДЕНТА ДЛЯ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ ОПИТУВАННЯ КОРИСТУВАЧІВ MOODLE. MEASURING AND COMPUTING DEVICES IN TECHNOLOGICAL PROCESSES, (1), 226–230. <https://doi.org/10.31891/2219-9365->

2024-77-29

- 3) Стаценко В., & Пилипенко В. (2024). ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ УСПІШНОСТІ МЕТОДАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*, 331(1), 271-276. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-331-41>
- 4) Пилипенко В., Стаценко В. (2024). ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ПРИ ПРОГНОЗУВАННІ УСПІШНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*, 335(3(1), 349-356. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-335-3-47>
- 5) Пилипенко, В., & Стаценко, В. (2024). ВИКОРИСТАННЯ ДВОРІВНЕВОГО МЕТОДУ СТЕКОВОГО АНСАМБЛЮ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ УСПІШНОСТІ. *Наука і техніка сьогодні*, 9 (37), 763-774. [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-9\(37\)-763-774](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-9(37)-763-774)
- 6) Пилипенко, В., Скідан, В., & Волівач, А. (2024). АНАЛІЗ ОПИТУВАННЯ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОГНОЗУВАННЯ УСПІШНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*, 345(6(2), 108-112. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-345-6-16>
- 7) Pylypenko, V., Statsenko, V., Bila, T., & Statsenko, D. (2024). Determining the influence of data on working with video materials on the accuracy of student success prediction models. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(4 (131), 52–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.313333>
- 8) Пилипенко, В., & Стаценко, В. (2025). ПЛАГІН ДЛЯ ЗБОРУ ДАНИХ ВЗАЄМОДІЇ КОРИСТУВАЧІВ MOODLE З ВІДЕО МАТЕРІАЛАМИ. *Наука і техніка сьогодні*, 1(42), 1318-1330. [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-1\(42\)-1318-1330](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-1(42)-1318-1330)
- 9) Пилипенко В. (2025). Прогнозування високого рівня академічної успішності здобувачів з використанням машинного навчання. *Наука і техніка сьогодні*, 8(49), 1634-1649. [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-8\(49\)-1634-1649](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-8(49)-1634-1649)
- 10) PYLYPENKO, V. (2025). THE EFFECT OF TRAINING SAMPLE SIZE ON THE STABILITY OF CLASSIFICATION MODELS. *Technologies and Engineering*, 26(6), 32-44. <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2025.6.3>
- 11) PYLYPENKO, V. (2026). IMPACT OF STACKING ENSEMBLE DEPTH ON GENERALIZATION ABILITY OF ACADEMIC PERFORMANCE PREDICTION MODELS. *Technologies and Engineering*, 27(1), 72-79. <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2026.1.7>
- 12) Стаценко, В. В., & Пилипенко, В. І. (2023). Оцінка ефективності моделі прогнозування активності користувачів Moodle методами машинного навчання. VII Міжнародна науково-практична конференція «Мехатронні системи: інновації та інжиніринг» – «MSIE-2023», 2023, с. 28-29. https://test.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/25953/1/MSIE_2023_P028-029.pdf

- 13) Statsenko, V. V., Pavlenko, V. M., & Pylypenko, V. I. (2023). Choise problem in learning management systems, Digital transformation and technologies for the sustainable development all branches of modern education, science and practice, MANS w Łomży, 125-129.
- 14) Pavlenko, V., Ponomarenko, I., Morhulets, O., Fedorchenko, A., Chorna, O., & Pylypenko, V. (2023, October). Creating Educational Products With Using Data Science and Digital Marketing. In 2023 IEEE 4th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek) (pp. 1-4). IEEE.
- 15) Volodymyr Pavlenko, Ihor Ponomarenko, Oksana Morhulets, Andrii Fedorchenko, Vladyslav Pylypenko: Use of Information Technologies and Marketing Tools for The Formation of An Educational Platform. ITTAP 2023: 702-708
- 16) Стаценко, В. В., & Пилипенко, В. І. (2024). АНАЛІЗ ПРОГНОЗНОЇ АНАЛІТИКИ ОСВІТНІХ РИЗИКІВ У СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ НАВЧАННЯМ. НАПРЯМ № 1 ВОЄННА НАУКА. НАЦІОНАЛЬНА БЕЗПЕКА, 282-285.
- 17) Volodymyr Statsenko, Pylypenko Vladyslav, Skidan, Vladyslava, Volivach, Antonina. (2024). Investigation of the Accuracy of Machine Learning Methods in Prediction of Students Success. 1-4. 10.1109/KhPIWeek61434.2024.10877975.
- 18) Pylypenko Vladyslav, Statsenko Volodymyr: DEVELOPMENT OF A MOODLE PLUG-IN USING AJAX REQUEST FOR ASYNCHRONOUS DATA TRANSFER. Proceedings of the XXXIII International Scientific and Practical Conference. Seville, Spain. 2024. Pp. 7-14, URL: <https://isg-konf.com/scientific-developments-of-young-scientists-to-improve-life/>
- 19) Pylypenko Vladyslav, Statsenko Volodymyr: INCREASING THE ACCURACY OF PREDICTION OF STUDENT SUCCESS FOR A MODEL WITH A RANDOM FOREST ALGORITHM. Proceedings of the I International Scientific and Practical Conference. Boston, USA. 2024. Pp. 9-12, URL: <https://isg-konf.com/innovative-scientific-research-theory-methodology-practice/>
- 20) Pylypenko Vladyslav, Statsenko Volodymyr: STACKED ENSEMBLE MACHINE LEARNING ALGORITHM IN PREDICTION OF STUDENT SUCCESS. Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference. Copenhagen, Denmark. 2024. Pp. 8-11, URL: <https://isg-konf.com/integration-of-science-and-practice-as-a-mechanism-of-effective-development/>
- 21) Statsenko Volodymyr, Pylypenko Vladyslav: Development of a Moodle video player plug-in for user interaction analysis. VIII Міжнародна науково-практична конференція «Мехатронні системи: інновації та інжиніринг» – «MSIE-2024», 2024, с. 266-268.
- 22) Пилипенко, В. І., & Стаценко, В. В. (2025). Прогнозування академічної успішності здобувачів за допомогою методів машинного навчання. IV Міжнародна науково-практична інтернет конференція молодих учених та здобувачів «ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ, ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА НАНОТЕХНОЛОГІЇ», 2025, с.134-135.

23) Пилипенко, В. І. (2026). Вплив розміру навчальної вибірки на стабільність та узагальнювальну здатність моделей класифікації. Збірник наукових праць IX Міжнародної науково-практичної конференції «Мехатронні системи: інновації та інжиніринг» – «MSIE-2026», (с. 287–290).

У працях, які опубліковані у співавторстві, особистий внесок здобувача є визначальним і полягає у: розробці архітектури програмних модулів відеоаналітики, зборі та підготовці експериментальних даних взаємодії користувачів із LMS Moodle, програмній реалізації 2-рівневої стекінгової моделі машинного навчання, проведенні порівняльного аналізу алгоритмів (логістичної регресії, випадкового лісу, нейронних мереж тощо), а також у формулюванні висновків щодо точності прогнозування академічної успішності. Усі спільні публікації містять ідеї та результати, що отримані здобувачем особисто.

Апробація результатів дослідження.

Теоретичні, методичні та практичні положення дисертаційної роботи доповідались на 12 міжнародних науково-практичних конференціях.

Оцінка мови та стилю дисертації.

Дисертація та автореферат написані на високому науково-теоретичному рівні з дотриманням усіх норм сучасної української наукової мови та стилю. Матеріал дослідження, наукові положення, висновки та рекомендації викладені послідовно, логічно та аргументовано. Використана у роботі термінологія (зокрема в галузі машинного навчання та освітньої аналітики) є чіткою, загальноприйнятою та уніфікованою по всьому тексту. Стель викладу забезпечує легкість, однозначність та доступність сприйняття наукових результатів. Оформлення роботи є охайним і повністю відповідає чинним вимогам МОН України.

Загальний висновок:

Вважати, що дисертаційна робота Пилипенка Владислава Ігоровича «Моделі та методи прогнозування успішності здобувачів освіти на основі машинного навчання», яка подана на здобуття ступеня доктора філософії, за актуальністю, ступенем новизни, науковим рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам п. 5-9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44), вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», та відповідає напряму освітньо-наукової програми Київського національного університету технологій та дизайну за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Рекомендувати дисертаційну роботу Пилипенка Владислава Ігоровича на

тему «Моделі та методи прогнозування успішності здобувачів освіти на основі машинного навчання», подану на здобуття ступеня доктора філософії до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки».

Головуючий на засіданні,
Завідувач кафедри


(підпис)

Злотенко Борис Миколайович
(ПІБ)

МП

дата

