

ВІДГУК
офіційного опонента
проректора з науково-педагогічної роботи
Державного університету «Житомирська політехніка»,
кандидата технічних наук, доцента **МОРОЗОВА Андрія Васильовича**
на дисертацію **ПОНЗЕЛЯ Ярослава Юрійовича**
на тему «**Рекомендаційна система для побудови індивідуального плану навчання**
здобувача вищої освіти»,
подану на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»
галузі знань 12 «Інформаційні технології»

Актуальність теми дослідження. Розвиток інформаційних технологій та необхідність модернізації освітнього процесу у закладах вищої освіти обумовлюють надзвичайну актуальність дослідження методів та засобів побудови індивідуальних освітніх траєкторій. У зв'язку з потребою підвищення рівня персоналізації навчання, обробки великих обсягів освітніх даних та інтеграції інтелектуальних алгоритмів в освітній процес, дисертація Я. Ю. Понзеля є вкрай важливою для розвитку технології створення рекомендаційних систем в освіті за своєю науковою та практичною цінністю.

Актуальність дослідження підсилюється прийняттям законопроекту № 10177 «Щодо розвитку індивідуальних освітніх траєкторій та вдосконалення освітнього процесу у вищій освіті», який надає здобувачам можливість самостійно визначати формат і траєкторію свого навчання. Традиційні підходи до формування навчальних планів є малоефективними, оскільки не враховують індивідуальні потреби студентів та динаміку ринку праці. Завдання створення адаптивної системи, яке досліджував здобувач у своїй роботі, дозволяє стверджувати, що тема дисертації є актуальною та відповідає сучасним викликам, які стоять перед системою вищої освіти України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами. Дисертація має міцний зв'язок з науково-дослідними програмами у сфері розроблення та впровадження інформаційних технологій в освіту. Дисертація Я. Ю. Понзеля виконувалася відповідно до пріоритетних напрямів наукової діяльності Національного університету біоресурсів і природокористування України та кафедри інформаційних систем і технологій.

Тема роботи органічно узгоджується з державними програмами цифрової трансформації вищої освіти, завданнями «Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022–2032 роки» та положеннями Закону України «Про вищу освіту» (зокрема ст. 62 щодо вибірковості дисциплін). Робота також доповнює актуальні напрями досліджень у галузі інтелектуальних інформаційних систем, машинного навчання та систем підтримки прийняття рішень. Результати дослідження спрямовані на створення та впровадження новітніх цифрових сервісів, що передбачено Концепцією цифрової трансформації освіти і науки на період до 2026 року.

Короткий аналіз основного змісту дисертації. У дисертації Я. Ю. Понзеля проведено всебічний аналіз та розроблення рекомендаційної системи для побудови індивідуального плану навчання, що дозволяє вдосконалити процеси вибору навчальних дисциплін та підвищити ефективність освітньої траєкторії здобувачів.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, визначено мету і завдання, предмет та об'єкт дослідження, зазначено методи дослідження, відображено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів.

Перший розділ присвячено вивченню моделей рекомендаційних систем, методів та технологій штучного інтелекту, що застосовуються в освітній сфері. Проведено аналіз проблематики використання таких систем для формування освітніх траєкторій, визначено недоліки існуючих підходів та окреслено шляхи їх подолання.

Другий розділ зосереджено на побудові математичних моделей збору й обробки даних. Тут детально описано та застосовано методи машинного навчання для синтезу рекомендацій. Обґрунтовано підходи до фільтрації та пошуку даних, а також методи подолання проблеми «холодного старту» для нових користувачів системи.

Третій розділ охоплює процеси програмної реалізації та експериментальної перевірки системи. Описано архітектуру розробленої рекомендаційної системи, алгоритми інтеграції інформаційних сервісів університету та вдосконалення API. Наведено результати оцінки ефективності системи, зокрема аналіз точності прогнозування успішності (RMSE) та результати опитування користувачів щодо релевантності рекомендацій.

Кожен розділ завершується висновками, що узагальнюють результати та підкреслюють досягнення Я. Ю. Понзеля в напрямі розроблення персоналізованих інструментів для закладів вищої освіти.

Достовірність та обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих в дисертації. Наукові положення та висновки роботи є добре обґрунтованими та підтвердженими експериментальними результатами, отриманими на основі аналізу реальних історичних даних навчального процесу. Проведене тестування та емпіричні дослідження демонструють практичну значущість запропонованих підходів.

Використання апробованих методів теоретичного (аналіз, синтез, формалізація) та емпіричного (моделювання, опис) досліджень, а також сучасних методів машинного навчання та метрик оцінки якості (RMSE, MAE) підтверджує наукову обґрунтованість основних положень дисертації. Достовірність результатів також підтверджується високим рівнем схвалення роботи системи серед студентів (74 %) за результатами апробації.

Наукова новизна результатів досліджень полягає у наступному. *Вперше* розроблено та обґрунтовано модель рекомендаційної системи для побудови індивідуальних навчальних планів здобувачів вищої освіти, яка підвищує рівень персоналізації освітнього процесу

та забезпечує оптимальний вибір дисциплін на основі аналізу академічних досягнень. Запропоновано новий підхід до прогнозування вибору навчальних дисциплін на основі методів аналізу великих даних та машинного навчання, який дозволяє формувати індивідуальний навчальний план на основі персоналізованого підходу.

Набули подальшого розвитку: математичні моделі збору й обробки даних, а також підходи до фільтрації та пошуку даних у межах рекомендаційної системи побудови індивідуального плану навчання здобувача; використання методів машинного навчання для автоматизації процесу вибору дисциплін здобувачами, що дозволило зменшити кількість помилок і прискорити реєстрацію на дисципліни; методи взаємодії між інформаційними сервісами університету шляхом оптимізації API та розширення можливостей обміну даними, що покращило узгодженість та продуктивність системи.

Мова та стиль викладення результатів. Дисертація Я. Ю. Понзеля написана українською мовою. Робота містить сукупність наукових положень та результатів, поданих автором для публічного захисту, має достатній рівень завершеності, структурність та достатньо логічну внутрішню цілісність і свідчить про наявний особистий науковий внесок автора.

Мова дисертаційного дослідження чітка та зрозуміла, що сприяє легкому сприйняттю наукових положень та висновків. Термінологія є професійною, а стиль викладення – науковим, з урахуванням специфіки галузі інформаційних технологій. Автор зумів зберегти лаконічність та послідовність у викладенні матеріалу, що позитивно впливає на загальне враження від роботи. Стиль викладення не суперечить методології наукових досліджень. Представлений в роботі ілюстративний матеріал оформлено згідно вимог.

Підсумкові результати дисертаційного дослідження Я. Ю. Понзеля відповідають загальній меті та науковим завданням, сформульованим у вступі. Тема, зміст та отримані наукові результати роботи відповідають спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» галузі знань 12 «Інформаційні технології».

Повнота викладення результатів дослідження в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації, відсутність порушення академічної доброчесності. Автор представив результати дисертаційного дослідження у низці наукових публікацій, що засвідчує важливість отриманих даних та їх актуальність у сучасній науковій спільноті. Загалом, за результатами виконаних досліджень Я. Ю. Понзелем опубліковано 6 наукових праць, що відображають основні результати дисертації, у тому числі стаття у науковому виданні, включеному до міжнародних наукометричних баз даних Scopus та/або Web of Science Core Collection, 2 статті у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, 3 тези наукових доповідей, свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір.

Достатньою є апробація результатів дослідження. Основні теоретичні положення та практичні рекомендації, викладені у дослідженні, апробовано на: XIII Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених «Інформаційні технології: економіка, техніка, освіта '2022» (м. Київ, 2022 р.); V Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів і аспірантів «Теоретичні та прикладні аспекти розробки комп'ютерних систем» (м. Київ, 2023 р.); IV Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених «Інформаційні технології: економіка, техніка, освіта» (м. Київ, 2023 р.); 3rd Workshop on Digital Transformation of Education, co-located with the 19th International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications (м. Львів, 2024 р.).

Проведене рецензування наукових робіт, висновків та пропозицій свідчить про їх відповідність тематичному напрямку дослідження, вимогам академічної доброчесності та відсутність порушень академічної етики.

Окремі дискусійні питання і зауваження. Високо оцінюючи наукову новизну та практичну цінність дисертації, варто звернути увагу на окремі аспекти, які мають дискусійний характер і можуть бути предметом подальшого дослідження.

1. Дисертант використовує вибірку з 2543 здобувачів, що є достатнім для окремого університету, однак постає питання щодо узагальнення результатів на інші заклади вищої освіти з різними освітніми програмами, структурою вибірових дисциплін та академічною культурою.

2. Хоча в анотації згадується гібридний механізм для нових користувачів, який поєднує анкетні дані та кар'єрні цілі, у тексті дисертації бракує конкретних деталей щодо його реалізації, вагових коефіцієнтів та експериментальної перевірки ефективності.

3. Хоча згадується потреба у впровадженні XAI (Explainable AI), конкретні методи та їх реалізація не описані. Для освітньої сфери критично важливо, щоб здобувач розумів, чому саме йому рекомендована та чи інша дисципліна.

4. Система враховує анкетні дані, хобі здобувача та профіль викладача, однак не розглядаються такі важливі фактори як ринок праці, актуальність навичок, зворотний зв'язок від роботодавців або аналіз професійних траєкторій випускників.

5. Запропонована мікросервісна архітектура на базі ASP.NET Core та ML.NET потребує додаткового обґрунтування з точки зору продуктивності та масштабованості. Зокрема, не наведено інформації щодо максимальної кількості одночасних користувачів, яку здатна обслуговувати система. Доцільно було б представити результати навантажувального тестування для підтвердження можливості стабільної роботи в масштабах великого університету з контингентом 20–30 тисяч студентів.

Висновки про відповідність дисертації встановленим вимогам. Вважаю, що дисертація на тему: «Рекомендаційна система для побудови індивідуального плану

навчання здобувача вищої освіти» є завершеним та цінним науковим дослідженням, яке містить нові науково обґрунтовані результати та робить вагомий внесок у розвиток та впровадження інформаційних технологій у вищій освіті. Результати роботи мають теоретичне та практичне значення, спрямоване на автоматизацію процесів побудови персоналізованих навчальних планів. Запропоновані автором моделі та методи є актуальними та відповідають сучасним вимогам до організації освітнього процесу, що є важливим кроком для забезпечення гнучкості, індивідуалізації навчання та підвищення якості освіти в умовах цифрової трансформації.

Зважаючи на актуальність теми дисертації, обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій, наукову новизну та практичну значущість, повноту викладення в наукових публікаціях, відсутність порушень академічної доброчесності, вважаю, що дисертація відповідає вимогам 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, а її автор Понзель Ярослав Юрійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» галузі знань 12 «Інформаційні технології».

Офіційний опонент проректор з науково-педагогічної роботи Державного університету «Житомирська політехніка», кандидат технічних наук, доцент Андрій МОРОЗОВ