

РЕЦЕНЗІЯ

професора кафедри інформаційно-аналітичної діяльності та інформаційної безпеки, кандидата філологічних наук,

доцента Зозулі Наталії Юріївни

на дисертаційну роботу **Козачук Олени Ігорівни**

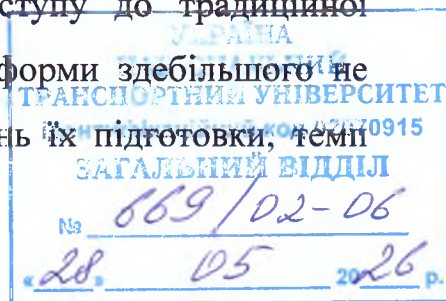
на тему: **«Моделі та методи адаптивного управління контентом в інформаційно-освітніх системах підготовки фахівців з транспорту»**,

яка представлена на здобуття ступеня доктора філософії в галузі 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»

Актуальність теми дисертаційної роботи та її зв'язок з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота Козачук Олени Ігорівни зумовлена необхідністю докорінного перегляду підходів до організації дистанційного та змішаного навчання у закладах вищої освіти в умовах глобальної цифровізації суспільства. Сучасні системи управління навчанням (LMS), що переважно базуються на лінійній моделі подання контенту, не забезпечують достатнього рівня персоналізації освітнього процесу, адаптації до індивідуальних потреб здобувачів освіти та оперативного реагування на зміни рівня знань студентів. Водночас стрімкий розвиток інформаційних технологій, штучного інтелекту, аналітики даних та web-технологій створює передумови для побудови інтелектуальних адаптивних освітніх систем нового покоління.

Особливої актуальності проблема набуває за часів післявоєнного розвитку України, необхідності забезпечення безперервності освітнього процесу, підготовки конкурентоспроможних фахівців та підвищення якості дистанційної освіти в умовах нестабільного доступу до традиційної аудиторної форми навчання. Існуючі освітні платформи здебільшого не враховують когнітивні особливості студентів, рівень їх підготовки, темп



засвоєння матеріалу та ефект забування, що призводить до перевантаження здобувачів освіти, зниження мотивації та погіршення результатів навчання.

У зв'язку з цим актуальним науково-прикладним завданням є розробка моделей і методів адаптивного освітнього простору на основі мережевих систем, здатних у реальному часі формувати індивідуальні траєкторії навчання, здійснювати інтелектуальну діагностику знань та автоматично коригувати навчальний контент залежно від результатів діяльності користувача. Реалізація таких підходів дозволить підвищити ефективність навчального процесу, зменшити когнітивне навантаження на студентів та забезпечити більш якісну професійну підготовку фахівців у цифровому освітньому середовищі.

Наукова новизна і практичне значення отриманих результатів

Наукова новизна дисертаційної роботи Козачук Олени Ігорівни, полягає у вирішенні актуального науковоприкладного завдання – розробки математичного та алгоритмічного забезпечення адаптивних освітніх систем, що дозволяє реалізувати динамічне керування траєкторією навчання в умовах невизначеності.

У рамках дослідження *вперше*:

- розроблено комплексну математичну модель адаптивного керування процесом навчання, яка базується на інтеграції Баєсівських мереж для оцінювання когнітивного профілю здобувача та онтологічного підходу для структуризації контенту. Це дозволило формалізувати процес вибору навчальних об'єктів як багатокритеріальну задачу оптимізації, враховуючи складність матеріалу та поточний рівень компетентності користувача.

Удосконалено:

- метод динамічної корекції індивідуального навчального плану, який базується на принципах комбінування колаборативної фільтрації та

інтелектуального аналізу даних, що підвищує релевантність допоміжних навчальних ресурсів порівняно з традиційними методами ранжування;

- алгоритм динамічної побудови індивідуальної траєкторії навчання на основі графових моделей, який реалізує адаптивне управління контентом шляхом автоматизованої корекції складових освітніх компонентів індивідуального навчального плану в реальному часі.

Отримало подальший розвиток:

- методи адаптивного управління контентом в інформаційно-освітніх системах, що, на відміну від існуючих, враховують специфіку функціонування в умовах високого ступеня невизначеності вхідних характеристик користувача, що дозволило уточнити вимоги до гнучкості архітектури сучасних систем навчання для підготовки фахівців з транспорту.

Практична значимість отриманих результатів: полягає у створенні інструментарію для автоматизації персоналізованого навчання в цифровому середовищі. Основні результати, що мають практичну цінність: Розроблено архітектуру та програмний комплекс (на базі мікросервісів та сучасного технологічного стеку), який може бути інтегрований у діючі системи дистанційного навчання для розширення їхнього функціоналу методами адаптивного управління контентом. Розроблено прикладний інструментарій для розробників курсів та викладачів з проектування контенту, що базується на семантичному структуруванні навчального матеріалу за допомогою онтологій. Розроблено готові до впровадження програмні модулі (бібліотеки/API) для діагностики рівня знань на основі баєсівських мереж та надання інтелектуальних порад, що дозволяє знизити когнітивне навантаження на здобувачів та підвищити їхню залученість. Запропоновані моделі та методи є інваріантними до предметної області, що дає змогу використовувати їх для створення адаптивних систем навчання як у закладах вищої освіти, так і в корпоративному секторі для

підвищення кваліфікації персоналу. Розроблений прототип Web-системи рекомендується до впровадження в закладах вищої освіти для дисциплін із жорсткою логічною структурою (дисципліни технічного та фізико-математичного спрямування), де критично важливим є послідовне засвоєння тем.

Технологічний стек (Python/FastAPI, React, Neo4j) довів свою ефективність і може бути використаний як базовий шаблон для розробки масштабованих адаптивних платформ корпоративного навчання.

Удосконалений метод динамічної корекції індивідуального навчального плану у сукупності з відповідним алгоритмом його реалізації є інструментарієм візуалізації графа знань для виявлення «вузьких місць» у навчальній програмі, зокрема тем, за якими здобувачі освіти найчастіше потребують корекції індивідуальної освітньої траєкторії.

Для подальшого розвитку системи у перспективі досліджень доцільно інтегрувати модулі аналізу емоційного стану студента через комп'ютерний зір (Affective Computing) для більш точнішого коригування навантаження.

Результати дослідження впроваджено в освітній процес Навчально-наукового Київського інституту залізничного транспорту Національного транспортного університету, Київського електромеханічного фахового коледжу, Київського фахового коледжу транспортної інфраструктури, Центральноукраїнського національного технічного університету (Кропивницький), служби Інформаційних технологій та зв'язку КП «Київський метрополітен» та ПАТ «Київський електротехнічний завод «Транссигнал».

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій та достовірність отриманих у роботі результатів підтверджується:

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, а також достовірність отриманих у роботі результатів підтверджується

використанням сучасної та перевіреної методології дослідження, що базується на системному підході до побудови адаптивних освітніх систем, методах математичного моделювання, теорії графів, баєсівських мереж та інтелектуального аналізу даних.

Достовірність наукових результатів дисертаційної роботи ґрунтується на:

- використанні фундаментальних положень інформаційних технологій, теорії ймовірностей, математичного моделювання, методів штучного інтелекту та web-технологій, що дозволило формалізувати процес формування індивідуальних освітніх траєкторій у цифровому середовищі;

- застосуванні репрезентативного масиву експериментальних даних, отриманих у процесі дослідного навчання здобувачів освіти та тестування розробленої адаптивної системи, що забезпечило достатню точність моделювання та оцінювання результатів;

- співпадіння теоретичних результатів із даними практичної апробації. Порівняльний аналіз результатів використання адаптивної системи з традиційними методами навчання підтвердив ефективність запропонованих моделей і методів: встановлено підвищення середнього рівня успішності здобувачів освіти на 17,1% та скорочення часу засвоєння навчального матеріалу на 25,8%;

- використанні статистичних методів обробки результатів експерименту, зокрема критеріїв Манна–Вітні та Стьюдента, що підтвердило статистичну значущість отриманих результатів та адекватність розроблених алгоритмів адаптації навчального контенту;

- апробації та впровадженні результатів дослідження у вигляді програмного прототипу Web-системи, реалізованої з використанням FastAPI, React, PostgreSQL та Neo4j, а також впровадженні результатів роботи в освітній процес закладів вищої освіти та фахових коледжів.

Повнота опублікування основних положень дисертаційної роботи

За результатами дисертаційного дослідження підготовлено 13 наукових праць, серед яких 6 статей у фахових наукових виданнях та матеріали науково-практичних конференцій.

Наукові положення, результати та основні елементи наукової новизни дисертації були наведені та обговорені на всеукраїнських і міжнародних наукових конференціях, що підтверджується відповідними публікаціями тез доповідей. Зокрема, результати дослідження апробовано на V Міжнародній науковій конференції «Глобальні виклики та інновації: шляхи розвитку сучасної науки» (Одеса – Вінниця, 2026 р.), XIV Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасна кібернетика: Глушковські читання-2025» (Київ, 2025 р.), V Міжнародній науково-теоретичній конференції «Сучасні наукові цілі, підходи та виклики» (Дрезден, Німеччина, 2025 р.), IV Міжнародній науково-практичній конференції «Наукова парадигма в контексті технологій і розвитку суспільства» (Женева, Швейцарія, 2022 р.), а також на всеукраїнських науково-практичних конференціях та наукових конференціях професорсько-викладацького складу, аспірантів і студентів Національного транспортного університету.

Результати дослідження отримали достатній рівень апробації у науковому середовищі, а опубліковані праці повною мірою відображають основний зміст, наукові положення, висновки та практичні результати дисертаційної роботи.

Відсутність порушення академічної доброчесності

Дисертаційна робота Козачук О.І. була перевірена за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com з метою виявлення

текстових запозичень. За результатами перевірки встановлено відсутність плагіату, а також підтверджено коректність оформлення посилань на використані джерела.

Структура та зміст дисертаційного дослідження, рівень виконання поставленого наукового завдання

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, у яких послідовно розкрито теоретичні засади та прикладні аспекти дослідження, а також висновків, що узагальнюють основні результати і окреслюють напрями подальших наукових досліджень.

Повний обсяг дисертаційної роботи становить 160 сторінок машинописного тексту, з яких основна частина займає 116 сторінок. У роботі наведено 19 рисунків та 25 таблиць. Список використаних джерел налічує 117 найменувань. Дисертація містить 3 додатки.

У **першому розділі** виконано аналіз сучасного стану та проблем побудови адаптивних освітніх систем. Досліджено архітектури та принципи функціонування сучасних Web-орієнтованих систем навчання, проведено огляд існуючих підходів до адаптації навчального контенту та формування індивідуальних траєкторій навчання. Особливу увагу приділено проблемі адаптивності в умовах невизначеності характеристик користувача, що дозволило сформулювати основні наукові та прикладні задачі дослідження.

У **другому розділі** розроблено математичні моделі компонентів адаптивної системи навчання. Побудовано модель користувача з урахуванням когнітивних особливостей та рівня знань, запропоновано онтологічний підхід до представлення навчального контенту, а також сформовано модель адаптивного керування процесом навчання як багатокритеріальної задачі оптимізації. Окремо розроблено метод оцінювання складності навчальних об'єктів для забезпечення ефективної персоналізації навчального процесу.

У третьому розділі запропоновано методи та алгоритми адаптивного управління контентом в інформаційно-освітніх системах. Розроблено алгоритм автоматизованої побудови індивідуальної траєкторії навчання на основі графових моделей, метод динамічної корекції навчального плану залежно від результатів тестування та рекомендаційну підсистему для вибору допоміжних навчальних ресурсів. Також обґрунтовано архітектурні рішення для реалізації адаптивного управління контентом у Web-орієнтованих системах навчання.

У четвертому розділі наведено програмну реалізацію та результати експериментальної перевірки ефективності запропонованих моделей і методів. Описано архітектуру та функціональну структуру розробленої Web-системи, програмний і технологічний стек реалізації, а також організацію експериментального навчання. Проведений статистичний аналіз підтвердив ефективність запропонованих підходів, зокрема підвищення рівня успішності здобувачів освіти та скорочення часу засвоєння навчального матеріалу порівняно з традиційними методами навчання.

Узагальненні результати підтверджують ефективність запропонованих моделей, методів та алгоритмів адаптивного управління навчальним контентом, що забезпечують підвищення якості освітнього процесу, формування індивідуальних траєкторій навчання та зростання ефективності засвоєння навчального матеріалу в умовах цифрового освітнього середовища.

Зауваження та побажання до дисертаційної роботи

У цілому, дисертаційна робота Козачук Олени Ігорівни заслуговує позитивної оцінки, проте необхідно зазначити деякі зауваження, які носять дискусійний характер:

1. У роботі детально описано алгоритми побудови траєкторій, доцільно ширше розкрити принципи формування самого адаптивного контенту.

2. Залишається не до кінця зрозумілим, якими критеріями має керуватися викладач при встановленні «ваги» пререквізитів у онтологічному графі, щоб уникнути суб'єктивізму на етапі наповнення системи.

3. При розробці моделі когнітивного профілю здобувача автор надає перевагу апарату Баєсівських мереж довіри. Проте, у роботі недостатньо детально обгрунтовано та не було розглянуто альтернативні підходи, наприклад, приховані Марковські моделі (НММ) або апарат нечіткої логіки, які також демонструють високу ефективність при моделюванні станів навчання в умовах невизначеності.

4. Запропонований алгоритм динамічної побудови індивідуальної траєкторії базується на графових моделях. У дисертації доцільно чіткіше окреслити обчислювальну складність розроблених алгоритмів пошуку оптимального шляху при суттєвому масштабуванні бази знань (наприклад, при інтеграції декількох міждисциплінарних курсів із тисячами дидактичних одиниць) та оцінити часові затримки реконфігурації плану в реальному часі.

Наведені зауваження не зменшують значущості отриманих результатів дослідження і мають рекомендаційний характер.

Загальні висновки

Дисертаційна робота Козачук Олени Ігорівни на тему «**Моделі та методи адаптивного управління контентом в інформаційно-освітніх системах підготовки фахівців з транспорту**» є завершеним самостійним дослідженням, у якому вирішено актуальне науково-прикладне завдання підвищення ефективності дистанційного та змішаного навчання шляхом розробки моделей, методів і алгоритмів адаптивного управління

навчальним контентом. Робота характеризується високим рівнем актуальності, науковою новизною запропонованих рішень та практичною цінністю результатів, що підтверджується створенням і впровадженням Web-орієнтованої адаптивної системи навчання в освітній процес закладів освіти.

Тематика дослідження повністю відповідає спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» галузі знань 12 «Інформаційні технології» та сприяє подальшому розвитку як прикладних, так і теоретичних положень у сфері інформаційних технологій, що застосовуються в освітньому процесі.

Беручи до уваги рівень наукової новизни, достовірність отриманих результатів, використання сучасного методичного інструментарію, а також наявність належної публікаційної активності, можна зробити висновок, що дисертаційна робота і оприлюднені за її результатами наукові праці повністю відповідають вимогам, визначеним пунктами 6 – 9 Постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії».

Враховуючи вищевикладене, вважаю, що **Козачук Олена Ігорівна**, заслуговує на присудження наукового ступеня **доктора філософії** за спеціальністю **122 «Комп'ютерні науки»**.

Професор кафедри інформаційно-аналітичної діяльності

та інформаційної безпеки

Національного транспортного університету,

кандидата філологічних наук, доцент



Наталія ЗОЗУЛЯ

