

ВІДГУК

офіційного опонента

завідувача кафедри комп'ютерних наук
Київського столичного університету імені Бориса Грінченка,
доктора технічних наук, професора **БОНДАРЧУКА Андрія Петровича**
на дисертацію **КЛИМЕНКА Євгенія Олеговича**
на тему «**Інформаційна технологія освітньої аналітики**
на основі методів інтелектуального аналізу даних»,
подану на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»
галузі знань 12 «Інформаційні технології»

Актуальність теми дослідження

Актуальність теми дисертації зумовлена сучасними процесами цифрової трансформації освіти та активним впровадженням інформаційно-комунікаційних технологій у діяльність закладів вищої освіти. Використання систем управління навчанням, електронних освітніх платформ та інших цифрових сервісів призводить до накопичення значних обсягів освітніх даних, аналіз яких відкриває нові можливості для підвищення якості освітнього процесу, персоналізації навчання та підтримки прийняття управлінських рішень. У цьому контексті особливого значення набуває освітня аналітика, що базується на застосуванні методів інтелектуального аналізу даних, статистичного моделювання та машинного навчання.

У міжнародній науковій практиці освітня аналітика розглядається як один із ключових інструментів data-driven управління освітою та підвищення ефективності навчання. Водночас у закладах вищої освіти України потенціал освітніх даних використовується недостатньо, що зумовлює потребу у створенні сучасних інформаційних технологій для їх комплексного аналізу. У зв'язку з цим розроблення інформаційної технології освітньої аналітики на основі методів інтелектуального аналізу даних є актуальним науково-практичним завданням, спрямованим на підвищення ефективності управління освітнім процесом, прогнозування навчальної успішності здобувачів освіти та впровадження інструментів аналітичної підтримки прийняття рішень у закладах вищої освіти. Тема дослідження узгоджується з державними пріоритетами у галузі освітньої аналітики та цифрової трансформації, а також вимогами на рівні держави до цифрової звітності та відкритих даних у вищій освіті

У роботі Є. О. Клименка запропоновано науково обгрунтоване рішення актуальної науково-прикладної задачі створення інформаційної технології освітньої аналітики на основі методів інтелектуального аналізу даних.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами

Дисертаційне дослідження виконано в межах науково-дослідної тематики Національного університету біоресурсів і природокористування України «Стратегія цифрової трансформації економіки України як інструмент забезпечення соціально-економічного

розвитку та національної безпеки» (номер державної реєстрації 0121U110194). Тематика дисертації узгоджується зі стратегічними напрямками цифрової трансформації освітньої та наукової діяльності, визначеними національними програмними документами. Зокрема, результати дослідження відповідають положенням Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022–2032 роки, а також принципам і вимогам, закріпленим у Законі України «Про вищу освіту», що підтверджує їх відповідність актуальним державним пріоритетам у сфері розвитку освіти та інформаційних технологій.

Короткий аналіз основного змісту дисертації

Структура дисертації узгоджується з визначеними у вступі метою, завданнями, об'єктом і предметом дослідження. У вступній частині обґрунтовано актуальність теми, визначено зв'язок дослідження з науковими програмами та державними пріоритетами розвитку освіти, сформульовано мету та завдання роботи, окреслено об'єкт і предмет дослідження, описано використані методи, а також представлено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів. Крім того, наведено відомості щодо апробації результатів дослідження, публікацій автора та загальної структури дисертації.

У першому розділі виконано аналіз сучасного стану розвитку освітньої аналітики та інтелектуального аналізу освітніх даних. Розглянуто теоретичні підходи до визначення основних понять у цій галузі, обґрунтовано доцільність застосування методів інтелектуального аналізу даних у цифровому освітньому середовищі, а також проаналізовано науковий ландшафт досліджень у сфері освітньої аналітики.

У другому розділі обґрунтовано концептуальні засади побудови інформаційної технології освітньої аналітики. Визначено основні джерела освітніх даних та підходи до їх підготовки для подальшої аналітичної обробки. Також розглянуто можливості використання цифрових платформ управління навчанням для збору та аналізу освітніх даних, зокрема LMS Moodle, та сформульовано методичні й алгоритмічні засади реалізації інформаційної технології освітньої аналітики.

У третьому розділі представлено розроблення інформаційної технології освітньої аналітики. Запропоновано архітектуру інформаційної технології, здійснено формалізацію основних атрибутів і показників навчальної успішності здобувачів освіти, а також розроблено математичні моделі оцінювання навчальних результатів. Крім того, проведено статистичний аналіз поведінкових і академічних предикторів успішності здобувачів освіти.

У четвертому розділі наведено результати експериментальних досліджень, спрямованих на перевірку ефективності запропонованих підходів. Зокрема, здійснено апробацію моделей прогнозування успішності на основі реальних освітніх даних, реалізовано сценарійний підхід до прогнозування на різних етапах навчального процесу та проведено кількісну оцінку точності прогнозів. Отримані результати підтверджують ефективність

розроблених моделей і демонструють можливість практичного застосування запропонованої інформаційної технології у діяльності закладів вищої освіти.

Список використаних джерел налічує 138 найменувань. У додатках наведено матеріали, що підтверджують практичну реалізацію результатів дослідження, зокрема акти впровадження, фрагменти програмного коду моделей прогнозування успішності та відомості щодо публікації результатів дисертації.

Достовірність та обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації

Дисертація відзначається системним підходом до дослідження, логічною послідовністю викладення матеріалу та належним обґрунтуванням усіх етапів проведеного дослідження – від аналізу предметної області до практичної апробації отриманих результатів. Представлена у роботі аргументація є послідовною та достатньо обґрунтованою. На технологічному рівні використано предиктивний підхід та методи Educational Data Mining, які забезпечують перехід від констатації фактів до прогнозування індивідуального розвитку здобувачів освіти. Достовірність отриманих результатів підтверджується системністю та послідовністю сформульованих висновків, використанням актуальних наукових джерел, апробацією результатів дослідження на наукових заходах, а також їх оприлюдненням у фахових наукових виданнях.

Наукова новизна результатів досліджень

Уперше розроблено інформаційну технологію освітньої аналітики, яка інтегрує методи інтелектуального аналізу, прогнозні моделі для прийняття управлінських рішень у єдиному цифровому середовищі закладу вищої освіти; розроблено методи інтеграції даних з різних джерел для формування багатовимірного профілю здобувача освіти.

Набули подальшого розвитку: теоретичні засади освітньої аналітики, зокрема визначення структури, функцій та принципів побудови інформаційних аналітичних систем у сфері вищої освіти, що базуються на інтеграції методів інтелектуального аналізу даних із системами управління навчанням та практичні підходи до цифрової трансформації освітнього процесу через впровадження інструментів освітньої аналітики, які сприяють прийняттю обґрунтованих управлінських рішень, персоналізації навчання та підвищенню якості освіти в українських закладах вищої освіти.

Удосконалено моделі оцінювання ключових характеристик успішності здобувача освіти та алгоритмічне забезпечення процесу освітньої аналітики, яке враховує динамічні зміни навчальної активності студентів у реальному часі та дозволяє здійснювати багаторівневий аналіз результатів навчання.

Основні положення дисертації підтвержені актами впровадження результатів дослідження в освітній процес та процеси цифрової трансформації НУБіП України,

апробовані на міжнародних наукових конференціях і відображені у публікаціях у наукових виданнях.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертація характеризується логічною послідовністю викладення матеріалу, чіткістю формулювань та аргументованістю висновків, викладена державною мовою з дотриманням норм наукового стилю. Використаний у роботі термінологічний апарат відповідає сучасним стандартам галузі комп'ютерних наук. Структура дисертації є виваженою, а обсяг окремих розділів узгоджується з їх змістовним наповненням. Ілюстративний матеріал (схеми, діаграми, таблиці) органічно доповнює текстову частину роботи та сприяє кращому сприйняттю запропонованих підходів і результатів дослідження. Дисертація оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 року № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» та повністю відповідає принципам академічної доброчесності. Отже, робота характеризується завершеністю, культурою наукового викладу й відповідає критеріям кваліфікаційної праці на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

Повнота викладення результатів дисертації в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації, відсутність порушення академічної доброчесності

Основні результати дисертаційного дослідження Є. О. Клименка належним чином відображені у наукових публікаціях, які охоплюють теоретичні, методичні та прикладні аспекти розробленої інформаційної технології освітньої аналітики. У наукових статтях і тезах доповідей, представлених на міжнародних конференціях, автором послідовно розкрито результати теоретичного аналізу розвитку освітньої аналітики, окреслено основні завдання та методи інтелектуального аналізу освітніх даних, визначено ключові компоненти інформаційної технології освітньої аналітики, обґрунтовано вибір моделей аналітичної обробки даних та наведено результати їх практичної апробації.

За темою дисертації опубліковано 12 наукових праць, з яких стаття у науковому виданні, включеному до міжнародних наукометричних баз даних Scopus та/або Web of Science Core Collection, 4 статті у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових виданнях України, 7 тез наукових доповідей. Крім того, окремі результати дослідження використано при підготовці навчально-методичних матеріалів для забезпечення освітніх компонент підготовки здобувачів вищої освіти.

Перевірка на академічний плагіат та аналіз текстів публікацій не виявили порушень академічної доброчесності. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів супроводжується посиланнями на відповідні джерела. У роботі відсутнє привласнення чужих ідей, результатів або слів без оформлення належного цитування. Враховуючи означене вище, можна стверджувати про відсутність порушень норм академічної доброчесності.

Окремі дискусійні питання і зауваження

Відзначаючи належний науково-теоретичний рівень дисертації та достатню обґрунтованість отриманих результатів, вважаю за необхідне висловити низку зауважень і міркувань дискусійного характеру.

1. У першому розділі виконано ґрунтовний аналіз теоретичних підходів до освітньої аналітики та інтелектуального аналізу освітніх даних. Водночас, доцільно було б більш чітко окреслити концептуальні відмінності між підходами Learning Analytics та Educational Data Mining, а також визначити їх місце у сучасній архітектурі інформаційних систем підтримки освітнього процесу.

2. У підрозділі 1.5 наведено класифікацію задач та методів Data Mining в освіті (таблиця 1.4), однак відсутній аналіз обмежень цих методів, умов їх застосування, чутливості до параметрів або вимог до даних.

3. У другому розділі обґрунтовано складові інформаційної технології освітньої аналітики, проте доцільно було б більш детально розкрити питання інтеграції даних із різних джерел освітнього середовища, зокрема механізми їх узгодження, нормалізації та забезпечення якості даних.

4. У підрозділі 2.1 автор наводить кілька визначень інформаційної технології (ISO/IEC 38500, Encyclopaedia Britannica тощо), однак у подальшому тексті спостерігається змішування понять між власне технологією як системою методів і процесів та конкретними програмними інструментами (Power BI, Apache Hadoop тощо).

5. У третьому розділі запропонована модель успішності студента, представлена формулою (3.1), залишається здебільшого декларативною, оскільки не наведено експериментальних даних, які б підтверджували адекватність такої моделі реальним освітнім процесам.

6. У підрозділі 3.3 спостерігається термінологічна плутанина між поняттями «модель» та «метод». Наприклад, представлено систему математичних моделей, однак значна частина опису стосується методів оцінювання, а не власне моделей як формалізованого відображення об'єкта дослідження. Це ускладнює розуміння наукової новизни роботи.

7. Під час розроблення моделей прогнозування успішності здобувачів освіти доцільно було б більш повно обґрунтувати вибір конкретних алгоритмів інтелектуального аналізу даних та здійснити порівняння з альтернативними підходами.

8. У підрозділі 3.4 отримано результати, які підтверджують важливість цифрової активності студентів. Однак не показано, як саме ці результати вплинули на архітектуру технології, описану в підрозділі 3.1.

9. У четвертому розділі наведено результати експериментальних досліджень і апробації моделей прогнозування. Водночас доцільно було б розширити експериментальну

вибірку або провести додаткову перевірку моделей на даних інших освітніх програм чи спеціальностях.

10. У роботі також можна було б приділити більше уваги питанням пояснюваності моделей прогнозування та етичним аспектам використання освітньої аналітики, що набуває особливої актуальності у сучасних дослідженнях у галузі штучного інтелекту в освіті.

Висновки про відповідність дисертації встановленим вимогам

Вважаю, що дисертація здобувача ступеня доктора філософії Є. О. Клименка на тему: «Інформаційна технологія освітньої аналітики на основі методів інтелектуального аналізу даних» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є завершеним науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі інформаційних технологій. Отримані наукові положення та розроблені програмні засоби мають суттєве значення для розвитку спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

Дисертація за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю 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 № 44 від 12 січня 2022 року, а автор дисертації Клименко Євгеній Олегович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» галузі знань 12 «Інформаційні технології».

Офіційний опонент завідувач кафедри комп'ютерних наук Київського столичного університету імені Бориса Грінченка, доктор технічних наук, професор Андрій БОНДАРЧУК