

РЕЦЕНЗІЯ

професора кафедри економічної кібернетики Національного університету біоресурсів і природокористування України, доктора економічних наук, доцента **КРАВЧЕНКА Володимира Миколайовича** 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»

Обґрунтування актуальності теми. Сучасний етап розвитку вищої освіти характеризується глибокою цифровою трансформацією, що супроводжується стрімким зростанням обсягів освітніх даних, які формуються в електронних освітніх середовищах закладів вищої освіти. Результати навчальної діяльності здобувачів освіти, дані про їх цифрову активність, відвідуваність, взаємодію з навчальними ресурсами, а також адміністративні й організаційні показники створюють значний масив різномірної інформації, ефективне використання якої потребує застосування сучасних інформаційних технологій аналізу даних.

У цьому контексті освітня аналітика набуває особливої значущості як інструмент підтримки управлінських і педагогічних рішень на основі даних. Водночас аналіз сучасних наукових досліджень і практик упровадження цифрових освітніх сервісів свідчить, що в більшості закладів вищої освіти наявні інформаційні системи, орієнтовані переважно на зберігання та візуальне представлення даних і не забезпечують повноцінної аналітичної обробки з використанням методів інтелектуального аналізу даних та машинного навчання.

Особливо актуальною є проблема прогнозування навчальної успішності здобувачів освіти, раннього виявлення академічних ризиків та формування персоналізованих освітніх траєкторій. Її розв'язання вимагає створення інформаційних технологій, які поєднують методи збору й інтеграції даних із різних джерел, алгоритми їх підготовки, моделі інтелектуального аналізу та інструменти інтерпретації й візуалізації результатів. У роботі Євгенія Клименка запропоновано науково обґрунтоване рішення актуальної науково-прикладної задачі створення інформаційної технології освітньої аналітики на основі методів інтелектуального аналізу даних.

Тема дослідження узгоджується з державними пріоритетами у галузі освітньої аналітики та цифрової трансформації (цілі сталого розвитку в освіті SDG 4 – Sustainable Development Goals Goal 4: Quality Education), а також вимогами на рівні держави до цифрової звітності та відкритих даних у вищій освіті.

Ступінь обґрунтованості наукових результатів, їх достовірності. Дисертація характеризується системністю, логічністю викладу і чітким обґрунтуванням усіх етапів дослідження – від аналізу предметної області до апробації результатів. Аргументація, що наводиться, є логічною і обґрунтованою. Вона забезпечується також належною

постановкою мети і відповідним формулюванням вирішуваних задач, використанням сучасних підходів і методів організації і проведення досліджень, у тому числі стосовно узагальнення одержуваних результатів.

Достовірності отриманих результатів сприяють, у тому числі системність і послідовність викладення висновків, посилання на актуальні літературні джерела, апробація отриманих результатів, публікація результатів у періодичних фахових виданнях.

Наукова новизна винесених на захист результатів. Новизна роботи полягає у наступних позиціях:

– вперше розроблено інформаційну технологію освітньої аналітики, яка інтегрує методи інтелектуального аналізу, прогнозні моделі для прийняття управлінських рішень у єдиному цифровому середовищі закладу вищої освіти;

– вперше розроблено методи інтеграції даних з різних джерел для формування багатовимірного профілю здобувача 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;

– 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.

Викладені положення підтверджуються актами впровадження в освітній процес та в процесі цифрової трансформації НУБІП України, апробацією на міжнародних конференціях та публікаціями у наукових виданнях.

Практична значимість результатів. Розроблена інформаційна технологія має високу прикладну цінність для впровадження на рівні системи менеджменту якості навчальних закладів. Практичне значення дисертації полягає у створенні та апробації інформаційної технології освітньої аналітики, орієнтованої на використання в реальних умовах функціонування закладів вищої освіти. Запропоновані методи збору, підготовки та інтеграції освітніх даних забезпечують можливість формування цілісного аналітичного профілю здобувача освіти на основі даних LMS, адміністративних і академічних інформаційних систем. Інформаційна технологія може використовуватися для побудови або модернізації

систем освітньої аналітики, моніторингу успішності здобувачів освіти та підтримки внутрішніх систем забезпечення якості освіти.

Оцінка змісту дисертації, її структури, завершеності, оформлення. Дисертація Євгенія Клименка є завершеним науковим дослідженням, виконаним на належному теоретичному та методологічному рівнях, з чітко вибудованою логікою викладу та внутрішньою узгодженістю всіх структурних елементів. Структура дисертації відповідає вимогам, встановленим нормативними документами Міністерства освіти і науки України, а зміст розділів логічно пов'язаний між собою та спрямований на досягнення поставленої мети дослідження. Робота характеризується чіткою внутрішньою структурою, послідовністю викладу матеріалу та обґрунтованістю отриманих наукових результатів. Усі розділи дисертації взаємопов'язані та підпорядковані досягненню поставленої мети дослідження.

Структура дисертації повністю відповідає меті, завданням, об'єкту та предмету дослідження. У *вступі* обґрунтовано актуальність теми, визначено зв'язок роботи з науковими програмами, сформульовано мету і завдання дослідження, окреслено об'єкт, предмет і методи, розкрито наукову новизну та практичне значення отриманих результатів. Також наведено відомості про апробацію результатів, публікаційну активність здобувача та структуру дисертації, яка складається з чотирьох розділів, висновків і додатків. Кожен із чотирьох розділів супроводжується висновками.

У *першому розділі* виконано аналіз теоретичних засад та сучасних підходів до освітньої аналітики й інтелектуального аналізу освітніх даних, що слугували методологічною основою подальших досліджень.

У *другому розділі* обґрунтовано підходи до формування інформаційної технології освітньої аналітики, визначено джерела та способи підготовки даних для аналітичної обробки.

У *третьому розділі* розроблено архітектуру інформаційної технології та реалізовано моделі прогнозування успішності здобувачів освіти.

Основні експериментальні дослідження наведено у *четвертому розділі*, де здійснено апробацію запропонованих моделей на реальних освітніх даних, реалізовано сценарний підхід до прогнозування на різних етапах навчання та проведено кількісну оцінку якості прогнозів. Отримані результати підтвердили ефективність і стабільність розроблених моделей, а також практичну доцільність використання запропонованої інформаційної технології в діяльності закладів вищої освіти.

Список використаних джерел складається з 138 елементів.

У *додатках* наведено акти впровадження, фрагменти програмного коду для моделей прогнозування успішності, відомості щодо публікації результатів.

Дисертацію викладено державною мовою з дотриманням норм наукового стилю. Текст характеризується чіткістю формулювань, логічною послідовністю викладу та структурною

узгодженістю матеріалу. Автор використовує фахову термінологію, притаманну галузі комп'ютерних наук та суміжних напрямів, що забезпечує точність і однозначність подання результатів дослідження. Матеріал подано у доступній для сприйняття формі, без надмірних узагальнень і стилістичних неточностей. Аргументація ґрунтується на аналізі наукових джерел та результатах власних експериментальних досліджень. Стиль викладення відповідає вимогам академічного письма та сприяє цілісному розумінню отриманих результатів, що свідчить про належний рівень підготовки здобувача у сфері проведення й оформлення наукових досліджень відповідно до чинних нормативних вимог.

Дисертацію оформлено 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».

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження виконано відповідно до планів науково-дослідницької роботи Національного університету біоресурсів і природокористування за темою «Стратегія цифрової трансформації економіки України як інструменту забезпечення соціально-економічного розвитку та національної безпеки» (номер державної реєстрації 0121U110194). Також дослідження слідує положенням Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022–2032 рр., відповідає положенням Закону України «Про вищу освіту».

Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій у наукових публікаціях, за темою дисертації. Основні результати дисертаційного дослідження Євгенія Клименка у повному обсязі відображено у наукових публікаціях, що охоплюють теоретичні, методичні та прикладні аспекти створеної інформаційної технології. У фахових статтях і тезах міжнародних конференцій автором послідовно проведено теоретичне дослідження розвитку, основних задач і методів інтелектуального аналізу освітніх даних, визначено основні складові інформаційної технології аналітики освітніх даних, обґрунтовано вибір моделей аналітичної обробки даних та результати їх апробації.

За темою дисертаційного дослідження 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.

Основні результати дисертаційного дослідження Євгенія Клименка були всебічно представлені в науковому середовищі. Положення та висновки роботи доповідалися на міжнародних і всеукраїнських науково-практичних конференціях, на щорічних студентських і наукових форумах НУБіП України, були використані при написанні

навчальних матеріалів для забезпечення відповідних освітніх компонент підготовки здобувачів вищої освіти.

Таким чином, наукові положення, висновки та рекомендації дисертації всебічно висвітлені у публікаціях здобувача, що забезпечує повноту, наукову обґрунтованість і відповідність змісту дисертації вимогам до досліджень на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності. Дисертація є самостійно написаною кваліфікаційною науковою працею із науково обґрунтованими висновками та рекомендаціями, які подано автором для публічного захисту. 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.

Дискусійні положення та зауваження щодо дисертації. Зміст дисертації свідчить про достатній рівень теоретичної підготовки здобувача та володіння сучасними методами і засобами комп'ютерних наук, зокрема технологіями обробки великих даних, хмарними платформами, методами багатовимірного аналізу та машинного навчання. Автор продемонстрував здатність поєднувати теоретичні положення з практичною реалізацією, що підтверджується розробленням і апробацією функціонального прототипу інформаційної технології освітньої аналітики для НУБІП України. Водночас у тексті роботи виявлено низку зауважень, що мають уточнювальний або дискусійний характер і не знижують її загальної наукової цінності.

До зауважень та незначних недоліків можна віднести:

1. У підрозділі 2.2 порівняння систем управління навчанням здійснено без чітко визначеної методики, зокрема без уніфікованого переліку критеріїв оцінювання, їх обґрунтування та визначення вагових коефіцієнтів. При цьому вибір платформи Moodle переважно обґрунтовується її відповідністю певним стандартам, однак конкретні характеристики, що оцінювалися, не достатньо деталізовано.

2. У підрозділі 2.4, присвяченому методичному й алгоритмічному підґрунтя інформаційної технології освітньої аналітики, доцільно було б розширити бібліографічну базу та додати посилання на відповідні наукові джерела.

3. Додаткового опрацювання потребує опис вхідних і розрахункових показників інформаційної технології освітньої аналітики, зокрема визначення джерел їх отримання, періодичності оновлення, можливих дублювань у різних системах, а також способів обчислення та зберігання. У цьому контексті доцільним також було б більш детально

розкрити питання забезпечення якості даних та використання ключів під час інтеграції різних інформаційних джерел.

4. Виходячи з прототипу інформаційної технології освітньої аналітики, в моделі даних з Power BI (рис. 3.6) не є очевидним місце результатів інтелектуального аналізу, моделювання, прогнозування.

5. Крім того, розділ 4, присвячений прогнозуванню успішності здобувачів освіти, можна було б посилити розглядом питань контролю упередженості моделей, інтерпретації результатів прогнозування, мінімізації потенційних ризиків їх використання, а також регламентацією доступу до прогнозної інформації.

6. У тексті дисертації місцями наявні граматичні та синтаксичні помилки, а також часто використовуються умовні позначення й аббревіатури, до яких відсутній опис.

Вважаю, що дисертація цілком відповідає вимогам до наукових досліджень рівня доктора філософії, а зазначені зауваження носять рекомендаційний та дискусійний характер і можуть бути враховані при подальшому розвитку теми дослідження.

Загальний висновок. Вважаю, що дисертація 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. 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 від 12 січня 2022 року № 44, а здобувач Клименко Євгеній заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» галузі знань 12 «Інформаційні технології».

Рецензент професор кафедри економічної кібернетики Національного університету біоресурсів і природокористування України, доктор економічних наук, доцент Володимир КРАВЧЕНКО