

РЕЦЕНЗІЯ

професора кафедри комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки
Національного університету біоресурсів і природокористування України,
доктора технічних наук, професора **ЛАХНА Валерія Анатолійовича**

на дисертацію **БОГУТА Олега Михайловича**

на тему: **«Інформаційна технологія управління багаторівневим навчанням
та підбором web-програмістів в ІТ-компанії»**,

подану на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю F3 «Комп'ютерні науки»
галузі знань F «Інформаційні технології»

Обґрунтування вибору теми дослідження. Сучасний розвиток ІТ-індустрії відбувається в умовах стрімкого розвитку інформаційних технологій, зокрема web-розробки, що зумовлює постійне зростання вимог до кваліфікації ІТ-фахівців та інтенсивності їхньої підготовки. Технології, інструменти та стандарти web-розробки оновлюються настільки стрімко, що традиційна фахова підготовка об'єктивно не встигає від реальних запитів ІТ-індустрії, формуючи розрив між рівнем компетентностей випускників галузі знань «Інформаційні технології» та сучасними потребами ІТ-ринку.

За цих умов інтелектуальні інформаційні системи управління навчанням, оцінюванням та відбором web-програмістів виступають важливим інструментом узгодження освітньої й кадрової складових із вимогами ІТ-ринку праці. Водночас аналіз сучасних наукових досліджень і практики ІТ-рекрутингу свідчить, що традиційний процес оцінювання й первинного відбору web-програмістів є значною мірою суб'єктивним, залежить від рішення інтерв'юера та не забезпечує повноцінного використання новітніх інформаційних технологій, методів інтелектуального аналізу даних і штучного інтелекту для багатокритеріального оцінювання компетентностей майбутніх web-програмістів.

У роботі Богута Олега Михайловича викладено результати досліджень, які спрямовані на розроблення та впровадження інформаційної технології управління багаторівневим навчанням і поранговим підбором web-програмістів в ІТ-компанії, що забезпечує підвищення обґрунтованості кадрових рішень на основі застосування технологій агентного штучного інтелекту та оцінювання професійних компетенцій. Тематика дисертаційного дослідження відповідає державним пріоритетам у сфері цифрової трансформації та реформування ІТ-освіти, а також узгоджується з напрямками підготовки кадрів для ІТ-галузі.

Ступінь обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни. Дисертація характеризується системністю, логічністю викладу і чітким обґрунтуванням усіх етапів дослідження – від теоретичного аналізу сучасного стану підготовки та відбору ІТ-фахівців до апробації розробленої інформаційної технології й оцінки її достовірності та практичної цінності. Здобувач опрацював вагомий масив наукових та інформаційних джерел, що охоплюють підготовку, оцінювання та відбір ІТ-фахівців, методології управління ІТ-проєктами й застосування штучного інтелекту в HR-процесах. Достовірність отриманих результатів забезпечується коректним поєднанням системного, функціонального та когнітивного підходів із методами аналізу даних, моделювання процесів підтримки прийняття рішень та технологіями генеративного й оркестрованого агентного штучного інтелекту. Виходячи з аналізу основної частини дисертації, мета дисертації в ході виконання дослідження була досягнута, а дисертація є завершеною науковою кваліфікаційною працею.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у: розробленні інтелектуальної інформаційної системи із застосуванням технології агентного штучного інтелекту LangGraph для аналізу професійних компетенцій web-програмістів та автоматизованого формування персональних планів їхнього професійного розвитку, яка поєднує модуль навчання (LMS), модуль оцінювання та модуль рекрутингу й дає змогу формалізувати добір виконавців до складу проєктних IT-команд з урахуванням їхніх рангів і компетентностей; застосуванні технології агентного штучного інтелекту для розв'язання багатокритеріальної задачі оптимізації щодо формування проєктних команд із автоматизованим зіставленням кандидата з вимогами професійного тайтлу в розрізі ієрархії рівнів Trainee, Junior, Middle, Senior, Lead; удосконаленні матриці компетенцій IT-фахівця завдяки ранжуванню у розрізі «грейд/компетенція», що забезпечує диференційоване оцінювання відповідності кандидата професійному рівню; удосконаленні математичної моделі прийняття рішень з підбору програмістів за рахунок використання матриці вагових коефіцієнтів; подальшому розвитку методу оцінювання IT-персоналу, а саме методу 180°, модифікованого для застосування з удосконаленою матрицею компетенцій та орієнтованого на узгодження результатів оцінювання з поранговою структурою компетентностей web-програмістів.

Розроблені у роботі наукові і прикладні положення підтверджуються довідками про впровадження в освітній процес Приватного вищого навчального закладу «Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука» та у виробничі процеси IT-компаній SIA AnyforSoft (Латвія) і ТОВ «Смарт-Кінг» (Україна). Достовірність отриманих результатів підтверджується експериментальною апробацією розробленої технології, а також публікаціями у фахових наукових виданнях і матеріалах міжнародних конференцій.

Значення одержаних результатів для науки й практики та рекомендації щодо їх можливого використання. У роботі набули подальшого розвитку теоретичні та методичні засади управління багаторівневим навчанням, оцінюванням і відбором web-програмістів як напряму, що поєднує методи аналізу даних, машинного навчання та технології агентного штучного інтелекту в умовах цифрового суспільства.

Запропонована інформаційна технологія формалізує повний цикл управління багаторівневою підготовкою та поранговим підбором web-програмістів – від декомпозиції бізнес-процесів рекрутингу й управління розвитком IT-персоналу до програмної реалізації системи засобами мови Python, CMF Drupal і технології LangGraph з інтеграцією в корпоративну інформаційну систему на базі екосистеми Amazon AWS. Наукову й прикладну цінність становлять матриця hard-скілів для профілю Drupal-розробників рівнів trainee-lead та матриця вагових коефіцієнтів як цифровий інструмент диференційованого оцінювання відповідності кандидата професійному тайтлу.

Реалізовані моделі та алгоритми дозволяють здійснювати автоматизоване оцінювання знань, умінь і навичок web-програмістів, формувати персональні плани їхнього професійного розвитку та підтримувати прийняття обґрунтованих кадрових рішень щодо комплектування проєктних IT-команд. Автором створено підручник «WEB-програмування» та однойменний електронний курс, а також формалізовано гібридну модель управління IT-проєктами на основі гнучких методологій. Результати дослідження можуть стати методичною основою для розроблення спеціалізованого програмного забезпечення та інтелектуальних систем навчання, оцінювання й відбору IT-фахівців.

Результати дослідження впроваджені в освітній процес Приватного вищого навчального закладу «Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука» (дисципліни «Основи веб-програмування», «Веб-програмування»,

«Проектування та підтримка веб-застосувань») та у виробничі процеси ІТ-компаній SIA AnyforSoft (Латвія) і ТОВ «Смарт-Кінг» (Україна), що підтверджує їх практичну доцільність і прикладну значущість.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому і оформлення. Дисертація Богути Олега Михайловича є цілісним, логічно побудованим і 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 складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 217 сторінок, до дисертації включено 8 додатків, а бібліографічний список містить 224 джерела, з яких 189 – іншомовні.

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.

У **першому розділі** здійснено аналіз сучасних інтелектуальних інформаційних систем та обґрунтовано необхідність їх застосування при відборі на посади web-програмістів в ІТ-компанії, досліджено методологію створення інформаційної системи та здійснено постановку задачі автоматизації процесів ІТ-рекрутингу.

У **другому розділі** обґрунтовано теоретичні основи створення інтелектуальної інформаційної системи з основ web-розробки, побудовано структурну схему компетентностей бекенд-, фронтенд- і фуллстек-розробників, виконано порівняльний аналіз методологій управління ІТ-проектами та розроблено модель і алгоритм порангового оцінювання компетенцій.

У **третьому розділі** розроблено програмне забезпечення для управління багаторівневим навчанням та підбором web-програмістів, подано електронний навчальний курс «WEB-програмування», описано інтелектуальну систему порангового оцінювання знань та структуру інформаційної системи з підготовки й підбору web-програмістів.

У **четвертому розділі** виконано практичну апробацію розробленої технології, подано методику та результати експерименту з оцінювання знань здобувачів, підтверджено її ефективність, достовірність і практичну цінність для підтримки кадрових рішень.

У **висновках** узагальнено основні наукові результати, сформульовано теоретичні та практичні положення, що відповідають поставленій меті та завданням дослідження.

Дисертація виконана державною мовою з дотриманням відповідних норм наукового викладу. Матеріал подано послідовно, логічно та структуровано, що забезпечує цілісне сприйняття змісту дослідження. Формулювання є чіткими й аргументованими, а виклад основного матеріалу характеризується узгодженістю з метою та завданнями дисертації.

Автор коректно та доречно застосовує спеціалізовану термінологію у галузі комп'ютерних наук та інформаційних технологій, що сприяє точності подання наукових положень і результатів. Текст не містить неоднозначних тверджень, поданий у зрозумілій формі та відповідає вимогам академічного письма. Аргументація базується на аналізі сучасних наукових джерел і результатах власних досліджень, що свідчить про належний рівень наукової культури здобувача та сформовані навички підготовки й оформлення кваліфікаційних наукових робіт відповідно до чинних нормативних вимог.

Дисертація оформлена відповідно до вимог Міністерства освіти і науки України та відповідає принципам академічної доброчесності. У тексті відсутні ознаки плагіату чи недоброчесності. Отже, робота характеризується завершеністю, високою культурою наукового викладу й відповідає критеріям кваліфікаційної праці на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності F3 «Комп'ютерні науки».

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалася відповідно до планів науково-дослідницької роботи Національного університету біоресурсів і природокористування України в рамках наукової тематики «Стратегія цифрової трансформації економіки України як інструменту забезпечення соціально-економічного розвитку та національної безпеки» (номер державної реєстрації 0121U110194).

Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації. Основні результати дисертаційного дослідження Богута Олега Михайловича у повному обсязі відображені у наукових публікаціях, які охоплюють теоретичні, методичні та прикладні аспекти розробленої інформаційної технології. У фахових статтях і матеріалах міжнародних наукових конференцій автором послідовно висвітлено теоретичні засади підготовки та відбору web-програмістів, розкрито основні задачі та методи оцінювання soft skills та hard skills IT-фахівців, визначено структурні компоненти інформаційної технології управління навчанням і підбором web-програмістів, а також обґрунтовано вибір моделей і алгоритмів та наведено результати їх практичної апробації.

За тематикою дисертаційного дослідження опубліковано 33 наукові праці, з яких стаття у науковому виданні, включеному до міжнародних наукометричних баз даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, 4 статті у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, 10 статей у колективних монографіях, 2 статті в інших наукових виданнях, 16 тез наукових доповідей на міжнародних і всеукраїнських науково-практичних конференціях, зокрема в містах Рівне, Дніпро, Одеса, Луцьк, Київ та Познань (Польща), що підтверджує достовірність отриманих результатів та їх практичну значущість.

Таке представлення результатів наукової роботи є цілком достатнім для здобувача, що претендує на отримання ступеня доктора філософії. Кількість публікацій, обсяг, якість, повнота висвітлення результатів та розкриття змісту дисертації відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України. Зазначені публікації повною мірою висвітлюють основні наукові положення дисертації.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності. Дисертація оформлена відповідно до чинних вимог Міністерства освіти і науки України та виконана з дотриманням принципів академічної доброчесності. Дисертація є самостійно написаною кваліфікаційною науковою працею із науково обґрунтованими висновками і 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. Таким чином, у дисертаційному дослідженні Богута Олега Михайловича відсутні порушення академічної доброчесності.

Дискусійні положення та зауваження щодо дисертації. Дисертація Богута Олега Михайловича виконана на високому науково-технічному рівні, відповідає спеціальності F3 «Комп'ютерні науки», має завершений характер і містить практичну реалізацію інформаційної технології управління багаторівневим навчанням і підбором web-програмістів із використанням технологій штучного інтелекту. Водночас у тексті роботи виявлено низку

зауважень, що мають уточнювальний або дискусійний характер і не знижують її загальної наукової та практичної цінності.

До зауважень та незначних недоліків можна віднести:

1. У розділі 2 (підрозділ 2.2) наведено, що прикладну реалізацію орієнтовано переважно на профіль Drupal-розробників (с. 65), тому питання масштабованості запропонованих матриць і моделей на інші напрями web-розробки (frontend, full-stack) потребує додаткового обґрунтування або окреслення як перспективи подальших досліджень.

2. У розділі 2 (підрозділ 2.3) запропоновано структуру інтелектуальної інформаційної системи для підбору web-прграмістів при формування проєктних команд (с. 71). Доцільно більш повно співвіднести запропоновану модель з усталеними практиками проєктного менеджменту (зокрема з підходами до управління ресурсами та ролями у РМВОК чи Agile-методологіях), а також розкрити, як модель ураховує командну сумісність і завантаженість виконавців, а не лише індивідуальні компетентності.

3. У розділі 2 (підрозділ 2.3) подано опис застосування фреймворку оркестрації LangGraph (с. 72), проте потребує обґрунтування його вибір у порівнянні з іншими засобами побудови мультиагентних систем із зазначенням відповідних критеріїв порівняння.

4. У розділі 3 (підрозділ 3.3) наведено, що систему побудовано на генеративних моделях OpenAI GPT (с. 120) з імовірнісним характером відповідей, потребує уточнення рівень відтворюваності рекомендацій під час формування команд та відбору кандидатів.

5. У розділі 4 (підрозділ 4.3) експериментальну перевірку виконано методом контрольних груп із застосуванням t-критерію Стьюдента (с. 137), тому доцільно узгодити фактичні середні значення успішності з округленими даними, використаними в розрахунку t-статистики.

Дисертація відповідає вимогам до наукових досліджень рівня доктора філософії, а зазначені зауваження носять рекомендаційний характер і можуть бути враховані при подальшому розвитку теми в межах професійної спеціалізації за спеціальністю ФЗ «Комп'ютерні науки».

Загальний висновок. Вважаю, що дисертація Богута Олега Михайловича є завершеною, самостійно підготовленою кваліфікаційною науковою працею, в якій отримано нові науково-обґрунтовані та практично цінні результати, що вирішують важливе наукове завдання в галузі F «Інформаційні технології». Актуальність обраної теми дисертації, ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, новизна та повнота викладення в опублікованих наукових працях відповідають вимогам Міністерства освіти і науки України.

Враховуючи актуальність, наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, можна стверджувати, що дисертація повністю відповідає вимогам наказу Міністерства освіти і науки України «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», 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 її автор Богут Олег Михайлович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю ФЗ «Комп'ютерні науки» галузі знань F «Інформаційні технології».

Рецензент професор кафедри комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки Національного університету біоресурсів і природокористування України, доктор технічних наук, професор Валерій ЛАХНО