

ВІДГУК

офіційного опонента

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»

Актуальність теми дослідження зумовлена пріоритетними цілями Стратегії цифрового розвитку інноваційної діяльності України на період до 2030 року, зокрема розвитком інноваційної екосистеми в закладах вищої освіти. Відповідно до Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні сучасна підготовка ІТ-фахівців має відповідати попиту на ІТ-ринку праці.

Взаємодія між закладами вищої освіти та ІТ-компаніями зумовлює потребу у розробленні новітніх комп'ютерних технологій навчання з підготовки фахівців у галузі інформаційних технологій, що відповідає цілям спільного наказу Міністерства освіти і науки України та Міністерства цифрової трансформації України «Про затвердження Плану заходів з реформування ІТ-освіти».

В умовах стабільно високого світового попиту на розробників програмного забезпечення, передусім web-програмістів, цифрова трансформація економіки безперервно формує нові моделі та алгоритми діяльності, що потребують відповідного кадрового забезпечення. Це потребує системної підготовки програмістів, насамперед web-розробників, дефіцит яких є найбільш відчутним. Український ІТ-сектор як один із найдинамічніших сегментів національної економіки об'єктивно зацікавлений в удосконаленні процесів створення програмних продуктів на засадах інноваційних інформаційних технологій та у розвитку дуальної освіти у партнерстві з ІТ-компаніями.

Екосистема «Випускник – Роботодавець – Університет» потребує комплексної координації. Лишаються невирішеними питання «skills mismatch», тобто невідповідність навичок між тим, чому навчають в університетах, і тим, чого насправді потребує сучасний ІТ-ринок праці. Університетські ІТ-програми мають здебільшого теоретичний характер, тоді як ІТ-компанії шукають випускників вже із практичним досвідом. Університети у багатьох країнах не встигають за стрімким розвитком ІТ-галузі, тому не до кінця забезпечують практичну складову.

Запропоноване дослідження О. М. Богута має комплексний характер і поєднує теоретичні аспекти багаторівневого навчання web-програмістів з прикладною значущістю їх порангового відбору на різні посади в ІТ-компанії. Запропонована інтелектуальна інформаційна система виконує функції навчання, контролю знань та рекрутингу

web-програмістів з технологіями штучного інтелекту. Таким чином, дане дослідження відповідає Стратегії цифрового розвитку та Плану заходів з реформування ІТ-освіти України.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації. Наукові положення, висновки та рекомендації, викладені у дисертації характеризуються належним рівнем обґрунтованості, логічної послідовності та достовірності. Необхідно відзначити глибоке опрацювання дисертантом праць вчених, які досліджували особливості, проблеми та тенденції розвитку інноваційних інформаційних технологій з урахуванням специфіки підготовки програмістів у галузі web-розробки. Використання сучасних методів аналізу даних, методологій та інструментарію інформаційних технологій, моделювання процесів підтримки прийняття рішень, методів математичного моделювання та експертних оцінок в умовах невизначеності, технологій генеративного та оркестрованого агентного штучного інтелекту забезпечує наукову аргументованість отриманих результатів та підтверджує їх практичну значущість. Запропонована структура інтелектуальної інформаційної системи доведена до рівня роботоздатного програмного прототипу, реалізованого засобами мови Python, CMF Drupal та фреймворку LangGraph.

Сформована інформаційно-аналітична база надала дослідженню комплексності, репрезентативності та належної наукової обґрунтованості щодо розвитку інформаційних технологій із використанням методологій штучного інтелекту.

Одержані результати раціонально структуровано та унаочнено за допомогою таблиць, рисунків і додатків, що полегшує сприйняття й інтерпретацію наукових здобутків роботи.

Основні положення та висновки дисертації пройшли апробацію у формі публікацій у вітчизняних і зарубіжних рецензованих фахових виданнях, а також доповідей на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях, тематика яких охоплює розвиток цифрового суспільства, процеси діджиталізації та рекрутингу ІТ-фахівців.

Структура дисертації побудована логічно й послідовно, робота включає анотацію, вступ, чотири розділи, загальні висновки, список використаних джерел та додатки. Аналіз змісту дисертації дає підстави стверджувати, що дисертанту вдалося досягти поставленої мети дослідження та комплексно вирішити визначені наукові та практичні завдання в галузі інформаційних технологій.

Новизна основних наукових положень, висновків і рекомендацій. Основні положення дисертації ґрунтуються на аналітичних доведеннях, логічній узгодженості висновків та експериментальному підтвердженні ефективності запропонованої інформаційної технології.

У першому розділі викладено теоретичні засади інтелектуальних інформаційних систем (с. 19), окреслено основні напрями їх застосування у цифровому суспільстві (с. 31), досліджено методологію проєктування інформаційних систем (с. 36), визначено проблеми

та перспективи підготовки і відбору web-програмістів в ІТ-компаніях (с. 40), а також подано результати аналізу сучасних інтелектуальних інформаційних систем у сфері HR і обґрунтовано доцільність їх використання під час підготовки та порангового відбору web-програмістів (с. 20). З'ясовано, що провідні ІТ-компанії інтегрують новітні інформаційні технології з форматом віддаленої роботи й автоматизують HR-процеси – рекрутинг, онбординг та оцінювання ефективності. Оцінено вплив штучного інтелекту на діяльність HR-менеджерів і рекрутерів в управлінні персоналом ІТ-компаній (с. 25). Побудовано комплексну структурну схему сучасних знань, умінь і навичок web-програміста – бекенд-, фронтенд- і фуллстек-розробника (с. 44); сформульовано вимоги до безперервного професійного розвитку та переліку необхідних компетентностей сучасного web-розробника (с. 51).

У другому розділі опрацьовано теоретичні основи створення інтелектуальної інформаційної системи з основ web-розробки (с. 51); виконано порівняльний аналіз ключових характеристик методологій управління ІТ-проєктами – Scrum, Kanban, Waterfall (с. 60); сформульовано критерії визначення професійної придатності web-програміста та запропоновано структуру компетенцій для профілю Drupal Backend Developer (с. 66); узагальнено характеристики професійних рівнів web-програмістів у градаціях Trainee, Junior, Middle, Senior (с. 67); проведено зіставлення порангових soft skills і hard skills (с. 68); запропоновано методику побудови інтелектуальної інформаційної системи для підготовки та відбору web-програмістів (с. 69); розроблено багаторівневу модель та ієрархічну структуру такої системи (с. 72); запропоновано концептуальну модель багаторівневого подання й контролю знань (с. 76); сформовано алгоритм порангового оцінювання компетенцій web-програмістів (с. 84); запропоновано проєкт інтелектуальної інформаційної системи для підготовки та відбору фахівців (с. 87); визначено бізнес-процеси найму та професійного розвитку web-програмістів в ІТ-компанії (с. 91).

У третьому розділі представлено результати розроблення програмного забезпечення для управління багаторівневим навчанням і підбором web-програмістів, спроектовано електронний навчальний курс «WEB-програмування» (с. 94), побудовано інтелектуальну систему порангового оцінювання знань web-програмістів (с. 105) та визначено структуру інтелектуальної інформаційної системи з підготовки та підбору ІТ-фахівців в ІТ-компанії (с. 120).

У четвертому розділі проаналізовано інтенсифікацію підготовки та відбору web-програмістів в ІТ-компанії відповідно до дослідних цілей з оцінювання дидактичної ефективності розроблених інструментальних та прикладних засобів комп'ютерних технологій навчання та автоматизованого рекрутингу web-програмістів в ІТ-компанії; реалізовано експериментальну перевірку ефективності розроблених програмних модулів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що:

1. Запропоновано математичні моделі процесів відбору web-програмістів з множинами компетенцій, множинами кваліфікаційних рівнів, множинами технічних доменів та множинами еталонного рівня володіння компетенцією. Диференціалізацію здійснено згідно запропонованих вимог до відбору кандидатів у залежності від рангу, складу команди, типу та особливостей IT-проєкту.

2. Розроблено матрицю hard-скілів web-програмістів для профілю Drupal-розробників рівнів trainee, junior, middle, senior, lead та матрицю вагових коефіцієнтів для диференційованого оцінювання відповідності кандидата професійному тайтлу та автоматизованого формування персональних планів їхнього професійного IT-розвитку.

3. Розроблено електронне середовище багаторівневого навчання контракторів, середовище перевірки знань, вироблення рекомендацій.

4. Розроблено інтелектуальну інформаційну систему, яка функціонує у двох режимах: багаторівневого навчання та порангового відбору web-програмістів, яка об'єднує модуль навчання (LMS), модуль оцінювання та модуль рекрутингу на основі технологій генеративного й агентного штучного інтелекту (OpenAI GPT, LangGraph).

5. Запропоновано методи оцінювання рівня підготовки web-програмістів у розрізі «грейд/компетенція» модифікованим методом 180° для його застосування з удосконаленою матрицею компетенцій та матрицею вагових коефіцієнтів.

Зазначене дає підстави стверджувати, що дисертація О. М. Богута є завершеною науковою працею, яка засвідчує високий рівень наукової зрілості автора та дотримання академічних стандартів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційне дослідження О. М. Богута виконано в межах науково-дослідної роботи Національного університету біоресурсів і природокористування України за темою «Стратегія цифрової трансформації економіки України як інструменту забезпечення соціально-економічного розвитку та національної безпеки» (державний реєстраційний номер 0121U110194).

Зміст і результати дисертації узгоджуються з основними напрямками зазначеної наукової теми та конкретизують її положення у частині розвитку цифрової економіки, модернізації підготовки IT-фахівців, діджиталізації суспільства й реформування IT-освіти. У межах виконання теми здобувач дослідив теоретичні та прикладні аспекти підготовки і відбору web-програмістів в IT-компаніях, а також застосування новітніх інформаційно-комунікаційних технологій для багаторівневого навчання відповідно до професійних рангів програмістів.

Тематика дослідження відповідає пріоритетному напрямку «Інформаційні та комунікаційні технології», науковим напрямкам факультету інформаційних технологій

і профільної кафедри, а також загальній дослідницькій стратегії Університету, орієнтованій на цифрову трансформацію освітньої діяльності та впровадження сучасних інформаційних технологій в освітній процес.

Практичне значення та впровадження результатів дослідження. Практична цінність роботи полягає у створенні інформаційної технології управління багаторівневим навчанням і поранговим підбором web-програмістів в ІТ-компанії, розроблення та впровадження якої має безпосереднє прикладне значення для здобувачів вищої освіти галузі знань «Інформаційні технології» та ІТ-компаній, зацікавлених у підвищенні рівня взаємодії, цифровізації та індивідуалізації підготовки web-програмістів, адже запропонований підхід забезпечує зростання ефективності підготовки й відбору кандидатів за рахунок персоналізованих рекомендацій.

Автором видано підручник «WEB-програмування» та розроблено електронний навчальний курс для підготовки web-розробників та web-програмістів; виконано декомпозицію бізнес-процесів рекрутингу, управління розвитком ІТ-персоналу та формування планів їхнього персонального розвитку; формалізовано гібридну модель управління ІТ-проєктами на основі гнучких методологій; здійснено проєктування архітектури та програмну реалізацію інтелектуальної інформаційної системи засобами мови Python, CMF Drupal і технології LangGraph з інтеграцією у корпоративну інформаційну систему на базі екосистеми Amazon AWS.

Результати дисертаційного дослідження впроваджено в освітній процес Приватного вищого навчального закладу «Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука» в межах викладання освітньої компоненти «Web-програмування», «Web-технології» (довідка про впровадження від 13.02.2026 р., с. 213).

Результати дослідження впроваджено у виробничі процеси ІТ-компаній SIA AnyforSoft, Латвія (сертифікат про впровадження від 13.02.2026 р., с. 214) та ТОВ «Смарт-Кінг», Україна (довідка про впровадження від 12.02.2026 р., с. 215).

Повнота викладення основних наукових результатів в опублікованих працях. Основні теоретичні положення, результати та висновки дослідження апробовано на міжнародних і національних науково-практичних конференціях, серед яких: V Міжнародна науково-технічна конференція «Комп'ютерні технології в будівництві» (м. Київ, 2007 р.); VII Міжнародна науково-технічна конференція (м. Київ, 2009 р.); V Міжнародна науково-технічна конференція «Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем» (м. Дніпро, 2019 р.); Всеукраїнська науково-практична конференція (м. Одеса, 2019 р.); III Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих учених, аспірантів і студентів (м. Одеса, 2023 р.); VIII Міжнародна науково-технічна конференція «Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем» (м. Дніпро, 2023 р.); Міжнародна науково-

практична конференція до 30-річчя Міжнародного економіко-гуманітарного університету імені академіка Степана Дем'янчука «Інноваційні дослідження та перспективи розвитку науки і техніки у XXI столітті» (м. Рівне, 2023 р.); XXIII Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих учених, аспірантів та студентів (м. Одеса, 2023 р.); XIII Міжнародна науково-практична конференція «Математика. Інформаційні технології. Освіта» (м. Луцьк – Світязь, 2024 р.); Міжнародна конференція «Beyond Europe: Artificial Intelligence in International Relations and Communication» (м. Познань, Польща, 2024 р.); V Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених, аспірантів і студентів «Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації» (м. Одеса, 2025 р.); IX Міжнародна науково-технічна конференція «Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем» (м. Дніпро, 2025 р.); Міжнародна науково-практична конференція «Міжнародні тенденції та перспективи розвитку в освіті та науці в умовах глобалізації» (м. Рівне, 2025 р.).

Основні наукові результати дисертації висвітлено у 33 наукових працях, 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.

Відсутність порушення академічної доброчесності. У дисертації порушень академічної доброчесності не виявлено. Робота містить посилання на джерела запозичених ідей, розробок і тверджень, а також на використані інформаційно-аналітичні ресурси. Бібліографічні посилання оформлено згідно з вимогами; дотримано принципів наукової етики та норм законодавства у сфері авторського права, що засвідчує коректне використання результатів досліджень інших науковців.

Дискусійні положення та зауваження щодо дисертації. Поряд із зазначеними перевагами дисертація містить окремі дискусійні положення, які потребують додаткового пояснення, а саме:

1. Як інструментальну основу мультиагентної підсистеми обрано фреймворк оркестрації LangGraph, проте в тексті бракує розгорнутого порівняльного обґрунтування цього вибору щодо інших сучасних засобів побудови мультиагентних систем із чітким зазначенням критеріїв, за якими здійснювалося таке зіставлення.

2. Експериментальну перевірку виконано методом контрольних груп із застосуванням t-критерію Стьюдента; водночас обсяг вибірок є відносно невеликим (зокрема, групи по 32 і 34 та по 38 учасників), а в тексті бракує перевірки передумов застосування критерію – нормальності розподілу й однорідності дисперсій. Крім того, спостерігається розбіжність між фактичними середніми значеннями успішності (77,26 та 64,31) і округленими даними, використаними в розрахунку t-статистики (75 та 65), що варто було б узгодити.

3. У моделі відбору підсумковий рейтинг кандидата обчислюється як зважена сума нормалізованих оцінок за критеріями, причому вагові коефіцієнти, за твердженням автора, визначаються інтелектуальною інформаційною системою автоматично засобами агентного штучного інтелекту (с. 146). Проте, у роботі недостатньо формалізовано саму процедуру калібрування цих коефіцієнтів, а також питання їх узгодженості та відтворюваності.

4. Оскільки систему побудовано на основі генеративних моделей штучного інтелекту (OpenAI GPT), вихідні результати яких мають ймовірнісну природу, дискусійним залишається забезпечення стабільності й відтворюваності рекомендацій, а також відсутності алгоритмічних упереджень (bias) під час автоматизованого відбору кандидатів; ці аспекти доцільно було б розкрити докладніше, зокрема через опис валідаційних процедур і метрик якості відбору.

5. Прикладну реалізацію системи та матриці компетенцій орієнтовано переважно на профіль Drupal-розробників (напрямок backend-розробки). Питання масштабованості та універсальності запропонованих матриць і моделей відбору для інших технологічних стеків і напрямів web-розробки (frontend, full-stack) потребує додаткового обґрунтування або принаймні окреслення як перспективи подальших досліджень.

6. З огляду на те, що запропонована інформаційна технологія опрацьовує резюме, портфоліо та персональні професійні дані кандидатів, у роботі бажано додати правові аспекти захисту персональних даних та етичних питань застосування штучного інтелекту в HR-процесах.

Загалом, висловлені зауваження та дискусійні положення мають рекомендаційний характер і не применшують наукової цінності виконаного дослідження.

Загальний висновок. Дисертація Богута Олега Михайловича на тему: «Інформаційна технологія управління багаторівневим навчанням та підбором web-програмістів в ІТ-компанії» є цілісним, завершеним, самостійно виконаним і логічно вибудованим дослідженням, що має високий теоретичний, методичний і практичний рівень. Подані результати викладено з дотриманням принципів академічної доброчесності.

Основні наукові положення, висновки та практичні рекомендації спираються на результати власних досліджень автора у сфері технологій управління багаторівневим навчанням і поранговим підбором web-програмістів в ІТ-компанії, закономірно впливають із матеріалів дисертації та є науково обґрунтованими, чітко сформульованими й містять вагомий теоретичний та науково-практичний узагальнення. Сформульовані висновки відповідають поставленим завданням, заявленій науковій новизні та змісту роботи, а одержані результати достатньо повно відображено в опублікованих наукових працях автора.

Зміст дисертації відповідає меті та поставленим завданням, послідовно розкриває обрану тему й узгоджується зі спеціальністю F3 «Комп'ютерні науки». За змістом

і оформленням дисертація відповідає чинним вимогам нормативно-правових актів щодо підготовки та присудження ступеня доктора філософії, а її автор Богут Олег Михайлович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю F3 «Комп'ютерні науки» галузі знань F «Інформаційні технології».

Офіційний опонент декан факультету програмних систем та прикладної математики, професор кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», доктор технічних наук, професор Іван ДИЧКА