

## РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента, кандидата технічних наук, доцента, завідувача кафедри інформаційних технологій та програмної інженерії Національного університету «Чернігівська політехніка» Білоус Ірини Володимирівни на дисертаційну роботу Хижняка Андрія Васильовича на тему «Моделі, методи та інформаційна технологія персоналізованого навчання з інженерних спеціальностей», представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки

### **Актуальність теми дисертації.**

В інженерній та комп'ютерній освіті фундаментальною основою є безперервна практична діяльність («learning-by-doing»). Формування затребуваних і сталих навичок (таких як програмування, мережеве адміністрування, робота з базами даних тощо) неможливо відокремити від виконання лабораторних та практичних робіт. Теоретичні знання та практичні навички є кардинально різними компетентностями, і надійно оцінити реальний рівень практичної підготовки студента теоретичні тести не здатні. Водночас масовий перехід до дистанційного та асинхронного форматів освіти (в умовах Covid, а згодом – воєнних дій) виявив критичну вразливість: послаблення контролю за самостійним виконанням завдань спровокувало стрімке зростання академічної недобросовісності, і як результат - низький рівень підготовки фахівців. Одним із найефективніших шляхів подолання академічного шахрайства та забезпечення глибшого засвоєння матеріалу є впровадження персоналізованих (параметризованих) завдань. Видача унікального варіанта завдання кожному здобувачу унеможливорює пряме списування. Проте цей підхід зіштовхується з жорсткими ресурсними обмеженнями: неавтоматизоване ручне створення унікальних конфігурацій завдань, розгортання для них середовищ та індивідуальна перевірка вимагають від викладача надмірних витрат часу. Таким чином, автоматизація цих процесів є критичною і необхідною передумовою для масштабування персоналізованого навчання у закладах вищої освіти.

Застосування методів штучного інтелекту відіграє суттєву роль у забезпеченні персоналізації та динамічній адаптації освітнього контенту. GenAI відкриває значний потенціал для автоматичної генерації завдань. Однак використання LLM у "вільному" режимі має фундаментальні обмеження: моделі часто продукують "галюцинації", створюють синтаксично некоректні конфігурації, надмірно спрощують або навпаки – ускладнюють завдання. Отже, використання GenAI потребує жорстких механізмів формальної валідації та контролю.

## **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертаційна робота Хижняка А.В. виконувалась на кафедрі Інформаційних та комп'ютерних систем відповідно до плану науково-дослідної роботи НУ «Чернігівська політехніка» “Цифрове навчальне середовище із віддаленим доступом” (державний реєстраційний номер 0125U000505).

Результати дослідження отримані в рамках реалізації міжнародного наукового проєкту “Цифрова трансформація освітнього процесу ЗВО в Україні та Молдові для сталого співробітництва з підприємствами” в рамках програми ERASMUS + “Розвиток потенціалу вищої освіти” (ідентифікатор: 01127683-DIGITRANS-ERASMUS-EDU-2023-CBHE).

## **Наукова новизна та практичне значення дослідження.**

*Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:*

- *Вперше* розроблено функціональну модель персоналізованого практичного інженерного завдання, яка, на відміну від існуючих, визначає повну послідовність етапів його життєвого циклу від створення до оцінювання результатів з урахуванням контексту та необхідних ресурсів, що формує уніфікований підхід до програмної підтримки практичної підготовки з інженерних спеціальностей в процесі електронного навчання;
- *Вперше* розроблено домен-специфічну мову опису практичних завдань Learning Task Definition Language, граматику якої, на відміну від існуючих, охоплює повний життєвий цикл практичного завдання в одному формальному визначенні, що забезпечує підтримку процесу персоналізованого навчання в автоматичному режимі;
- *Вперше* запропоновано архітектуру інтелектуального асистента, в якій, на відміну від існуючих, задіяна мультиагентна система, що реалізує BDI-парадигму в інтерпретації персоналізованого навчання з урахуванням формального визначення практичного завдання мовою LTDL, що забезпечує підвищення рівня персоналізації за рахунок ітераційної адаптації завдань під індивідуальну траєкторію навчання студента.
- *Удосконалено* методи автоматизації процесів генерації персоналізованих практичних завдань, їх масштабування, розгортання середовищ виконання та перевірки результатів, які, на відміну від відомих, ґрунтуються на інтеграції генеративних можливостей штучного інтелекту з формалізованим описом завдань мовою LTDL, що забезпечує дотримання академічної доброчесності та підвищення ефективності електронного навчання з одночасним скороченням часу набуття студентами сталих практичних навичок.

Основні результати дослідження полягають у створенні інформаційної технології персоналізації навчання студентів інженерних спеціальностей, яка комплексно забезпечує масштабовану автоматизовану генерацію персоналізованих практичних інженерних завдань, автоматичне розгортання середовища їх виконання та автоматичну перевірку результатів.

Автором було сформульовано і представлено у дисертації наукові положення, висновки та рекомендації, що вирізняються належним рівнем обґрунтованості, також було здійснено широкий огляд українських і, особливо, зарубіжних праць, зосередившись на вивченні та можливій імплементації міжнародного досвіду. Висновки і рекомендації, подані в роботі, логічно впливають із всебічного та неупередженого аналізу досліджуваних явищ в дистанційній освіті із використанням сучасного наукового інструментарію. У дослідженні застосовано загальнонаукові та спеціальні методи пізнання, що дозволило обґрунтувати теоретичні, методичні й прикладні аспекти підвищення рівня персоналізації навчання студентів з інженерних спеціальностей.

### **Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків.**

Наукові положення та висновки дисертації є верифікованими й належно обґрунтованими, оскільки спираються на ґрунтовний аналіз праць українських і зарубіжних дослідників, сучасних технологій та підтверджуються експериментами, які можуть бути відтворені, що забезпечує достовірність отриманих результатів. Наукові результати дисертації були апробовані, доповідались на міжнародних науково-практичних конференціях та підтверджуються довідками про впровадження. Наукове завдання дослідження виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової роботи.

### **Повнота викладення основних результатів дисертації в опублікованих працях.**

Наукові результати дисертації висвітлено у 24 публікаціях автора. Із них: 8 статті – у виданнях, що на момент виходу входили до переліку наукових фахових видань України; і ще одна стаття – у науковому виданні, індексованому у Scopus. Матеріали також представлені на 13 науково-практичних конференціях. У наведених публікаціях повно й коректно подані результати дисертаційної роботи, а порушень академічної доброчесності в них не виявлено. Здобуті у дисертації результати повністю відображено в авторських публікаціях. Особистий внесок здобувача вказаний у кожній із публікацій.

## **Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.**

За змістом дисертація здобувача Хижняка А.В. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Комп'ютерні науки». Робота є завершеним науковим дослідженням і засвідчує особистий внесок здобувача у науковий напрям «Комп'ютерні науки». Аналіз звіту про подібність підтверджує, що дисертаційна робота Хижняка Андрія Васильовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату чи некоректних запозичень. Виявлений відсоток збігів пояснюється цитуванням власних опублікованих статей (на які є посилання) та використанням наукової термінології. Ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

## **Ідентичність анотації та основних положень дисертаційної роботи.**

Анотація повністю відтворює ключові положення дисертаційної роботи.

## **Зміст дисертації.**

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів із висновками, висновків, переліку умовних скорочень, переліку посилань та додатків. Загальний обсяг роботи становить 234 сторінки, з яких основний текст на 176 сторінках, список використаних джерел на 20 сторінках, 10 додатків на 38 сторінках. У вступі обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовані мета, задачі, методи дослідження та відображено зв'язок дослідження з науковими програмами кафедри, наведено наукову новизну і практичне значення результатів дисертаційної роботи.

У першому розділі здійснено теоретико-аналітичний огляд методів персоналізованого навчання та специфіки персоналізованих практичних завдань в навчанні студентів інженерних спеціальностей. Було виявлено та систематизовано основні недоліки існуючих підходів, визначено перспективні методи персоналізації та можливості штучного інтелекту. Наведено актуальність дослідження, сформульовані наукові прогалини і поставлені задачі дослідження.

У другому розділі описані моделі персоналізованого навчання інженерних спеціальностей. Зокрема, автором розроблено: функціональну модель персоналізованого практичного інженерного завдання, яка формалізує послідовність його етапів і забезпечує наскрізний зв'язок між ними; формальну модель, яка визначає його структуру, основні компоненти та взаємозв'язки між ними. Описано Learning Task Definition Language як нову домен-специфічну

мову опису навчальних завдань, що застосовується як уніфікований засіб формального опису практичних завдань, а також параметрів середовища, умов виконання та критеріїв оцінювання.

У третьому розділі запропоновано архітектуру інтелектуального асистента яка базується на мультиагентній системі оркестрації AI-агентів і інтегрується з розробленою мовою LTDL та описано удосконалення чотирьох методів автоматизації персоналізованих практичних інженерних завдань, які взаємопов'язані між собою і використовуються для побудови комплексної інформаційної технології. Наведено варіанти використання запропонованих методів викладачами і студентами.

У четвертому розділі представлено результати розробки інформаційної технології персоналізації навчання студентів інженерних спеціальностей та наведено її складові. Було проведено серію експериментів для оцінки ефективності запропонованих моделей, методів та інформаційної технології шляхом. Експерименти включали в себе натурний експеримент за участю студентів із використанням реальних завдань та порівняльні експерименти існуючих та запропонованого підходу та різних моделей штучного інтелекту.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

### **Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.**

1. В 4 розділі дисертаційної роботи на деяких рисунках написи виконані англійською мовою.
2. Текст дисертації містить значну кількість аббревіатур англійською мовою, для яких варто було пошукати україномовні замінники. Також наявні складні стилістичні речення та невелика кількість одруківок.
3. Деякі елементи, які є важливими для розуміння суті розробленої мови LTDL, подані в додатках, наприклад, графічні зображення символів алфавіту мови LTDL чи результати тестування граматики. Приклади коду та розроблені графічні символи мови варто було б розмістити в основному тексті дисертації, що покращило б сприйняття матеріалу.
4. Оцінка надмірності часових витрат, представлена у Розділі 1, є дещо односторонньою, оскільки твердження про 6-кратне перевищення ліміту часу базується лише на годинах аудиторного проведення занять. На практиці ж підготовчий етап роботи викладача чітко нормується внутрішніми стандартами ЗВО. Наприклад, у НУ „Чернігівська політехніка“ встановлено офіційні норми часу на методичну підготовку до аудиторних занять (у співвідношенні 2 години

на 1 акад. годину) та на розробку завдань для індивідуальних робіт (до 0,25 години на одне завдання). Зіставлення наведених положень дослідження з реальними нормативними документами вказує на необхідність коригування вихідних статистичних даних.

5. У роботі запропоновано підхід до оцінювання сталості практичних навичок студентів, однак експериментальна частина дисертації переважно орієнтована на аналіз результатів виконання завдань у межах одного навчального циклу. Подальших досліджень потребує оцінювання довгострокового збереження сформованих навичок та їх перенесення на нові предметні області.

Однак, всі перелічені недоліки не зменшують ступінь наукової новизни та практичного значення одержаних в дисертації наукових результатів і, відповідно, не зменшують позитивну оцінку роботи.

### **Висновок про дисертаційну роботу**

Дисертація Хижняка Андрія Васильовича на тему «Моделі, методи та інформаційна технологія персоналізованого навчання з інженерних спеціальностей» є повністю завершеним, цілісним науковим дослідженням. Її зміст відповідає галузі знань 12 “інформаційні технології” та спеціальності 122 “Комп’ютерні науки”, а оформлення – вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженому Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 19 травня 2023 р. № 502).

Здобувач Хижняк Андрій Васильович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп’ютерні науки».

Офіційний рецензент:

кандидат технічних наук,

доцент, завідувач кафедри інформаційних технологій

та програмної інженерії

Національного університету

«Чернігівська політехніка».



Білоус Ірина Володимирівна