

ВІДГУК

офіційного опонента Теленика Сергія Федоровича, доктора технічних наук,
професора, професора кафедри інформаційних систем та технологій

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

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

1. Актуальність теми дисертації

Актуальність дисертаційного дослідження Хижняка А. В. обумовлена тими сучасними викликами, з якими сьогодні стикається інженерна та комп'ютерна вища освіта, зокрема в умовах масового переходу до дистанційних та асинхронних форм навчання. Автор слушно зазначає, що практичні навчальні активності є ключовим компонентом підготовки фахівців цих напрямків, оскільки саме вони формують сталі навички програмування, мережевого адміністрування та аналізу даних.

Автор чітко ідентифікує проблему зростання ризиків академічної недобросовісності під час дистанційного навчання, що зумовлено ускладненням контролю за самостійним виконанням завдань. Ефективним шляхом вирішення цієї проблеми є впровадження персоналізованих підходів до практичного навчання, зокрема для набуття студентами сталих практичних навичок. Проте ручне застосування таких підходів вимагає надмірних затрат часу та зусиль викладачів. З огляду на це, автор пропонує комплексне розв'язання задачі через використання методів штучного інтелекту та автоматизацію взаємопов'язаних процесів персоналізованого навчання – від генерації завдань до їх перевірки.

У роботі доведено, що для масштабованої автоматизації необхідна чітка формалізація практичних навчальних завдань – їхня структурованість, машиночитаність та можливість параметризації. Існуючі на сьогодні підходи не забезпечують єдиного механізму для формалізації структури практичних завдань. Тому розроблення нових формальних моделей, спеціалізованої домен-специфічної мови та комплексної інформаційної технології, що дозволяють автоматизувати створення, розгортання

відповідних віртуальних навчальних середовищ та оцінювання персоналізованих інженерних завдань, є своєчасним, обґрунтованим і надзвичайно актуальним науковим завданням.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота Хижняка А. В. пов'язана з пріоритетними напрямками розвитку вищої освіти та інтегрована в поточну науково-дослідну діяльність академічних установ. Дослідження виконано відповідно до плану науково-дослідної роботи НУ «Чернігівська політехніка» в рамках теми «Цифрове навчальне середовище із віддаленим доступом» (державний реєстраційний номер 0125U000505).

Крім того, частина результатів роботи була отримана та впроваджена в рамках міжнародної співпраці, а саме під час реалізації європейського наукового проєкту програми ERASMUS+ «Розвиток потенціалу вищої освіти» за темою «Цифрова трансформація освітнього процесу ЗВО в Україні та Молдові для сталого співробітництва з підприємствами» (ідентифікатор проєкту: 01127683-DIGITRANS-ERASMUS-EDU-2023-SBHE). Такий зв'язок підтверджує високий рівень інтеграції наукових пошуків здобувача з реальними освітніми проєктами як на державному, так і на міжнародному рівнях.

3. Наукова новизна та практичне значення дослідження

Основні результати дослідження та наукова новизна роботи полягають в розробленні моделей і методів інформаційного забезпечення процесів персоналізованого навчання, теоретичних та методичних засад автоматизації та створенні на їх основі інформаційної технології комплексного керування життєвим циклом завдання, що дозволяє масштабувати персоналізоване навчання для набуття студентами сталих практичних навичок.

Вперше:

- розроблена функціональна 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;

- розроблена домен-специфічна мова 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;

- 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.

Отримані наукові результати у своїй сукупності утворюють нову інформаційну технологію персоналізації навчання студентів інженерних спеціальностей, яка комплексно забезпечує масштабовану автоматизовану генерацію персоналізованих практичних інженерних завдань, автоматичне розгортання середовища їх виконання та автоматичну перевірку результатів. Запропонована інформаційна технологія може бути використана для забезпечення набуття студентами інженерних спеціальностей сталих практичних навичок і має вагомому практичну значимість.

4. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, сформульованих у дисертації

Наукові положення та висновки, викладені в дисертації Хижняка А. В., підтверджується коректним і комплексним застосуванням сучасних методів дослідження. Здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності. В основу методології покладено системний, концептуальний, асоціативний та емпіричний аналізи. Для створення функціональної моделі персоналізованого завдання автор успішно застосував методологію IDEF0, а формальна модель була розроблена завдяки поєднанню методів емпіричного аналізу, теоретичного синтезу та формальної специфікації. При проєктуванні інформаційної технології був використаний дизайн-ітерувальний підхід, об'єктно-орієнтований аналіз та UML-проєктування. Достовірність одержаних результатів переконливо доведена їх експериментальною перевіркою та впровадженням у реальний навчальний процес НУ «Чернігівська політехніка», Навчального центру PortaOne, компанії SendPulse Inc, а також у межах міжнародного наукового проєкту ERASMUS+, що

підтверджує достатній рівень практичної значимості та обґрунтованості дослідження. Поставлене наукове завдання в дисертаційній роботі виконано повністю.

5. Повнота викладення основних результатів дисертації в опублікованих працях

Основні наукові та практичні результати дисертаційного дослідження повною мірою та вичерпно висвітлені у фахових виданнях. За темою дисертації здобувачем одноосібно та у співавторстві опубліковано 24 наукові праці. Серед них 9 статей у наукових фахових виданнях України, одна з яких проіндексована у міжнародній наукометричній базі Scopus, а також 15 праць апробаційного характеру. Результати роботи пройшли апробацію та доповідалися на 13 міжнародних і всеукраїнських науково-практичних конференціях. Порушення академічної доброчесності в них не виявлено. Особистий внесок здобувача у публікаціях, зазначений у дисертації, свідчить про його авторство у відповідних наукових досягненнях. Таким чином, наукові результати, описані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

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

За своїм змістом дисертаційна робота 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». Дисертаційна робота є логічно завершеним, цілісним і самостійним науковим дослідженням та свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Комп'ютерні науки». Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Хижняка Андрія Васильовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Виявлений відсоток співпадінь пояснюється наведенням у дисертації фрагментів з опублікованих автором власних статей з відповідними посиланнями та використанням загальноприйнятої наукової термінології. Робота відповідає вимогам академічної доброчесності: використання ідей, результатів та текстів інших авторів супроводжується коректними посиланнями на відповідні першоджерела.

7. Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана грамотною українською науковою мовою, з дотриманням вимог до оформлення наукових текстів. Автор дотримується наукового стилю та використовує загальноприйняту термінологію. Текст дисертації викладений логічно та послідовно, його оформлення відповідає чинним вимогам.

8. Зміст дисертації

Структура дисертаційної роботи є класичною та обґрунтованою. Дисертація містить вступ, чотири розділи з висновками до кожного з них, загальні висновки, список використаних джерел (176 найменувань) та 10 додатків. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 234 сторінки, з яких основна частина викладена на 176 сторінках. Матеріал добре ілюстрований 47 рисунками та 28 таблицями.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовано мету, завдання, об'єкт, предмет та методи дослідження, а також розкрито наукову новизну і практичне значення отриманих результатів.

У першому розділі виконано ґрунтовний аналіз ролі практичних завдань у підготовці студентів інженерних спеціальностей. Автор аналізує існуючі методи персоналізації, виявляє їхні недоліки, досліджує можливості використання штучного інтелекту та обґрунтовує необхідність створення нових функціональних і формальних моделей.

У другому розділі розроблено формальний базис дослідження. Вперше запропоновано функціональну та формальну моделі персоналізованого практичного завдання, а також розроблено нову домен-специфічну мову Learning Task Definition Language для машиночитаного описання таких завдань.

У третьому розділі представлена архітектура інтелектуального асистента на базі мультиагентної системи. Розділ описує вдосконалені методи автоматизованої генерації завдань, їх параметризації, розгортання віртуальних навчальних середовищ та автоматичної перевірки результатів.

У четвертому розділі наведено архітектуру та опис модулів розробленої комплексної інформаційної технології. Також представлені результати експериментальних досліджень за участю студентів, які підтверджують ефективність запропонованих моделей та методів.

У висновках узагальнено результати дослідження, які свідчать про успішне виконання всіх поставлених завдань і досягнення мети дисертаційної роботи.

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

9. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. В роботі відмічається неповна уніфікація термінології, наприклад, у тексті зустрічаються терміни AI, штучний інтелект, GenAI, AI-асистент.

2. Зустрічаються завеликі і складні для сприйняття речення. Їх варто було б розбити на кілька речень, що значно б спростило сприйняття тексту.

3. В тексті дисертаційної роботи відмічається перевантаження англomовними скороченнями (PPET, VLE, LLM, GenAI, RAG, BDI, LTDL, TSCI, IDEF0, API, LMS тощо). Хоча в роботі і наведено «Перелік умовних скорочень», але доцільно було б використати українські відповідники в разі їх наявності.

4. Текст дисертації містить окремі стилістичні неточності.

5. Запропонований автором в розділі III метод автоматичної перевірки спирається на наявність цільового еталонного стану чи артефакту. Проте цей підхід важко застосувати до інженерних задач з імітаційного моделювання, наприклад: систем масового обслуговування – де еталонний результат заздалегідь невідомий і залежить від стохастичних вхідних параметрів.

6. У підрозділі 4.4.4 недостатньо досліджена проблема масштабованості запропонованого рішення, враховуючи середній час розгортання одного VLE. Високі інфраструктурні витрати отримані в результаті експериментів і наведені в таблиці 4.10, можуть привезти до проблем з масштабованістю при масовому паралельному запуску віртуальних машин, коли рівень використання процесорів навчального серверу наближається до 100%.

7. У роботі не наведене обґрунтування використання запропонованого максимального значення числа ітерацій для організації циклу регенерації завдання, що забезпечує покращення завдання у взаємодії LLM та парсеру граматики LTDL.

8. Індекс структурної комплексності (TSCI), поданий на сторінці 107, базується на характеристиках, притаманних графам: кількість етапів, залежності та паралельні треки. Варто звернути увагу, що структурна складність графа не обов'язково відповідає реальній когнітивній складності завдання для студента.

Разом з тим, зазначені недоліки не зменшують ступінь наукової новизни та практичного значення одержаних в дисертації наукових результатів і, відповідно, загалом позитивну оцінку роботи.

10. Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Хижняка Андрія Васильовича на тему «Моделі, методи та інформаційна технологія персоналізованого навчання з інженерних спеціальностей» є завершеною науковою працею, в якій отримані обґрунтовані наукові результати. Дисертація відповідає вимогам, які висуваються до дисертаційних робіт, зокрема зміст дисертації загалом відповідає галузі знань 12 "Інформаційні технології", спеціальності 122 "Комп'ютерні науки", та «Вимогам до оформлення дисертації», затвердженим Наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. No 40 (із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства освіти і науки України від 31.05.2019 No 759) та «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. No 44 (в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 19 травня 2023 р. No 502), а її автор Хижняк Андрій Васильович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

Офіційний опонент:

професор кафедри

інформаційних систем та технологій

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

доктор технічних наук, професор

Сергій ТЕЛЕНИК

