

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента, кандидата технічних наук, доцента,
доцента кафедри інформаційних технологій

Київського національного університету будівництва і архітектури

Горда Олени Володимирівни

на дисертацію **Тао Лі (Тао LI)** «Інформаційна технологія формування
бізнес-процесів на основі віртуальної реальності в освітньому просторі»
представлену до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»
галузі знань 12 «Інформаційні технології»

Актуальність теми дослідження.

Представлена дисертація присвячена впровадженню новітніх інформаційних імерсивних технологій в навчальний процес з врахуванням сучасних тенденцій комплексного характеру категорії економічної ефективності та якості освіти в процесі функціонування закладів освіти з позиції бізнес-процесів, що формує нову парадигму, нову модель освіти, яка суттєво відрізняється від класичної. Сучасні потреби виробництва ставлять перед освітою нові складні завдання вирішення яких потребує радикального перегляду стратегії, форм, і методів навчання, що обумовлює актуальність теми даної роботи.

Технологія «Віртуальна реальність» (VR) – технологія неконтактної інформаційної взаємодії, що реалізує за допомогою комплексних мультимедійно-операційних середовищ ілюзію безпосереднього входження та присутності в реальному часі у стереоскопічно представленому «екранному світі» і дозволяє задіяти більше когнітивних каналів сприйняття інформації. Технологія VR дозволяє значно модернізувати процес навчання та забезпечити підвищення інтересу до області, що вивчається. Системи VR, що використовуються в освіті, виступають як метод, засоби та технології навчання. Це визначається тим, що навчальні програми вносять суттєву специфіку у діяльність вчителя, учня, у перетворення змісту освіти, надають новий, інформаційний спосіб подачі та засвоєння матеріалу.

На поточний момент системи VR вже застосовуються на різних етапах навчання, але відкритою залишається проблема інтеграції VR у навчальні програми та вивчення негативних впливів на учня при їх довгостроковому

застосуванні, що потребує подальшого вивчення та внесення коректив у технологію їх застосування, що також підкреслює актуальність проведених у роботі досліджень.

Актуальність теми підтверджується також і тим, що дисертаційна робота виконана згідно плану науково-дослідних робіт і наукової тематики кафедри інформаційних технологій Київського національного університету будівництва і архітектури, зокрема: «Дослідження можливостей застосування технологій віртуальної реальності (VR-технологій) в освітньому просторі» (анг. «Study of the possibilities of using virtual reality technologies (VR-technologies) in the educational space») № 0123U104646 від 22.11.2023 р.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації підтверджується отриманими автором результатами аналізу поточного стану впровадження віртуальної реальності в різноманітні бізнес-процеси, спираючись на останні галузеві праці та наукову літературу. Тао Лі було проаналізовано більше 110 джерел. При здійсненні авторського дослідження ним було використано загальнонаукові та спеціальні методи, які забезпечили належний рівень його обґрунтованості і достовірності. Обрана тема дисертаційного дослідження підтверджується практичним результатом та впровадженням наукових досягнень при виконанні реальних досліджень, пов'язаних з застосуванням елементів VR у навчальному процесі з визначенням основних оцінок ефективності результатів процесу навчання.

Наукова новизна одержаних результатів.

Ознайомлення зі змістом дисертації та основними публікаціями дозволяє визнати, що мету дослідження досягнуто. Це знайшло відображення в основних положеннях роботи, які сформульовані автором особисто і характеризуються певною науковою новизною. Зокрема, автором:

1. Представлена модель взаємодії людини з комп'ютером для систем віртуальної реальності;
2. Визначений метод оцінки ефективності застосування VR-симуляцій у бізнес-процесах, який дає змогу кількісно визначити показники ефективності застосування VR-технології: час виконання завдань, рівні помилок, задоволеності та сприйняття користувачем VR-середовища, і дає змогу виявити показники для оптимізації організаційних робочих процесів та процесів прийняття рішень;

3. Представлено метод оптимізації користувацького досвіду у VR-середовищі, який за рахунок використання методів аналітики даних та машинного навчання, пропонує новий підхід до збору та аналізу даних про поведінку користувачів у VR-середовищі та забезпечує накопичення VR-досвіду;

4. Представлено інформаційну технологію формування бізнес-процесів в освітньому просторі, яка за рахунок розроблених і вдосконалених моделей та методів, забезпечує підвищення ефективності впровадження VR-систем в освітнє та бізнес середовище.

Практичне значення отриманих результатів.

Практична цінність дисертації полягає в тому, що отримані результати є комплексним внеском у розроблення та застосування передової інформаційної технології для впровадження систем віртуальної реальності в освітній простір. Розроблені програмні модулі надають потенційним користувачам прикладний інструментарій для наочного розуміння складних бізнес-процесів освітнього середовища з використанням інтерактивних візуалізацій із ефектом занурення.

Повнота викладення основних результатів дисертації в опублікованих працях.

Основні результати дослідження викладені в **чотирьох** статтях, які опубліковано у наукових фахових виданнях України категорії «Б» (з них дві – одноосібно), в **одній** статті періодичного наукового видання з рівнем квартиля **Q4**, проіндексованому у наукометричній базі *Scopus* та в **шесті** матеріалах наукових конференцій, дві із яких тези, проіндексовані у наукометричній базі *Scopus*. Публікації здобувача відповідають вимогам, встановленим «Порядком присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» затвердженим постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року.

Зміст дисертації

Дисертація складається із анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків до розділів, основних висновків, списку використаної літератури та додатків.

Анотація в повній мірі розкриває зміст дисертації, а основні положення, наведені в анотації, ідентичні основним положенням дисертаційної роботи.

У вступі дисертації зроблено обґрунтування актуальності проведеного дослідження, чітко визначено його мету та завдання. Також у вступі окреслено наукову новизну роботи та її практичне значення.

У першому розділі здійснено огляд наявних інформаційних технологій і систем віртуальної реальності та ступінь їхньої інтеграції в бізнес-процеси освітньої галузі. Автор зробив ґрунтовний аналіз наукових праць вчених з теорії прийняття технологій та застосування існуючих моделей прийняття технологій до систем віртуальної реальності. Також окреслені ключові невіршені проблемні задачі та сформовані дослідницькі цілі наступних розділів.

У другому розділі представлено авторську розробку нової інформаційної технології для інтеграції віртуальної реальності бізнес-процеси освітньої галузі, яка базується на концептуальній моделі VR-BPMN (англ. Business Process Model and Notation, модель та нотація бізнес-процесів в віртуальній реальності). Існуюча модель вдосконалена рахунок специфічних для віртуальної реальності факторів, формалізація яких надана в аналітичному вигляді. Представлено модель взаємодії людини з комп'ютером для систем віртуальної реальності, яка інтегрує технології обробки природної мови та розпізнавання жестів. Запропоновано модель передових факторів, що впливають на сприйняття технології віртуальної реальності для формування бізнес-процесів в освітньому просторі.

Третій розділ присвячений методам оцінки та оптимізації впровадження технології віртуальної реальності в освітнє середовище. Удосконалено метод моделювання структурними рівняннями для оцінки сприйняття віртуальної реальності, розроблено метод оцінки ефективності VR-симуляцій у бізнес-процесах, запропоновано метод оптимізації користувацького досвіду у VR-середовищі, отримав подальший розвиток метод інтеграції обробки природної мови і розпізнавання жестів в VR інтерфейси

Четвертий розділ є присвячено практичній апробації отриманих наукових результатів та валідації розробленої інформаційної технології, представляючи комплексний підхід до інтеграції віртуальної реальності в бізнес та освітній контекст. Розроблено стратегію оцінки ефективності та розвитку систем віртуальної реальності в бізнес- та освітньому контекстах.

У висновках перелічені отримані наукові результати, які повністю відповідають меті та задачам дисертації.

Дискусійні положення та зауваження.

Не зважаючи на загальну високу оцінку дисертації Тао Лі, вважаю за доцільне висловити зауваження та проаналізувати дискусійні положення щодо вирішення досліджуваної проблеми:

- в роботі не має представлення впровадження технології VR з позиції навчального процесу саме як бізнес-процесу;
- в роботі недостатньо повно надано опис удосконалень методу моделювання структурними рівняннями оцінки сприйняття віртуальної реальності, що дещо ускладнює розуміння, за рахунок яких складових виконується оптимізація користувацького досвіду у віртуальному середовищі;
- дисертаційне дослідження мало б більшу цінність, якби автор представив результати досліджень більш послідовно, спираючись на поставлені цілі та задачі.

Висновок щодо відповідності дисертації встановленим нормам.

Незважаючи на вказані зауваження та з огляду на наукову новизну та актуальність отриманих науково-практичних результатів вважаю, що дисертаційне дослідження Тао Лі на тему *«Інформаційна технологія формування бізнес-процесів на основі віртуальної реальності в освітньому просторі»* є самостійним і завершеним науковим дослідженням, яке за актуальністю і змістом, обсягом та якістю оформлення, повнотою викладу і новизною основних результатів у публікаціях відповідає паспорту спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» для третього рівня освіти, а її автор заслуговує присвоєння наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Рецензент,

Кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри інформаційних технологій

Київського національного університету

будівництва і архітектури

Олена ГОРДА

Підпис доц. Горди О. засвідчую:

Секретар Вищої ради КНУБА

М.О. Килименко

