

## Рішення разової спеціалізованої вченої ради ДФ 39.122

### про присудження ступеня доктора філософії

Здобувач ступеня доктора філософії **Тао Лі**, 1984 року народження, громадянин Китайської народної республіки, освіта вища у 2008 році закінчив Сільськогосподарський Університет Цзилінь, у 2011 році отримав ступінь магістра за спеціальністю «Комп'ютерні технології», виконала акредитовану освітньо-наукову програму «Комп'ютерні науки».

Разова спеціалізована вчена рада, утворена наказом Київського національного університету будівництва і архітектури Міністерства освіти та науки України, м. Київ від № 438 від 11.12.2024 у складі:

Голови спеціалізованої  
вченої ради ДФ 39.122

Веренич Олена Володимирівна, доктор технічних наук, професор, професор кафедри управління проектами Київського національного університету будівництва і архітектури

Рецензентів

Горда Олена Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій Київського національного університету будівництва і архітектури

Рябчун Юлія Володимирівна, доктор філософії, доцент кафедри інформаційних технологій, Київського національного університету будівництва і архітектури

Офіційних опонентів

Гнатушенко Володимир Володимирович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії Національного технічного університету «Дніпровська політехніка»

Олійник Андрій Олександрович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри програмних засобів Національного університету «Запорізька політехніка»

на засіданні «05» лютого 2025 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» Тао Лі, на підставі публічного захисту дисертації «Інформаційна технологія формування бізнес-процесів на основі віртуальної реальності в освітньому просторі» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Науковий керівник Гончаренко Тетяна Андріївна, доктор технічних наук за спеціальністю 05.13.06 «Інформаційні технології», доцент, завідувачка кафедри інформаційних технологій Київського національного університету будівництва і архітектури.

Дисертацію виконано на кафедрі інформаційних технологій у Київському національному університеті будівництва і архітектури.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису. Дисертація виконана англійською мовою. Вимоги щодо оформлення дисертації, встановлені Наказом МОН України від 12.01.2017 №40, виконані.

Дисертація є актуальною і завершеною кваліфікаційною науковою працею, виконаною особисто автором.

У дисертації одержані такі наукові результати.

***вперше розроблено:***

– модель взаємодії людини з комп'ютером для систем віртуальної реальності, яка дає змогу збільшити швидкість реакції системи на дії користувача, уможливорює зменшення помилок інтерпретації команд, підвищує точність розпізнавання з часом завдяки адаптивному навчанню і демонструє свій потенціал для формування користувацького досвіду у середовищі віртуальної реальності;

– метод оцінки ефективності застосування симуляцій віртуальної реальності у бізнес-процесах, який дає змогу кількісно визначити показники ефективності застосування технології віртуальної реальності і виявити показники для оптимізації організаційних робочих процесів та процесів прийняття рішень;

- метод оптимізації користувацького досвіду у середовищі віртуальної реальності, який базується на методах аналітики даних і машинного навчання і забезпечує накопичення VR-досвіду;
- інформаційну технологію формування бізнес-процесів в освітньому просторі, яка за рахунок розроблених і вдосконалених моделей та методів, забезпечує підвищення ефективності впровадження систем віртуальної реальності в діяльність організацій, які надають освітній контент.

***удосконалено:***

- модель прийняття технологій, яка забезпечує аналітичний базис для прогнозування результатів впровадження технології віртуальної реальності;
- метод моделювання структурними рівняннями для оцінки сприйняття віртуальної реальності, який дає змогу встановити та кількісно визначити міру взаємозв'язків між ключовими конструктами;

***отримали подальший розвиток:***

- модель факторів сприйняття технології віртуальної реальності, яка є основою для вдосконалення методу моделювання структурними рівняннями;
- метод інтеграції обробки природної мови і розпізнавання жестів у інтерфейсах віртуальної реальності, який забезпечує візуалізацію складних бізнес-процесів за рахунок мультимодального підходу.

За результатами досліджень опубліковано *11 наукових праць*: 4 фахові статті категорії В (з них 2 одноосібно), 3 Scopus (2 конференції і 1 робота в Q4), 4 тез конференцій з апробацією (з них 1 одноосібно).

1. Tsiutsiura, M., Tsiutsiura, S., Kryvoruchko, O., & Tao, L. (2022). The Method of harmonizing decision of the divergent methodology of the development of higher education institutions. *Management of Development of Complex Systems*, 50, 85 – 92. DOI: 10.32347/2412-9933.2022.50.85-92 [category «B», Index Copernicus] [https://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-50/85-92\\_0.pdf](https://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-50/85-92_0.pdf)

*Особистий внесок здобувача полягає в розробленні методу оцінки ефективності застосування VR-симуляцій для формування бізнес-процесів освітніх закладів.*

2. Tao, L. (2023). Evaluating the Effectiveness of VR Simulations in Business Process Formation. *Management of Development of Complex Systems*, 56, 97 – 104. DOI: 10.32347/2412-9933.2023.56.97-104 [category «B», Index Copernicus] <http://mdcs.knuba.edu.ua/article/view/299711>

3. Tao, L. (2024). Human-computer interaction in virtual reality environments for educational and business purposes. *Management of Development of Complex Systems*, 57, 112 – 117. DOI: 10.32347/2412-9933.2024.57.112-117 [category «B», Index Copernicus] <http://mdcs.knuba.edu.ua/article/view/301837>

4. Tao, L., Honcharenko, T. (2024). Integrating advanced human-computer interaction and machine learning models for optimizing VR systems in educational and business applications. *Bulletin of the National Technical University «KhPI» A series of “Information and Modeling”*, 1 – 2 (11 – 12), 105 – 120. DOI: 10.20998/2411-0558.2024.01.09 [category «B», Index Copernicus]

*Особистий внесок здобувача полягає в розробленні моделі взаємодії людини з комп'ютером та методу інтеграції обробки природної мови і розпізнавання жестів для систем віртуальної реальності.*

5. Tsiutsiura, M., Kostyshyna, N., Yerukaiev, A., Danylyshyn, S., Honcharenko, Y., & Tao, L. (2022). Research of Housing Comfort Using Linguistic Variables. 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), 1 – 5. DOI: 10.1109/SIST54437.2022.9945736 [*Scopus*].

*Особистий внесок здобувача полягає в розробці моделі факторів сприйняття технології віртуальної реальності, яка враховує структуру взаємодії технологічних, організаційних і людських факторів на основі лінгвістичних змінних.*

6. Levytskyi, V., Tsiutsiura, M., Yerukaiev, A., Rusan, N., & Li, T. (2023). The Working Principle of Artificial Intelligence in Video Games. 2023 IEEE International

Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), 246 – 250. DOI: 10.1109/SIST58284.2023.10223491 [*Scopus*].

*Особистий внесок здобувача полягає у дослідженні сучасних підходів та принципів роботи штучного інтелекту у відеоіграх в інтерактивних цифрових середовищах.*

7. Tao, L., Dolhopolov, S., & Honcharenko, T. (2024). Strategizing VR Integration in Business and Education: Extending the Technology Acceptance Model through Project Management Perspectives. *International Workshop IT Project Management*, Vol. 3709, 250 – 263 [*Scopus*, Q4, ISSN 1613-0073].

*Особистий внесок здобувача полягає в розробленні моделі прийняття технологій для VR систем, що забезпечує аналітичний базис для прогнозування результатів впровадження VR технологій.*

8. Tsiutsiura, M., Dolhopolov, S., & Tao, L. (2021). Audio-visual assistant for learning foreign languages using machine learning technology. Eighth international scientific-practical conference “Management of the development of technologies”, 15 – 16.

*Особистий внесок здобувача полягає в дослідженні можливості використання технологій машинного навчання та впровадження систем штучного інтелекту в діяльність освітніх організацій.*

9. Tao, L., Kopcha, O., & Lukeniv, D. (2022). Using the REST API to create and receive information. Ninth international scientific-practical conference “Management of the development of technologies”.

*Особистий внесок здобувача полягає в апробації інформаційної технології на основі системи віртуальної реальності для розробки програмних додатків на основі REST API*

10. Tsiutsiura, M., Nechyporenko, D., & Tao, L. (2023). Development of automatic “clever refrigerator” technology with the help of “AI – system product control” artificial intelligence. Tenth international scientific-practical conference “Management of the development of technologies”, 12 – 14.

*Особистий внесок здобувача полягає в розробці методу оцінки ефективності застосування VR-симуляцій у бізнес-процесах.*

11. Tao, L. (2023). Enhancing Learning Through Immersive Virtual Reality (VR) Technologies in Education. BMC-2023 – International Scientific-Practical Conference of young scientists “Build-Master-Class-2023”, 425 – 426.

У дискусії взяли участь присутні на захисті члени разової спеціалізованої вченої ради:

- **Веренич Олена Володимирівна**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри управління проектами Київського національного університету будівництва і архітектури. Оцінка позитивна без зауважень.

- **Горда Олена Володимирівна**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій Київського національного університету будівництва і архітектури. Оцінка позитивна з зауваженнями:

1) в роботі не має представлення впровадження технології VR з позиції навчального процесу саме як бізнес-процесу;

2) 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;

3) дисертаційне дослідження мало б більшу цінність, якби автор представив результати досліджень більш послідовно, спираючись на поставлені цілі та задачі.

- **Рябчун Юлія Володимирівна**, доктор філософії, доцент кафедри інформаційних технологій, Київського національного університету будівництва і архітектури. Оцінка позитивна з зауваженнями:

1) на мою думку, автору доцільно б здійснити більш широке дослідження можливостей і варіантів використання імерсивних технологій (наприклад, для симуляції або як навчальний тренажер) при виявлених обмеженнях та викликах у застосуванні систем віртуальної реальності для освітніх бізнес-процесів;

2) вважаю, що розроблена автором модель взаємодії людини з комп'ютером для систем віртуальної реальності для ефективного функціонування системи має враховувати вимоги до апаратного забезпечення та мережевої інфраструктури, які мають значний вплив на швидкість реакції системи на дії користувача у віртуальному середовищі;

3) в роботі не наведено аналітичний опис механізму інтеграції методів обробки природної мови та розпізнавання жестів, який автор запропонував для підвищення ефективності взаємодії користувачів у віртуальному середовищі. Вважаю, що опис процесу інтеграції в аналітичній формі надав би змогу поширити розроблену інформаційну технологію для використання в інших сферах (в медичній, виробничій тощо).

- **Гнатушенко Володимир Володимирович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії Національного технічного університету «Дніпровська політехніка». Оцінка позивна з зауваженнями:

1) у дисертації автором недостатньо обґрунтовано вибір архітектури нейронної мережі для обробки природної мови та розпізнавання жестів у VR середовищі. В роботі представлено лише один варіант архітектури без порівняльного аналізу з іншими можливими підходами, такими як трансформери чи гібридні архітектури. Автору доцільно було б провести експериментальне порівняння різних архітектур та обґрунтувати оптимальність обраного рішення.

2) в розділі 2.2, присвяченому розробці моделі прийняття технологій для VR систем, автором недостатньо уваги приділено аналізу впливу культурних та соціальних факторів на прийняття VR технологій в освітньому середовищі. Враховуючи глобальний характер сучасної освіти, такий аналіз міг би надати важливі «insights» для впровадження розробленої інформаційної технології в різних культурних контекстах.

3) методика оцінки ефективності VR-симуляцій, представлена в третьому розділі, базується на відносно невеликій вибірці користувачів ( $n < 50$ ). Це ставить під сумнів статистичну значущість отриманих результатів та їх генералізованість

на більш широку популяцію. Автору доцільно було б провести додаткові експерименти з більшою кількістю учасників та різними демографічними групами.

4) у четвертому розділі при описі практичної реалізації інформаційної технології автором недостатньо детально розглянуто питання масштабованості системи та її поведінки під навантаженням. Відсутні результати стрес-тестування системи та аналіз її продуктивності при одночасній роботі великої кількості користувачів. Також не визначені чіткі вимоги до апаратного забезпечення для оптимальної роботи системи.

5) в роботі недостатньо уваги приділено питанням безпеки та захисту персональних даних користувачів у VR-середовищі. Враховуючи зростаючу важливість кібербезпеки в освітніх бізнес-процесах, варто було б розробити комплексні рекомендації щодо захисту даних та забезпечення конфіденційності користувачів при використанні розробленої інформаційної технології.

- **Олійник Андрій Олександрович**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри програмних засобів Національного університету «Запорізька політехніка». Оцінка позивна з зауваженнями:

1) у першому розділі автор детально аналізує існуючі системи віртуальної реальності та їх застосування в освіті, проте недостатньо уваги приділено аналізу потенційних ризиків та обмежень використання VR-технологій в освітньому процесі, зокрема питанням психологічного впливу тривалого перебування у віртуальному середовищі на здобувачів.

2) запропонована в розділі 2.2 модель взаємодії людини з комп'ютером для систем віртуальної реальності могла б бути більш детально формалізована математично. Варто було б глибше описати математичний апарат, що лежить в основі алгоритмів розпізнавання природної мови та жестів.

3) у третьому розділі при описі методу оцінювання ефективності VR симуляцій недостатньо обґрунтовано вибір метрик та критеріїв оцінювання. Зокрема, не пояснено, чому обрано саме такий набір показників і як вони



корелюють між собою. Також відсутній аналіз статистичної значущості отриманих результатів.

4) в розділі 4 представлена архітектура інформаційної системи потребує більшої деталізації на рівні окремих компонентів та їх взаємодії. Варто було б включити діаграми послідовності та розгортання, які б краще ілюстрували динамічні аспекти роботи системи.

5) у роботі недостатньо висвітлено питання масштабованості розробленої інформаційної технології та її адаптації до різних освітніх контекстів. Відсутній детальний аналіз вимог до апаратного забезпечення та мережевої інфраструктури для ефективного функціонування системи.

#### СПЕЦІАЛІЗОВАНА ВЧЕНА РАДА КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ:

1. Дисертація Тао Лі на тему *«Інформаційна технологія формування бізнес-процесів на основі віртуальної реальності в освітньому просторі»*, що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки є завершеним самостійним науковим дослідженням і відповідає вимогам «Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах)» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 р. № 261; «Порядку присудження доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» затвердженого постановою Кабінет Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44.
2. Присудити Тао Лі ступінь доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.
3. Рішення разової спеціалізованої вченої ради затвердити і передати до Відділу аспірантури і докторантури.
4. Відділу аспірантури і докторантури підготувати Наказ про видачу Тао Лі диплома доктора філософії та додатка до нього європейського зразка.

Результати відкритого голосування:


«За» 5 членів ради,

«Проти» немає членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує Тао Лі ступінь доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової спеціалізованої  
вченої ради



(підпис)

**Олена ВЕРЕНИЧ**

*Підпис д.т.н., професора Веренич О.В.*

*засвідчую*

*Вчений секретар Вченої ради КНУБА*



*Микола Клименко*