

Буров Олександр Юрійович
д.т.н., ст. дослідник
провідний науковий співробітник
Інститут цифровізації освіти НАПН України
Київ, Україна

Конвергенція імерсивних технологій та ШІ: від органів чуття до когнітивних процесів

Постановка проблеми. Як зазначено в матеріалах ОЕСР [1, с.7], імерсивні технології пропонують нові способи взаємодії з інформацією та навколишнім середовищем, залучаючи наші органи чуття. Різні підмножини імерсивних технологій можуть покращити або повністю замінити наше оточення цифровими елементами. Доповнена та змішана реальність додають цифрові шари до налаштувань реального світу, тоді як віртуальна реальність створює повністю цифрові простори для віддаленої діяльності. Просторові обчислення розширюють взаємодію за межі двовимірних екранів до тривимірних просторів. Імерсивний досвід може використовувати такі пристрої, як датчики та тактильні пристрої, для з'єднання реального та віртуального світів, дозволяючи передавати дані в обох напрямках [2].

Очікується, що захоплюючі технології принесуть численні переваги, створивши нові економічні можливості та розширивши наявні, а також допоможуть у боротьбі з низкою суспільних проблем, наприклад таких, як соціалізація у цифровому просторі [3]. Однак вони також становлять ризики для безпеки [4] і здоров'я [5] людини в цифровому просторі, а також цінностей, орієнтованих на людину, наприклад, щодо збору даних і конфіденційності, стеження, поширення дезінформації та кіберзлочинності. Деякі пристрої з ефектом занурення можуть збирати безпрецедентні обсяги даних, які включають біометричну та особисту інформацію про користувача та навіть перехожих.

Мета роботи: проаналізувати останні світові тенденції використання імерсивних технологій, зокрема розширеної реальності та штучного інтелекту, враховуючи їх зростаючу роль і можливості, особливо в навчальній діяльності.

Виклад основного матеріалу.

У наведеному вище робочому документі ОЕСР підкреслюється можливість на державному рівні розробити політичні підходи, що посилять переваги, які пропонують технології занурення [1]. Наприклад, підтримувати доступ студентів до імерсивних пристроїв, полегшуючи доступ до якісної освіти для студентів з обмеженими можливостями, які

знаходяться у віддалених районах або не мають можливостей для особистого спільного навчання; запровадити чіткі правила для збору та обробки даних, пов'язаних із охороною здоров'я, за допомогою цих технологій, спрощуючи їх впровадження в фізіотерапевтичних і психіатричних центрах; координувати між собою міжнародні стандарти, політику даних і заходи, спрямовані на підтримку конкуренції, щоб сприяти появі міцного глобального ринку для продуктів.

У той же час, відмічається, що уряди стикаються з низкою ризиків і політичних проблем, пов'язаних із розробкою та використанням імерсивних технологій. Наприклад, вони стикаються з питаннями щодо безпечної обробки та зберігання даних, які збирають імерсивні пристрої під час їх нормального функціонування, у тому числі в соціальних імерсивних середовищах [6]. Конвергенція імерсивних технологій зі штучним інтелектом створює ризики упереджених або оманливих взаємодій, наприклад, у віртуальних світах. Непомітне введення в оману/дезінформації в цьому контексті може мати наслідки, що виходять за рамки індивідуального впливу, і завдати шкоди. Нерівний доступ до самої технології з таких причин, як вартість або недостатня інфраструктура підключення, може посилити соціальну нерівність і цифровий розрив.

Сучасний погляд на імерсивні технології.

Імерсивні технології – це набір нових технологій, які доповнюють або навіть замінюють реальний світ, впливаючи на сприйняття людини [1, с.8]. Хоча історично ці технології переважно були націлені на візуальні стимули, вони все частіше включають звук, тактильні дії (зворотний зв'язок дотику) або включення інших органів чуття. Їх початкове використання з'явилося з розвитком комп'ютерної графіки в середині та наприкінці ХХ століття, яка експериментально проектувалась у гарнітуру; у наш час ширший набір імерсивних технологій залишається на ранній стадії впровадження через вартість, доступність та реальні та уявні обмеження їх застосування, серед інших факторів. Як відмічали учасники форуму, «нещодавній стрімкий розвиток передових технологій, зокрема штучного інтелекту (ШІ) та наднадійного підключення з низькою затримкою, підігріває зростаючий інтерес до них, оскільки подальший прогрес у захоплюючих технологіях стає легше передбачити» [1, с. 7].

Як показали дискусії експертів фокус-групи OECD Global Forum on Technology (GFTech) і дослідження відповідної літератури, визначення конкретних імерсивних технологій є постійним процесом [7]. Не тільки загальна термінологія змінилася з перших таксономій у 1990-х роках [2], але ні галузь, ні академічні кола не зупинилися на фіксованих визначеннях, а відповідна термінологія продовжує змінюватися разом з розвитком самої технології. Крім того, межі між різними технологіями занурення можуть накладатися одна на одну. Визначення, використане ОЕСР, стверджує, що «технології занурення спрямовані на створення цифрового досвіду, який є

більш інтерактивним, привабливим і реалістичним, з більшим ступенем сенсорного занурення та просторової взаємодії порівняно з іншими онлайн-досвідами» [7].

Щороку з'являються нові ресурси імерсивних технологій, які розширюють можливості освітнього процесу [8]. Нові технології віртуальної реальності дозволяють навчатися за сценаріями занурення, що особливо добре при дистанційному навчанні, зокрема вдома [9]. Однак не всі тренінги імерсивної віртуальної реальності (iVR) включають системи навчання, що підтримують складні, реалістичні практичні завдання [10], які ведуть до продукту або дозволяють отримати знання та життєві навички, як-от проектне навчання, а відповідно заохочують до їх використання. Незважаючи на те, що на часі доступно багато програм iVR, які підтримують управління проектами, особливі властивості цих програм, які призводять до наміру використовувати (і, отже, навички, що покращують життя), ще не виявлені, як вважає автор [11].

Конвергенція з ШІ.

Другою принциповою особливістю імерсивних технологій на часі є прискорена конвергенція імерсивних технологій та штучного інтелекту. У статті [12] представлено принципи та практичні вказівки щодо того, як менеджери можуть досягти успіху у розвитку загального інтелекту своїх організацій, використовуючи взаємодоповнюючі сильні сторони людини та штучного інтелекту. Організаційний інтелект — це здатність колективів розумних людей і цифрових акторів вирішувати проблеми та адаптуватися. Досліджено шість принципів співпраці людини та штучного інтелекту в організаціях — додавання, релевантність, заміна, різноманітність, співпраця та пояснення — і обговорюється, як вони діють у провідних організаціях.

У свою чергу, ці принципи доцільно використовувати також у проектуванні взаємодії людини з імерсивним середовищем в умовах його спільної діяльності з ШІ. Водночас, слід враховувати, що учасники Форуму GFTech зазначали, що через широке використання ШІ будуть неминучі ризики, оскільки штучний інтелект буде критично важливим для розкриття багатьох потенційних можливостей, які відкривають технології занурення. Зокрема, VR і віртуальні світи значною мірою стають практичними завдяки економному застосуванню штучного інтелекту для створення як фонового середовища (2D і 3D-зображень), так і, все частіше, тексту та відео. Неігрові аватари або неігрові персонажі стали значно реалістичнішими за допомогою генеративного штучного інтелекту, який може адаптувати свої реакції до людей-користувачів у режимі реального часу [13]. У віртуальних світах, які історично страждають від серйозної нестачі фахівців із цифрової безпеки, штучний інтелект також може заповнити деякі прогалини з точки зору модерації вмісту та інших заходів, пов'язаних із безпекою.

Експерти фокус-групи GFTech назвали інтеграцію штучного інтелекту центральною для персоналізації захоплюючого досвіду, особливо з огляду на те, скільки даних буде зібрано та потребуватиме обробки за допомогою цих технологій. Наприклад, освітні програми можуть взаємодіяти з помічниками вчителя на основі штучного інтелекту, щоб надавати користувачам миттєвий зворотний зв'язок і адаптувати вміст відповідно до їхніх моделей навчання, підвищуючи ефективність, з якою вони отримують нові навички та знання. ШІ також може полегшити доступ до вмісту або взаємодію з іншими користувачами різними мовами. Персоналізований досвід може навіть сприяти інклюзивності завдяки функціям розпізнавання жестів, налаштованим для людей з різними можливостями.

Зростаюче використання технологій штучного інтелекту (ШІ), Metaverse та блокчейн вплинуло на можливості в багатьох галузях [13]. Тепер вони почали надавати можливості для автоматизованого надання розуміння та розширення можливостей під час навчання бізнес-лідерів і персоналу. У цій статті обговорюється ризик того, що коли такі технології стають розумнішими, люди можуть відмовитися від своїх здібностей мислення, особливо пов'язаних із творчим вирішенням проблем, на користь машинному інтелекту. Автор закликає запобігати зниженню когнітивних здібностей у людей, оскільки машини стають розумнішими.

Шлях до цього можна прокласти через використання підходів Індустрії 5.0, П'ятої промислової революції (5IR), які зосереджуються на гармонізації людського та машинного інтелекту, гарантуючи, що люди можуть робити машини розумнішими, а машинний інтелект, у свою чергу, може сприяти розвитку людської свідомості. Тренери-практики, щоб перевірити свою практику в майбутньому, повинні переконатися, що вони втілюють мислення, техніки та технології 5IR. Дисципліну коучингу, придатну для практики в середовищах і контекстах 5IR, автор назвав «Коучинг 5.0» [14]. У цьому документі розглядаються компоненти Коучингу 5.0 і те, як вони можуть бути прийняті коучами, щоб переконатися, що майбутнє буде стійким, проникливим і розширює можливості для їх практики та для їхніх клієнтів.

Зазначені тенденції останніх років щодо навчання в синтетичному середовищі важливо підкріплювати також впровадженням нових наукових розробок з питань безпеки та ергономічності освітніх ресурсів [15].

Висновки та перспективи подальших розробок.

Визначення та розуміння імерсивних технологій та їх видів змінюються протягом останніх двадцяти років їх активного використання, проте ще не привело до їх масового включення у навчальний процес. Використання штучного інтелекту в освітній практиці відбувається більш швидкими темпами, сприяючи конвергенції імерсивних і ШІ технологій.

Подальші дослідження з питань цієї конвергенції мають вагому перспективу як у теоретичному, так і практичному аспектах, враховуючи цифрову трансформацію освітнього навчального середовища [16].

Список використаних джерел

1. An immersive technologies policy primer. (2025, March). *OECD Digital Economy Papers*. https://www.oecd.org/en/publications/an-immersive-technologies-policy-primer_cf39863d-en.html
2. Milgram, P. & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *EICE Transactions on Information and Systems*, Vol. E77-D/12, 1321-1329.
3. Kyriltsias, C. & Michael-Grigoriou, D. (2022). Social Interaction With Agents and Avatars in Immersive Virtual Environments: A Survey. *Front. Virtual Real.* 2:786665. <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.786665>
4. Burov, O., & Tsarik, O. (2012). Educational workload and its psychophysiological impact on student organism. *Work*, 41(Supplement 1), 896-899.
5. Soyka, F., Nickel, P., Rebelo, F., Lux, A., & Grabowski, A. (2025). Editorial: Use of AR/MR/VR in the context of occupational safety and health. *Front. Virtual Real.* 6:1528804. <https://doi.org/10.3389/frvir.2025.1528804>
6. Son, G., Tiemann, A., & Rubo, R. (2025). I Am Here With You: An Examination of Factors Relating to Social Presence in Social VR. *Front. Virtual Real.* Volume 6. <https://doi.org/10.3389/frvir.2025.1558233>
7. OECD Global Forum on Technology. (2024). Immersive Technologies Briefing Document. <https://www.oecd.org/en/networks/global-forum-on-technology.html>
8. Johns, S. 25 Incredible VR Apps for Education: Unlocking the Wonders of Nature and Encouraging Conservation for Future Generations. *Science and Literacy*. <https://scienceandliteracy.org/vr-apps-for-education/>
9. Lytvynova, S. H. & Soroko, N. V. (2023). Interaction in an educational environment with virtual and augmented reality. *Inf. Tech. and Learn Tools*, vol. 98, no. 6, 13–30.
10. Burov, O. & Pinchuk, O. (2022). Extended Reality in Digital Learning: Influence, Opportunities and Risks' Mitigation. *6th International Workshop on Professional Retraining and Life-Long Learning using ICT: Person-Oriented Approach, 3L-Person (2021, 1 October)*. Kherson. Vol. 3104, 119–128. <http://ceur-ws.org/Vol-3104/paper187.pdf>
11. Travaglini, A., Brand, E., Meier, P., & Christ, O. (2023). Job relevance or perceived usefulness? What features of immersive virtual reality software predict intention to use in a future project-based-learning scenario: a

mixed method approach. *Front. Virtual Real.* 4:1286877. <https://doi.org/10.3389/frvir.2023.1286877>

12. Kolbjørnsrud, V. (2024). Designing the intelligent organization: six principles for human-AI collaboration. *Calif. Manag. Rev.* 66 (2), 44–64. <https://doi.org/10.1177/00081256231211020>

13. Brandon, B. (2024, April 4). The AI Revolution: A New Era of Collaboration in Learning Development. *The Learning Guild*. <https://www.learningguild.com/articles/the-ai-revolution-a-new-era-of-collaboration-in-learning-development-/>

14. Rasool, J. (2025). Coaching 5.0, coaching for the fifth industrial revolution. *Front. Virtual Real.* 5:1474053. <https://doi.org/10.3389/frvir.2024.1474053>

15. Pinchuk, O. *et al.* (2020). VR in Education: Ergonomic Features and Cybersickness. In: *Nazir, S., Ahram, T., Karwowski, W. (eds) Advances in Human Factors in Training, Education, and Learning Sciences. AHFE 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1211. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50896-8_50

16. Спірін, О. М. & Пінчук, О. П. (2023). Цифрова трансформація освітніх середовищ: основні напрями та завдання науково-педагогічних досліджень. *Інноваційні трансформації в сучасній освіті: виклики, реалії, стратегії* : зб. матер. V Всеукр. відкр. наук.-практ. онлайн-форуму, Київ, 20 вер. 2023 р. Національний центр «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, с. 187-190.