

УДК 37.091.3-05:004.956

[https://doi.org/10.52058/2786-6165-2024-2\(20\)-800-813](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2024-2(20)-800-813)

Козяк Микола Миколайович доктор педагогічних наук, професор, кафедра теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, <https://orcid.org/0000-0002-1074-886X>

Крамаренко Ірина Сергіївна кандидат педагогічних наук, начальник відділу наукового дослідження та впровадження засобів навчання в безпечний освітній простір, Державна наукова установа «Інститут модернізації змісту освіти», м. Київ, старший науковий співробітник, відділ біологічної, хімічної та фізичної освіти, Інститут педагогіки Національної академії педагогічних наук України, м. Київ, <https://orcid.org/0000-0002-4692-2778>

Єфімов Дмитро Володимирович кандидат педагогічних наук, доцент кафедри педагогіки та методики викладання, факультет романо-германських мов, Горлівській інститут іноземних мов Державного вищого навчального закладу «Донбаський державний педагогічний університет», м. Дніпро, <https://orcid.org/0000-0001-6317-5287>

МЕТОДОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ІНДИВІДУАЛІЗОВАНОМУ НАВЧАННІ

Анотація. У світі стрімко впроваджуються інноваційні технології у закладах освіти. До них належать технології віртуальної та доповненої реальності. Вони слугують новітнім підходом до викладу та засвоєння матеріалу здобувачами освіти. Стаття досліджує перспективи застосування технології віртуальної реальності (virtual reality, VR) в контексті освіти з акцентом на індивідуалізоване навчання. В роботі обговорюються методологічні виклики, що виникають у процесі впровадження VR в освітній процес, такі як педагогічна стратегія, дизайн навчального контенту та оцінювання успішності. Мета статті полягає в обґрунтуванні можливостей і подальших перспектив застосування технології віртуальної реальності в освітньому процесі закладів освіти України. Було визначено доцільність використання цієї технології, розглянуто найпоширеніші та найдоступніші додатки, що



ґрунтуються на VR, проаналізовано доречність їх впровадження в освітній процес. Було виявлено й охарактеризовано основні переваги застосування методів віртуальної реальності та технічне забезпечення, що необхідне для їх впровадження. В дослідженні також висвітлено можливості, які віртуальна реальність відкриває для індивідуалізації навчання, включаючи створення інтерактивних сценаріїв, персоналізованих завдань та посилення мотивації і зацікавленості здобувачів освіти. Результати дослідження сприяють кращому розумінню впливу технології VR на освітній процес та визначають стратегії для успішного впровадження цієї технології в індивідуалізованому навчанні.

Позитивними аспектами використання віртуальної реальності в освітньому процесі було визначено: значно краще засвоєння матеріалу, збільшення зацікавленості здобувачів, створення найбільш реалістичних умов для вирішення різноманітних задач.

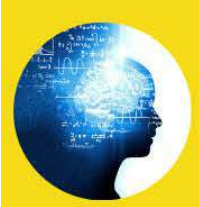
Потенціал віртуальної реальності як інструмент для персоналізації та оптимізації освітнього процесу величезний, а також необхідний для подальших досліджень та максимального використання цієї технології у сфері освіти.

Ключові слова: інноваційні технології, освітній процес, здобувачі освіти, трансформація навчальних програм, віртуальна реальність.

Koziar Mykola Mykolaiovych Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Department of Theoretical Mechanics, Engineering Graphics and Mechanical Engineering, National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, <https://orcid.org/0000-0002-1074-886X>

Kramarenko Iryna Serhiivna PhD in Pedagogy, Head of the Department of Scientific Research and Implementation of Learning Tools in Safe Educational Space, State Scientific Institution "Institute for Modernization of Education Content", Kyiv, Ukraine, Senior Researcher, Department of Biological, Chemical and Physical Education, Institute of Pedagogy, National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, Kyiv, <https://orcid.org/0000-0002-4692-2778>

Yefimov Dmytro Volodymyrovych PhD in Pedagogy, Associate Professor, Department of Pedagogy and Teaching Methods, Faculty of Romance and Germanic Languages, Horlivka Institute of Foreign Languages, State Higher Educational Institution "Donbas State Pedagogical University", Dnipro, <https://orcid.org/0000-0001-6317-5287>



METHODOLOGICAL CHALLENGES AND POSSIBILITIES OF VIRTUAL REALITY IMPLEMENTATION IN INDIVIDUALIZED LEARNING

Abstract. Innovative technologies are rapidly being implemented in educational institutions around the world. These include virtual and augmented reality technologies. They serve as a new approach to students' presentation and assimilation of the material. This article explores the prospects of using virtual reality (VR) technology in education, emphasizing individualized learning. The article discusses the methodological challenges in implementing VR in the educational process, such as pedagogical strategy, educational content design, and success assessment. The article aims to substantiate the possibilities and further prospects of using virtual reality technology in academic institutions in Ukraine. The feasibility of using these technologies was determined, the most common and accessible applications based on these technologies were analyzed, and the appropriateness of their introduction into the educational process was analyzed. The main advantages of virtual reality methods and the technical support necessary for their implementation are determined. The study also examines the possibilities that virtual reality opens up for the individualization of learning, including the possibility of creating interactive scenarios, personalized tasks and increasing the motivation and interest of learners. The study's results contribute to a better understanding of the impact of VR technologies on the educational process and determine strategies for successfully implementing this technology in individualized learning.

The positive aspects of using virtual reality in the educational process were identified as significantly better assimilation of the material, increasing students' interest, and creating the most realistic conditions for solving various problems.

The potential of virtual reality as a tool for personalization and optimization of the educational process is enormous, and it is also necessary for further research and the maximum use of this technology in the field of education.

Keywords: innovative technologies, educational process, education seekers, transformation of educational programs, virtual reality.

Постановка проблеми. Підвищений попит у персоналізованому навчанні та виклики, що ставлять перед собою сучасні освітні системи, змушують викладача шукати нові методи та інструменти для ефективного навчання здобувачів. Одним із потенційних рішень є



використання технологій VR, проте виникають методологічні питання та проблеми, пов'язані з інтеграцією цієї технології в освітній процес. Такі питання включають в себе розробку відповідних педагогічних стратегій, створення навчального контенту та визначення методів оцінювання успішності використання VR в навчанні. Тож, стаття націлена на дослідження цих проблем та пошук можливих шляхів їх вирішення для оптимізації індивідуалізованого навчання за допомогою віртуальної реальності.

Додатковою складністю є необхідність врахування індивідуальних особливостей кожного здобувача освіти в процесі розробки та впровадження VR-базових навчальних програм. Це може включати адаптацію змісту до різних рівнів здібностей, інтересів та стилів навчання здобувачів. Окрім того, існують питання технічної доступності та фінансових витрат на впровадження та підтримку VR-технологій у закладах освіти.

Отже, стаття зосереджується на вивченні цих проблемних аспектів та розробці стратегій для результативного вирішення їх, з метою підвищення ефективності індивідуалізованого навчання за допомогою віртуальної реальності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Історія технологій VR сягає далекого 19 століття. В той самий час, коли з'явилося поняття «стереоскоп», дослідження Чарльза Вітстона (1838) довели, що мозок людини здатний поєднувати зображення для створення глибини і простору. Така концепція функціонування людського ока дозволила серу Вітстону створити просторове зображення за допомогою стереоскопа [1]. Згодом Мортон Хейлінг (1962) запропонував форму аналогової VR – «сенсораму». Цей прилад міг передавати стереозвуки, нахили, вібрацію, пориви вітру та запах. Наступним кроком був винахід аналогового дисплея, який нагадував сучасні VR-окуляри. У 1968 році Сазерленд став автором наголовного VR-пристрою, що поєднував стереоскопічний дисплей і комп'ютерну програму, яка відображала зображення, котре змінювалося і змінювало кут в залежності від поворотів голови. Майрон Крюгер (1975) створив і продовжував вивчати інтерактивне VR-середовище. Дослідження ґрунтувалося на використанні темних екранів або кімнат, де користувачі могли взаємодіяти із зображенням іншого користувача. У Массачусетському технологічному університеті (1977) була розроблена перша віртуальна карта міста. Учасник за допомогою VR-окулярів мав змогу здійснити віртуальний тур вулицями, підготовлений на основі знімків за допомогою автомобіля, який їхав містом (у наш час це досить популярний додаток

Google Street View). У 1980-х роках були створені рукавички із сенсорними датчиками. На початку 1990-х з'являється перша розважальна гра на основі VR та онлайн-середовище із «Cave Automatic Virtual Environment» (CAVE) [2].

Перші системи HMD стали доступними у продажі разом із запуском консолі Nintendo «Virtual Boy». Одним із поворотних моментів у 2007 році був запуск Google Street View 2D на основі технології занурення. У 2014 році в світ виходять 3D-окуляри із високою роздільною здатністю та об'ємним звуком [3]. Деякі системи були доповнені двома портативними контролерами і системами відстеження рухів, що дозволяє тісно взаємодіяти із комп'ютерною програмою [4].

Зараз існує велике різноманіття сфер застосування таких технологій. Люнг зосередився на тому, що VR-середовище може підтримувати різні теорії навчання. Професорка Джен Чен вивчає, як саме технологію VR можна використати для підвищення зацікавленості здобувачів освіти до процесу навчання, а також застосування технологій під час онлайн-навчання та в період пандемії COVID. Бустилло [5] рекомендує використовувати ігри в процесі вивчення та засвоєння серйозних і складних тем. Радіанті [6] підкреслює позитивний вплив VR на освітнє середовище. У наукових статтях термін «VR» використовувався для опису дисплея, встановленого на голові чи гарнітури, яка взаємодіє із випробувачем через повороти голови або тіла та рухи.

У своєму дослідженні В. Волинець розглянула потенційні можливості та переваги застосування в сучасній освіті технологій віртуальної реальності. Вона підкреслила, що впровадження цих технологій відкриває нові перспективи та виклики для освітнього сектору, сприяючи його розвитку. Прогнозується, що у майбутньому буде з'являтися все більше нових навчальних програм, а технологія віртуальної реальності буде інтегруватися у різноманітні освітні процеси.

Т. Лещенко та ін. розкрили питання впровадження імерсивних технологій на заняттях як альтернативу та доповнення до основних методів засвоєння [3].

О. Хмельницька стверджує, що збалансованість використання програмного забезпечення, індивідуальні здібності здобувачів, фаховість викладачів будуть сприяти створенню сприятливих умов для навчання [4].

А. Торяник розглядає основні переваги і недоліки використання VR в освіті та заявляє, що вони не можуть замінити традиційні методи.

Проте варто враховувати, що впровадження цих технологій вимагає значних зусиль, часу та фінансових ресурсів, оскільки розробка



програм для віртуальної реальності є витратним завданням. Для успішного використання VR-технологій необхідно вносити зміни до навчальних програм на рівні держави та адаптувати навчальний матеріал до віртуального середовища.

Мета статті – дослідження впровадження та впливу технологій віртуальної реальності на освітній процес закладів освіти України.

Виклад основного матеріалу. Розвиток сучасного суспільства прогресує паралельно із наукою і технологіями. Новітні інформаційні технології слугують допоміжними інструментами в процесі навчання та викладання. Ефективність навчання підвищується лише коли інформаційні технології використовуються усвідомлено. Якщо ж навпаки, то це найбільша пастка, оскільки втрачається час та можливості. Тому викладач має бути прискіпливим під час вибору даних технологій з метою доцільності застосування, адже надзвичайний прогрес в науці і техніці відображується на нашому житті та в усіх сферах освітнього середовища.

Здобувачі освіти 21 століття абсолютно відрізняються від попередніх поколінь – їх ще називають «вихідцями цифрових технологій». Вони прагнуть швидко знайти та проаналізувати інформацію, більш схильні до засвоєння матеріалу через ігри та відео, ніж через довгий та інколи нудний текст. Значна роль інформації та її технологічних втілень призвела до нового етапу розвитку суспільства, де спостерігається трансформація у способах комунікації та у сприйнятті інформації. В сучасній епосі сформувався новий тип суспільства, в якому відзначається перевага «екранного» мислення, що характеризується особливою увагою до рухомих зображень та різноманітних звуків.

Дія інформації охоплює не лише сферу повсякденного життя, а й освіти. Під постійним впливом потоку величезної кількості повідомлень формується новий тип мислення, що дозволяє швидко сприймати та обробляти інформацію, проте він має свої обмеження у збереженні інформації на тривалий час. Цей «кліповий» спосіб мислення особливо яскраво проявляється серед студентської молоді. Завдяки глобальній інформатизації суспільства, швидкість доступу до необхідної інформації значно зросла. Традиційний візит до бібліотеки для пошуку матеріалів став поступатися місцем миттєвому пошуку в інтернеті та перегляду першого знайденого посилання. Це може бути викликано як простими лінощами, так і специфічним способом сприйняття інформації. Сучасні здобувачі освіти переважно сприймають інформацію візуально, що змінює підхід до навчання, вимагаючи використання медійних презентацій, зображень та відео у процесі викладання предметів. Ці

особливості змушують викладачів підходити до процесу навчання з новими сучасними ідеями.

Використання новітніх технологій в освітньому процесі дає велику кількість переваг: скорочують час, який викладач та здобувач витрачають на засвоєння нової теми; покращують якість навчання; підвищують ефективність роботи викладача; можуть знижувати вартість освіти без зниження її якості; технології змушують здобувачів бути активними у всіх сферах [7].

Використання технологій віртуальної реальності посилює враження від теми заняття, водночас скорочує час на засвоєння матеріалу, що значно полегшує навчання (рис. 1). Віртуальне середовище має велике значення з точки зору діяльності в сфері освіти. В епоху безперервного доступу та аналізу інформації у людей виникає бажання до швидкого її опанування, отже і до швидкості навчання, що зумовлює в певному сенсі індивідуалізацію інструментів навчання. Середовище VR стало одним із таких інструментів. VR ми визначаємо як систему, за допомогою якої різні користувачі мають різні відчуття сприймання середовища, в якому вони перебувають, та з якою взаємодіють.

Віртуальна реальність являє собою технологію, яка застосовується для надання здобувачам реального досвіду з метою забезпечення постійного та ефективного навчання.

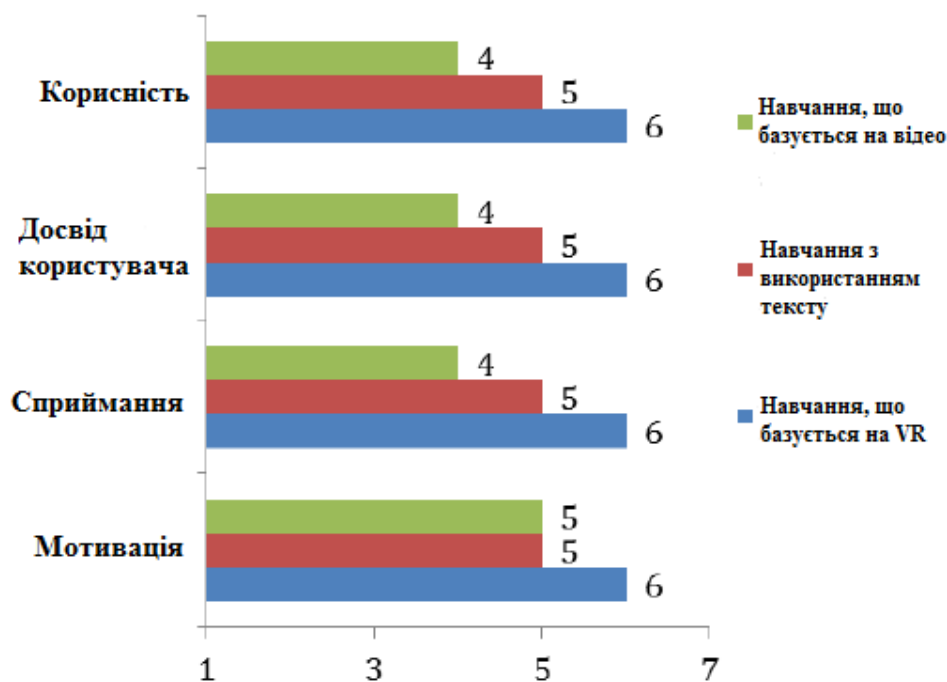


Рис. 1. Порівняння методик навчання

Джерело: [17].



Віртуальна реальність – це інтерфейс між тривимірним графічним світом та комп’ютерною програмою в реальному часі (рис. 2). Інтерфейс VR дозволяє учасникам в реальному часі під’єднуватися до тривимірного середовища. Вхід до системи відбувається за допомогою команд, рухів тіла або спеціальних контролерів. Це дає змогу відчувати реальний вплив віртуального світу та адаптацію, а також певною мірою відчувати реальний вплив звуків, дотиків, зображення. Завдяки технології VR можна опинитися в будь-якому місці світу, провести операцію хворому або небезпечний хімічний експеримент без можливих наслідків. Під час досліджень додатків VR було встановлено, що вони не лише полегшують навчання, але й можуть розвивати уяву та креативність здобувачів. Використання технологій VR в майбутньому зможе перенести освіту до іншого виміру та сприятиме якіснішому та довготривалому засвоєнню матеріалу. Здобувачі здатні легко адаптуватися до VR, це не вимагає від них довготривалого ознайомлення із технікою, отже можуть значно швидше виконувати завдання, особливо індивідуального характеру, в залежності від особистих навичок здобувача.



Рис 2. Класифікація VR

Джерело: <https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S1319157815000439-gr2.jpg>

Технології VR мають велику кількість переваг: віртуальна реальність спонукає здобувачів до активної роботи на занятті, підходить для здобувачів із підвищеною увагою, допомагає сформувати візуальний

стиль мислення, дозволяє отримати загальне уявлення про предмет, полегшує засвоєння та застосування інформації в реальному житті, дозволяє швидко навчатися, вимагає від учасників освіти заздалегідь планувати свою роботу, потребує зосередженості, полегшує навчання здобувачів з інтуїтивним типом мислення, допомагає здобувачам розвинути свої комунікативні здібності (soft skills) [8]. Варто також зазначити, що VR-технології надають можливість людям із обмеженою мобільністю приєднатися до інших учасників освітнього процесу.

Використання VR дозволяє розвинути відчуття емпатії, тобто можливості відчувати себе на місці іншої людини: здобувача, викладача, зіткнутися із расовою/етнічною приналежністю [9]. Імерсивні можливості VR можуть дозволити виконувати потужні перспективні завдання; набути досвід, який призводить до тривалого навчання.

Пандемія COVID змусила увесь світ працювати та навчатися вдома. Викладачі почали вирішувати питання: як розповісти матеріал для кращого і зрозумілішого засвоєння [10]. Використання віртуальної реальності під час дистанційного навчання значно покращило якість освіти та залучення здобувачів до освітнього процесу. Застосування VR дозволяє створювати імерсивні освітні середовища, які можуть бути доступні з будь-якого місця, де є мережа Інтернет. VR може використовуватись для створення симуляцій реальних сценаріїв, що дозволяє виконувати практичні вправи у безпечному віртуальному середовищі [11]. Здобувачі можуть відвідувати різні місця та подорожувати по всьому світу, не виходячи з класу. Це є особливо корисним для вивчення історії, культури, природних явищ тощо. VR годиться для створення інтерактивних уроків та вправ, які стимулюють здобувачів до активного залучення [12]. Вони можуть вирішувати завдання, взаємодіяти з віртуальними об'єктами та спілкуватися із віртуальними персонажами. Також VR доцільно використовувати для створення індивідуалізованих навчальних програм, які враховують потреби та інтереси кожного здобувача, а отже, навчальні матеріали стають більш адаптивними та ефективними. Загалом, використання VR під час дистанційного навчання зумовлює більш захопливий та ефективний, а головне не нудний освітній процес, який забезпечить краще засвоєння матеріалу та підвищить мотивацію здобувачів освіти [13].

Водночас із перевагами технологій VR існує багато перешкод на шляху до їх втілення. Серед них – відсутність навчання VR-технологій, нестача освітніх методологій, що були б розроблені спеціально для VR-середовища. Віртуальна реальність має величезний потенціал трансформації освіти, забезпечуючи ефект присутності та інтерактивний досвід навчання, проте нині спостерігається помітна прогалина у



стандартизованих підходах до ефективного використання цієї технології в освітніх цілях. Існує дефіцит емпіричних досліджень і практик, заснованих на фактичних даних, щодо ефективних способів розробки та впровадження досвіду VR в освітній діяльності. Потрібні додаткові дослідження, щоб зрозуміти, як здобувачі освіти взаємодіють із середовищем VR, як це впливає на результати навчання та які навчальні стратегії працюють найкраще. Самим викладачам бракує необхідної підготовки та досвіду, щоб інтегрувати технологію віртуальної реальності у свою практику викладання. Старше покоління завжди важче адаптується до нових технологій, отже навчальні програми та ініціативи з професійного розвитку мають важливе значення, щоб надати викладачам вишів та школи знання та навички, необхідні для ефективного використання віртуальної реальності на заняттях [14]. Впровадження технологій VR в існуючу структуру навчального плану може бути складною через відсутність вказівок щодо того, як узгодити досвід VR з навчальними цілями для різних предметів та рівнів знань здобувачів. Розробка вказівок і ресурсів для полегшення інтеграції навчального плану має вирішальне значення. Окрему і надзвичайно важливу роль відіграє доступ до технології VR, який часто обмежений, особливо в закладах середньої та вищої освіти із низьким бюджетом, а в часи російсько-української війни – тим більше. Зусилля, спрямовані на те, щоб зробити віртуальну реальність доступнішою та справедливішою, наприклад, фінансування обладнання та ресурсів, є важливими для того, щоб усі здобувачі освіти мали можливість отримати користь від захоплюючого досвіду навчання. Потрібно враховувати індивідуальні когнітивні здібності здобувачів і результати навчання. VR інколи може бути не найкращим навчальним засобом, або бути ефективним лише за належного формування.

Існує багато чинників, які можуть зробити навчання неефективним. Занурення у віртуальну реальність залежить від злиття факторів, які пов'язані із апаратним та програмним забезпеченням. Якщо це зроблено не належним чином, то такі елементи руйнують сприймання і ефект присутності. Це може призвести до погіршення якості навчання, адже для кожного досвіду необхідні якісні та реалістичні елементи. Здобувачі можуть втратити першочергову причину застосування технологій VR. Також необхідно враховувати програмне забезпечення: дисплеї із низькою роздільною здатністю можуть зробити зображення розмитим, нереалістичним, спотвореним. Зорові аберації, сильний звук, дискомфорт при тривалому використанні гарнітури можуть викликати нудоту, запаморочення, подразнення шкіри [15].

Використовувати VR-гарнітури потрібно лише з якісними дисплеями та оптикою. Це забезпечить чітке та реалістичне зображення, яке не подразнюватиме очі користувача. Дотримання правил безпеки та перерви під час використання VR-гарнітури допоможе уникнути нудоти, запаморочення та інших неприємних симптомів [16]. Проведення ретельного тестування VR-додатків перед їх використанням допоможе виявити та виправити можливі проблеми, які негативно впливають на досвід користувачів.

Популярність VR лише зростає, але дотепер залишається технологією, яка не досить знайома здобувачам та викладачам. Саме викладачам потрібно запроваджувати ці технології на заняттях, враховуючи новизну та необхідність застосування нових технологій. Потрібно також враховувати час використання VR кожним здобувачем індивідуально. Якщо приладів обмежена кількість – це створить брак часу та перешкоду доступу до користування гарнітурою. Крім того, викладач має врахувати гендер здобувачів, розглядаючи можливість використання технологій віртуальної реальності на занятті. Досить часто дівчатка соромляться одягати величезні окуляри: їм може здаватися, що вони виглядають смішно та принизливо, або ж через зачіску чи макіяж.

Гейміфікація навчання є прогресуючим кроком до освіти у віртуальній реальності, оскільки вона здатна підвищувати зацікавленість та мотивацію здобувачів освіти. Технологія віртуальної реальності ідеально підходить для гейміфікованого навчання, оскільки вона дозволяє зануритися в інтерактивний досвід, який може відтворювати реальні життєві ситуації та пропонувати здобувачам освіти миттєвий зворотний зв'язок. Це сприяє відчуттям успіху та прогресу, що може ще більше посилити мотивацію працювати та досягати своїх навчальних цілей. Загалом гейміфікація навчання у віртуальній реальності може зробити навчання більш захоплюючим, приємним та ефективним.

Висновки. Технології віртуальної реальності пропонують великі переваги для навчання, оскільки дозволяють зануритися та відчувати ефект присутності із певним об'єктом або середовищем. VR все більше визнається корисною в процесі навчання порівняно із іншими методами.

Окрім того, концепція експериментального навчання передбачає, що процес освіти відбувається через цикл специфічних досвідів, рефлексивного спостереження, абстрактної концептуалізації та активного експериментування. Це робить його надзвичайно корисним для використання віртуальної реальності в освітньому процесі, оскільки VR надає унікальну можливість отримати захоплюючі та реалістичні враження і відчуття, набуваючи нових знань та практичних навичок. VR



може створювати сценарії, які складно або не можливо відтворити у фізичному середовищі. Дозволяючи здобувачам активно взаємодіяти з цими сценаріями, вони можуть робити висновки про власний досвід, аналізувати нові знання та експериментувати з різними підходами до вирішення проблем. Це відповідає основним принципам експериментального навчання та може призвести до більш ефективних результатів у процесі навчання. Отже, концепція експериментального навчання є природним підходом для використання віртуальної реальності в освіті.

VR дозволяє здобувачам брати участь у захоплюючих інтерактивних середовищах, які надають можливості для досліджень, експериментів та відкриттів. Це робить VR ідеальною платформою для впровадження цілої низки педагогічних методів в освіті. Дослідження показують, що VR має потенціал стати ефективним інструментом у покращенні результатів навчання у різних закладах освіти.

Література:

1. Chen Y. L., Hsu, C. C. Self-regulated mobile game-based English learning in a virtual reality environment. *Computers & Education*. 2020. Vol. 154. 103910. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103910> (date of access: 17.02.2024).
2. Serin Hamdi. Virtual Reality in Education from the Perspective of Teachers. *Revista Amazonia Investiga*. 2020. Vol. 9. № 26. P. 291-303.
DOI: <https://doi.org/10.34069/AI/2020.26.02.33> (date of access: 17.02.2024).
3. Лещенко Т.О., Жовнір М.М., Юфименко В.Г. Імерсивні технології в мовній освіті: від теорії до практичного впровадження. *Інноваційна педагогіка*. 2022. Т.2, № 54. С. 13–17. DOI <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2022/54.2.2> (дата звернення: 17.02.2024).
4. Хмельницька О. Застосування імерсивних технологій як прогресивний напрям модернізації професійної освіти. *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького*. 2023. No 2. С. 191–197.
DOI: <https://doi.org/10.31651/2524-2660-2023-2-191-197> (дата звернення: 17.02.2024).
5. Checa D., Bustillo A. A review of immersive virtual reality serious games to enhance learning and training. *Multimed Tools Appl*. 2020. Vol. 79. P. 5501-5527. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11042-019-08348-9> (date of access: 17.02.2024).
6. Radiani J., Majchrzak T.A., Fromm J., Wohlgenannt I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Comput. Educ.* 2019. Vol. 147. 103778. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778> (date of access: 17.02.2024).
7. Гуревич Р., Кадемія М., Опушко Н., Ільніцька Т., Плахотнюк Г. Роль цифрових технологій навчання в епоху цивілізаційних змін. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2021. Т. 62. URL: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2021-62-28-38> (дата звернення: 17.02.2024).
8. Краснощок І., Демченко О., Кравцова Т. Практичні аспекти розвитку soft skills в освітніх закладах України: використання інноваційних методик та технологій. *Перспективи та інновації науки*. 2023. Т. 10. №28. С. 246-256. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2023-10\(28\)-246-256](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2023-10(28)-246-256) (дата звернення: 17.02.2024).

9. Білаш С. М., Проніна О. М., Олексієнко В. В., Донченко С. В., Олійніченко Я. О., Коптев М. М. та ін. Проблематика використання комп'ютерних технологій у викладанні анатомії. *Вісник проблем біології і медицини*. 2023. Вип. 2. № 169 С. 39-40 DOI: 10.29254/2523-4110-2023-2-169/addition-39-40 (дата звернення: 17.02.2024).

10. Chang E., Kim H.-T., Yoo B. Virtual Reality Sickness: A Review of Causes and Measurements. *Int. J. Hum.-Comput. Interact.* 2020. Vol. 36. P. 1658–1682. DOI: <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1778351> (date of access: 17.02.2024).

11. Matovu H., Ungu D., Won M., Tsai C., Treagust D., Mocerino M., et al. Immersive virtual reality for science learning: Design, implementation, and evaluation. *Stud. Sci. Educ.* 2022. Vol. 59. № 40. P. 1-40. DOI:10.1080/03057267.2022.2082680 (date of access: 17.02.2024).

12. Sedlak M., Sasinka C., Stachon, Z., Chmelik J., Dolezal M. Collaborative and individual learning of geography in immersive virtual reality: An effectiveness study. *PLoS ONE*. 2022. Vol. 17. e0276267. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0276267> (date of access: 17.02.2024).

13. Bendeck Soto J., Toro Ocampo D., Colon L., Oropesa A. Perceptions of ImmerseMe virtual reality platform to improve English communicative skills in higher education. *Int. J. Interact. Mob. Technol. (Ijim)*. 2020. Vol. 14. P. 4–19. DOI:10.3991/ijim.v14i07.12181 (date of access: 17.02.2024).

14. Varela-Aldás J., Palacios-Navarro G., Amariglio R., García-Magariño I. Head-mounted display-based application for cognitive training. *Sensors*. 2020. Vol. 20. № 22. 6552. DOI: <https://doi.org/10.3390/s20226552> (date of access: 17.02.2024).

15. Mariscal G., Jiménez-García E., Vivas M. D., Redondo S., Moreno-Pérez S. Education in the Knowledge Society Virtual Reality Simulation-Based Learning. *Educ. Knowl. Soc. (EKS)*. 2020. Vol. 21. 15. DOI:10.14201/eks.20809 (date of access: 17.02.2024).

16. Euan B., Ryan L. Virtual reality in education: The promise, progress, and challenge. *Jalt Call J.* 2020. Vol. 16. № 3. P. 167–180. DOI: <https://doi.org/10.29140/jaltcall.v16n3.388> (date of access: 17.02.2024).

17. Sattar M. U., Palaniappan S., Lokman A., Shah N., Khalid U., Hasan, R. Motivating Medical Students Using Virtual Reality Based Education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*. 2020. Vol. 15. №2. P. 160–174. DOI: <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i02.11394>

References:

1. Chen, Y. L., & Hsu, C. C. (2020). Self-regulated mobile game-based English learning in a virtual reality environment. *Computers & Education*, 154, 103910. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103910>

2. Serin, H. (2020). Virtual Reality in Education from the Perspective of Teachers. *Revista Amazonia Investiga*, 9(26), 291-303. <https://doi.org/10.34069/AI/2020.26.02.33>

3. Leshchenko, T. O., Zhovnir, M. M., & Yufymenko, V. H. (2022). Imersyivni tekhnolohiyi v movniy osviti: vid teorii do praktychnoho vprovadzhennya [Immersive technologies in language education: from theory to practical implementation]. *Innovatsiyina pedahohika- Innovative pedagogy*, 2(54), 13–17. <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2022/54.2.2> [in Ukrainian]

4. Khmelnytska, O. (2023). Zastosuvannya imersyivnykh tekhnolohiy yak prohresyvnyy napryam modernizatsiyi profesiynoyi osvity [Application of immersive technologies as a progressive direction of modernization of vocational education]. *Visnyk Cherkas'koho natsional'noho universytetu imeni Bohdana Khmel'nyts'koho*, - Bulletin of Bohdan Khmelnytsky Cherkasy National University, 2, 191–197. <https://doi.org/10.31651/2524-2660-2023-2-191-197> [in Ukrainian].



5. Checa, D., & Bustillo, A. (2020). A review of immersive virtual reality serious games to enhance learning and training. *Multimedia Tools and Applications*, 79, 5501-5527. <https://doi.org/10.1007/s11042-019-08348-9>

6. Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2019). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>

7. Hurevych, R., Kademiya, M., Opushko, N., Il'nits'ka, T., & Plakhotnyuk, H. (2021). Rol' tsyfrovyykh tekhnolohiy navchannya v epokhu tsyvilizatsiynykh zmin [The role of digital learning technologies in the era of civilizational changes] *Suchasni informatsiyni tekhnolohiyi ta innovatsiyni metodyky navchannya v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiya, teoriya, dosvid, problemy* - Modern information technologies and innovative teaching methods in the training of specialists: methodology, theory, experience, problems, 62. [https://doi.org/10.31652/2412-1142-2021-62-28-\[in Ukrainian\]](https://doi.org/10.31652/2412-1142-2021-62-28-[in Ukrainian]).

8. Krasnoshchok, I., Demchenko, O., & Kravtsova, T. (2023). Praktychni aspekty rozvytku soft skills v osvitnikh zakladakh Ukrayiny: vykorystannya innovatsiynykh metodyk ta tekhnolohiy [Practical aspects of soft skills development in educational institutions of Ukraine: the use of innovative methods and technologies]. *Perspektyvy ta innovatsiyni nauky- Prospects and innovations of science*, 10(28), 246-256. [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2023-10\(28\)-246-256](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2023-10(28)-246-256) [in Ukrainian].

9. Bilash, S. M., Pronina, O. M., Oleksiyenko, V. V., Donchenko, S. V., Oliinichenko, Y. A., Koptev, M. M., & in. (2023). Problematyka vykorystannya komp'yuternykh tekhnolohiy u vykladanni anatomiyi [Problems of using computer technologies in teaching anatomy] *Bulletin of Biology and Medicine- Visnyk problem biolohiyi i medytsyny*, 2(169), 39-40. <https://doi.org/10.29254/2523-4110-2023-2-169/addition-39-40>

10. Chang, E., Kim, H.-T., & Yoo, B. (2020). Virtual Reality Sickness: A Review of Causes and Measurements. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36, 1658-1682. <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1778351>

11. Matovu, H., Ungu, D., Won, M., Tsai, C., Treagust, D., Mocerino, M., et al. (2022). Immersive virtual reality for science learning: Design, implementation, and evaluation. *Studies in Science Education*, 59(40), 1-40. <https://doi.org/10.1080/03057267.2022.2082680>

12. Sedlak, M., Sasinka, C., Stachon, Z., Chmelik, J., & Dolezal, M. (2022). Collaborative and individual learning of geography in immersive virtual reality: An effectiveness study. *PLoS ONE*, 17, e0276267. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0276267>

13. Bendeck Soto, J., Toro Ocampo, D., Colon, L., & Oropesa, A. (2020). Perceptions of ImmerseMe virtual reality platform to improve English communicative skills in higher education. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 14, 4-19. <https://doi.org/10.3991/ijim.v14i07.12181>

14. Varela-Aldás, J., Palacios-Navarro, G., Amariglio, R., & García-Magariño, I. (2020). Head-mounted display-based application for cognitive training. *Sensors*, 20(22), 6552. <https://doi.org/10.3390/s20226552>

15. Mariscal, G., Jiménez-García, E., Vivas, M. D., Redondo, S., & Moreno-Pérez, S. (2020). Education in the Knowledge Society Virtual Reality Simulation-Based Learning. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 21, 15. <https://doi.org/10.14201/eks.20809>

16. Euan, B., & Ryan, L. (2020). Virtual reality in education: The impact on students and educators. *TechTrends*, 64, 404-412. <https://doi.org/10.1007/s11528-020-00463-2>

17. Zawadzka, A., Kaczmarek, J., & Skorko, M. (2020). Virtual reality in education: A tool for learning in the experience age. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17, 6765. <https://doi.org/10.3390/ijerph17186765>