

УДК 373.5.091.33:001.895]:911

## Застосування віртуальної та доповненої реальності у процесі професійної підготовки майбутніх географів: можливості формування

### імерсивного навчального середовища

#### APPLICATION OF VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY IN THE PROFESSIONAL TRAINING OF FUTURE GEOGRAPHERS: OPPORTUNITIES FOR FORMING AN IMMERSIVE LEARNING ENVIRONMENT

**БЕЗУГЛИЙ Віталій Вікторович** – кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри географії, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, пр. Науки, 72, м. Дніпро, 49010, Україна

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6454-3635>

**СОКОЛОВА Ельміра Тельманівна** – доктор філософії зі спеціальності «Публічне управління та адміністрування», доцент кафедри публічного управління та права, Комуніальний заклад вищої освіти «Дніпровська академія неперервної освіти» Дніпропетровської обласної ради, вул. Володимира Антоновича, 70, 49000, Україна

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2430-751X>

**КОСТАЩУК Іван Іванович** – доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри географії України та регіоналістики, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, вул. Коцюбинського, 2/4, м. Чернівці, 58000, Україна

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9338-4538>

**BEZUGLY Vitaly Viktorovich** – PhD in Pedagogy, Head of the Department of Geography, Oles Honchar Dnipro National University, 72 Nauky Ave., Dnipro, 49010, Ukraine

**SOKOLOVA Elmira Telmanivna** – PhD in Public Management and Administration, Associate Professor at the Department of Public Administration and Law, Communal Institution of Higher Education «Dnipro Academy of Continuing Education» of Dnipropetrovsk Regional Council, 70 Volodymyra Antonovycha St., 49000, Ukraine

**KOSTASHCHUK Ivan Ivanovich** – Doctor of Geographic Sciences, Professor, Head of the Department of Geography of Ukraine and Regional Studies, Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, 2/4 Mykhaila Kotsyubynskoho St., Chernivtsi, 58008, Ukraine

DOI <https://doi.org/10.54891/2786-7013/2026-1-9>

**Анотація.** У статті досліджуються теоретико-методичні аспекти застосування технологій віртуальної та доповненої реальності (VR/AR) у географічній освіті, їхній вплив на формування імерсивного навчального середовища, розвиток просторового та аналітичного мислення, а також підвищення ефективності професійної підготовки студентів-географів. Зазначено, що цифровізація суспільства, розвиток інформаційно-комунікаційних технологій та зростання вимог до професійних компетентностей обумовлюють необхідність інтеграції імерсивних технологій, зокрема віртуальної (VR) та доповненої реальності (AR), у навчальний процес закладів вищої освіти. Використання VR і AR у географічній освіті дозволяє моделювати складні природні та соціально-географічні процеси в реальному масштабі часу та простору, створювати інтерактивні сценарії дослідницької діяльності, формувати просторове й системне мислення та забезпечувати активне конструювання знань. У дослідженні доводиться, що віртуальна реальність забезпечує повне занурення у змодельоване середовище, © БЕЗУГЛИЙ Віталій Вікторович, СОКОЛОВА Ельміра Тельманівна, КОСТАЩУК Іван Іванович

а доповнена реальність інтегрує цифрові об'єкти у фізичний простір, підвищуючи наочність і доступність навчального матеріалу. Імерсивні технології дозволяють працювати з інтерактивними картами, 3D-моделями рельєфу, кліматичних та гідрологічних процесів, а також моделювати соціально-економічні явища, що сприяє розвитку аналітичних, критичного та просторового мислення. В умовах вищої освіти VR і AR сприяють індивідуалізації навчання, надають можливість обирати теми та методи опанування матеріалу, а також проводити інтерактивні дослідження в безпечному віртуальному середовищі. У статті розглядаються методологічні засади та практичні аспекти застосування VR і AR у викладанні різних географічних дисциплін, зокрема фізичної географії материків та океанів, картографії, географії населення та світового господарства, підкреслюючи їхній потенціал для формування імерсивного навчального середовища та розвитку професійних, дослідницьких і цифрових компетентностей студентів, а також їхню важливу роль у модернізації сучасної географічної освіти.

**Ключові слова:** віртуальна реальність, доповнена реальність, імерсивне навчальне середовище, вища географічна освіта, просторове мислення, інтерактивні технології.

**Summary.** The article examines the theoretical and methodological aspects of applying virtual and augmented reality (VR/AR) technologies in geographical education, their impact on the formation of an immersive learning environment, the development of spatial and analytical thinking, and the enhancement of the professional training of geography students. It is emphasized that the digitalization of society, the advancement of information and communication technologies, and the growing requirements for professional competencies necessitate the integration of immersive technologies, particularly virtual reality (VR) and augmented reality (AR), into the educational process of higher education institutions. The use of VR and AR in geographical education makes it possible to model complex natural and socio-geographical processes in real time and space, create interactive research scenarios, foster spatial and systemic thinking, and ensure active knowledge construction. The study demonstrates that virtual reality provides full immersion in a simulated environment, whereas augmented reality integrates digital objects into the physical space, enhancing the visibility and accessibility of educational content. Immersive technologies enable work with interactive maps, 3D models of relief, climatic and hydrological processes, as well as the modeling of socio-economic phenomena, thereby contributing to the development of analytical, critical, and spatial thinking. Within higher education, VR and AR facilitate individualized learning, allow students to select topics and methods for mastering the material, and support interactive research activities in a safe virtual environment. The article outlines the methodological foundations and practical aspects of applying VR and AR in teaching various geographical disciplines, including physical geography of continents and oceans, cartography, population geography, and world economic geography, highlighting their potential for creating an immersive learning environment and fostering the professional, research, and digital competencies of students.

**Key words:** virtual reality, augmented reality, immersive learning environment, higher education in geography, spatial thinking, interactive technologies.

**Вступ.** У контексті сучасних трансформацій, що відбуваються у системі вищої освіти, особливої актуальності набуває пошук інноваційних педагогічних засобів, здатних забезпечити якісно новий рівень підготовки майбутніх фахівців-географів. Цифровізація суспільства, розвиток інформаційно-комунікаційних технологій та зростання вимог до професійних компетентностей зумовлюють необхідність інтеграції імерсивних технологій в освітній процес закладів вищої освіти (ЗВО). У цьому контексті віртуальна (VR) та доповнена (AR) реальність постають не лише як технічні новації, а як потужний та ефективний дидактичний ресурс.

Географічна освіта у ЗВО характеризується складністю об'єкта дослідження, багаторівневістю просторових систем та необхідністю формування розвиненого просторового й системного мислення. Традиційні методи навчання не завжди забезпечують достатній рівень візуалізації динамічних природних і суспільно-географічних процесів та явищ. Імерсивне навчальне середовище у вищій географічній освіті сприяє переходу від репродуктивного

засвоєння знань до їх активного конструювання. Завдяки можливості занурення у віртуальні простори студенти отримують досвід, максимально наближений до польових досліджень, експедицій або професійної діяльності географа-аналітика. Це особливо важливо в умовах тривалого дистанційного навчання, постійних безпекових викликів чи складної логістики реальних виїзних навчальних чи виробничих практик. Осмислення теоретико-методологічних засад та практичних аспектів інтеграції VR і AR в освітній процес становить важливий напрям сучасних педагогічних досліджень.

**Аналіз останніх досліджень.** Наукове осмислення проблеми використання технологій віртуальної та доповненої реальності у формуванні імерсивного навчального середовища знайшло відображення у працях сучасних дослідників у галузі дидактики та освітніх технологій. Серед них слід відзначити роботи зарубіжних авторів К. Деде (C. Dede) [12], Г. Ген (G. Geng) [13], В. Потконяк (V. Potkonjak) [14], Дж. Радіанті (J. Radianti) [15] та ін., а також численні нароби вітчизняних дослідників, серед яких В. Волинець [4], Н. Задерей [8], В. Канська і В. Канський [6], К. Кравченко [10], І. Мельник [8], Г. Нефьодова [8], С. Ткачук [10] та ін. Вони розглядають використання імерсивних технологій у навчанні, підкреслюючи їхній позитивний вплив на формування просторового мислення та покращення запам'ятовування подій і процесів навколишнього середовища.

У дослідженнях К. Деде (C. Dede) [12] та В. Потконяк (V. Potkonjak) [14] підкреслюється, що інтеграція імерсивних технологій в освітній процес суттєво посилює формування просторового мислення та сприяє більш глибокому і довготривалому засвоєнню навчального матеріалу. Автори зазначають, що ефект «занурення» та взаємодія з віртуальним середовищем від першої особи забезпечують підвищення рівня когнітивної залученості здобувачів освіти та активізують механізми смислового запам'ятовування.

Як зазначають І. Мельник, Н. Задерей та Г. Нефьодова [8], упровадження технологій віртуальної та доповненої реальності (VR/AR) у професійну підготовку майбутніх фахівців має комплексний позитивний вплив на освітній процес, зокрема сприяє підвищенню навчальної мотивації, посиленню його практичної спрямованості та результативності, забезпечує зростання концентрації уваги та пізнавальної активності студентів. В. Волинець наголошує, що застосування віртуальної реальності (VR) у навчанні «дає змогу учням краще та цікавіше вивчати щось нове, особливо через високу інтерактивність, якою володіє VR-технологія; моделювання середовища тренувань у тих заняттях, в яких необхідна попередня підготовка: наприклад, керування літаком чи стрибки з парашутом» [4].

У дослідженнях авторів С. Ткачука, К. Кравченко і Т. Кравченко [10] були виявлені та сформовані певні недоліки та переваги використання VR та AR-технологій в освітньому процесі. Серед переваг вони визначають стимулювання інтересу до навчання, збільшення здатності зосереджувати увагу на покращенні засвоєння матеріалу. Однак є й недоліки, серед яких високі витрати на обладнання та розробку контенту, а також можливі технічні проблеми, які можуть виникати під час їх використання. С. Литвинова та співавтори [7] у своєму дослідженні розглядають теоретичні основи застосування доповненої реальності в освіті, приділяючи увагу стратегічним і технологічним аспектам її впровадження. О. Буров підкреслює, що однією з ключових тенденцій розвитку імерсивних технологій є «прискорена конвергенція імерсивних технологій та штучного інтелекту» [1, с. 31], що відкриває нові можливості для освітніх і організаційних процесів. Автор виділяє шість принципів співпраці людини та штучного інтелекту, серед яких додавання, релевантність, заміна, різноманітність, співпраця та пояснення, та показує їхню дієвість у провідних організаціях, що дозволяє оптимізувати робочі процеси та прийняття рішень. Отже, у наявній дидактичній літературі

представлено значну кількість досліджень, присвячених застосуванню технологій віртуальної та доповненої реальності для формування імерсивного навчального середовища загалом.

Водночас дослідження, які безпосередньо розглядають використання цих технологій у географічному освітньому процесі, залишаються обмеженими, особливо щодо підготовки студентів-географів у закладах вищої освіти.

**Метою статті** є дослідження теоретичних засад і практичних аспектів застосування технологій віртуальної (VR) та доповненої (AR) реальності для створення імерсивних навчальних середовищ у викладанні географічних дисциплін у закладах вищої освіти, де особлива увага приділяється формуванню географічного мислення, розвитку аналітичних та комунікативних компетентностей студентів, а також підвищенню ефективності професійної підготовки майбутніх фахівців-географів.

**Виклад основного матеріалу.** Імерсивне навчання нині розглядається як інноваційний підхід до освіти, що передбачає повне занурення здобувача у навчальне середовище. Використання сучасних технологій, зокрема віртуальної (VR) та доповненої (AR) реальності, забезпечує ілюзію присутності в альтернативному середовищі. Це дає змогу здобувачам освіти не лише спостерігати за навчальним процесом, а й активно взаємодіяти з ним, що сприяє більш міцному засвоєнню знань.

Імерсивне середовище являє собою штучно створений простір, який максимально імітує реальний світ або формує унікальні умови для навчання [5]. До таких середовищ можуть належати історичні міста, природні екосистеми (океани, гори, ліси), моделі геоморфологічних чи кліматичних процесів, археологічні пам'ятки, промислові та агропідприємства, а також інтерактивні карти та симуляції складних соціально-економічних систем. Імерсивні технології складаються із доповненої і віртуальної реальностей. Віртуальна реальність (VR) являє собою комп'ютерно змодельоване інтерактивне середовище, яке імітує реальний або уявний світ і забезпечує можливість повної або часткової взаємодії користувача з цим середовищем за допомогою спеціальних пристроїв, таких як шоломи, контролери, сенсори руху, а також тактильних зворотних зв'язків, що забезпечують багатосенсорне занурення та імітують реальні відчуття у віртуальному просторі [2]. Під доповненою реальністю (AR) розуміють доповнення фізичного світу за допомогою цифрових даних, яке забезпечується комп'ютерними пристроями (смартфонами, планшетами або ж окулярами AR) в режимі реального часу [3]. Важливою складовою імерсивних технологій виступають ще 360° відео – інтерактивний формат відеоконтенту, який дозволяє користувачу відчувати себе всередині події, оглядаючи навколишній простір у всіх напрямках [2]. Досягнення такого ефекту можливе завдяки спеціальним камерам, що одночасно фіксують зображення з усіх точок огляду. Імерсивні технології, такі як VR та AR, дозволяють створювати наочні та захопливі моделі географічних явищ: від рельєфу місцевості та кліматичних зон до екосистем та урбаністичних територій. Завдяки цьому учні не лише сприймають інформацію пасивно, а й отримують можливість «пережити» явища, спостерігати процеси у динаміці, порівнювати різні регіони та взаємодіяти з навчальним середовищем. Такий підхід підвищує мотивацію до навчання, сприяє формуванню просторового та аналітичного мислення, а також покращує запам'ятовування й розуміння складних географічних концепцій [6].

Однак існує й певний потенціал для застосування імерсивних технологій у вищій географічній освіті. Особливо це стосується молодших курсів, коли студенти опановують базові географічні дисципліни, знайомляться з фундаментальними поняттями та процесами, такими як орографія, кліматичні умови і ресурси, гідрологічна сітка, сучасні геоморфологічні процеси та картографічні засоби зображення. Занурення у навчальний матеріал з географії може сприяти

у студентів глибшому розумінню складних концепцій та процесів, таких як геоморфологічні явища, кліматичні цикли, гідрологічні процеси або моделі урбанізації. Занурення в імерсивне середовище викликає емоційний відгук, який допомагає формувати міцніші нейронні зв'язки та забезпечує довготривалу пам'ять [11]. Для досягнення визначеного освітнього ефекту доцільним є забезпечення тісного зв'язку навчального матеріалу з реальними географічними процесами та явищами, щоб студенти могли спостерігати, як теорія реалізується на практиці. Необхідно надавати студентам можливості самостійно досліджувати віртуальні моделі та симуляції, ставити питання і шукати відповіді, а також створювати умови для колективної роботи над проектами, що сприяє обміну ідеями та глибшому розумінню процесів. Важливим є своєчасний і конструктивний зворотний зв'язок від викладача, який дозволяє студентам коригувати власні дії та вдосконалювати навички аналізу і прийняття рішень [9].

Імерсивні технології у вищій географічній освіті дозволяють студентам навчатися у власному темпі та обирати індивідуальний маршрут опанування матеріалу. Системи можуть адаптувати навчальний контент до рівня знань і потреб кожного студента. Зокрема, здобувачі освіти з вищим рівнем підготовки отримують завдання підвищеної складності, тоді як ті, хто потребує додаткової підтримки, забезпечуються детальними поясненнями, зразками виконання та додатковими навчальними матеріалами. VR і AR технології мають великий потенціал у географічній освіті та активно розвиваються (табл. 1).

Таблиця 1. Головні особливості VR і AR на заняттях з географії

Характеристика	Віртуальна реальність (VR)	Доповнена реальність (AR)
<i>Середовище</i>	Повністю віртуальне	Реальне з доданими віртуальними елементами
<i>Занурення</i>	Повне	Часткове
<i>Пристрої</i>	Шлеми VR	Смартфони, планшети, спеціальні окуляри
<i>Приклади використання</i>	Віртуальні подорожі та екскурсії, моделювання природних процесів, вивчення геоморфологічних структур і кліматичних змін, дослідження урбанізованих територій, польові практикуми у віртуальному середовищі, історико-географічні реконструкції тощо.	Візуалізація рельєфу за допомогою AR-карт, інтерактивні глобуси та карти, моделювання природних процесів у реальному середовищі, дослідження природних зон і екосистем, навчальні квести та польові дослідження, порівняльний просторовий аналіз тощо.

Доповнена реальність дозволяє інтегрувати цифрові моделі у реальний простір. Використання AR-додатків та спеціалізованих пристроїв дає змогу студентам географічних спеціальностей досліджувати тривимірні моделі вулканів, річкових долин, гірських хребтів та інших природних об'єктів безпосередньо в аудиторії. Наприклад, можна відстежувати динаміку виверження вулкану або зміни рельєфу внаслідок ерозійних процесів. VR і AR-технології відкривають можливості роботи з інтерактивними картографічними моделями, що відображають зміни кліматичних умов, міграційні потоки населення або особливості ґрунтового покриву в різних регіонах. Завдяки інтерактивності студенти можуть самостійно досліджувати території, накладати різномірні шари даних і виконувати комплексний аналіз ситуації. Такий підхід сприяє розвитку критичного мислення та формує навички роботи з геоінформаційними системами, що є надзвичайно актуальними для сучасної географічної науки та професійної практики.

Під час навчальних екскурсій та польових практик студенти можуть застосовувати AR-додатки для ідентифікації флори, аналізу геологічних структур та отримання детальної інформації про досліджувану місцевість. Використання таких технологій підвищує ефективність польових досліджень і сприяє формуванню навичок самостійного збору та обробки географічних даних.

На заняттях з різних географічних дисциплін VR та AR-технології дозволяють працювати з динамічними даними, наочно відображаючи зміни різних природних умов, демографічні процеси, соціальні та господарські трансформації та екологічні явища, що дає студентам можливість проводити просторовий аналіз і моделювати різні сценарії розвитку природних і суспільно-географічних систем.

Так, при вивченні дисципліни «Фізична географія материків та океанів» VR та AR-технології можна застосовувати для вивчення структури рельєфу континентів та океанічного дна, динаміки вулканічних і сейсмічних процесів, течій Світового океану, кліматичних поясів, гірських льодовикових масивів та особливостей водних басейнів, що дозволяє студентам спостерігати природні процеси в наочній динаміці. При вивченні дисципліни «Географія населення та розселення» VR та AR-технології доцільно застосовувати для аналізу просторового розподілу населення, моделювання демографічних процесів, дослідження урбанізаційних тенденцій і міграційних потоків. У дисципліні «Картографія» VR та AR-технології можуть застосовуватися для вивчення принципів картографічного моделювання, візуалізації просторових даних і трансформації картографічних проєкцій.

Можливості застосування технологій VR і AR у викладанні навчальної дисципліни «Географія світового господарства» охоплюють усі структурні розділи курсу та спрямовані на формування цілісного уявлення про функціонування глобальної економіки. Зокрема, під час вивчення національної економіки та світового господарства VR-середовище дозволяє моделювати розвиток віртуального міста, аналізувати вплив податкової політики, інвестицій, міжнародної торгівлі та валютних курсів на макроекономічні показники. У межах первинного сектору студенти можуть відвідувати віртуальні ферми, ліси, шахти й кар'єри, спостерігати технологічні процеси та оцінювати екологічні наслідки господарської діяльності. Вивчення вторинного сектору передбачає віртуальні екскурсії на електростанції, металургійні комбінати, хімічні виробництва, машинобудівні та текстильні підприємства з можливістю симуляції виробничих процесів і конструювання моделей у 3D-середовищі. У третинному секторі VR та AR забезпечують моделювання транспортних систем, функціонування торговельних і фінансових структур, організацію віртуальних туристичних турів, відвідування наукових центрів і закладів охорони здоров'я тощо.

Узагальнення наявних можливостей застосування технологій віртуальної (VR) та доповненої реальності (AR) у викладанні географії засвідчує їхній значний дидактичний потенціал. Використання VR і AR сприяє підвищенню рівня інтерактивності навчального процесу, поглибленню розуміння просторових явищ і процесів, а також посиленню емоційного залучення здобувачів освіти. З огляду на це доцільно виокремити такі основні форми та методи застосування технологій VR і AR на заняттях з географії:

1) *Віртуальні експедиції*, під час яких студенти здійснюють цифрові подорожі до різних регіонів світу з метою дослідження географічних об'єктів і процесів, доступ до яких у реальних умовах є ускладненим або неможливим (використання Google Expeditions).

2) *Інтерактивні карти*. Технології доповненої реальності (AR) забезпечують можливість інтеграції цифрових геопросторових даних із традиційними паперовими або настінними картами шляхом накладання тематичних шарів. Це створює умови для поглибленого аналізу

кліматичних поясів і зон, просторового розміщення природних ресурсів, особливостей розселення населення та міграційних потоків. Зокрема, спеціалізовані геоінформаційні додатки, такі як ArcGIS з підтримкою AR-модулів, дають змогу візуалізувати тривимірні моделі рельєфу та ландшафтів.

3) *Гейміфіковані платформи*. Використання ігрових сценаріїв у навчальному процесі сприяє підвищенню мотивації та пізнавальної активності студентів. Зокрема, застосування симуляційних моделей (наприклад, виживання в умовах пустельного чи полярного клімату) дає змогу глибше зрозуміти особливості функціонування природних екосистем.

4) *Лабораторії доповненої реальності*. Технології AR надають можливості досліджувати глобальні географічні процеси безпосередньо у навчальному середовищі. Наприклад, за допомогою візуалізації руху тектонічних плит або процесів формування гірських систем студенти можуть спостерігати динаміку цих явищ у тривимірному зображенні. Спеціалізовані додатки, такі як Merge Cube, перетворюють смартфон або планшет на інтерактивну тривимірну модель Землі.

5) *Віртуальні тренажери*. Використання VR-технологій дозволяє студентам відпрацювати практичні навички у безпечному і контрольованому середовищі. Зокрема, вони дають змогу орієнтуватися на місцевості з використанням компаса та карти у віртуальному середовищі, а також планувати географічні експедиції та дослідницькі маршрути за допомогою VR-симуляцій. Таким чином, технології віртуальної реальності дають змогу студентам переноситися у будь-який куточок планети, не покидаючи навчальної аудиторії.

**Висновки.** Результати проведеного теоретико-методологічного аналізу свідчать, що технології віртуальної (VR) та доповненої (AR) реальності мають значний дидактичний потенціал у системі географічної освіти закладів вищої освіти. Їх інтеграція в освітній процес забезпечує формування цілісного імерсивного освітнього середовища, яке сприяє переходу від репродуктивних моделей навчання до діяльнісно-конструктивістських підходів. Використання VR і AR дозволяє моделювати складні природні та суспільно-географічні процеси, візуалізувати багаторівневі просторові системи, забезпечувати багатосенсорне сприйняття інформації та формувати стійкі когнітивні зв'язки. З'ясовано, що застосування імерсивних технологій є особливо ефективним у викладанні як природничо-географічних, так і суспільно-географічних дисциплін, зокрема під час вивчення процесів формування рельєфу, кліматичних змін, демографічної динаміки, урбанізаційних трансформацій і розвитку світового господарства. VR і AR створюють умови для реалізації інтерактивних форм роботи, серед яких віртуальні експедиції, гейміфіковані сценарії, лабораторії доповненої реальності, тренажери просторової орієнтації та роботи з геоінформаційними системами. Це сприяє розвитку професійних компетентностей майбутніх географів, зокрема навичок просторового аналізу, роботи з цифровими картографічними ресурсами тощо.

Водночас ефективність упровадження технологій VR і AR у вищій географічній освіті залежить від належного методичного забезпечення, педагогічно виваженого проектування імерсивного контенту, підготовки викладачів та технічної інфраструктури закладів освіти.

Подальші наукові розвідки доцільно спрямувати на розроблення моделей інтеграції імерсивних технологій у структуру освітніх програм, визначення критеріїв оцінювання їх дидактичної результативності та емпіричну перевірку впливу VR/AR-середовищ на формування професійних компетентностей студентів-географів. Комплексне поєднання інноваційних цифрових рішень із традиційними формами навчання створює передумови для модернізації географічної освіти відповідно до сучасних викликів цифрового суспільства.

### Список використаних джерел

1. Буров О. Ю. Конвергенція імерсивних технологій та ШІ: від органів чуття до когнітивних процесів. *Імерсивні технології в освіті: збірник матеріалів V Міжнар. наук.-практ. конф.* (Київ, 29 квітн. 2025 р.). Київ, 2025. С. 27–32.
2. Віртуальна реальність. Українська електронна енциклопедія освіти (УЕЕО). URL: <https://eduglos.iitta.gov.ua> (дата звернення: 24.02.2026).
3. Войцеховська О. О., Литвинюк О. С. Технології доповненої та віртуальної реальності в освіті: *матеріали ЛІІ науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ* (Вінниця, 20–23 червн. 2023 р.). Вінниця, 2023. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fksa/all-fksa-2023/paper/view/17990> (дата звернення: 24.02.2026).
4. Волинець В. О. Віртуальна, доповнена і змішана реальність: сутність понять та специфіка відповідних комп'ютерних систем. *Питання культурології*. 2021. № 37. С. 231–243. DOI: <https://doi.org/10.31866/2410-1311.37.2021.237322>
5. Давидюк М., Пащенко О. Імерсивне освітнє середовище: принципи побудови і практики успішної реалізації. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2021. № 59. С. 98–105. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2021-59-98-105>
6. Канська В. В., Канський В. С., Дишкант А. В. Використання конструктивних інновацій на уроках географії в Новій українській школі. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Теорія та методика навчання природничих наук*. 2023. № 4. С. 37–50. DOI: <https://doi.org/10.31652/2786-5754-2023-4-37-50>
7. Литвинова С. Г., Буров О. Ю., Семеріков С. О. Концептуальні підходи до використання засобів доповненої реальності в освітньому процесі. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2020. № 55. С. 46–62. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2020-55-46-62>
8. Мельник І., Задерей Н., Нефьодова Г. Доповнена та віртуальна реальність як ресурс навчальної діяльності студентів. *Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання: матеріали міжнар. наук.-практ. конф.* (Івано-Франківськ, 14–19 трав. 2018 р.). Івано-Франківськ, 2018. С. 61–64.
9. Соколюк О. М. Освітній контент імерсивних середовищ. *Імерсивні технології в освіті: збірник матеріалів II наук.-практ. конф. з міжнар. участю*. (Київ, 28 жовтн. 2022 р.). Київ, 2022. С. 157–162.
10. Ткачук С. І., Кравченко К. А., Кравченко Т. В. Вплив віртуальної та доповненої реальності на розвиток творчого мислення та інноваційних здібностей здобувачів освіти. *Академічні візії*. Вип. 29. 2024. С. 1–12. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10843512>
11. Хоменко Л. Г. Імерсивні технології як детермінанта цифрової трансформації професійної освіти в Україні. *Імерсивні технології в освіті: збірник матеріалів V Міжнар. наук.-практ. конф.* (Київ, 29 квіт. 2025 р.). Київ, 2025. С. 178–181.
12. Dede C. Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*. 2009. № 323 (5910). P. 66–69. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1167311>
13. Geng G., Disney L., Green K., Zhu Y. Exploring 4-5-Year-Olds' Learning Experience with the Augmented Reality (AR) Smart Glasses. SSRN. 2025. DOI: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5229864>
14. Potkonjak V., Gardner M., Callaghan V., Mattila P., Guetl C., Petrović V., & Jovanović K. Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers and Education*. 2016. № 95. P. 309–327. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>
15. Radianti 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. *Computers & Education*, 2020. 147, 103778. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>

## References

1. Burov O. Yu. (2025). Konverhentsiia imersyvnykh tekhnolohii ta ShI: vid orhaniv chuttia do kohnityvnykh protsesiv [Convergence of immersive technologies and AI: from senses to cognitive processes]. *Imersyvni tekhnolohii v osviti: zbirnyk materialiv V mizhnar. nauk.-prakt. konf.* (Kyiv, 29 kvit. 2025 r.). Kyiv [in Ukrainian].
2. Virtualna realnist [Virtual reality]. (2026). *Ukrainska elektronna entsyklopediia osvity (UEEO)*. URL: <https://eduglos.iitta.gov.ua> (accessed: 24.02.2026) [in Ukrainian].
3. Voitsekhovska O. O., Lytvyniuk O. S. (2023). Tekhnolohii dopovnennoi ta virtualnoi realnosti v osviti [Technologies of augmented and virtual reality in education]. *Materialy LII naukovo-tekhnichnoi konferentsii pidrozdiliv VNTU (Vinnytsia, 20–23 chervn. 2023 r.)*. Vinnytsia. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fksa/all-fksa-2023/paper/view/17990> (accessed: 24.02.2026) [in Ukrainian].
4. Volynets V. O. (2021). Virtualna, dopovnena i zmishana realnist: sutnist poniat ta spetsyfika vidpovidnykh kompiuternykh system [Virtual, augmented and mixed reality: essence of concepts and specifics of relevant computer systems]. *Pytannia kulturolohii – Issues in Cultural Studies*, (37), 231–243. DOI: <https://doi.org/10.31866/2410-1311.37.2021.237322> [in Ukrainian].
5. Davydiuk M., & Pashchenko O. (2021). Imersyvne osvitnie seredovyshe: pryntsyipy pobudovy i praktyky uspishnoi realizatsii [Immersive educational environment: principles of construction and practices of successful implementation]. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy – Modern Information Technologies and Innovative Teaching Methods in Specialist Training: Methodology, Theory, Experience, Problems*, (59), 98–105. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2021-59-98-105> [in Ukrainian].
6. Kanska V. V., Kanskyi V. S., & Dyshkant A. V. (2023). Vykorystannia konstruktivnykh innovatsii na urokakh heohrafii v Novii ukrainskii shkoli [Use of constructive innovations in geography lessons in the New Ukrainian School]. *Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnogo pedahohichnoho universytetu imeni Mykhaila Kotsiubynskoho. Serii: Teoriia ta metodyky navchannia pryrodnychkykh nauk – Scientific Notes of Vinnytsia State Pedagogical University named after Mykhailo Kotsiubynskyi. Series: Theory and Methods of Teaching Natural Sciences*, (4), 37–50. DOI: <https://doi.org/10.31652/2786-5754-2023-4-37-50> [in Ukrainian].
7. Lytvynova S. H., Burov O. Yu., & Semerikov S. O. (2020). Kontseptualni pidkhody do vykorystannia zasobiv dopovnenoi realnosti v osvitnomu protsesi [Conceptual approaches to the use of augmented reality tools in the educational process]. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia u pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy – Modern Information Technologies and Innovative Teaching Methods in Specialist Training: Methodology, Theory, Experience, Problems*, (55), 46–62. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2020-55-46-62> [in Ukrainian].
8. Melnyk I., Zaderei N., & Nefodova H. (2018). Dopovnena ta virtualna realnist iak resurs navchalnoi diialnosti studentiv [Augmented and virtual reality as a resource for students' learning activities]. *Informatsiini tekhnolohii ta kompiuterne modeliuвання: materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf.* (Ivano-Frankivs'k, 14–19 trav. 2018 r.). Ivano-Frankivs'k [in Ukrainian].
9. Sokoliuk O. M. (2022). Osvitnii kontent imersyvnykh seredovyshech [Educational content of immersive environments]. *Imersyvni tekhnolohii v osviti: zbirnyk materialiv II nauk.-prakt. konf. z mizhnar. uchastiu* (Kyiv, 28 zhovtn. 2022 r.). Kyiv [in Ukrainian].
10. Tkachuk S. I., Kravchenko K. A., & Kravchenko T. V. (2024). Vplyv virtualnoi ta dopovnenoi realnosti na rozvytok tvorchoho myslennia ta innovatsiinykh zdibnostei zdobuvachiv osvity [Impact of virtual and augmented reality on the development of creative thinking and innovative abilities of students]. *Akademichni vizii – Academic Visions*, (29), 1–12. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10843512> [in Ukrainian].
11. Khomenko L. G. (2025). Imersyvni tekhnolohii iak determinanta tsyfrovoi transformatsii profesiiynoi osvity v Ukraїni [Immersive technologies as a determinant of digital transformation of professional education in Ukraine].

of professional education in Ukraine]. Imersyvni tekhnolohii v osviti: zbirnyk materialiv V Mizhnar. nauk.-prakt. konf. (Kyiv, 29 kvit. 2025 r.). Kyiv [in Ukrainian].

12. Dede C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*, 323 (5910), 66–69. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1167311>

13. Geng G., Disney L., Green K., Zhu Y. (2025). Exploring 4-5-Year-Olds' Learning Experience with the Augmented Reality (AR) Smart Glasses. SSRN. DOI: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5229864>

14. Potkonjak V., Gardner M., Callaghan V., Mattila P., Guetl C., Petrović V., & Jovanović K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers and Education*, (95), 309–327. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>

15. Radianti J., Majchrzak T. A., Fromm J., Wohlgenannt I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*. 147, 103778. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>

*Отримано 26.02.2026.*

*Отримано в доопрацьованому вигляді 09.03.2026.*

*Прийнято до друку 25.03.2026.*

*Опубліковано 08.04.2026.*

*Received 26.02.2026.*

*Received in revised form 09.03.2026.*

*Accepted for publication 25.03.2026.*

*Published 08.04.2026.*