

УДК 37.091.3:004.946:373.3:37.018.43

Юлія НОСЕНКО,

*кандидат педагогічних наук,
старший науковий співробітник,*

*завідувач відділу технологій
відкритого навчального середовища*

Інституту цифровізації освіти НАПН України,

м. Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-9149-8208

e-mail: nosenko@iitlt.gov.ua

ІМЕРСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ У ВІТЧИЗНЯНИХ ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

***Анотація.** У статті схарактеризовано імерсивні технології (ІмТ), які нині стали беззаперечними індикаторами освітніх інновацій та поступово інтегруються у різні сфери людської діяльності. Впровадження ІмТ у змішаному навчанні має низку переваг: поглиблення розуміння складних тем, індивідуалізація навчання, можливість практичного застосування знань, покращення співпраці та комунікації, гнучкість та доступність навчання, зменшення навчальних бар'єрів, оцінювання знань у реальному часі, реалізація креативних підходів до навчання, розвиток навичок самостійного навчання, глобальний доступ до ресурсів, підтримка емоційної залученості та мотивації, реалістичне моделювання професійного середовища, економія ресурсів.*

Для обрання найбільш доцільної ІмТ запропоновано певні критерії (мета використання, користувацький досвід, технічні вимоги, масштабованість, витрати, локалізація, безпека, підтримка), що дозволять визначитися з тим, яка саме технологія потрібна для виконання поставлених задач.

У результаті опитування вчителів закладів ЗСО України, проведеного у 2024 році, було з'ясовано, що 66,9 % респондентів реалізують змішане

навчання, 30,1 % працюють у традиційному форматі, відповідно 3 % – у дистанційному. За цих умов найбільш поширеними моделями змішаного навчання виявилися: «індивідуальна ротація», «перевернутий клас», «гнучка модель».

На основі аналітичної роботи було здійснено добір ІмТ (VR, AR, 360-градусні відео) та описано можливості їхнього використання не тільки відповідно до моделей змішаного навчання, а й щодо різних видів навчальної діяльності (класна робота, домашнє завдання, індивідуальні завдання, поглиблення знань, проєктна робота та ін.).

Ключові слова: імерсивні технології, віртуальна реальність, доповнена реальність, 360-градусне відео, змішане навчання, заклади загальної середньої освіти.

Yuliia NOSENKO

Candidate of Pedagogical Sciences,

Senior Researcher,

*Head of the Department of Open
Educational Environment Technologies,
Institute for Digitalisation of Education*

of the NAES of Ukraine,

Kyiv, Ukraine

ORCID: 0000-0002-9149-8208

e-mail: nosenko@iitlt.gov.ua

IMMERSIVE TECHNOLOGIES TO SUPPORT BLENDED LEARNING IN UKRAINIAN GENERAL SECONDARY SCHOOLS

Abstract. *Immersive technologies (ImT) are gradually integrated into various spheres of human activity. The implementation of ImT in blended learning has a number of advantages: deepening the understanding of complex topics,*

individualization of learning, the possibility of practical application of knowledge, improvement of cooperation and communication, flexibility and accessibility of learning, reduction of educational barriers, assessment of knowledge in real time, implementation of creative approaches to learning, development of independent learning skills, global access to resources, support of emotional involvement and motivation, realistic modeling of the professional environment, saving resources.

In order to choose the most appropriate ImT, criteria are proposed that will allow to determine exactly what technology is needed to perform the tasks: purpose of use, user experience, technical requirements, scalability, costs, localization, security, support.

As a result of the survey of teachers of general schools of Ukraine, conducted in 2024, it was found that 66.9 % of respondents implement blended learning, 30.1 % work in a traditional format, another 3 % – in a distance learning format. At the same time, the most common models of blended learning turned out to be: «individual rotation», «flipped class», «flexible model».

On the basis of the performed analytical work, ImT (VR, AR, 360-degree videos) was selected and the possibilities of their use in accordance with blended learning models were described. A selection of ImT was also made and the possibilities of their use in accordance with different types of educational activities (class work, homework, individual tasks, deepening of knowledge, project work, etc.) within different models of blended learning were described.

***Key words:** immersive technologies, virtual reality, augmented reality, 360-degree video, blended learning, general secondary schools.*

Постановка проблеми. На сьогодні імерсивні технології (далі – *ImT*) стали беззаперечними індикаторами освітніх інновацій. Зарубіжні експерти прогнозують, що найближчими роками означені технології повною мірою вийдуть на ринок освітніх послуг. У 2022 році обсяг ринку імерсивних технологій в освітньому секторі оцінювався у 5,30 мільярда доларів США, проте очікується, що він зросте з 6,09 мільярда доларів США у 2023 році до

40,70 мільярда доларів США у 2032 році, демонструючи сукупний річний темп зростання 23,5 % упродовж прогнозованого періоду (2023–2032 рр.) (Dhapte, 2024).

Імерсивні технології у вітчизняних закладах загальної середньої освіти (*далі – закладах ЗСО*), зокрема як засіб підтримки змішаного навчання, можуть сприяти створенню ефективного інтерактивного та динамічного освітнього середовища. Використання технологій доповненої та віртуальної реальності дозволяє поєднувати традиційні та цифрові методи навчання, що покращує мотивацію учнів, їхню активність та рівень засвоєння матеріалу. Такі технології дають можливість учням самостійно досліджувати теми, занурюватися в реалістичні симуляції та поглиблювати знання, що особливо корисно для предметів природничого циклу.

Інтеграція імерсивних технологій у змішане навчання сприятиме реалізації адаптивного підходу, забезпеченню індивідуальних освітніх траєкторій. Це особливо важливо в умовах реформування української освіти, коли зростає потреба в розвитку цифрових навичок, критичного мислення та самостійного навчання.

Аналіз наукових досліджень і публікацій. Серед зарубіжних дослідників, які вивчають різні аспекти використання імерсивних технологій в освіті, варто відзначити таких, як: J. Campbell, H. Crompton, K. Jordan, M. Martin, C. Myers, C. Hughes, C. Stapleton (США); S. B. Ahmadi, M. Gilardi (Великобританія); M. Tolman, M. Eggermont, R. Hugo, A. Roncin, R. Bezerra Rodrigues (Канада); T. Islam, M. Hussain, S. Shimul, R. Rupok, S. R. Khan (Бангладеш); A. Dhapte (Індія); D. Amenua, R. Fitzpatrick, M. E. Njeri, R. Naylor, E. Page, A. Riggall (Кенія); C. E. Mendoza-Ramírez, J. C. Tudon-Martinez, L. C. Felix-Herran, A. Vargas-Martínez (Мексика); F. Adil, R. Nazir, M. Akhtar (Пакистан); L. Morgado (Португалія); N. Sala (Швейцарія); K. Nevelsteen (Швеція) та ін.

Українськими вченими (О. Буров (Burov, Pinchuk, 2022), С. Литвинова (Литвинова, 2023; Литвинова, Буров, Семеріков, 2020), Н. Рашевська (Рашевська, 2024), Н. Сороко (Сороко, 2024) та ін.) також проводяться

дослідження, спрямовані на вивчення теоретичних та методологічних засад впровадження й використання різних видів імерсивних технологій в освіті, зокрема і в закладах ЗСО.

Усвідомлюючи неабияку актуальність такої проблематики, в Інституті цифровізації освіти НАПН України вже здійснено науково-дослідну роботу на тему: «Проектування навчального середовища з використанням засобів доповненої та віртуальної реальності в закладах загальної середньої освіти» (ДР № 0121U107689, 2021-2023 рр.), а також розпочато нову – з теми «Система використання імерсивних технологій вчителями у процесі змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти» (ДР № 0124U000648, 2024-2025 рр.). Остання робота – це прикладне дослідження, спрямоване на розроблення системи використання імерсивних технологій вчителями закладів загальної середньої освіти в умовах змішаного навчання. Крім того, колективом науковців підготовлено низку робіт, в яких висвітлено теоретико-методологічні та практичні аспекти використання імерсивних технологій в закладах ЗСО (Литвинова, Сороко, Баценко, Богачков, Гриб'юк, Дементієвська, 2023; Литвинова, Сороко, Богачков, Гриб'юк, Дементієвська, 2023).

Мета статті – здійснити добір імерсивних технологій (VR, AR, 360-градусні відео) та описати можливості їхнього використання відповідно до різних видів навчальної діяльності (класна робота, домашнє завдання, індивідуальні завдання, поглиблення знань, проектна робота та ін.), а також різних моделей змішаного навчання («перевернутий клас», індивідуальна ротація, гнучка модель).

Виклад основного матеріалу дослідження. Згідно з визначенням стандарту ISO, імерсивні технології – це засоби, що дозволяють інтегрувати віртуальний вміст і фізичне середовище таким чином, щоб підтримувати взаємодію користувача зі змішаною реальністю, яку в результаті цього отримуємо (ISO/IEC TR 23844:2023(en), 2023). Іншими словами, ІмТ – це технології повного чи часткового занурення у віртуальний світ, або різні види поєднання реальної і віртуальної реальності, за якої голографічні елементи

пов'язані з елементами реального світу.

Найчастіше до імерсивних технологій відносять:

– віртуальну реальність (Virtual Reality (VR)) – технологію, що повністю занурює користувача у віртуальне середовище за допомогою гарнітури та спеціальних контролерів;

– доповнену реальність (Augmented Reality (AR)) – технологію, що накладає цифровий контент на реальний світ, найчастіше завдяки камері смартфона або спеціальним окулярам;

– змішану реальність (Mixed Reality (MR)) – поєднання віртуального та реального середовищ, що дозволяє цифровим об'єктам взаємодіяти з реальним світом;

– 360-градусне відео – формати контенту, що дозволяють оглядати сцену на 360 градусів з метою кращого ефекту присутності.

ІмТ, зокрема VR, AR та 360-градусні відео, стають усе популярнішими в освітньому процесі, наприклад, в умовах змішаного навчання (blended learning). Змішане навчання поєднує традиційні форми освіти (в аудиторіях) із дистанційним навчанням, що створює простір для інноваційних методик і підходів.

На основі аналізу багатьох досліджень ми визначили основні переваги і можливості використання ІмТ у цьому контексті. Так, серед *переваг і можливостей використання ІмТ у змішаному навчанні* передусім варто виокремити:

– підвищення рівня залученості учнів – набагато вищий рівень інтерактивності та взаємодії з навчальним матеріалом, можливість досліджувати віртуальні середовища, взаємодіяти з тривимірними об'єктами (учні можуть самостійно досліджувати матеріал удома, відчуваючи себе активними учасниками процесу, а не пасивними спостерігачами);

– поглиблення розуміння складних тем – віртуальні моделі та симуляції дозволяють учням вивчати складні концепції в наочній і доступній формі (симуляції лабораторних експериментів, «подорожі» в різні історичні епохи,

вивчення внутрішньої будови організму тощо);

– індивідуалізація навчання – ІмТ у змішаному навчанні дозволяють адаптувати освітній процес до потреб і здібностей кожного учня, дають можливість навчатися у власному темпі, отримуючи зворотній зв'язок у режимі реального часу (наприклад, інтерактивні вправи в AR можуть підлаштовуватися під рівень підготовки, що дає змогу більш гнучко керувати процесом навчання);

– можливість практичного застосування знань – моделювання реальних ситуацій, де учні можуть застосовувати отримані знання на практиці (у змішаному навчанні це дозволяє комбінувати теорію, отриману під час традиційних занять, із практичними завданнями, виконаними за допомогою VR або AR в онлайн-середовищі);

– покращення співпраці та комунікації – у віртуальних середовищах можна створювати групові проекти, завдяки яким учні взаємодіють один з одним у реальному часі, незалежно від місця перебування (це підвищує рівень комунікації та сприяє кращому засвоєнню матеріалу на основі обміну думками та досвідом);

– гнучкість та доступність навчання – учні отримують доступ до матеріалів у зручний для них час (наприклад, можуть використовувати AR для вивчення тем безпосередньо на уроці або вдома дистанційно);

– зменшення навчальних бар'єрів – ІмТ можуть сприяти подоланню освітніх бар'єрів для учнів з особливими освітніми потребами завдяки налаштуванню контенту;

– оцінювання знань у реальному часі – AR і VR можуть використовуватися з метою моніторингу прогресу учнів у реальному часі (наприклад, інтерактивні симуляції можуть включати елементи автоматичного оцінювання), що дозволяє вчителям краще зрозуміти, які теми викликають труднощі, а отже, вчасно внести корективи;

– реалізація креативних підходів до навчання – ІмТ відкривають безмежні можливості для творчості (наприклад, учителі можуть створювати інтерактивні

сценарії, завдяки яким учні стають учасниками історичних подій, наукових експериментів або екологічних досліджень);

– розвиток навичок самостійного навчання – оскільки змішане навчання передбачає певний рівень самостійності учнів, ІмТ допомагають їм розвивати навички самоорганізації (наприклад, учні можуть досліджувати контент у віртуальних середовищах, виконувати практичні завдання та самостійно відстежувати свій прогрес); це виховує відповідальність за власне навчання, що є важливою навичкою для майбутнього професійного життя;

– глобальний доступ до ресурсів – ІмТ дозволяють учням отримувати доступ до ресурсів та досвіду, які раніше були недоступні (наприклад, «відвідати» Лувр або провести віртуальний тур на космічну станцію);

– підтримка емоційної залученості та мотивації – VR або AR здатні викликати сильні емоційні переживання, що допомагає учням краще запам'ятовувати матеріал і підтримувати високу мотивацію до навчання (змішане навчання з інтеграцією таких технологій дозволяє створювати захопливі освітні середовища, що стимулюють учнів повертатися до навчання з інтересом і ентузіазмом);

– реалістичне моделювання професійного середовища – для учнів старших класів ІмТ можуть стати ефективним інструментом підготовки до професійної діяльності, оскільки дозволяють моделювати робочі процеси в реальному часі, відчувати реальні умови роботи;

– економія ресурсів – хоча ІмТ потребують початкових інвестицій, однак у довгостроковій перспективі вони можуть зменшити витрати на навчальні матеріали (наприклад, використання VR або AR може замінити потребу в дорогих лабораторних установах або польових дослідженнях).

Як правильно здійснити добір доцільної імерсивної технології? У зв'язку з цим слід наголосити, що сучасний ринок ІТ-рішень пропонує широке різноманіття сервісів ІмТ. Для обрання найбільш доцільної ІмТ пропонуємо скористатися критеріями, що дозволять визначитися з тим, яка саме технологія потрібна для виконання поставлених задач:

1) мета використання – необхідно продумати, яких цілей ми прагнемо досягти, впроваджуючи нову технологію (*Які конкретно завдання необхідно виконати?*);

2) користувацький досвід – визначити цільову групу користувачів та оцінити їхній загальний досвід використання ІмТ (*Чи потрібна попередня підготовка, інструктаж, навчання?*);

3) технічні вимоги – перевірити, чи обрана технологія сумісна з пристроями, програмним забезпеченням і мережами, які використовує команда;

4) масштабованість – розглянути можливу допустиму кількість користувачів (*Чи забезпечує технологія бажаний рівень співпраці та взаємодії, чи дозволить охопити необхідну кількість користувачів, чи немає обмежень?*);

5) витрати – оцінити вартість технології, включно з усім необхідним обладнанням, програмним забезпеченням та ліцензійними зборами, визначити, чи відповідає це наявному бюджету;

6) локалізація – визначити, які мови доступні в налаштуваннях (*Чи відсутній мовний бар'єр для користування технологією чи сервісом?*);

7) безпека – оцінити функції безпеки технології, зокрема захист даних, шифрування та контроль доступу (*Чи забезпечено захист конфіденційної інформації?*);

8) підтримка – визначити рівень підтримки, доступний від постачальника технологій, зокрема технічну допомогу, навчання, форуми користувачів.

Отож урахування означених вище критеріїв дозволить обрати найбільш доцільну ІмТ, а це зі свого боку сприятиме формуванню позитивного користувацького досвіду й ефективному виконанню поставлених задач.

Як дібрати ІмТ відповідно до моделі змішаного навчання? У 2024 році нами було проведено опитування вчителів закладів ЗСО України (загалом 315 осіб із 24 регіонів). Серед іншого, було з'ясовано, що 66,9 % респондентів реалізують змішане навчання, 30,1 % працюють у традиційному форматі, відповідно 3 % – у дистанційному (з окупованих територій, переміщені особи та ін.). Водночас найбільш поширеними моделями змішаного навчання, які

наразі застосовуються вчителями України, є:

– індивідуальна ротація (навчання за індивідуальними освітніми траєкторіями – учні навчаються очно, а паралельно працюють із зовнішніми електронними ресурсами, онлайн-курсами) – 31,5%;

– «перевернутий клас» (учні вивчають теоретичний матеріал удома онлайн, потім працюють із педагогом над практичними завданнями у класі, аудиторно) – 18,7%;

– гнучка модель (учні працюють за індивідуально налаштованим розкладом переважно онлайн, учитель координує їхню діяльність та консультує (як очно так і онлайн)) – 16,7%.

На основі означеної аналітичної роботи було здійснено добір ІмТ (VR, AR, 360-градусні відео) й описано можливості їхнього використання відповідно до моделей змішаного навчання (див. табл. 1). Зокрема, опитування вчителів показало, що були відібрані ті моделі змішаного навчання, які виявилися найбільш поширеними.

Таблиця 1

**Можливості використання VR, AR, 360-градусних відео
відповідно до моделі змішаного навчання**

Модель змішаного навчання	Зміст моделі	Імерсивні технології		
		VR	AR	360-градусні відео
«Перевернутий клас»	учні самостійно опановують теорію вдома, а на заняттях виконують практичні завдання	віртуальні симуляції та VR-тури (<i>ClassVR, Unimersiv</i>)	AR-додатки з інтерактивним і 3D-об'єктами (<i>Merge Cube, QuiverVision</i>)	відеолекції у форматі 360° (<i>YouTube 360, ThingLink</i>)
Індивідуальна ротація	учні переходять між різними активностями за індивідуальними	VR-тренажери для медичних чи інженерних	AR-додатки для інтерактивного навчання (<i>Google Lens, GeoGebra AR</i>)	тематичні 360° відео для занурення в середовище (<i>ExpeditionsPro, VeeR VR</i>)

	м графіком (онлайн, офлайн, робота з викладачем)	навичок (<i>Embodied Labs, zSpace</i>)		
Гнучка модель	основна частина навчання відбувається онлайн, але учні приходять до класу для консультацій чи проектної роботи	віртуальні простори для колаборації та командних проєктів (<i>Mozilla Hubs, AltspaceVR</i>)	AR-інструменти для польових досліджень (<i>Google Earth AR, Metaverse Studio, Seek by iNaturalist, Geology AR, HistoryView AR</i>)	дистанційні лекції та курси у форматі 360° (<i>Coursera 360, VeeR VR</i>)

Крім того, було здійснено добір ІмТ (VR, AR, 360-градусні відео) та описано можливості їхнього використання відповідно до різних видів навчальної діяльності в межах різних моделей змішаного навчання (див. табл. 2).

Таблиця 2

**Можливості використання VR, AR, 360-градусних відео
відповідно до різних видів навчальної діяльності
в межах різних моделей змішаного навчання**

Модель змішаного навчання	Зміст моделі	Приклади різних видів навчальної діяльності із використанням імерсивних технологій		
		VR	AR	360-градусні відео
«Перевернутий клас»	Учні самостійно опановують теорію вдома, а на заняттях виконують практичні завдання	Домашнє завдання. Учні вивчають новий матеріал удома завдяки VR-симуляції (наприклад, подорож	Підготовка вдома. Завдяки мобільним додаткам з AR учні переглядають 3D-моделі об'єктів (анатомічні	Перегляд удома. Учні переглядають 360-градусні відео, щоб підготуватися до уроку (наприклад, віртуальна екскурсія

		<p>віртуальним музеєм), а на уроці обговорюють та аналізують побачене.</p> <p>Класна робота.</p> <p>Використання VR для відтворення практичних ситуацій, які допомагають учням краще зрозуміти тему (наприклад, віртуальна лабораторія для фізики чи хімії)</p>	<p>органи, архітектурні споруди), що дає можливість краще підготуватися до уроку.</p> <p>Робота на уроці.</p> <p>AR допомагає проводити інтерактивні дослідження на місці (наприклад, вивчення кліматичних зон у вигляді 3D-глобуса)</p>	<p>історичними місцями). На занятті обговорюють враження та здійснюють аналіз</p>
Індивідуальна ротація	<p>Учні переходять між різними активностями за індивідуальним графіком (онлайн, офлайн, робота з викладачем)</p>	<p>Станції з VR.</p> <p>Учні переходять між різними видами діяльності, одна з яких – виконання завдань у VR-просторі (наприклад, моделювання явищ з біології).</p> <p>Індивідуальні тренажери.</p> <p>Кожен учень може займатися у VR за власним темпом, відпрацьовуючи важкі</p>	<p>Індивідуальні завдання.</p> <p>Учні працюють з AR-картами чи моделями, що з'являються в різних точках класу, виконуючи завдання у своєму темпі.</p> <p>Групова ротація.</p> <p>Одна з груп використовує AR-додатки для виконання інтерактивних досліджень, наприклад, збір даних для</p>	<p>Вибір активності.</p> <p>Учень може самостійно вибрати 360-градусне відео для перегляду, відповідно до свого навчального плану.</p> <p>На станції.</p> <p>Одна з ротацій включає роботу із 360-градусними відео для вивчення навколишнього середовища чи подій</p>

		теми	STEM-проектів	
Гнучка модель	Основна частина навчання відбувається онлайн, але учні приходять до класу для консультацій чи проектної роботи	Індивідуальні траєкторії. Учні можуть користуватися VR-програмами для самостійного опрацювання складних тем у зручний час, наприклад, віртуальні екскурсії на уроках географії чи історії. Проектна робота. Групи учнів створюють VR-простори або аналізують складні симуляції, розподіляючи завдання в команді	Поглиблення знань. Учні застосовують AR-додатки для вивчення матеріалу, який доповнює базовий курс, наприклад, доповнені картки з біології, які «оживають» при наведенні смартфона. Гнучка організація проектів. Учні використовують AR для проведення досліджень або створення інтерактивних презентацій	Дистанційні заняття. 360-градусні відео використовуються для занурення в середовище, що важко відтворити в реальному житті (наприклад, дослідження океанських глибин або космічного простору). Учні переглядають відео та виконують завдання, перебуваючи вдома

Отже, ІмТ можуть бути використанні в різних моделях змішаного навчання, залежно від предмета, поставлених задач, досвіду учасників, що, зрештою, сприяє більш індивідуалізованому й гнучкому освітньому процесу.

Висновки. Зважаючи на викладене в статті, варто зауважити, що імерсивні технології сьогодні поступово інтегруються у різні сфери діяльності – від бізнесу, маркетингу і розваг до освіти й розвитку. Вони не тільки відкривають нові можливості для інтеграції теорії та практики, а й стимулюють розвиток ключових навичок XXI століття (критичне мислення, креативність,

співпраця та самоорганізація), що сприяють забезпеченню гнучкості й адаптивності змішаного навчання, створенню інклюзивного середовища для різностороннього розвитку кожного здобувача освіти.

Переконані, що запропоновані в дослідженні критерії добору ІмТ, а також здійснення добору ІмТ (VR, AR, 360-градусні відео) й опис можливостей їхнього використання для різних видів навчальної діяльності (класна робота, домашнє завдання, індивідуальні завдання, поглиблення знань, проєктна робота та ін.) відповідно до різних моделей змішаного навчання («перевернутий клас», індивідуальна ротація, гнучка модель) спростять процедуру вибору вчителями засобів, доцільних для підтримки змішаного навчання, що сприятиме більш свідомому та виваженому використанню ІмТ в освітньому процесі.

Перспективи подальших досліджень плануємо спрямувати на проєктування методики використання ІмТ у змішаному навчанні закладу ЗСО, а також розвиток компетентностей учителів щодо використання ІмТ в освітньому процесі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Dhapte, A. (2024). Immersive Technology in Education Sector Market. URL: <https://www.marketresearchfuture.com/reports/immersive-technology-in-education-sector-market-12134> (accessed: 14.11.2024).

Burov, O., Pinchuk, O. (2022). Extended Reality in Digital Learning: Influence, Opportunities and Risks' Mitigation. *Person-oriented Approach (3L-Person 2021) co-located with 17th International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications: Integration, Harmonization, and Knowledge Transfer (ICTERI 2021)*. S. 119–128. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-3104/paper187.pdf> (accessed: 14.11.2024).

Литвинова, С. Г. (2023). Використання сервісу доповненої реальності Vliprbuider учителями природничо-математичних предметів в освітній практиці. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Педагогіка. Соціальна робота»*. № 1 (52). С. 98–106. URL: <https://doi.org/10.24144/2524->

0609.2023.52.98-105 (дата звернення: 14.11.2024).

Литвинова, С. Г., Буров, О. Ю., Семеріков, С. О. (2020). Концептуальні підходи до використання засобів доповненої реальності в освітньому процесі. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. № 55. С. 46–62. URL: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2020-55-46-62> (дата звернення: 14.11.2024).

Рашевська, Н. В. (2024). Імерсивні технології навчання природничих дисциплін учнів старших класів закладів середньої освіти. *Наукові записки. Серія «Педагогічні науки»*. № 1 (213). С. 223–228. URL: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-213-222-228> (дата звернення: 14.11.2024).

Сороко, Н. (2024). Особливості організації навчальних STEAM-проектів із використанням імерсивних технологій. *Фізико-математична освіта*. № 2 (39). С. 51–59. URL: <https://doi.org/10.31110/fmo2024.v39i2-07> (дата звернення: 14.11.2024).

Литвинова, С. Г., Сороко, Н. В., Баценко, С. В., Богачков, Ю. М., Гриб'юк, О. О., Дементієвська, Н. П. та ін. (2023). Проектування освітнього середовища з використанням засобів доповненої та віртуальної реальностей в закладах загальної середньої освіти: колективна монографія. Київ: ІЦО НАПН України. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/738596/> (дата звернення: 14.11.2024).

Литвинова, С. Г., Сороко, Н. В., Богачков, Ю. М., Гриб'юк, О. О., Дементієвська, Н. П. та ін. (2023). Використання засобів доповненої та віртуальної реальностей в навчальному середовищі закладів загальної середньої освіти. Київ: ІЦО НАПН України: методичні рекомендації. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/734430/> (дата звернення: 14.11.2024).

ISO/IEC TR 23844:2023(en) Information technology for learning, education, and training – Immersive content and technology (2023). URL: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso-iec:tr:23844:ed-1:v1:en> (accessed:

14.11.2024).

REFERENCES

Dhapte, A. (2024). Immersive Technology in Education Sector Market. Available at: <https://www.marketresearchfuture.com/reports/immersive-technology-in-education-sector-market-12134> (Accessed:14.11.2024). [in English].

Burov, O., Pinchuk, O. (2022). Extended Reality in Digital Learning: Influence, Opportunities and Risks' Mitigation. *Person-oriented Approach (3L-Person 2021) co-located with 17th International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications: Integration, Harmonization, and Knowledge Transfer (ICTERI 2021)*. S. 119–128. Available at: <http://ceur-ws.org/Vol-3104/paper187.pdf> (Accessed on 14.11.2024). [in English].

Lytvynova, S.H. (2023). Vykorystannia servisu dopovnenoj realnosti Blippbuidier uchyteliamy pryrodnycho-matematychnykh predmetiv v osvittii praktytsi [Using the Blippbuidier Augmented Reality Service by Teachers of Science and Mathematics Subjects in Educational Practice]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Serii: «Pedagogika. Sotsialna robota»*. № 1 (52). S. 98–106. URL: <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2023.52.98-105> (data zvernennia: 14.11.2024) [in Ukrainian].

Lytvynova, S. H., Burov, O. Yu., Semerikov, S. O. (2020). Kontseptualni pidkhody do vykorystannia zasobiv dopovnenoj 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*. № 55. S. 46–62. URL: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2020-55-46-62> (data zvernennia: 14.11.2024) [in Ukrainian].

Rashevskaya, N. V. (2024). Imersyivni tekhnolohii navchannia pryrodnychych dysyplin uchniv starshykh klasiv zakladiv serednoi osvity [Immersive technologies for Teaching Natural Sciences to Students of Senior Classes of Secondary Education Institutions]. *Naukovi zapysky. Serii: Pedagogichni nauky*. № (213). S. 223–228. URL: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-213-222-228> (data zvernennia:

14.11.2024) [in Ukrainian].

Soroko, N. (2024). Osoblyvosti orhanizatsii navchalnykh STEAM-proiektiv iz vykorystanniam imersyvnykh tekhnolohii [Peculiarities of Organizing Educational STEAM Projects Using Immersive Technologies]. *Fizyko-matematychna osvita*. № 2 (39). S. 51–59. URL: <https://doi.org/10.31110/fmo2024.v39i2-07> (data zvernennia: 14.11.2024) [in Ukrainian].

Lytvynova, S. H., Soroko, N. V., Batsenko, S. V., Bohachkov, Yu. M., Hrybiuk, O. O., Dementiievska, N. P. et al. (2023). Proiektuvannia osvitnoho seredovyshcha z vykorystanniam zasobiv dopovnenoj ta virtualnoj realnostei v zakladakh zahalnoj serednoj osvity [Designing an Educational Environment Using Augmented and Virtual Reality Tools in General Secondary Education Institutions]: kolektyvna monohrafiia. Kyiv: ITsO NAPN Ukrainy. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/738596/> (data zvernennia: 14.11.2024) [in Ukrainian].

Lytvynova, S. H., Soroko, N. V., Bohachkov, Yu. M., Hrybiuk, O. O., Dementiievska, N. P. et al. (2023). Vykorystannia zasobiv dopovnenoj ta virtualnoj realnostei v navchalnomu seredovyshchi zakladiv zahalnoj serednoj osvity [The Use of Augmented and Virtual Reality Tools in the Educational Environment of General Secondary Education Institutions]: metodychni rekomendatsii. Kyiv: ITsO NAPN Ukrainy. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/734430/> (data zvernennia: 14.11.2024) [in Ukrainian].

ISO/IEC TR 23844:2023(en) Information technology for learning, education, and training – Immersive content and technology (2023). Available at: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso-iec:tr:23844:ed-1:v1:en> (Accessed on 14.11.2024). [in English].

Дата надходження до редакції 15.11.2024 р.