

МОДЕЛІ ІМЕРСИВНОГО СЕРЕДОВИЩА НАВЧАННЯ

Наталія РАШЕВСЬКА ✉

Інститут цифровізації освіти НАПН України, Україна
nvr1701@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6431-2503>

MODELS OF IMMERSIVE LEARNING ENVIRONMENTS

Natalia RASHEVSKA ✉

Institute of digitalization of education of NAES of Ukraine, Ukraine
nvr1701@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6431-2503>

АНОТАЦІЯ

У статті розглянуто деякі із розроблених та впроваджених у процес навчання інноваційних моделей на основі яких можна організувати процес навчання в імерсивному середовищі. Виокремлено структуру таких моделей та їх переваги застосування у процесі навчання.

Формулювання проблеми. Розвиток імерсивних технологій в освіті актуалізує проблему проектування цілісної моделі імерсивного освітнього середовища, яка б інтегрувала педагогічні, психологічні, технологічні та розвивальні чинники й відповідала умовам навчання в закладах загальної середньої освіти. Наразі спостерігається фрагментарність моделей імерсивного навчання, що ускладнює їх системне впровадження.

Матеріали і методи. У дослідженні використано комплекс теоретичних методів: аналіз, систематизацію, узагальнення науково-педагогічної літератури, а також структурно-функціональний і порівняльний аналіз педагогічних моделей.

Результати. Систематизовано та проаналізовано п'ять моделей імерсивного навчання: когнітивно-афективну, дослідницьку, еволюційну, потокового стану та ігрового навчання на основі штучного інтелекту. Визначено їх основні характеристики, переваги й обмеження. Встановлено, що наявні моделі не враховують повною мірою специфіку змісту природничо-математичних дисциплін та освітні потреби учнів старшої школи. Це зумовлює необхідність подальшого теоретичного й практичного обґрунтування інтегративного підходу.

Висновки. Фрагментарний характер розглянутих моделей імерсивного навчання свідчить про актуальність розробки комплексної моделі, яка б забезпечувала педагогічну доцільність, технологічну гнучкість і змістову відповідність навчання в академічному ліцеї. Подальші дослідження спрямовуватимуться на створення та апробацію такої моделі в умовах вивчення природничо-математичних дисциплін із використанням засобів віртуальної та доповненої реальності.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: імерсивне навчання; імерсивне середовище навчання; модель організації навчання; заклад загальної середньої освіти; академічний ліцеї; природничо-математичні предмети.

ДЛЯ ЦИТУВАННЯ: Рашевська Н. Моделі імерсивного середовища навчання. *Фізико-математична освіта*, 2026. Том 41. № 1. С. 26-31. <https://doi.org/10.31110/fmo2026.v41i1-04>.

ABSTRACT

The article discusses innovative models developed and implemented to organize learning in an immersive environment. The structure of such models and their advantages in the learning process are highlighted.

Formulation of the problem. The development of immersive technologies in education raises the question of designing a comprehensive model of an immersive educational environment that integrates pedagogical, psychological, technological, and developmental factors and meets the conditions of learning in general secondary education institutions. Currently, immersive learning models are fragmented, which complicates their systematic implementation.

Materials and methods. The study uses a set of theoretical methods: analysis, systematization, generalization of scientific and pedagogical literature, and structural-functional and comparative analysis of pedagogical models.

Results. Five models of immersive learning have been systematized and analyzed: cognitive-affective, research-based, evolutionary, flow state, and game-based learning based on artificial intelligence. Their main characteristics, advantages, and limitations have been identified. It has been established that existing models do not fully account for the specific nature of natural science and mathematics disciplines, as well as the educational needs of high school students. This necessitates further theoretical and practical justification of the integrative approach.

Conclusion. The fragmented nature of the immersive learning models discussed underscores the need to develop a comprehensive model that ensures pedagogical expediency, technological flexibility, and the relevance of learning content in academic lyceums. Further research will focus on creating and testing such a model in the context of studying natural and mathematical disciplines using virtual and augmented reality tools.

KEYWORDS: immersive learning; immersive learning environment; learning organization model; general secondary education institution; academic lyceum; natural science and mathematics subjects.

FOR CITATION: Rashevskaya, N. (2026). Models of immersive learning environments. *Physical and Mathematical Education*, 41(1), 26-31. <https://doi.org/10.31110/fmo2026.v41i1-04>.

ВСТУП

Постановка проблеми. Швидкий розвиток цифрових технологій започаткував нову еру освітніх практик, у якій традиційні методи навчання все частіше доповнюються або навіть замінюються інноваційними підходами. Одним із найперспективніших напрямів у цій сфері є імерсивні технології: віртуальна реальність (VR), доповнена реальність (AR) та змішана реальність (MR). Ці технології реалізуються в рамках імерсивних середовищ – інтерактивних цифрових просторів, що забезпечують часткове або повне занурення користувача в навчальні матеріали через мультисенсорні стимули та активну взаємодію з імерсивним світом. Імерсивні середовища відкривають нові можливості для створення захопливих і

персоналізованих досвідів навчання, що сприяють глибшому розумінню та засвоєнню складних концепцій, особливо актуальних в рамках Нової української школи (НУШ).

Аналіз актуальних досліджень демонструє, що науковці активно вивчають потенціал віртуальної, доповненої та змішаної реальностей як засобів трансформації освітнього процесу. У науково-освітній спільноті розроблено низку моделей імерсивних середовищ, які демонструють їхню ефективність у формуванні мотивації до навчання, розвитку пізнавальної активності та підтримці індивідуалізації освітнього процесу (Oyelere et al., 2020).

У процесі аналізу наукових джерел і практик використання імерсивних технологій в освітньому просторі виокремлено низку моделей, які можна умовно згрупувати за критерієм функціонального призначення (Pitsikalis et al., 2024):

1. *Моделі інструкційного дизайну*, що регламентують системне проектування процесу навчання і можуть бути адаптовані до особливостей імерсивного середовища навчання. До них належать класичні та гнучкі підходи: ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation); SAM (Successive Approximation Model); TESLA (Technology Enhanced Spaces for Learning and Assessment).

2. *Моделі інтеграції технологій в освіту*, що визначають рівень та спосіб використання цифрових (у тому числі імерсивних) технологій у процесі навчання. Найбільш обґрунтованими моделями є: SAMR (Substitution, Augmentation, Modification, Redefinition); TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge); TICOL (Technological Integration in Collaborative Online Learning).

3. *Моделі імерсивного навчання* розроблені спеціально для реалізації використання імерсивних технологій у навчанні та визначають структурні компоненти й умови їх ефективного використання. На основі моделей CAMILE (Cognitive-Affective Model of Immersive Learning Environment); XR ABC (Absorb, Blend, Create); M-iVR-L (Model of Immersive Virtual Reality Learning) та моделі навчального дизайну для навчальних середовищ віртуальної реальності з імерсивним підходом доцільним є розроблення моделей організації уроків із використання імерсивних технологій, що описують різний рівень занурення учня в імерсивне середовище навчання та його взаємодію з ним. Гармонійна комбінація елементів зазначених моделей є доцільною для побудови процесу навчання учнів академічних ліцеїв в рамках НУШ.

Попри значні досягнення у сфері моделювання імерсивного навчання, більшість чинних моделей сфокусовані на окремих аспектах цього процесу – технічному забезпеченні, візуалізації навчального матеріалу, когнітивному навантаженні або мотивації, – і не забезпечують цілісної педагогічної картини, що відповідає потребам загальної середньої освіти. Зокрема, спостерігається дефіцит моделей, які б інтегрували технологічні, дидактичні, психологічні та організаційні компоненти в умовах академічних ліцеїв. Саме тому для формування нашої методологічної позиції важливим є опора на міждисциплінарний аналіз сучасних наукових підходів. Особливе значення мають праці українських дослідників – Ю. Богачкова (у контексті цифрової дидактики та віртуальних середовищ), С. Литвинової (із системного підходу до ІКТ в освіті), Ю. Носенко (із когнітивного підходу до технологічного навчання), А. Сухих та П. Уханя (у частині педагогічної взаємодії у цифровому просторі). Водночас закордонні дослідники – Г. Макранський, Г. Макговін та С. Пітсікаліс – запропонували низку емпірично обґрунтованих моделей, які враховують когнітивні механізми занурення, емоційно-мотиваційний вплив імерсивних середовищ та їх роль у формуванні втіленого знання. Систематизація цих підходів дала змогу визначити напрями інтеграції імерсивних технологій у методичну систему навчання у закладах загальної середньої освіти.

Мета статті полягає в аналізі розроблених моделей імерсивних середовищ навчання, визначення їх переваг та обмежень, а також узагальнення педагогічних, психологічних, технологічних і розвивальних чинників, що можуть бути основою для побудови цілісної моделі імерсивного середовища в закладах загальної середньої освіти.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для розв'язання поставлених завдань було застосовано такі методи: теоретичний аналіз та узагальнення науково-педагогічної літератури та джерел з проблеми використання імерсивних технологій в освіті; структурно-функціональний аналіз моделей організації навчання в імерсивному середовищі з метою визначення їхніх характеристик, переваг і обмежень; порівняльний аналіз для виявлення спільних елементів, відмінностей та тенденцій у підходах до проектування процесу навчання із використанням імерсивних технологій.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Аналіз наукових джерел надав можливість виокремити деякі моделі імерсивних середовищ навчання, що використовують у процесі організації навчання. Треба зазначити, що всі розглянуті в статті моделі можна віднести до феноменологічної моделі освіти, що передбачає персональний характер навчання з урахуванням індивідуально-психологічних особливостей учнів, дбайливе й шанобливе ставлення до їхніх інтересів та потреб.

Основою виокремлених моделей імерсивних середовищ навчання є гармонійне поєднання занурення та інтерактивності. Однією з ефективних моделей імерсивного середовища навчання, що поєднує в собі такі теорії як теорія самовизначення, теорія когнітивного навантаження, когнітивну теорію мультимедійного навчання та втіленого пізнання називають когнітивно-афективна модель імерсивного середовища навчання (Peña-Acuña & Rubio-Alcalá, 2024).

1. Когнітивно-афективна модель імерсивного середовища навчання (CAMILE) являє собою підхід, який об'єднує когнітивні та афективні аспекти навчання в імерсивних середовищах (VR, AR, MR тощо). Така модель підкреслює важливість як когнітивного компонента навчального досвіду, так й афективного (емоційного).

Модель описує шість афективних та когнітивних факторів (Makransky & Petersen, 2021):

1) ситуативний інтерес, який з часом повинен перейти в індивідуальний та спонукати учня отримувати нові знання;

2) внутрішня мотивація для задоволення процесом навчання, оскільки створює умови для відчуття учнями автономності в отриманні знань, формує наполегливість та допитливість;

3) самоефективність пов'язана з відчуттям учнями контролю власного процесу навчання завдяки миттєвому зворотному зв'язку;

4) втілення як досвід володіння віртуальним тілом та можливість відчувати сенсорні події, спрямовані на тіло. З наукових досліджень відомо (Goldin-Meadow, 2011), що навчання є більш ефективним за умови скоординованості моторики та візуалізації поняття. Це означає, що при побудові моделі навчання на основі використання імерсивних технологій обов'язковим є відпрацювання практичних навичок «в живу», після ознайомлення з цим поняттям в імерсивному середовищі;

5) когнітивне навантаження в зазначеній моделі підтримується використанням віртуальних лабораторій, різноманітних симуляцій та є досить сильним. Таке навантаження може призвести до перенавантаження учнів та повинно контролюватися вчителем;

6) саморегуляція та рефлексія створюють умови для активного навчання учня при правильному контролі. Саморегуляція без рефлексії може змінити акценти в отриманні учнем нових знань – навчання стане не продуктивним.

Задачею моделі є активне залучення учнів до конструювання знань та уміння застосовувати їх на практиці, підвищувати результативність навчання.

Проведене науковцями (Peña-Acuña & Rubio-Alcalá, 2024) емпіричне дослідження ефективності моделі показало, що технології занурення та інтерактивного навчання мають вплив на процес навчання через афективні та когнітивні чинники ситуативного інтересу та втіленого навчання. В дослідженні зазначено, що підвищення рівня втіленого навчання зменшує ступінь засвоєння знань, імовірно, через відсутність узгодженості між тілесними діями та змістом навчання. А на внутрішню мотивацію учня опосередковано впливають занурення та інтерактивність (через фізичну присутність).

2. Дослідницька модель імерсивного середовища навчання (Inquiry-Based Immersive Learning Environment Model) ґрунтується на поєднанні імерсивних технологій з дослідницьким підходом до навчання. В даній моделі учні можуть активно досліджувати, аналізувати та інтерактивно взаємодіяти з навчальним матеріалом у контексті реальних чи змодельованих ситуацій. Основна мета моделі полягає у розвитку критичного мислення, уміння знаходити шляхи розв'язання проблем та глибокого розуміння предмета через активне дослідження та експериментування.

В основі такої моделі лежить концепція втіленого пізнання, за умови якої нові знання формуються не тільки через абстрактні моделі, а й через фізичний досвід, сенсорну взаємодію з навколишнім світом. Імерсивні технології забезпечують учневі сенсорну взаємодію шляхом активного залучення їх до вивчення нового навчального матеріалу через дослідження.

Вчені зосереджують увагу на тому, що в даній моделі гармонійно поєднуються чотири типи пізнання: втілене, активне, вбудоване та розширене, що отримало назву 4E (McGowin et al., 2023). В основі концепції 4E та дослідницької моделі імерсивного середовища навчання лежить багаторівнева активність учня, що сприяє проведенню навчання через дослідження без когнітивного перевантаження учня (Conrad et al., 2024), (McGowin et al., 2023).

На першому рівні учень є пасивним отримувачем знань в середовищі, він не керує процесом навчання, його когнітивна діяльність дуже низька. На другому рівні учень самостійно керує темпом свого навчання, залучає додаткові сенсомоторні системи, які допомагають пригадувати та вивчати складний матеріал і досягати позитивних результатів навчання, активно виконує практичні дії. На третьому рівні учень має право керувати навчальним змістом, навчальний матеріал сприймає усвідомлено шляхом проведення дослідження у віртуальних лабораторіях. Цей рівень вимагає від учнів вийти за рамки пасивного сприйняття й активно взаємодіяти з навчальним матеріалом. На четвертому – учень конструює нові знання за допомогою аналізу, порівняння та синтезу. Конструювання знань виходить за рамки базової взаємодії та вимагає від учня умінь генерувати ідеї та уміння розв'язувати поставлені задачі. Групова робота, проекти та симуляції є прикладами діяльності з конструювання знань. На цьому рівні учні не тільки конструюють нові знання, а й ведуть інтерактивні діалоги з вчителем та іншими учасниками процесу навчання (рис. 1).

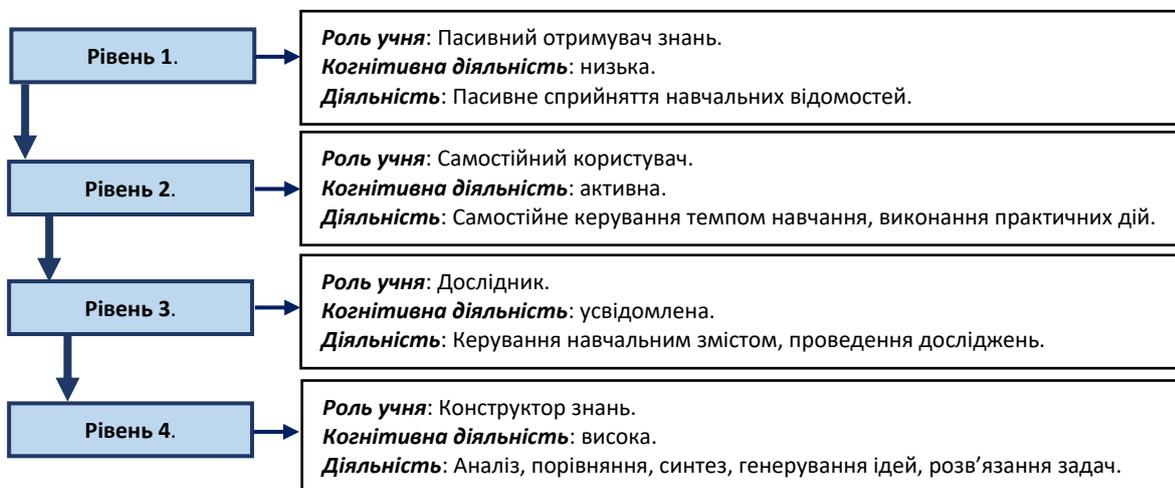


Рис. 1. Етапи дослідницької моделі імерсивного середовища навчання

Джерело: розроблене автором на основі (McGowin et al., 2023)

3. Імерсивна модель навчання з використанням еволюційного навчання поєднує в собі імерсивні технології з концепцією еволюційного навчання. Ця модель орієнтована на поступове вивчення навчального матеріалу шляхом експериментів, спостереженнями за результатами та саморефлексії. Вхід у модель здійснюється на основі вхідного тестування, що визначає рівень середовища до потреб учасника. Еволюційне навчання базується на адаптації, природному відборі та варіації навчального матеріалу і методів, щоб створити найкращі умови для навчання з підтримкою зворотного зв'язку (рис. 2). Чим складніший навчальний матеріал, тим більш дрібно він подається в цій моделі, а саме середовище модифікується в напрямку більш оптимальної візуалізації для розв'язання поточної проблеми (Bhattacharjee et al., 2018).

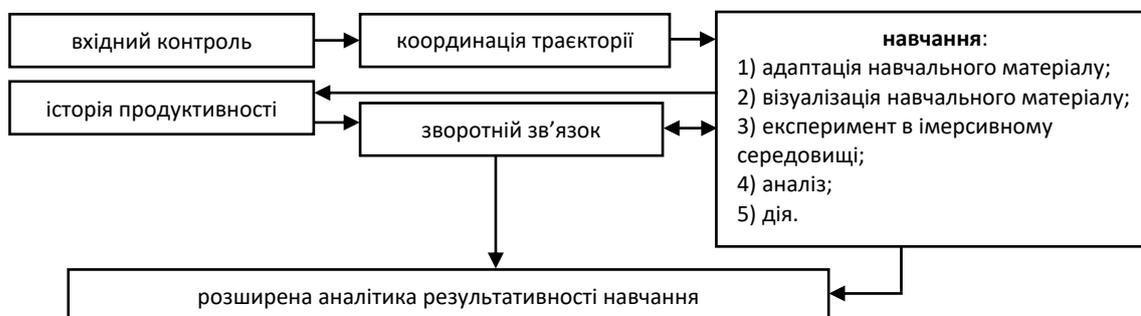


Рис. 2. Етапи еволюційної моделі навчання

Джерело: розроблене автором на основі (Bhattacharjee et al., 2018)

4. Модель потокового стану навчання передбачає повне занурення учня у середовище навчання шляхом створення завдань, що є дещо складнішими за його поточний рівень знань, але водночас стимулюють його активність. Характерними особливостями цієї моделі є (Li, Chen et al., 2016):

- 1) рівновага між викликами та уміннями. В моделі потокового стану навчальні завдання повинні бути на рівень складнішими від знань учнів, щоб стимулювати їх процес навчання; завдання повинні відповідати рівню знань та умінь учня, поступово ускладнюватись у міру підвищення його компетентності;
- 2) чіткі цілі та очікування полягають в тому, що учень чітко усвідомлює мету та завдання навчання в такому середовищі;
- 3) концентрація та фокусування уваги відбувається шляхом повного занурення учня у процес отримання знань;
- 4) відчуття контролю надає учням можливість контролювати свої дії та впливати на хід подій у процесі навчання;
- 5) занурення в діяльність на рівні емоцій, стимулювання пам'яті та уваги;
- 6) негайний зворотний зв'язок допомагає учням зрозуміти, чи рухаються вони в правильному напрямку;
- 7) втрата відчуття часу.

На нашу думку, характеристики дослідницької, еволюційної моделей та моделі потокового стану мають спільне ядро та цілі, що можуть стати основою будь-якої моделі імерсивного середовища навчання.

5. Модель ігрового навчання на основі штучного інтелекту. Однією з основних теорій інтеграції імерсивних технологій у процес навчання є теорія конструктивізму, що підтримує природне бажання людини творити. Реалізувати такі здібності учнів можна за допомогою генеративного штучного інтелекту, шляхом створення реалістичних віртуальних середовищ та персонажів (наприклад, аватарів) через гру. Учні можуть брати участь у процесі навчання з підвищеним відчуттям присутності, інтерактивності та занурення, що допомагає покращити їхню мотивацію, інтерес, втілення та створення знань. Використання штучного інтелекту надає можливість відстежувати прогрес учня, адаптувати вміст навчальних відомостей під досягнення учня, підтримувати учня зворотним зв'язком. Ігрові нагороди формуватимуть в учнів відчуття досягнення мети (Song et al., 2024), а також створять умови для зміни формувального оцінювання учнів (Groff, 2018), що відповідає концепціям НУШ.

В наукових дослідженнях було доведено, що організація процесу навчання через гру на основі імерсивних технологій, зокрема віртуальної реальності (Merchant et al., 2014) та доповненої реальності (Caracchi et al., 2025), є ефективною, особливо, якщо персоналізований зворотний зв'язок підтримується штучним інтелектом. Порівняно з традиційним навчанням, навчання, засноване на іграх, значно посилює відчуття присутності та мотивує учнів до навчання. Використання цієї моделі навчання трансформує формувальне оцінювання, сприяє розвитку стратегічного мислення, навчає планувати та комунікувати, заохочує брати відповідальність за власні рішення та вчить аналізувати дані для оптимізації подальшого навчання.

В наукових дослідженнях було визначено, що найбільша частина ігор на основі імерсивних технологій використовується в закладах загальної середньої освіти для вивчення тем, пов'язаних з охороною здоров'я, правил безпеки та поведінки, а предмети природничо-математичного циклу в дослідженнях ігрових середовищ навчання складають лише десяту частину (Oyelere et al., 2020).

Ігрове середовище навчання, побудоване на основі імерсивних технологій, є синтетичним та має значний потенціал для підвищення ефективності навчання. Таке середовище забезпечує (Pinchuk et al., 2019):

- *емоційну залученість*: ігрові завдання є цікавими для учнів, що створює умови для залучення їх до процесу навчання на емоційному рівні та сприяє кращому засвоєнню матеріалу;
- *розуміння завдань*: використання ігрового імерсивного середовища надає учням можливість проводити дослідження явищ в дії, що робить завдання більш зрозумілими та наочними;

– *наочність результатів*: візуалізація результатів навчання в імерсивному середовищі допомагає учням краще усвідомити свої досягнення та побачити практичне застосування отриманих знань;

– *розвиток інтелекту*: ігрове імерсивне навчання стимулює розумову діяльність учнів, сприяючи розвитку їхнього критичного мислення, уміння аналізувати та розв'язувати проблеми.

Ігрові технології зазначеної моделі можна розподілити на (Groff, 2018): 1) цільові ігри, які є окремими програмами, націленими на формування конкретних умінь в одному предметі з однієї теми; 2) лінійні ігри, які включають сюжетну лінію та серію головоломок, що надають можливість сформувати поняття з розділу предмета; 3) відкрита гра, яка пропонує учням інструменти та матеріали для створення нових знань з предмета через дослідження в грі; 4) віртуальні світи, які залучають учнів до розв'язання проблем та квестів, які часто об'єднують низку тем.

Попри суттєві переваги ігрового імерсивного середовища вважаємо, що для навчання учнів старших класів дана модель вже є неприйнятною, оскільки випускники академічних ліцеїв більш орієнтовані на отримання фундаментальних знань. Сформувати цілісну систему таких знань випускникам можливо за умови їх системної роботи. Не можливо повністю відкинути ігрові технології у старшій школі, але їх використання повинно бути дозованим та сприяти розвантаженню учнів під час навчання.

Розглянуті моделі імерсивних середовищ навчання, на нашу думку, є неповними. Кожна із них описує імерсивне середовище через деякі компоненти, але не формує цілісної картини якісного середовища навчання сучасного учня. Аналіз наукових досліджень показав, що в системі загальної середньої освіти бракує моделі, яка включає значну кількість факторів та впливає на мотивацію учнів, результативність навчання й показує їх взаємодію та вплив на навчання (Fokides & Antonopoulos, 2024).

Узагальнимо переваги та недоліки кожної моделі в таблиці 1.

Таблиця 1. Переваги та недоліки моделей імерсивних середовищ навчання

Модель	Переваги	Недоліки
<i>Когнітивно-афективна модель імерсивного середовища навчання</i>	Перевагою є важливість емоційної залученості та когнітивного розвитку учнів.	Недостатньо уваги приділяється практичному застосуванню знань та дослідницькій діяльності.
<i>Дослідницька модель імерсивного середовища навчання</i>	Акцент на дослідницькому підході та концепції втіленого пізнання.	Може призвести до когнітивного перевантаження учнів.
<i>Імерсивна модель навчання з використанням еволюційного навчання</i>	Адаптація до потреб учнів та індивідуалізація навчання.	Недостатньо уваги приділяється емоційній залученості та соціальній взаємодії.
<i>Модель потокового стану навчання</i>	Створення умов для глибокого занурення в навчання та відчуття контролю.	Недостатньо уваги приділяється практичному застосуванню знань та дослідницькій діяльності.
<i>Модель ігрового навчання на основі штучного інтелекту</i>	Підвищення мотивації та інтересу учнів за допомогою ігрових елементів та штучного інтелекту.	Може бути неприйнятною для учнів старших класів, які орієнтовані на отримання фундаментальних знань.

Розглянуті вище моделі надали можливість сформувати основні фактори побудови моделі імерсивного середовища навчання учнів академічних ліцеїв:

Педагогічні: 1) формування чітких цілей та результатів навчання, орієнтованих на формування практичних навичок; 2) зміст навчання повинен бути інтерактивним, тобто містити завдання, що спонукають до досліджень; творчим з елементами проблемного та ігрового навчання; активним, тобто зміст навчання повинен бути персоналізованим для учнів з різним рівнем початкової підготовки на момент вступу до академічного ліцею; 3) оцінювання результатів навчальних досягнень учнів повинно чітко відображатися в створеній системі оцінювання та сприяти позитивній динаміці навчання учня.

Технологічні: 1) імерсивні технології повинні бути для учнів зручними та зрозумілими, а також сприяти реалістичності навчання; 2) відображати стан потоку та присутності, робити процес навчання інтегрованим та поступовим; 3) надавати якісний зворотний зв'язок;

Психологічні: 1) сприяти когнітивному навчанню, при цьому не переобтяжувати процес навчання, а створювати умови для розуміння та запам'ятовування; 2) сприяти соціальній взаємодії та співпраці; 3) залучати учнів у процес навчання та мотивувати їх, пропонуючи більш захопливий та інтерактивний досвід, який сприяє активному навчанню; 4) містити навчальні матеріали, що будуть викликати позитивне емоційне залучення.

Розвивальні: 1) сприяти розвитку критичного та аналітичного мислення через можливості робити власні висновки з процесу навчання; 2) сприяти розвитку творчості та інновацій через задоволення власних інтересів та вподобань; 3) стимулювати розвиток комунікативних навичок через уміння доводити переконання та вести дискусії; 4) імерсивні технології сприяють розвитку емоційного інтелекту через здатність викликати емоційний відгук від свого використання; 5) розвиток самостійності та саморегуляції через підтримку автономії у навчанні.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Проведене аналітичне дослідження дозволило здійснити систематизацію моделей організації навчання в імерсивному середовищі, що надають методичну основу для використання імерсивних технологій у сучасний процес навчання. Установлено, що більшість наявних моделей мають фрагментарний характер, орієнтуючись переважно на

технологічний або когнітивно-процесуальний складники, і не враховують у повному обсязі специфіку загальної середньої освіти, зокрема природничо-математичних дисциплін в академічних ліцеях. Системний аналіз їхніх переваг і обмежень створює підґрунтя для проектування нових педагогічних рішень та побудови цілісної методичної системи на основі імерсивного навчання.

У подальших дослідженнях передбачається: 1) розроблення інтегративної моделі організації навчання в імерсивному середовищі для умов академічного ліцею; 2) визначення принципів, структурних компонентів та функціональних характеристик такої моделі; 3) адаптація імерсивного середовища навчання до потреб навчання природничо-математичних предметів в академічних ліцеях.

КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

Автори підтверджують відсутність фінансових, особистих чи інших інтересів, що можуть розглядатися як потенційний конфлікт інтересів щодо публікації цієї статті.

ФІНАНСУВАННЯ

Робота виконана за відсутності фінансової підтримки з боку будь-яких організацій.

ДОСТУПНІСТЬ ДАНИХ

Це теоретичне дослідження не передбачає використання додаткових наборів даних.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Інструменти штучного інтелекту не використовувались при написанні цієї роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Bhattacharjee, D., Paul, A., Kim, J. H., & Kumar, K. (2018). An immersive learning model using evolutionary learning. *Computers & Electrical Engineering*, 65, 236–249. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2017.08.023>
2. Capocchi, I., Borghini, T., Bellotti, M., & Bernetti, I. (2025). Enhancing education outcomes integrating augmented reality and artificial intelligence for education in nutrition and food sustainability. *Sustainability*, 17(5), 2113. <https://doi.org/10.3390/su17052113>
3. Conrad, M., Kablitz, D., & Schumann, S. (2024). Learning effectiveness of immersive virtual reality in education and training: A systematic review of findings. *Computers & Education: X Reality*, 4, 100053. <https://doi.org/10.1016/j.cexr.2024.100053>
4. Fokides, E., & Antonopoulos, P. (2024). Development and testing of a model for explaining learning and learning-related factors in immersive virtual reality. *Computers & Education: X Reality*, 4, 100048. <https://doi.org/10.1016/j.cexr.2023.100048>
5. Goldin-Meadow, S. (2011). Learning through gesture. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 2(6), 595–607. <https://doi.org/10.1002/wcs.132>
6. Groff, J. S. (2018). The potentials of game-based environments for integrated, immersive learning data. *European Journal of Education*, 53(2). <https://doi.org/10.1111/ejed.12270>
7. Li, K.-C., Chen, C.-T., Cheng, S.-Y., & Tsai, C.-W. (2016). The design of immersive English learning environment using augmented reality. *Universal Journal of Educational Research*, 4(9), 2076–2083. <https://doi.org/10.13189/ujer.2016.040919>
8. Makransky, G., & Petersen, G. B. (2021). The Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL): A theoretical research-based model of learning in immersive virtual reality. *Educational Psychology Review*, 33, 937–958. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09586-2>
9. McGowan, G., Fiore, S. M., & Oden, K. (2023). Towards a theory of learning in immersive virtual reality: Designing learning affordances with embodied, enactive, embedded, and extended cognition. In *Bridging the XR Technology-to-Practice-Gap: Methods and Strategies for Blending Extended Realities into Classroom Instruction* (Vol. I, pp. 35–54). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
10. Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29–40. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.033>
11. Oyelere, S., Bouali, N., Kaliisa, R., Obaido, G., Yunusa, A., & Jimoh, E. (2020). Exploring the trends of educational virtual reality games: A systematic review of empirical studies. *Smart Learning Environments*, 7(1), 1–22. <https://doi.org/10.1186/s40561-020-00142-7>
12. Peña-Acuña, B., & Rubio-Alcalá, F. D. (2024). Ethical approach to the use of immersive technologies. Advance about digitalisation of multilingual programs in the EHEA. *Frontiers in Virtual Reality*, 5, 1357595. <https://doi.org/10.3389/frvir.2024.1357595>
13. Pinchuk, O. P., Tkachenko, V. A., & Burov, O. Yu. (2019). AV and VR as gamification of cognitive tasks. In *Proceedings of the 15th International Conference ICTERI* (Vol. 2387, pp. 437–442). <http://ceur-ws.org/Vol-2387/20190437.pdf>
14. Pitsikalis, S., Lasica, I.-E., Kostas, A., & Vitsilaki, Ch. (2024). Educational design guidelines for teaching with immersive technologies – Updating learning outcomes of the European qualification framework. *Trends in Higher Education*, 3(4), 1091–1108. <https://doi.org/10.3390/higheredu3040064>
15. Song, Y., Wu, K., & Ding, J. (2024). Developing an immersive game-based learning platform with generative artificial intelligence and virtual reality technologies – “Learningverse VR”. *Computers & Education: X Reality*, 4, 100069. <https://doi.org/10.1016/j.cexr.2024.100069>

| Матеріал надійшов до редакції: 11.08.2025 р. | Прийнято до друку: 25.10.2025 р. | Опубліковано: 02.03.2026 р. |



This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.