

Наталія Вараксіна,
науковий співробітник сектору
інформаційно-комунікаційних технологій і наукометрії
відділу наукового інформаційно-аналітичного супроводу освіти
ДНПБ України ім. В. О. Сухомлинського,
м. Київ, Україна
e-mail: natalia.varaksina@gmail.com
ORCID ID 0000-0002-0333-5186

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЗМІШАНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ОСВІТІ

Важливою тенденцією в умовах сьогодення (військова агресія Росії, пандемія COVID-19) є використання інформаційно-комунікаційних технологій у сучасному освітньому процесі, зокрема технологій віртуальної реальності. Значну увагу використанню технологій віртуальної реальності в освіті України приділяють науковці НАПН України. У їхніх працях відображено вітчизняний і зарубіжний досвід роботи із технологіями віртуальної реальності, впровадження платформ віртуальної реальності у дистанційному навчанні. У своїх дослідженнях науковці зазначають, що технології віртуальної реальності як ефективний інструмент навчального процесу мають величезний потенціал для розв'язання завдань освітнього процесу. Вони вважають, що перспективою подальших досліджень є масове впровадження в освітній процес сучасних закладів освіти технологій віртуальної реальності та розроблення методичних і дидактичних матеріалів для ефективного їх використання.

Науковці і практики закладів освіти значну увагу приділяють одному з перспективних напрямів застосування віртуальних інформаційних технологій, зокрема розробленню віртуальних лабораторій. Ці програмні середовища можуть послугувати для забезпечення більш якісного рівня навчального матеріалу та з використанням яких можна зробити його більш насиченим, наочним, яскравим і доступним. Віртуальне навчальне середовище дає змогу моделювати поведінку об'єктів реального світу в комп'ютерному середовищі та сприяє оволодінню новими знаннями й вміннями на більш свідомому і глибокому рівні. Досить широко питання віртуальних лабораторій висвітлено й у зарубіжній пресі. Насамперед йдеться про проблеми впровадження віртуальної лабораторії для студентів медичних професій, таких як медсестри і спеціалісти з фізичних вправ, та роботи віртуальної освітньо-дослідницької лабораторії у ядерній сфері, зокрема розроблення 3D-моделі реакторної установки TRIGA за допомогою моделей віртуальної реальності тощо.

***Ключові слова:** електронні ресурси, віртуальна реальність, доповнена реальність інформаційно-комунікаційні технології в освіті, цифровізація освіти, дистанційне навчання, віртуальна лабораторія, віртуальне програмне середовище, моделювання освітніх процесів, моделі віртуальної реальності.*

Постановка проблеми. Загальні тенденції розвитку світового інформаційного простору, формування та розвиток бездротового інтернет-простору зумовлює розширення меж освітніх інноваційних рішень. Цифровізація освіти вплинула на традиційні підходи у навчанні, тому значну увагу дослідники приділяють інноваційним питанням впровадження інформаційно-комунікаційних

та інтерактивних, мультимедійних технологій. Сучасність характеризується швидким переходом до мобільно-орієнтованої відкритої багатовимірної педагогічної системи з використанням мобільних пристроїв. В умовах військової агресії Росії, пандемії COVID-19 особливо актуальним стає впровадження дистанційного навчання та використання у закладах освіти (зокрема й загальних) спеціалізованих програмних засобів для проведення лабораторних і практичних робіт.

Бурхливий розвиток електронних освітніх технологій в умовах інформатизації суспільства обумовлює зростання кількості навчальних закладів, які використовують у своїй діяльності системи електронного навчання у поєднанні з традиційними освітніми технологіями. Це супроводжується формуванням та дедалі ширшим використанням у навчальному процесі закладів вищої освіти мобільно-орієнтованого навчального інформаційного середовища, важливим компонентом якого стає технологія віртуальної реальності.

Аналіз досліджень і публікацій. Феномен віртуальної реальності досліджували М. Крюгер [1], І. Сазерленд, С. Фішер [2] та інші. Їх дослідження, як правило, присвячені технічним пристроям створення достовірної ілюзії реального світу. Популяризація терміну «віртуальна реальність» нерозривно пов'язана з ім'ям Джарона Ланьєра [3]. Його діяльність була присвячена розробці та просуванню технологій майбутнього. У зарубіжній філософії дослідженню віртуальної реальності присвятили свої праці Ф. Жай, Е. Рейд, Г. Рейнгольд [4], Дж. Сулер, М. Хейм та ін.

Питання впровадження інформаційно-комунікаційних технологій в освіту, у тому числі впровадження елементів віртуальної реальності у віддалену освіту, висвітлено у творчих доробках вітчизняних вчених В. Ю. Белана, В. Ю. Бикова [5], Д. В. Борисенка, О. Ю. Бурова, Т. В. Волошиної, В. В. Коваленка, С. Г. Литвинової, П. П. Нечипуренка, О. П. Пінчук [6], С. О. Сисоєвої, Л. І. Тимчук та ін.

Враховуючи актуальність тематики у статті також були розглянуті публікації науковців і практиків закладів середньої та вищої освіти (Н. Б. Грицай, Є. Козловський, Г. Кравцов, О. В. Паніхідіна, Ю. В. Хворостіна, А. О. Юрченко та ін.), адже одним із перспективних напрямів застосування віртуальних інформаційних технологій є розроблення віртуальних лабораторій.

Метою статті є аналіз технологій віртуальної реальності, що застосовуються для модернізації системи освіти, огляд та визначення актуальності існуючих додатків доповненої та віртуальної реальності, що використовуються в сучасному освітньому процесі.

Віртуальна реальність. Термін «віртуальна реальність» на межі 80–90-х рр. запропонував Джарон Ланьєр. Але вже незабаром учений з корпорації Boeing Том Престон Коделл увів поняття «доповнена реальність», для якого також закладено теоретичну і практичну базу. Сьогодні використовують ці обидва поняття, застосовуючи їх в тому числі й в освіті та інших галузях науки і діяльності.

У глосарії «Електронні соціальні мережі як інструменти сучасного навчального середовища» запропоновано визначення дефініції «віртуальна реальність».

Віртуальна реальність (англ. Virtual Reality, VR) – уявна реальність, створена за допомогою комп'ютерних систем, які забезпечують візуальні й

звукові ефекти, що занурюють глядача в ілюзорний світ за екраном. Користувач оточується породженими комп'ютером образами і звуками, що дають відчуття реальності. Він взаємодіє зі штучним світом за допомогою різноманітних сенсорів, таких як, наприклад, шолом і рукавички, які зв'язують його рухи, враження і аудіовізуальні ефекти. Майбутні дослідження в галузі віртуальної реальності спрямовано на збільшення враження реальності спостережуваного [7, с. 7].

Віртуальна реальність – модельне тривимірне (3D) навколишнє середовище, створене комп'ютерними засобами та реалістично реагуюче на взаємодію з користувачами. Технічною основою віртуальної реальності є технології комп'ютерного моделювання та комп'ютерної імітації, що разом з прискореною тривимірною візуалізацією дають можливість реалістично відображати на екрані рухи [7, с. 7].

Різновидами VR-навчання є: повне занурення у віртуальність (імерсія). Використання спеціальної техніки дозволяє максимально опинитися у тому місці, що ви бачите перед очима. Все, що відбувається, здаватиметься реальним, і ваші дії відбуватимуться наяву з зануреною картинкою.

Без занурення у віртуальну реальність. Підійде до виконання проектної роботи. Виконавши роботу, можна максимально опинитися всередині проекту, побачити всі недоліки та виправити їх.

Перевагами імерсивного підходу є:

– наочність: віртуальний простір відкриває нові можливості і дає змогу детально розглянути об'єкти і процеси, які неможливо або дуже складно простежити в реальному світі. Наприклад, анатомічні особливості людського тіла, роботу різних механізмів, польоти в космос, занурення на сотні метрів під воду тощо;

– зосередженість: у віртуальному світі на людину практично не впливають зовнішні подразники, тому є можливість цілком сконцентруватися на матеріалі і краще засвоїти його;

– залучення: віртуальна реальність сприяє гейміфікації процесу навчання. Значну частину інформації можна подати в ігровій формі. Таким чином «суха» теорія стає наочнішою, зрозумілішою і набагато цікавішою, що сприяє ще більшому залученню учнів до навчання та підвищенню ефективності освіти;

– безпека: у віртуальному середовищі можна без будь-яких ризиків проводити складні операції, відточувати навички управління транспортом, експериментувати, не заподіявши при цьому шкоди собі та іншим;

– ефективність: спираючись на проведені експерименти, можна стверджувати, що результативність навчання із застосуванням VR на 10% вища від класичного формату.

Імерсивні технології також відіграють важливу роль у навчанні дітей з фізичними, соціальними або когнітивними порушеннями, адже з їх допомогою можна створити інклюзивне навчальне середовище з урахуванням потреб і можливостей кожного, що може стати одним із важливих кроків у демократизації знань. Розглядаючи технічний аспект доступу до технології віртуальної реальності, важливо наголосити на використанні окулярів віртуальної реальності Esperanza Glasses 3D VR. Для роботи з ними потрібно завантажити і встановити на смартфон один із додатків з Google Play або Apple store з ключовими словами

3D VR 360, розмістити смартфон в спеціальному слоті, запустити додаток та вставити картридж з телефоном у шолом.

Освітній контент можна поділити на три типи: Video 360°, платформи та майданчики, інтерактивні програми.

Відеофайли у форматі Video 360° створюють за допомогою спеціальних камер, що дає змогу бачити простір одразу з усіх боків. Під час перегляду таких файлів у шоломах віртуальної реальності з'являється відчуття безпосередньої присутності. Уже розроблено нові шкільні уроки з використанням подібного відео, наприклад у комплекті з набором для віртуальної реальності ClassVR, а на платформі My Way VR можна завантажити близько п'ятдесяти високоякісних відеороликів [8].

На платформах віртуальне навчальне середовище створюють у режимі реального часу, де учасники процесу одночасно занурені у VR. Це можуть бути віртуальні лекції та практикуми на платформах, як-от: Rumii, EngageVR, Anyland, NeosVR, High Fidelity або Bigscreen. Платформи Altspace та Vtime надають широкі можливості зокрема для практикування в іноземних мовах. Переваги таких платформ полягають у можливостях інтерактиву та спільного навчання [8].

Інтерактивні програми є відносно автономними та завершеними розробками, готовими до використання на уроках. Прикладом є Apollo 11 VR, віртуальний музей The VR Museum of Fine Art, відома гра InMind-2, Minecraft Education або застосунок з анатомії 3D Organon Anatomy, офіційним дистриб'ютором якого є ERC. Цікавою розробкою також є онлайн-курс із ділової англійської мови Virtual Speech. Це гібридний продукт традиційного онлайн-курсу та практики у віртуальній реальності. Різні типи контенту також можуть поєднуватися в межах однієї навчальної платформи, як це реалізовано в готовому наборі для шкіл RedboxVR [8].

Приклади віртуальних додатків:

- Anatomyou (доступний в App Store та у Play Store) Додаток детально показує, як працює організм людини. Можна розглянути роботу систем органів, розглянути будову скелету, м'язів. До того ж, оглянути все це можна з різних боків. Головна особливість даного проекту – можливість опинитися всередині легень, шлунку і т. п., розглянути внутрішню будову найбільш детально;
- Operation Apex (доступний у Steam) Додаток дає можливість зануритись у підводний світ і подорожувати ним поруч з різноманітними рибами, акулами та роздивитись усе зблизька;
- Half-Life: Alyx – інтерактивна гра з відкритим простором, в якому гравці можуть взаємодіяти між собою [9].

Створення та використання тематичного візуалізованого контенту у вигляді поєднання реальних та віртуальних об'єктів, засноване на використанні сучасних мобільних Інтернет-пристроїв, отримало назву доповнена реальність. Найчастіше, доповнена реальність – це візуальне доповнення реального світу, шляхом проектування і введення будь-яких віртуальних, уявних об'єктів у даний простір (відображення додаткових об'єктів на екрані комп'ютера, телефону і подібних пристроїв).

У глосарії «Електронні соціальні мережі як інструменти сучасного навчального середовища» запропоновано наведені нижче визначення дефініції «доповнена реальність».

Доповнена реальність (англ. augmented reality, AR), – термін, що позначає всі проекти, зорієнтовані на доповнення реальності будь-якими віртуальними елементами. Доповнена реальність є складовою змішаної реальності (англ. mixed reality), в яку також входить «доповнена віртуальність» (коли реальні об'єкти інтегруються у віртуальне середовище). Сам термін, імовірно, був запропонований дослідником Томом Коделлом (Tom Caudell) в 1990 р. Існує кілька визначень доповненої реальності. Дослідник Рональд Азума (Ronald Azuma) в 1997 р. визначив доповнену реальність як систему, що поєднує віртуальне і реальне, взаємодіє в реальному часі, працює в 3D. У 1994 р. Пол Мілгром (Paul Milgram) і Фуміо Кішіно (Fumio Kishino) описали Континуум Віртуальність-Реальність (Milgram's Reality-Virtuality Continuum) як простір між реальністю і віртуальністю, між якими розташована доповнена реальність (ближче до реальності) і доповнена віртуальність (ближче до віртуальності). Іноді використовують як синоніми назви «розширена реальність», «поліпшена реальність», «збагачена реальність» [10].

Ще одне визначення доповненої реальності – технологія, що дає змогу поєднувати шар віртуальної реальності з фізичним оточенням в реальному часі за допомогою комп'ютера [11].

Додатки, що відображають у доповненій реальності шар інформації, прив'язаної до географічних координат, називають AR-браузерами. Досліджено технологію доповненої реальності Layar (<http://www.layar.com>). Вибір технології здійснено за такими критеріями:

- можливість самостійно створювати шари;
- можливість ідентифікувати об'єкти при наведенні на них камери смартфона, планшета, іншого гаджета, що підтримує обраний браузер доповненої реальності;
- забезпечення навігації;
- можливість завантаження інформаційної карти об'єкта;
- забезпечення пошуку об'єктів певного типу, що перебувають на зазначеній відстані від обраної точки (у тому числі поточних координат користувача);
- наявність фільтрації об'єктів (наприклад, історичні об'єкти, об'єкти соціальної, транспортної, туристичної інфраструктури);
- доступність для операційних систем Android, iOS, Windows Mobile;
- можливість установлення на сучасні смартфони [7, с. 11–12].

Для забезпечення інтерактивного навчання в закладах освіти по всьому світу використовують чимало технологій на різному рівні. До таких інтерактивних інструментів належать і технології віртуальної та доповненої реальності. Між цими технологіями існує істотна відмінність. Технології доповненої реальності здатні проектувати цифрову інформацію (зображення, відео, текст, графіку) поза екранами пристроїв та об'єднувати віртуальні об'єкти з реальним середовищем за допомогою одного лише смартфона. Віртуальна реальність за допомогою спеціального шолому чи VR-окулярів на 360° картинки переносять людину в штучний змодельований світ. Основу навчання із застосуванням віртуальної реальності становлять імерсивні (занурюючі) технології – віртуальне розширення реальності, що дає змогу краще сприймати і розуміти навколишню дійсність, тобто вони занурюють людину в створене подієве середовище. Ці імерсивні методи навчання потенційно можуть стати

основним інструментом в освіті й здійснити революцію в навчанні і школярів, і студентів. Учителі можуть використовувати віртуальну й доповнену реальність для взаємодії учнів з різними об'єктами у тривимірному просторі. Наприклад, програмне забезпечення соціальної віртуальної реальності Rumii, розроблене компанією Doghead Simulation (Сіетл, США). Соціальні додатки до віртуальної реальності можуть допомогти розв'язати проблему «відсіву» студентів, які навчаються на онлайн-курсах, та відчутти себе більш пов'язаними й менш ізольованими [8].

Технологія доповненої реальності є досить молодою, а її застосування в освітній галузі тільки розпочалося. Одним із напрямів такого дослідження є міжнародний проєкт *AugmentedRealityinSchoolEnvironments (ARiSE)*, основною метою якого є розроблення навчальної платформи для початкової та основної школи з використанням технології доповненої реальності. Найчастіше доповнену реальність розглядають як:

- середовище, створене на основі об'єднання об'єктів реального світу та даних, згенерованих комп'ютером;
- різновид віртуального середовища, у якому реальні об'єкти доповнюються комп'ютерно генерованими сенсорними даними;
- поєднання фізичних і цифрових просторів у семантично пов'язаних контекстах, для яких об'єкти асоціацій розташовані в реальному світі.

Основними напрямками застосування технології доповненої реальності в підготовці майбутніх фахівців є такі:

- візуалізація 3D-об'єктів для наочного уявлення навчального контенту;
- використання маркування реальних об'єктів для розпізнавання їх залучення;
- використання мобільних та вебзастосунків для взаємодії віртуального об'єкта з користувачем у режимі онлайн.

Узагальнення досліджень науковців уможливило виокремлення таких напрямів використання доповненої реальності в навчальному процесі під час вивчення дисциплін комп'ютерного циклу:

- розроблення інтерактивних навчальних матеріалів поєднанням віртуальних і реальних засобів навчання;
- створення наочних макетів нового покоління: збирання блоків та комплектування віртуальних комп'ютерів і мереж;
- розроблення AR-додатків і платформ, що дають змогу візуалізувати багатовимірні дані, складний теоретичний навчальний матеріал з метою поліпшення його сприйняття; створення AR-підручників, у яких передбачено інтеграцію відео, аудіо, графічної та текстової інформації [9].

Наприклад, мобільний додаток *AR GEOMETRY*, призначений для учнів 10–11 класів та учителів загальноосвітніх закладів, для підтримки навчання розділу «Стереометрія» курсу математики як на рівні стандарту, так і на профільному рівні [13].

Змішаною реальністю (MR, англ. *mixed reality*), іноді називають гібридну реальність (англ. *hybrid reality*), що є злиттям реальних і віртуальних світів для створення нових середовищ і візуалізації, де фізичні та цифрові об'єкти спів існують і взаємодіють в режимі реального часу. Змішана реальність трапляється не тільки в фізичному або віртуальному світі, але є сумішшю реальності нашого світу і віртуальної реальності, що охоплює як доповнення реальності, так і доповнення віртуальності [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Також **змішана реальність** – це також проектування тривимірних віртуальних об'єктів або голограм на фізичний простір, що дає змогу переміщатися навколо віртуального об'єкта, оглядати його з усіх боків і в разі потреби всередині. Змішана реальність зазвичай потребує спеціального обладнання – окулярів або шоломів. У змішаній реальності віртуальні образи привносяться у фізичний простір, візуалізуються і розташовуються відповідно до предметів реальності так, щоб вони сприймалися як справжні. Людина продовжує взаємодіяти з фізичним світом, в якому одночасно присутні й віртуальні об'єкти, які іноді дуже складно відрізнити від реальних [15].

Типовий приклад змішаної реальності – функція Google-перекладача, яка в реальному часі за допомогою смартфона перекладає текст з однієї мови на іншу, добираючи схожий шрифт і замінюючи його. Термін «змішана реальність» запропонував Пол Мілгром і Фуміо Кішіно в 1994 р. У праці «Таксономія візуальних дисплеїв змішаної реальності» ними описано «Континуум Реальність-Віртуальність» – простір між реальністю і віртуальністю, між якими розташована змішана реальність, що складається з доповненої реальності – ближче до реальності, і доповненої віртуальності – ближче до віртуальності [11]. Усі технології, які П. Мілгром і Ф. Кішіно позначають як змішану реальність, К. Бавор пропонує об'єднати одним терміном — імерсивні інформаційні технології (Joyce, 2020). Але з часом термін MR поступився своїм місцем більш специфічній «доповненій реальності», яка характеризує цифрову інформацію, накладену на реальний, фізичний світ і «віртуальній реальності», яку застосовують для опису повністю цифрових середовищ [15].

Змішана реальність знайшла своє застосування в низці додатків, у мистецтві, індустрії розваг та багатьох інших галузях і сферах повсякденного життя (наприклад, різні розгалуження в бізнесі, виробництво, освіта). Нижче наведено приклади таких застосувань:

- РСМ – інтерактивний продукт управління контентом. Перехід від статичних каталогів продукції до інтерактивних 3D-смарт цифрових копій. Рішення складається з прикладних програмних продуктів з масштабуванням моделей ліцензування.
- SBL – моделювання на основі навчання. Інтерактивне й практичне навчання на основі дисплейних рішень та різного програмного забезпечення.
- Військова підготовка. Бойову реальність моделюють і представляють у складних різнорівневих даних через HMD.
- Real Asset Віртуалізація Environment (RAVE). 3D-Модель виробничих активів (наприклад, процес виробництва машин), яку включено у віртуальне середовище, а потім поєднано з даними в режимі реального часу, що пов'язані з цим активом. Це дає можливість для співпраці різних дисциплін та прийняття рішення на основі даних, представлених у віртуальному середовищі. Цей приклад змішаної реальності уперше продемонстровано Кевіном Реннером з Шеврон Корпорейшн, який має в США 8,589,809 патентів, В2 «Методи і системи для проведення зборів у віртуальному середовищі» (видано 19 листопада 2013 р.) Одним із перших патентів, що описують змішану реальність, запропоновано Майклом Делукою в патенті США 6064354 «Спосіб стереоскопічного призначеного для користувача інтерфейсу і пристрою», який надано 16 травня 2000 р.

- Дистанційна робота. Змішана реальність надає великі робочі сили через дистанційні команди для спільної роботи та розв'язання бізнес-завдань організації. Незалежно від того, де вони перебувають фізично, працівнику не треба багато приладів для занурення у віртуальну реальність. Мовні бар'єри стають несуттєвими, оскільки AR-додатки здатні точно перекладати в режимі реального часу. Це також надає більш гнучку робочу силу, хоча багато роботодавців досі використовують негнучкі моделі фіксованого робочого місця і часу. Є свідчення того, що співробітники можуть бути більш продуктивними, якщо вони мають велику автономію в тому де, коли і як вони працюють. Деякі співробітники вважають кращими галасливі робочі місця, інші потребують тиші. Деякі з них працюють найкраще вранці, інші вночі. Роботодавці також мають вигоду з автономії в тому, як вони працюють, тому що кожний обробляє інформацію по-різному.
- Охорона здоров'я. Хірургічні та ультразвукові моделювання використовують як тренувальні вправи для фахівців у сфері охорони здоров'я. Медичні манекени можуть оживати, генеруючи необмежену кількість сценаріїв навчання, і можуть навчити співпереживання фахівців з охорони здоров'я.
- Авіація. Ці моделі дають можливість інтуїтивного розуміння точного продукту, у тому числі в режимі реального розміру та конструкції деталей, що дають змогу більш уважно розглянути деталі інтер'єру. Ці віртуальні моделі також використовують, щоб знайти приховані проблеми і скоротити час і кошти.

Прикладом пристрою змішаної реальності є так звані смарт-окуляри – натільний пристрій з вбудованим набором датчиків і оптичних елементів, які не тільки дають можливість орієнтуватися людині в навколишньому просторі, а й по суті створюють цей простір, наповнюючи його різною корисною інформацією. Так, компанія Microsoft нещодавно представила друге покоління своїх MR-окулярів HoloLens 2, які являють собою обруч, що надягається на голову, із затемненими лінзами, розташованими безпосередньо перед очима людини. З боків пристрою встановлено дисплеї, які проєктують зображення на лінзи і дають змогу людині бачити віртуальні об'єкти на тлі огляду реального світу. Окуляри укомплектовано динаміками, а основні інструменти управління HoloLens - <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1m9XRJfLCXIBrEVO4LNHMTtFdZHt6pmtvFpLQZ1cPYWs/edit#gid=0> – це звичайні жести руками: для імітації курсора комп'ютерної миші потрібно використовувати вказівний палець, а, наприклад, для виклику стартового меню – розімкнути долоні. Пристрій відрізняється від подібних автономністю та відсутністю необхідності його підключення до комп'ютера, смартфона або ігрової консолі.

Загалом VR, AR і MR – це три послідовні етапи розвитку практично всіх цифрових технологій.

З віртуальною реальністю або VR ми стикаємося щодня, коли запускаємо більшість застосунків на смартфоні, граємо у відеоігри на комп'ютері або просто серфимо в інтернеті.

Найкраще концепт віртуальної реальності реалізований в ігрових VR-шоломах або VR-окулярах: надягаючи такий пристрій, користувач повністю втрачає зв'язок з реальністю і занурюється в світ, який підготував для нього розробник.

Крім відеоігор, VR використовують для відеороликів з оглядом 360 градусів, для створення різних візуальних проєктів і розроблення дизайну, а також для навчання людей на виробництві з підвищеним ризиком роботи і високою вартістю обладнання. Так, авіасимулятори, на яких вчать літати пілоти, також існують завдяки віртуальній реальності.

Як ігрове, так і практичне застосування має і доповнена реальність (AR). Ця технологія дає можливість розробникам додавати віртуальні об'єкти в реальний світ. Найпоширеніший приклад використання AR – це популярна у всьому світі гра Pokemon Go, яка передбачає виявлення вигаданих істот в реальному світі за допомогою камери смартфона.

Сьогодні AR-технології досить часто використовують у різних видах бізнесу, наприклад, для з'ясування того, як у вашій кімнаті виглядатиме той чи інший диван, шафа та інші меблі в реальних розмірах. Крім цього, деякі компанії розробляють AR-окуляри, завдяки яким можна отримувати віртуальну інформацію, не відволікаючись від реальності.

Найпростішим прикладом AR є проєкційний дисплей у сучасних автомобілях, за допомогою якого водій отримує важливу інформацію про поїздку і стан авто на лобове скло перед собою.

І, нарешті, остання і найбільш просунута технологія, яка об'єднує AR і VR, – змішана реальність (MR). Це гібридна реальність, яка на відміну від AR дає змогу не тільки створювати віртуальні об'єкти в реальному світі, а й забезпечувати їх взаємодію в режимі реального часу.

За допомогою MR людина може бачити, як віртуальні об'єкти доповнюють реальний світ, і використовувати цю взаємодію для підвищення власної ефективності. Сфера застосування MR практично не має обмежень, включно з розвагами, навчанням, промисловістю, медициною, військовою справою тощо.

Технологія віртуальної реальності докорінно змінила галузь архітектури і запропонувала можливість перегляду макетів будівель. Якщо раніше клієнтам доводилося долати великі відстані, аби побачити 3D-модель, то зараз будь-хто, маючи гарнітуру та «ключ» від віртуальної будівлі (тобто право доступу до програми й проєкту), може ознайомитися з віртуальним об'єктом. Технологія доповненої реальності дає людям змогу вносити віртуальні зміни до своїх реальних житлових приміщень. Ви маєте змогу побачити, як можна розмістити нові меблі у вашій вітальні або як різні кольори фарби можуть вплинути на вигляд вашої оселі.

У галузі охорони здоров'я віртуальна реальність дає змогу хірургам-початківцям побачити хід операції очима більш досвідчених колег. А за допомогою заготовлених сценаріїв хірурги можуть підготуватися до непередбачуваних випадків і потренувати свою реакцію. Технологія змішаної реальності також має значний потенціал для застосування в галузі охорони здоров'я. За допомогою цієї технології хірурги можуть переглядати рентгенівське зображення під час операції, щоб бачити кровоносні судини й кістки, розташовані під шкірою пацієнта.

Усі три технології можна використовувати в навчальному процесі, роблячи його більш захоплюючим і створюючи широкі можливості для навчання в різних умовах.

Висновок. Підбиваючи підсумок використання інформаційно-комунікаційних технологій у сучасному освітньому процесі, можна стверджувати, що важливою тенденцією є використання технологій віртуальної реальності (модельне тривимірне навколишнє середовище, створене комп'ютерними засобами та реалістично реагуюче на взаємодію з користувачами).

Аналіз публікацій науковців й практиків освіти показав, що перспективним напрямом використання інформаційно-комп'ютерних технологій є впровадження технологій віртуальної реальності, у тому числі змішаної, у процесі навчання в закладах освіти. Дослідники приділяють достатню увагу цьому питанню, у їхніх працях відображено накопичений вітчизняний і зарубіжний досвід роботи із технологіями віртуальної реальності, проаналізовано можливості впровадження платформ віртуальної реальності у дистанційному навчанні. У своїх дослідженнях науковці зазначають, що технології віртуальної реальності як ефективний інструмент навчального процесу містять величезний потенціал для розв'язання завдань освітнього процесу. Перспективою подальших досліджень є масове впровадження в освітній процес сучасних закладів освіти технологій віртуальної, зокрема змішаної, реальності, та розроблення методичних і дидактичних матеріалів для ефективного їх використання.

Список використаних джерел

1. Artificial Reality. Addison-Wesley, Reading, Mass. (1983). URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0166411596800288>
2. Fisher, S.S.: Virtual Interface Environment. In: Space Station Human Factors Research Review, December 3 – December 6, 1985. NASA Ames Research Center, Moffett Field California, pp. 85-87. URL: <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19880014769.pdf> (дата звернення: 13.03.2022).
3. Jaron Lanier- Dawn of the new everything: encounters with reality and virtual reality. New York, N.Y.: Picador/Henry Holt and Company, 2018. ISBN 978-1-250-09740-8.
4. Rheingold Howard. The Virtual Community: Homesteading on the Electronic Frontier (MIT Press) Paperback – 23 Oct. 2000) (ISBN 0-262-68121-8). URL: <https://www.amazon.co.uk/Virtual-Community-Homesteading-Electronic-Frontier/dp/0262681218> (дата звернення: 13.03.2022).
5. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти : [монографія]. Київ : Атіка, 2009. 684 с.
6. Пінчук О. П. Дидактичний потенціал мультимедійних технологій у загальноосвітній школі. *Наук. зап. (Серія: педагогічні та історичні науки)* : [зб. наук. статей]. Вип. 66 / М-во освіти і науки України ; Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. К. : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2007. С. 178–184.
7. Бойцова М. П. Використання віртуальної реальності в освіті. *Стан, досягнення і перспективи інформаційних систем і технологій* : матеріали XX Всеукр. наук.-техн. конф. молодих вчених, аспірантів та студентів, Одеса, 21–22 квіт. 2020 р. Одеса, 2020. Т. 1. С. 27–29. URL: <https://card-file.onaft.edu.ua/handle/123456789/13023> (дата звернення: 13.03.2022).
8. Волинець К. Використання технологій віртуальної реальності в освіті. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика*. 2021. Вип. 2. С. 40–47. URL: <http://npo.kubg.edu.ua/article/view/235753/234130> (дата звернення: 13.03.2022).
9. Волинець В. О. Віртуальна, доповнена і змішана реальність: сутність понять та специфіка відповідних комп'ютерних систем. *Питання культурології*. 2021. Вип 37. DOI: 10.31866/2410-1311.37.2021.237322.

10. Використання засобів доповненої реальності у навчальному процесі / Круглик В. С., Прокоф'єв Є. Г., Медведєв Є. Л., Маринов А. В. *Інноваційна педагогіка*. 2020. Вип. 22, т. 3, С. 178–181. DOI: <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2020/22-3.39>.

11. Milgram P., Kishino F. A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information Systems*, December 1994. Vol. E77-D, № 12. URL: https://cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram_IEICE_1994.pdf (дата звернення: 15.03.2022).

12. Попова Г. В. Симуляційні технології змішаної реальності у підготовці майбутніх судноводіїв. *Науковий огляд*. 2019. Т. 6, вип. 59. URL: <https://www.naukajournal.org/index.php/naukajournal/article/view/1876> (дата звернення: 8.03.2022).

13. Болюбаш Н. М. Використання технології доповненої реальності при вивченні дисциплін комп'ютерного циклу у закладах вищої освіти. *Педагогічні інновації*: матеріали Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф., м. Миколаїв, 28–29 квіт. 2021 р. Миколаїв, 2021. С. 109–111. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/9505> (дата звернення: 13.03.2022).

14. Імерсивні технології в роботі бібліотек для дітей: метод. лист / Нац. б-ка України для дітей; уклад. Т. М. Кузілова. Київ, 2021. 20 с. URL: <https://chl.kiev.ua/MBM/тексти/2021/Імерсивні%20технології.pdf> (дата звернення: 13.03.2022).

15. Електронні соціальні мережі як інструменти сучасного навчального середовища: глосарій / Пінчук О. П. та ін. Вид. 2-ге, доп. та перероб. Київ: ІТЗН НАПН України, 2017. 43 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/709751/> (дата звернення: 17.05.2022).

References

1. Krueger, Myron W. (1983). *Artificial Reality*. Addison-Wesley, Reading, Mass. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0166411596800288>.

2. Fisher, S.S.: Virtual Interface Environment. In: *Space Station Human Factors Research Review*, December 3 – December 6, 1985. NASA Ames Research Center, Moffett Field California, pp. 85–87. <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19880014769.pdf>.

3. Jaron Lanier: *Dawn of the new everything: encounters with reality and virtual reality*. New York, N.Y.: Picador/Henry Holt and Company, 2018. ISBN 978-1-250-09740-8.

4. Rheingold Howard. *The Virtual Community: Homesteading on the Electronic Frontier* (MIT Press) Paperback – 23 Oct. 2000) (ISBN 0-262-68121-8). <https://www.amazon.co.uk/Virtual-Community-Homesteading-Electronic-Frontier/dp/0262681218>.

5. Bykov, V. Yu. (2009). *Modeli orhanizatsiinykh system vidkrytoi osvity*: monohrafiia. Kyiv: Atika. [in Ukrainian].

6. Pinchuk, O. P. (2007). Dydaktychnyi potentsial multymediinykh tekhnolohii u zahalnoosvitnii shkoli. *Naukovi zapysky. (Seriia pedahohichni ta istorychni nauky)*, 66, 178–184. [in Ukrainian].

7. Boitsova, M. P. (2020, April 21–22). Vykorystannia virtualnoi realnosti v osviti. *Stan, dosiahnennia i perspektyvy informatsiinykh system i tekhnolohii*: materialy XX Vseukrainskoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii molodykh vchenykh, aspirantiv ta studentiv, Odesa, Vol. 1, 27–29. <https://card-file.onaft.edu.ua/handle/123456789/13023>. [in Ukrainian].

8. Volynets, K. (2021). Vykorystannia tekhnolohii virtualnoi realnosti v osviti. *Neperervna profesiina osvita: teoriia i praktyka*, 2, 40–47. <http://npo.kubg.edu.ua/article/view/235753/234130>. [in Ukrainian].

9. Volynets, V. O. (2021). Virtualna, dopovnena i zmishana realnist: sutnist poniat ta spetsyfika vidpovidnykh kompiuternykh system. *Pytannia kulturolohii*, 37. DOI: 10.31866/2410-1311.37.2021.237322. [in Ukrainian].

10. Kruhlyk, V. S., Prokofiev, Ye. H., Medvedev, Ye. L. & Marynov, A. V. (2020). Vykorystannia zasobiv dopovnenoї realnosti u navchalnomu protsesi. *Innovatsiina pedahohika*, Vol. 22, Is. 3, 178–181. DOI: <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2020/22-3.39> [in Ukrainian].
11. Milgram P., Kishino F. (1994, December) A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information Systems*, Vol. E77-D, No.12. <https://cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram IEICE 1994.pdf>.
12. Popova, H. V. (2019). Symuliatsiini tekhnolohii zmishanoi realnosti u pidhotovtsi maibutnikh sudnovodiiv. *Naukovyi ohliad = Scientific review*, 6(59). <https://www.naukajournal.org/index.php/naukajournal/article/view/1876> [in Ukrainian].
13. Boliubash, N. M. (2021, April 28–29). Vykorystannia tekhnolohii dopovnenoї realnosti pry vyvchenni dystsyplin komiuternoho tsykladu u zakladakh vyshchoi osvity. *Pedahohichni innovatsii* : materialy Vseukrainskoi nauково-praktychnoi internet-konferentsii, Mykolaiv, 109–111. <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/9505> [in Ukrainian].
14. Kuzilova, T. M. (comp.). (2021). *Imersyvni tekhnolohii v roboti bibliotek dlia ditei: metodychni lyst*. Kyiv: Natsionalna biblioteka Ukrainy dlia ditei. <https://chl.kiev.ua/MBM/teksty/2021/Imersyvni%20tekhnolohii.pdf> [in Ukrainian].
15. Pinchuk, O. P. et al. (2017). *Elektronni sotsialni merezhi yak instrumenty suchasnoho navchalnoho seredovyshcha*: hlosarii (2-nd ed.). Kyiv: IITZN NAPN Ukrainy. <https://lib.iitta.gov.ua/709751/> [in Ukrainian].

Nataliya Varaksina,

Researcher of the Sector of Information and
Communication Technologies and Scientometrics of the
Department of Scientific Information and
Analytical Support of Education
V.O. Sukhomlynsky State Scientific and
Pedagogical Library of Ukraine,
Kyiv, Ukraine
e-mail: natalia.varaksina@gmail.com
ORCID ID 0000-0002-0333-5186

**POSSIBILITIES OF USING VIRTUAL REALITY TECHNOLOGIES
IN EDUCATION**

An important trend in today's conditions (Russia's military aggression, the COVID-19 pandemic) is the use of information and communication technologies in the modern educational process, including virtual reality technologies. Scientists of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine pay considerable attention to the use of virtual reality technologies in education in Ukraine. Their works reflect the accumulated domestic and foreign experience in working with virtual reality technologies, the introduction of virtual reality platforms in distance learning. In their research, researchers note that virtual reality technologies, as an effective tool of the educational process, have great potential for solving problems of the educational process. In their work, scientists note that the prospect of further research is the mass introduction into the educational process of modern educational institutions of virtual reality technologies, as well as the development of methodological and didactic materials for their effective use.

In their work, scientists and practitioners of educational institutions pay considerable attention to one of the promising areas of application of virtual information technology, in particular the development of virtual laboratories. These software environments can serve to provide a better level of learning material and with which you can make it more saturated, visual, bright and accessible. A virtual learning environment allows you to model the behavior of real-world objects in a computer environment and promotes the

acquisition of new knowledge and skills on a more conscious and deeper level. The issue of virtual laboratories is widely covered in the foreign press. First of all, there are the problems of implementing a virtual laboratory for medical students, such as nurses and exercise specialists, and the work of a virtual educational research laboratory in the nuclear field, including the development of 3D models of the TRIGA reactor using virtual reality models.

Keywords: *electronic resources, virtual reality, augmented reality, information and communication technologies in education, digitalization of education, distance learning, virtual laboratory, virtual software environment, modeling of educational processes, models of virtual reality.*