

DOI: <https://doi.org/10.52256/2710-3986.1-96.2022.12>

УДК 37.012:004.9

Любов Тарангул,
начальник філії,
Чернівецька філія
Державної наукової установи
«Інститут модернізації змісту освіти»,
Чернівці, Україна
ORCID ID 0000-0002-9888-9252

Світлана Романюк,
доктор педагогічних наук, професор,
завідувач кафедри педагогіки та методики
початкової освіти,
Чернівецький національний
університет імені Юрія Федьковича,
Чернівці, Україна
ORCID ID 0000-0002-9905-8880

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

У статті висвітлено роль та досвід застосування технології доповненої реальності (AR-технології) в освітньому процесі закладів вищої освіти. Наведено визначення AR-технології, переваги, а також обмеження, пов'язані з її застосуванням в освітньому процесі. Визначено, що доповнена реальність – технологія, що дозволяє за допомогою комп'ютерних додатків створювати та ідентифікувати віртуальний шар інформації з будь-яким маркером чи об'єктом, що є у реальному фізичному світі. Роль маркера може грати графічний візуальний об'єкт, що за допомогою спеціальних програмних засобів буде доданий у віртуальні об'єкти різних форматів. AR-технологія дозволяє накласти зображення, текст, відео- та аудіокомпоненти на наявне зображення або простір. Отримана інформація (аура) може бути зчитана з маркера усілякими цифровими пристроями, такими як смартфони, планшети, окуляри, шоломи AR та ін.

Подано огляд платформ для створення AR-додатків, розглянуто їх функціональні можливості, проведено оцінку доцільності та ефективності застосування в освітньому процесі закладів вищої освіти. Проаналізовано різнопланові аспекти використання технології доповненої реальності у системі вищої освіти; наведено переваги та обмеження використання даної технології. Визначено, що однією з найважливіших особливостей технологій

доповненої реальності, з погляду педагогіки є те, що вона забезпечує простір та гнучке навчання, орієнтоване на студента.

Виділено основні напрями використання технології доповненої реальності у системі освіти: підтримка наукових досліджень; перевірка експериментальних наукових моделей; середовища моделювання, де поєднано можливості навчання, викладання, зв'язку з елементами гри; здобуття технологічних навичок. AR-технологія має такі потенційні педагогічні переваги: доступність, залученість, співробітництво, інтерактивність.

Доведено, що попри переваги, є певні фактори, які необхідно враховувати під час роботи з освітніми технологіями за допомогою AR, а саме: обмежена висока підготовка викладачів; залежність від апаратних засобів (не у всіх студентів можуть бути пристрої, що підтримують AR-додатки); проблеми з мобільністю контенту на всіх платформах та пристроях. Надано рекомендації щодо застосування технології доповненої реальності в освітньому середовищі.

Ключові слова: доповнена реальність, AR-технологія, інтерактивне навчання, платформа, освіта.

Постановка проблеми. У Національній стратегії розвитку освіти в Україні на період до 2021 року [1] вказується на проблеми, які уповільнюють розвиток освітньої системи. Серед основних: повільна реалізація принципу гуманізації, цифровізації та екологізації освітньої системи, активне залучення до навчально-виховного процесу інноваційних та інформаційно-комунікаційних технологій.

Актуальність обраної теми дослідження мотивована концептуальними і методологічними принципами відкритої освіти й зумовлена визнаними пріоритетами політики держави у сфері освіти, зокрема: створення безпечного освітнього середовища, екологізація освіти; розвиток науки та інновацій в освітній системі, підвищення рівня освіти на базі інновацій; інформатизація освіти; національний моніторинг освітньої системи; підвищення суспільного статусу педагогів; реалізація сучасної матеріально-технічної бази у загальній середній освіті.

Відомо, що головною метою освіти є всебічний розвиток, виховання, навчання, з'ясування здібностей, соціалізація людини, спроможної до суспільного життя, яка має бажання до самовдосконалення і самоосвіти

протягом життя, зріла до свідомого вибору в житті та самореалізації. Для досягнення даної мети і формуються ключові компетентності, потрібні для кожної сучасної успішної людини, зокрема: компетентності у сфері природничих наук, інновацій, техніки та технологій; інформаційно-комунікативна компетентність. Сьогодні учасники освітнього процесу мають можливість доступу до швидкісної мережі Інтернет, активно користуються мобільними засобами зв'язку, використовують сучасні форми взаємодії.

Отже, цифрові технології відіграють важливу роль у трансформації освіти. Відтак останніми роками суттєво змінюються формат та вимоги до залучення студентів до освітнього процесу. Особливо це проявляється у професійній підготовці майбутніх ІТ-фахівців, становлення яких відбувається в умовах нового інформаційного простору, необмежених інформаційних ресурсів, багатоканального доступу до них, можливості поширення та довгострокового зберігання інформації. Оскільки студенти технічних спеціальностей готуються до розв'язання проблем практичного характеру у різних сферах життєдіяльності людини та суспільства, виникає необхідність освоєння нових алгоритмів та підходів до розробки складних програмних систем на основі стійкого пізнавального інтересу студентів до нових знань та вмінь. А це дає нам право стверджувати, що пошук способів підвищення якості освіти, зокрема сучасних форм і методів навчання; активного застосування Інтернет-ресурсів і мобільних додатків; новітнього цифрового контенту, які сприятимуть розвитку інформаційно-комунікаційних компетентностей (далі – ІК-компетентностей) викладачів та студентів, робить проблему застосування під час навчання ефективних інформаційно-комунікаційних технологій (далі – ІКТ), зокрема технологій доповненої і віртуальної реальності актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У період стрімкого розвитку цифрових технологій вимоги до навчально-освітніх результатів здобувачів освіти зростають, компетентність стає вкрай важливою для майбутнього розвитку України.

Провідні фахівці з питань освіти наголошують на впровадженні способів, базованих на принципах наочності та когнітивних дослідженнях, що підвищить мотивацію студентів до здобуття фаху. Основа для реалізації названого способу – новітній цифровий контент, розроблений засобами віртуальної і доповненої реальності.

Значний вклад у вивчення питань інноваційного розвитку засобів і технологій систем відкритої освіти зробив В. Биков [2]. Проблеми застосування технологій доповненої реальності в освітньому процесі закладів вищої освіти досліджують вчені Т. Грунтова, Ю. Єчкало, А. Стрюк, А. Пікільнік [3]. Вони відзначають, що застосування таких технологій під час навчання підвищує ефективність, сприяє розвитку когнітивної активності, зростанню якості засвоєння знань, підсилює навчальний інтерес, сприяє розвитку дослідницьких здібностей та предметних компетентностей студентів. Інші вчені, зокрема, О. Мерзликін, І. Тополова, В. Тронь [4] акцентують, що застосування новітніх технологій потрібне для ефективного навчання з конкретними освітніми потребами: застосування мобільних додатків, організація спільної роботи, здійснення інтерактивних завдань і наочність контенту.

В. Климнюк вивчила напрямки впливу віртуальної реальності на методологію освіти, яка може розширити види навчальної діяльності, покращити дійсні та сприяти виникненню нових організаційних форм, видів і методів навчання, вдосконаленню взаємодії студентів і освітнього простору [5]. Вчені виокремлюють ряд проблем, пов'язаних із впровадженням доповненої й віртуальної реальностей у сфері освіти, зокрема: дефіцит фахівців з підготовки освітніх проєктів, неузгоджена діяльність бізнесу та освіти у цьому напрямку [6]. Дослідники П. Нечипуренко, Т. Старова відзначають, що виникає попит на хімічну освіту із застосуванням засобів доповненої реальності, доступною завдяки мобільним пристроям. Вони наголошують на необхідності розроблення відповідних інструментів для

підтримки хімічної освіти у школах та університетах. Вагомими у даному контексті є розробка методичних рекомендацій для здійснення лабораторних робіт, підручників, різноманітних книжок з хімії із застосуванням технологій доповненої реальності та формування симуляторів для роботи з хімічним обладнанням [7].

Н. Рашевська звертає увагу на позитивний ефект від використання засобів доповненої реальності під час викладання, або вивчення фундаментальних дисциплін [8]. М. Шмиголь, Ю. Юшкевич окреслили механізми впливу віртуальної реальності на формування світогляду людини. Доведено, що основною причиною віртуалізації суспільства є потреба в переході інформаційних технологій на вищий рівень для задоволення природної потреби людини у творчості, у формуванні нової реальності [9].

Активно ведуть пошуки у цьому напрямі зарубіжні вчені. Так феномен, сучасний стан, можливості та проблеми використання засобів доповненої і віртуальної реальностей в освітньому процесі вивчають Hsin-Kai Wu, Silvia Wen-Yu Lee, Hsin-Yi Chang, Jyh-Chong Liang. [12].

Проблеми проєктування платформи доповненої реальності для моделювання навколишнього середовища вивчають Eric Klopfer, Kurt Squire [13]. Наукові огляди щодо розвитку віртуальної і доповненої реальностей здійснено у працях S. Yuen, G. Yaouneyong, E. Johnson [14]. Навчання учнів з використання AR висвітлено у студіях К. Lee [15].

Комунікативні аспекти застосування засобів віртуальної і доповненої реальностей з'ясовано у працях Yun Zhu, Hui Ye, Shukun Tang [16]. Сьогодні активно порушують питання оцінювання якості навчального матеріалу з доповненою реальністю науковці S. Giasiranis і L. Sofos [17], J. Martin-Gutierrez, E. Guinters, D. Perez-Lopez, які також підкреслюють, що доповнену реальність можна застосовувати для спільної роботи студентів [18].

Отже, проведений аналіз наукової літератури з проблеми вивчення дає нам право стверджувати, що не дивлячись на значну кількість напрацювань,

проблема застосування технології доповненої реальності в освітньому процесі закладів вищої освіти існує та залишається актуальною.

Мета статті. Розкрити сутність, принципи і способи практичного застосування засобів доповненої реальності в освітньому процесі закладів вищої освіти; надати рекомендації щодо застосування технології доповненої реальності в освітньому середовищі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розвивати та утримувати пізнавальний інтерес у майбутніх ІТ-фахівців – дуже складне завдання. Пояснюється це насамперед тим, що студенти мають так звану цифрову свідомість та алгоритмічний склад розуму, тобто мислять і обробляють інформацію принципово інакше, ніж їхні однолітки, які навчаються на інших напрямках підготовки. Вони прагнуть отримати необхідну інформацію в режимі реального часу. Їм притаманний розвиток невербального інтелекту, у структуру якого включені здібності до конструктивної діяльності, більш розвинені просторові уявлення, формально-логічне мислення, поєднання синтетичного та аналітичного мислення. Студентам, які отримують професію у сфері інформатики та обчислювальної техніки, подобається паралельний процес та багатозадачність.

Доступ до багатьох нових джерел інформації озброює студентів новими засобами її одержання. Майбутні ІТ-фахівці віддають перевагу графіці та мультимедіа, а не тексту та паперовим носіям інформації. Замість читання розділу з підручника вони воліють подивитись відеоурок. Майбутні ІТ-фахівці невіддільні та залежні від різних видів цифрових технологій, особливо, якщо врахувати, що вони самі незабаром повинні розробляти нові складні програмні системи. Спостереження за студентами педагогічних спеціальностей Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича показують, що вони здебільшого раціональні, мобільні та практико-орієнтовані: беруться тільки за те, що знадобиться у професійному житті.

Беручи до уваги перелічені вище особливості пізнавального інтересу майбутніх ІТ-фахівців, викладачі профільних дисциплін перебувають у пошуку нових інструментів подання інформації, які мають захоплювати студента, стимулювати пізнавальний інтерес та мотивувати його вчитися із задоволенням. При цьому перед викладачами стоять безліч різноманітних завдань, які необхідно вирішувати з урахуванням постійних змін мовних стандартів програмування, різноманіття та розвитку технологій, засобів та інтегрованих середовищ розробки, будови інтерфейсу користувача, відмінності архітектур та інших аспектів у сфері інформатики та програмної інженерії.

Як приклад, викладачі кафедри інформаційних технологій та комп'ютерної фізики Інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, яку очолює професор Мар'яна Борча не обмежуються «класичним» підходом до подання навчальної інформації. На заняттях широко використовуються активні та інтерактивні методи навчання, завдяки чому текстова інформація доповнюється графіками, логічними схемами, таблицями, формулами, сучасними засобами публічної демонстрації візуального та звукового характеру, елементами анімації, що робить навчальний матеріал більш наочним. Однак наші спостереження показують, що навіть застосування всіх вищезгаданих підходів часто не може захопити майбутніх ІТ-фахівців, а використання двовимірних схем та таблиць не полегшує розуміння складних технічних термінів та абстрактних понять, гальмуючи розвиток пізнавального інтересу.

Зважаючи на все вищесказане, вважаємо за доцільне як інструмент формування та розвитку пізнавального інтересу майбутніх ІТ-фахівців розглядати технологію доповненої реальності, використання якої дозволяє побудувати нову систему взаємодії студента та інформації. На відміну від віртуальної реальності (VR), яка повністю занурює користувача в синтетичне

цифрове середовище, згенероване комп'ютером, доповнена реальність (Augmented Reality, AR) підтримує відчуття присутності в реальному світі. Цю технологію також називають розширеною, тому що вона доповнює (розширює) реальний світ інформацією у формі тексту, графіки, аудіо в режимі реального часу. Можливість забезпечити взаємодію обчислювальних пристроїв з фізичними об'єктами відрізняє доповнену реальність від віртуальної та робить цю технологію найкращим людино-машинним інтерфейсом для вирішення завдання підвищення інтелекту.

Загальну схему створення доповненої реальності можна представити так: камера пристрою AR знімає зображення реального об'єкта; програмне забезпечення (ПО) пристрою проводить ідентифікацію отриманого зображення, вибирає або обчислює відповідне зображення візуальне доповнення, поєднує реальне зображення з його доповненням і виводить підсумкове зображення на пристрій візуалізації. Для роботи з AR достатньо скористатися смартфоном або планшетом та відповідним ПЗ.

Якщо об'єктив відеокамери спрямований на об'єкт, програмне забезпечення розпізнає його або за заздалегідь встановленим маркером, або після аналізу форми об'єкта. Розпізнавши об'єкт, підключається до тривимірного цифрового двійника об'єкта, розміщеному на сервері або в хмарі. Потім пристрій AR завантажує необхідну інформацію та накладає її на зображення об'єкта. В результаті користувач бачить на екрані фізичну реальність – цифрову.

Однією з найважливіших особливостей доповненої реальності з погляду педагогіки є те, що вона забезпечує простір, орієнтоване на гнучке навчання студента. Навчальний процес може бути звільнений від традиційних приміщень, таких як лекційні аудиторії та лабораторії, і натомість стежити за учасниками освітнього процесу де б вони не знаходилися. Можливості для навчання можуть бути надані, наприклад, вдома, на робочому місці, у громадському транспорті – скрізь, де є необхідність їх використовувати і за

умови наявності у мобільного пристрою спеціального програмного забезпечення.

На наш погляд, з точки зору застосування в освітньому процесі технології доповненої реальності є кращим варіантом. По-перше, не потрібно ніякого дорогого обладнання, достатньо мати мобільний пристрій із встановленим на ньому AR-додатком. Отже, можна працювати з навчальним матеріалом як на заняттях в аудиторії, так і поза нею. По-друге, при використанні на заняттях AR є можливість не відриватися від фізичної реальності, не відчувати зорових ілюзій. Користувач не виходить у третій вимір, тому не відбувається жодного конфлікту мозкових програм, ні неузгодженості механізмів зорового сприйняття, ні аномальних поведінкових реакцій. Таким чином, у користувача залишається можливість взаємодії з викладачем та групою.

Отже, на нашу думку, *доповнена реальність* (англ. *augmented reality, AR* – «розширена реальність») – технологія, що дозволяє за допомогою комп'ютерних додатків створювати та ідентифікувати віртуальний шар інформації з будь-яким маркером чи об'єктом, що є у реальному фізичному світі.

Сучасна проблема – це відсутність єдиної методології: технології доповненої реальності розвиваються так швидко, що дослідження освіти та педагогіки просто не встигають відповідно теоретично осмислити чи подати системну методологію. На сьогодні особливої уваги потребує питання інтеграції додатків в зміст освіти й організація освітньої діяльності [11].

J.-M. Cieutat, O. Hugues, N. Ghouaïel виділяють основні напрями використання доповненої реальності для покращення рівня навчання:

- підтримка наукових досліджень;
- перевірка експериментальних наукових моделей;
- середовища моделювання, де поєднано можливості навчання, викладання, зв'язку з елементами гри;

– здобуття технологічних навичок [21].

Визначено такі має такі потенційні педагогічні переваги AR-технології, як:

- *Доступність.* AR може зробити освіту більш доступною та мобільною. На відміну від VR (віртуальна реальність), AR не потребує спеціального обладнання; навчальний ресурс з використанням AR реалізується за допомогою таких доступних більшості цільової аудиторії технологічних засобів, як планшет або смартфон.

- *Залученість.* Навчання з використанням AR носить особистісно орієнтований характер, воно дозволяє реалізувати індивідуальні здібності учнів. Інтерактивне, ігровізоване навчання з використанням AR мотивує студентів, підвищує їх інтерес до занять, залучає учнів до активної пізнавальної діяльності.

- *Співробітництво.* Навчальна діяльність студентів та їх спроможність до навчання формуються у тому числі через участь у спільних групах та спільнотах. Великі можливості AR щодо інтерактивних занять заохочують студентів для спільної роботи, розвивають навички роботи у команді.

- *Інтерактивність.* AR створює широкий багатовимірний простір вивчення, що дозволяє студентам досліджувати світ інтерактивним способом. Вони досягають кращих результатів у навчанні за допомогою візуалізації та повного занурення у тему, що вивчається. Таким чином, застосування AR підвищує якість процесу навчання, робить його ефективнішим.

Проте, є певні фактори, які необхідно враховувати під час роботи з освітніми технологіями за допомогою AR: недостатній професійний рівень підготовки викладачів; залежність від апаратних засобів (не у всіх студентів можуть бути смартфони, що підтримують AR-додатки); проблеми з мобільністю контенту на всіх платформах та пристроях [20].

AR-технологія відкриває нові можливості для вивчення теорії та тренування практичних навичок. Так, практичне об'єднання віртуального та справжнього досвіду збагачує особистісно-орієнтовану діяльність гуртківців Чернівецького обласного центру науково – технічної творчості, директором якого є Петро Плешко. В даному закладі позашкільної освіти проходять практику студенти чернівецьких ЗВО. Досвід показує, що відображення змодельованого простору та ефект власної участі у віртуальних подіях роблять AR-технологію актуальним педагогічним інструментом, універсальним для всіх вікових груп та на всіх рівнях навчання. Крім цього, AR має потенціал зробити освіту більш ефективною, оскільки сприяє інтеграції знання з дійсністю.

Ефективність застосування AR-технології в освітньому процесі закладів вищої освіти стосується матеріальної складової, оскільки в такому випадку можна значно знизити витрати на виробництво паперових навчально-методичних матеріалів, а в окремих випадках і виключити виробництво та використання наочних засобів навчання.

Нині вже є ряд програмних рішень, що працюють на великій кількості мобільних технічних пристроїв та дозволяють використовувати можливості AR-технології. Це обумовлено тим, що обчислювальний потенціал і склад апаратного забезпечення мобільних пристроїв, таких як смартфони, планшети, AR-окуляри, шоломи та ін., дозволяють реалізувати процес накладання різноманітного цифрового контенту на графічне зображення, що отримується в реальному часі з відеокамери пристрою. Тому проблема технічного впровадження AR-технології в освітній процес не є такою актуальною у порівнянні з проблемою вибору та застосування спеціалізованого та уніфікованого програмного забезпечення для реалізації цієї технології у процесі навчання.

Слід зазначити, що зараз існує достатньо платформ (AR-бібліотек), призначених для створення AR-додатків. Серед них можна виділити такі як

Vuforia, ARToolKit, Kudan, Catchoom, Augment, HP Reveal, WikiTude, LayAR, Blippar, EON Reality, InfinityAR та ін. Розглянемо функціональні можливості деяких з них та оцінимо доцільність їх застосування в освітньому процесі ЗВО.

Найбільш поширеним додатком є Vuforia компанії Qualcomm, яка має платну і безплатну версії та надає розробникам широкий набір інструментів для створення об'єктів доповненої реальності. Функціональні можливості Vuforia дозволяють не тільки здійснювати сканування одночасно кількох реальних 2D- та 3D-об'єктів, але і їх подальшу ідентифікацію, а також відтворення додаткових елементів через набір специфікацій та перегляд віртуального відображення потрібного об'єкта, який може бути навіть поза увагою. Під час розпізнавання об'єктів програма дозволяє використовувати дані, що знаходяться на мобільному пристрої або у хмарному сховищі [18].

Наявність можливості роботи з різними пристроями віртуальної реальності та особливості вбудованого тестового додатка, що дозволяє використовувати при роботі з бібліотекою необхідні пояснення є ще однією важливою перевагою Vuforia.

Компанія Daqri, відома розробками в галузі програмного забезпечення доповненої реальності, пропонує набір програмних бібліотек ARToolKit з відкритим кодом. Програма дозволяє отримати інтерфейс доповненої реальності шляхом відстеження за допомогою камери мобільного пристрою заздалегідь відомих маркерів об'єктів, їх подальшого розпізнавання та відтворення у форматі 3D. ARToolKit підтримує роботу з багатьма сучасними операційними системами, безкоштовні програмні середовища розробки для кожної з яких доступні на всіх платформах.

Наступним інструментом для розробки доповненої реальності є бібліотека WikiTude, розроблена однойменною компанією, яка розповсюджується лише на платній основі. Функціонал програми дозволяє ідентифікувати 2D- та 3D-формати файлів; підтримує рендеринг та анімацію 3D-моделей; має можливість відстеження місцеперебування об'єкта та

застосування об'єктів доповненої дійсності у формат HTML. WikiTude сумісний з операційними системами Android, iOS і підтримує роботу всіх сучасних пристроїв віртуальної реальності.

Одним з інструментів, що мають більш «потужний» функціонал для створення AR-додатків, є бібліотека Kudan AR. Відмінністю Kudan AR від інших засобів розробки є те, що вона дозволяє розпізнавати 3D-об'єкти різної складності, ідентифікувати маркери, що знаходяться на значній відстані, під різноманітними кутами та недостатнім освітленням. Крім цього, є можливість використання безмаркерного методу відстеження об'єктів, що не передбачає встановлення спеціальних міток, що дозволяє використовувати об'єкти реального світу як готові маркери. У цьому випадку відсутня необхідність застосування спеціальних візуальних ідентифікаторів для відображення даних об'єктів, що є очевидною перевагою при використанні цієї бібліотеки.

Платформа HP Reveal, будучи оновленим варіантом AR-бібліотеки Aurasma, поєднує в собі технології AR (Augmented Reality) та IoT (Internet of Things). Принцип роботи HP Reveal аналогічний технології розпізнавання QR-кодів, що повсюдно використовується. Використовуючи камеру мобільного пристрою, GPS, Bluetooth, Wi-Fi, акселерометр та гіроскоп, програма ідентифікує всілякі об'єкти з навколишнього простору. Потім на ці об'єкти за допомогою візуальної інтерактивності здійснюється накладання файлів різних форматів (графіка, аудіо, відео та ін.) та передача отриманих об'єктів, званих аурами, на екран мобільного пристрою.

Однією з головних переваг технології HP Reveal є доступність широкому колу непрофесійних користувачів та загальна застосовність.

Висновки з дослідження і перспективи подальших розвідок. Отже, проведені дослідження та представлені AR-бібліотеки мають різні програмні характеристики та функціональні можливості, проте, на наш погляд, найбільш ефективним засобом для підтримки освітнього процесу закладів вищої освіти з використанням AR-технології служить платформа HP Reveal. Це

визначається її перевагами, які дозволяють візуалізувати навчальну інформацію, удосконалити як методи навчання, так і весь освітній процес, цим поліпшити якість і підвищити ефективність освіти, вивести систему освіти на якісно новий рівень. У процесі проведеного дослідження доведено, що додатки доповненої дійсності мають великий освітній потенціал. Ми переконані, що в умовах цифрової трансформації освіти слід і надалі приділяти особливу увагу застосуванню та розвитку технологій доповненої реальності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року., Указ Президента України від 25 червня 2013 року №344/2013. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/344/2013#Text>
2. Биков В. Ю. Мобільний простір і мобільно орієнтоване середовище Інтернет-користувача: особливості модельного подання та освітнього застосування. *Інформаційні технології в освіті*, 2013. №17. С. 9–37. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/itvo_2013_17_3
3. Грунтова Т., Єчкало Ю., Стрюк А., Пікільняк А. Інструменти доповненої реальності у навчанні фізики у закладах вищої технічної освіти. *Педагогіка вищої та середньої школи*, 2018. №51. С. 47–57. URL: <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3655>
4. Климнюк В. Є. Віртуальна реальність в освітньому процесі. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*, 2018. № 2. С. 207–212. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZKhUPS_2018_2_30
5. Мерзликін О., Тополова І., Тронь В. Розвиток ключових компетентностей засобами доповненої реальності на уроках CLIL. *Освітній вимір*, 2018. №51. С. 58–73. URL: <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3656>
6. Мінтій І., Соловійов В. Доповнена реальність: український сучасний бізнес та освіта майбутнього. Augmented reality: Ukrainian modern business and education of the future. *Освітній вимір*, 2018. Вип.51, С. 290–296. URL: <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3676>
7. Нечипуренко П., Старова Т., Селіванова Т., Томіліна А.. Використання доповненої реальності в хімічній освіті. *Освітній вимір*, 2018. Вип. 51. С. 25–36. URL: <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3650>
8. Рашевська Н. В. Перспективи застосування засобів доповненої реальності у процесі навчання майбутніх інженерів. *Науковий вісник Ужгородського університету. серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*. 2018. Вип.2 (43). С. 226–228. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuuped_2018_2_45
9. Соколюк О. М. Інформаційно-освітнє середовище навчання в умовах трансформації освіти. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики*

фізико-математичної і технологічної освіти. 2016. Вип.12(III). С. 48–55. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/84274356.pdf>

10. Шмиголь М. Ф., Юшкевич Ю. С. Віртуальна реальність як феномен інформаційного суспільства: світоглядний аспект. *Гілея: науковий вісник*. 2019. Вип.142(2). С. 212–215. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/gileya_2019_142%282%29__44

11. Cieutat J.-M. Olivier Hugues, Nehla Ghouaiel Active Learning based on the use of Augmented Reality Outline of Possible Applications: Serious Games, Scientific Experiments, Confronting Studies with Creation, Training for Carrying out Technical Skills. *International Journal of Computer Applications*. 2012. Vol.46. No20. Pp. 31–36. URL: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00739730/document>

12. Hsin-Kai Wu, Lee Silvia Wen-Yu, Chang Hsin-Yi, Liang J yh-Chong. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 2013. Vol.62(1). Pp. 41–49. Elsevier Ltd. Retrieved June 11, 2020. URL: <https://www.learntechlib.org/p/132254/>

13. Giasiranis S., Sofos L. Production and Evaluation of Educational Material Using Augmented Reality for Teaching the Module of «Representation of the Information on Computers» in Junior High School. *Creative Education*. 2016. Vol.7. Pp. 1270–1291. DOI: 10.4236/ce.2016.79134

14. Klopfer E., Squire K., Environmental Detectives – the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*. 2007. Vol.56(2). Pp. 203–228. DOI: 10.1007/s11423-007-9037-6

15. Lee K. Augmented Reality in Education and Training. *Techtrends Tech Trends*, 2012. Vol.56. Pp. 13–21. URL: <https://doi.org/10.1007/s11528-012-0559-3>

16. Martin-Gutierrez J., Guinters E., Perez-Lopez D. Improving strategy of self-learning in engineering: laboratories with augmented reality. *Procedia. Social and Behavioral Sciences*, 2012. Vol.51. Pp. 832–839. The World Conference on Design, Arts and Education (DAE-2012), May 1-3 2012, Antalya, Turkey. URL: <https://cutt.ly/GgbyLjK>

17. Pinchuk Olga P., Tkachenko Vitaliy A., Burov Oleksandr Yu. AV and VR as Gamification of Cognitive Tasks. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2387/20190437.pdf>

18. Yuen S., Yaoyuneyong G., & Johnson E. Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education. *Educational Technology Development and Exchange*, 2011. Vol.4. Pp. 119–140.

19. Wu H.-K., Lee S., Chang H.-Y., Liang, J.-C. Current Status, Opportunities and Challenges of Augmented Reality in Education. *Computers & Education* 62. 2013. P. 41–49.

20. Zhu E. et al. Augmented reality in healthcare education: an integrative review. *Peer J Pre Prints*, 2014. №.e335v2.. URL: <https://peerj.com/preprints/335v2.pdf>

21. Zhu Y., Ye H. and Tang S. Research on the Communication Effect of Augmented Reality Technology in Electronic Publications among Youth—A Case

Study of «Augmented Reality Interactive Science Reading». *Advances in Applied Sociology*, 2017. Vol.7. Pp. 305–318. DOI: 10.4236/aasoci.2017.78019

Стаття надійшла до редакції 31.05.2022

Liubov Tarangul, Svitlana Romaniuk. The Usage of Augmented Reality Technology in the Educational Process of Higher Education Institutions.

The development of additional reality (AR-technology) and its application in the educational process is considered. Definitions of AR technology are given, its advantages are given, as well as the limitations associated with its use in the educational process. An overview of platforms for creating AR-applications is given, their functional capabilities are considered, the expediency and efficiency of application in the educational process of free economic zones are assessed. Aspects of the use of augmented reality technology in the higher education system are considered. One of the most important features of augmented reality in terms of pedagogy is that it provides a space focused on the student and flexible for learning opportunities. The advantages and limitations of using this technology are given. The general scheme for creating augmented reality is always as follows: the camera of the AR device captures an image of a real object; the software (software) of the device identifies the received image, selects or calculates the corresponding image visual complement, combines the real image with its complement and outputs the final image to the visualization device. To work with AR, it is enough to use a smartphone or tablet and the appropriate software. There are the following main areas of augmented reality technology in the education system: support for research and experimental approach; checking the model for adequacy; modeling environments that combine the possibilities of teaching, learning, communication with game elements; acquisition of technological skills. AR-technology has the following potential pedagogical advantages: accessibility, involvement, cooperation, interactivity. Despite these benefits, there are certain factors that need to be considered when working with educational technologies using AR. Such factors include: lack of necessary teacher training; dependence on hardware (not all students may have smartphones that support AR applications); content mobility issues across all platforms and devices. Directions and examples of application of augmented reality technology in the educational environment are offered.

Key words: *augmented reality, AR-technology, interactive learning, platform, education.*

REFERENCES

1. National strategy for the development of education in Ukraine until 2021. Decree of the President of Ukraine of June 25, 2013 №344 / 2013. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/344/2013#Text>[in Ukrainian].
2. Bykov V. Ju. (2013). Mobilijnyj prostir i mobiljno orijentovane seredovyshhe Internet-korystuvacha: osoblyvosti modeljnogho podannja ta osvithnjogho zastosuvannja. [Mobile space and mobile-oriented Internet user environment: features of model representation and educational application].

Informacijni tekhnologiji v osviti, 17, 9–37. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/itvo_2013_17_3 [in Ukrainian].

3. Cieutat J.-M., Olivier Hugues, Nehla Ghouaiel (2012). Active Learning based on the use of Augmented Reality Outline of Possible Applications: Serious Games, Scientific Experiments, Confronting Studies with Creation, Training for Carrying out Technical Skills. *International Journal of Computer Applications*, Vol.46. No 20. Pp.31–36. URL: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00739730/document> [in English].

4. Hsin-Kai Wu, Lee Silvia Wen-Yu, Chang Hsin-Yi, Liang J yh-Chong. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, Vol.62(1). Pp. 41–49. Elsevier Ltd. Retrieved June 11, 2020. URL: <https://www.learntechlib.org/p/132254/> [in English].

5. Ghruntova T., Jechkalo Ju., Strjuk A., Pikilnjak A. (2018). Instrumenty dopovnenoji realnosti u navchanni fizyky u zakladakh vyshhoji tekhnichnoji osvity. [Augmented reality tools in teaching physics in institutions of higher technical education]. *Pedagoghika vyshhoji ta serednjoji shkoly*, 51, 47–57. URL: <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3655> [in Ukrainian].

6. Giasiranis S., Sofos L. (2016). Production and Evaluation of Educational Material Using Augmented Reality for Teaching the Module of «Representation of the Information on Computers» in Junior High School. *Creative Education*. Vol.7. Pp. 1270–1291. DOI: 10.4236/ce.2016.79134 [in English].

7. Klopfer E., Squire K. (2007). Environmental Detectives — the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*. Vol.56(2). Pp. 203–228. DOI: 10.1007/s11423-007-9037-6 [in English].

8. Klymnjuk V. Je. (2018). Virtualjna realnistj v osvitnjomu procesi. [Virtual reality in the educational process]. *Zbirnyk naukovykh pracj Kharkivskogho nacionaljnogho universytetu Povitrjanykh Syl*, 2, 207–212. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZKhUPS_2018_2_30 [in Ukrainian].

9. Lee, K. (2012). Augmented Reality in Education and Training. *Techtrends Tech Trends*, Vol. 56. Pp.13–21. <https://doi.org/10.1007/s11528-012-0559-3> [in English].

10. Martin-Gutierrez J., Guinters E., Perez-Lopez D. (2012). Improving strategy of self-learning in engineering: laboratories with augmented reality. *Procedia. Social and Behavioral Sciences*, Vol.51. Pp. 832–839. The World Conference on Design, Arts and Education (DAE-2012), May 1-3 2012, Antalya, Turkey. URL: <https://cutt.ly/GgbyLjK> [in English].

11. Merzlykin O., Topolova I., Tronj V. (2018). Rozvytok ključovykh kompetentnostej zasobamy dopovnenoji realnosti na urokakh CLIL. Development of key competencies by means of augmented reality in CLIL lessons *Osvitnij vymir*, 51. S. 58–73. URL: <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3656> [in Ukrainian].

12. Mintij I., & Solovjov V. (2018). Dopovnena realnistj: ukrajinsjkyj suchasnyj biznes ta osvita majbutnjogho. [Augmented reality: Ukrainian modern

business and future education]. *Osvitnij vymir*, 51, 290–296. URL: <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3676> [in Ukrainian].

13. Nechypurenko P., Starova T., Selivanova T., Tomilina A.. (2018). Vykorystannja dopovnenoji realnosti v khimichnij osviti. [The use of augmented reality in chemical education]. *Osvitnij vymir*, 51, 25–36. URL: <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3650> [in Ukrainian].

14. Pinchuk O., Tkachenko V., Burov O. AV and VR as Gamification of Cognitive Tasks. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2387/20190437.pdf> [in English].

15. Rashevsjka N. V. (2018). Perspektyvy zastosuvannja zasobiv dopovnenoji realnosti u procesi navchannja majbutnikh inzheneriv. [Prospects for the use of augmented reality in the training of future engineers]. *Naukovyj visnyk Uzghorodskogo universytetu. serija: «Pedagoghika. Socialjna robota»*, 2 (43), 226-228. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuuped_2018_2_45 [in Ukrainian].

16. Shmygholj M. F., Jushkevych Ju. S. (2019). Virtualjna realnistj jak fenomen informacijnogho suspiljstva: svitoghjadnyj aspekt. [Virtual reality as a phenomenon of the information society: worldview aspect]. *Ghileja: naukovyj visnyk*. 142 (2), 212–215. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/gileya_2019_142%282%29__44 [in Ukrainian].

17. Sokoljuk O. M. (2016). Informacijno-osvitnje seredovyshe navchannja v umovakh transformaciji osvity. [Information and educational environment of learning in the conditions of educational transformation]. *Naukovi zapysky. Serija: Problemy metodyky fizyko-matematychnoji i tekhnologhichnoji osvity*, 12(III), 48–55. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/84274356.pdf> [in Ukrainian].

18. Yuen S., Yaoyuneyong G., & Johnson E. Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education. *Educational Technology Development and Exchange*, 2011. Vol.4. Pp. 119–140. [in English].

19. Wu H.-K., Lee S., Chang H.-Y., Liang J.-C. Current Status, Opportunities and Challenges of Augmented Reality in Education. *Computers & Education* 62. 2013. P. 41–49. [in English].

20. Zhu E. et al. Augmented reality in healthcare education: an integrative review. *Peer J Pre Prints*, 2014. №.e335v2.. URL: <https://peerj.com/preprints/335v2.pdf> [in English].

21. Zhu Y., Ye H. and Tang, S. Research on the Communication Effect of Augmented Reality Technology in Electronic Publications among Youth—A Case Study of “Augmented Reality Interactive Science Reading”. *Advances in Applied Sociology*, 2017. Vol.7. Pp. 305–318. DOI: 10.4236/aasoci.2017.78019[in English].