

РОЗДІЛ III. ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У КОНТЕКСТІ МОДЕРНІЗАЦІЇ Й РЕФОРМУВАННЯ ОСВІТИ

Вараксіна Наталія Володимирівна,
науковий співробітник сектору інформаційно-
комунікаційних технологій і наукометрії
відділу наукового інформаційно-аналітичного
супроводу освіти ДНПБ України
ім. В. О. Сухомлинського
ORCID ID 0000-0002-0333-5186

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ОСВІТІ (аналітичний огляд)

Важливою тенденцією 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 їх працях відображено накопичений 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 вирішення завдань освітнього процесу; перспективою подальших досліджень є масове впровадження в освітній процес сучасних закладах освіти технологій віртуальної реальності, а також розроблення методичних та дидактичних матеріалів для ефективного їх використання.

Науковці і практики закладів освіти значну увагу приділяють одному із перспективних напрямів застосування віртуальних інформаційних технологій, зокрема розроблення віртуальних лабораторій. Ці програмні середовища можуть слугувати 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 висвітлюється 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 розробки 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*

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
ORCID ID 0000-0002-0333-5186

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.*

Загальна тенденція 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 із 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.

Мета огляду – проаналізувати творчий доробок вчених НАПН України з питань впровадження інформаційно-комунікаційних технологій в галузі

освіти. Розглянуто публікації В. Ю. Белана, В. Ю. Бикова, Д. В. Борисенка, О. Ю. Бурова, Т. В. Волошиної, В. В. Коваленка, С. Г. Литвинової, П. П. Нечипуренка, О. П. Пінчук, С. О. Сисоевої, Л. І. Тимчук ін. за 2017–2021 рр. у яких презентувались питання використання технології віртуальної реальності (переважно у дистанційній освіті).

Враховуючи актуальність тематики 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.

Термін «віртуальна реальність» на межі 80–90-х років запропонував Джарон Ланье. Але вже незабаром ученим з корпорації Boeing, Томасом П. Коделлом вводиться поняття «доповнена реальність», для якого також підводиться теоретична і практична база. Сьогодні використовується кожне із цих понять, застосовуючи в тому числі в освіті та інших галузях науки і діяльності.

У глосарії «Електронні соціальні мережі як інструменти сучасного навчального середовища» (2017 р.) запропоновано наступні визначення дефініції «віртуальна реальність»:

Віртуальна реальність (англ. Virtual Reality, VR) – уявна реальність, створена за допомогою комп'ютерних систем, які забезпечують візуальні і звукові ефекти, що занурюють глядача в ілюзорний світ за екраном. Користувач оточується породженими комп'ютером образами і звуками, що дають відчуття реальності. Користувач 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 скеровані на збільшення враження реальності спостережуваного [21, с. 7].

Також, віртуальна реальність – модельне тривимірне (3D) оточуюче 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 дозволяють реалістично відображати на екрані рухи [21, с. 7].

Аналізуючи досвід щодо використання технологій дистанційного навчання для забезпечення якості підготовки майбутніх педагогів професійних технічних предметів в університетах Республіки Польща, В. Ю. Белан довів, що удосконалення підготовки полягає в оновленні змісту навчального матеріалу, зокрема у створенні курсів дистанційного навчання з використанням хмарного програмного забезпечення для розширення взаємодії суб'єктів освітнього процесу. Дослідник запропонував доповнення структури курсів дистанційного навчання: елементами перевірки активності студентів та гейміфікації; автоматизацією реєстрації за допомогою соціальних мереж; автоматизованою перевіркою знань; тегами; онлайн-сховищами даних тощо [1].

Д. В. Борисенко розглядає проблеми підвищення якості навчання майбутніх фахівців з дизайну шляхом формування професійних умінь використання комп'ютерного 3D проектування в ході розробки дизайн-продукту. Він вважає, що головним результативним вектором впровадження ІКТ в галузь дизайну є саме напрям комп'ютерного 3D проектування через спеціалізовані програмні засоби та концентрацію вирішення комплексних завдань практичної розробки моделі дизайн-продукту, що додатково враховує розробку віртуальної візуалізації конструкції та відображення зовнішньої поверхні [4].

Т. В. Волошина проаналізувала використання засобів ІКТ для формування самоосвітньої компетентності майбутніх фахівців з інформаційних технологій та розробила модель гібридного хмаро орієнтованого навчального середовища закладу вищої освіти. Загальні результати педагогічного експерименту показали, що використання цього середовища на основі розробленої методики сприяє формуванню самоосвітньої компетентності [10].

Дослідивши проблему формування соціальної компетентності молодших школярів, В. В. Коваленко визначив web-орієнтовані і мультимедійні технології, що доцільно застосовувати для вирішення цього питання. Автором підкреслено використання ІКТ у відкритій освіті: мультимедійні технології, ресурси глобальних інформаційних мереж [26].

Л. І. Тимчук обґрунтував теоретичні основи проектування цифрових наративів і методичну систему проектування біографічних цифрових наративів у навчанні майбутніх магістрів освіти. Автором розроблено педагогічну технологію, обґрунтовано й розроблено модель проектування цифрових наративів у навчанні, визначено критерії і показники сформованості цифрової компетентності. Обґрунтовано й експериментально перевірено методичну систему їх проектування [54].

В. Ю. Биков, М. П. Лещенко, Л. І. Тимчук схарактеризували теоретико-методологічні засади цифрової гуманістичної педагогіки відкритої освіти як науки про закономірності створення позитивної інтегрованої педагогічної реальності за умови конвергенції фізичного та віртуального навчальних просторів (середовищ). На основі використання сучасних ІКТ навчальна діяльність (формальна, неформальна та інформальна) відбувається на перетині двох світів: реального і віртуального [3].

Проблеми цифровізації навчання на етапі переходу від традиційних форм до переважно дистанційних, розглянуто В. Ю. Биковим та О. Ю. Буровим. Науковцями підкреслено зростання активності використання нових технологій (віртуальної та доповненої реальності), комп'ютерного моделювання, різних хмарних додатків і соціальних мереж. Також проведено аналіз концептуальних вимог до учасника освітнього процесу при застосуванні прогресивних навчальних цифрових технологій. Результати дослідження зосереджені на трьох найменш розкритих дотепер питаннях підвищення ефективності навчання в цифровому навчальному середовищі не з точки зору системи освіти, а з точки зору оптимального використання можливостей людини як здобувача знань – необхідність зміни технологій навчання (людиноцентричний погляд),

необхідність балансу між навчанням та перенавчанням (як безперервного процесу), синтетичний досвід як екзоскелет мислення [2].

Вивченню психологічних особливостей суб'єкта використання Інтернет-технологій та можливостей застосування цих технологій в психологічній практиці присвячене дослідження О. М. Немеш. Показано, що практична психологія віртуальної реальності – нова, актуальна та високотехнологічна галузь професійної діяльності психолога. Ефективне застосування психологом Інтернет-технологій потребує глибокої теоретичної підготовки та всебічної обізнаності щодо сучасних концептуальних моделей комп'ютерно опосередкованих комунікацій [40].

Актуальній темі використання ІКТ та електронних соціальних мереж у навчально-виховному процесі загальноосвітньої школи присвячено монографія колективу авторів (В. Ю. Биков, О. П. Пінчук, С. Г. Литвинова, О. Ю. Буров та ін.). У ній представлено результати дослідної роботи щодо вирішення сучасних психолого-педагогічних проблем проектування інформаційно-освітнього середовища навчання, різні моделі використання електронних соціальних мереж у навчання старшокласників, розвитку окремих елементів комп'ютерно орієнтованих методичних систем, оцінювання результатів освітнього процесу у відкритому середовище навчання учнів та надважливого питання безпеки користувачів в Інтернет, формування і розвиток інформаційно-комунікаційних компетентностей всіх учасників навчально-виховного процесу [57].

Також на вирішення актуальних проблем, пов'язаних із застосуванням електронних соціальних мереж як інструментів формування інформаційно-освітнього середовища навчання старшокласників спрямовані методичні рекомендації колективу авторів (О. Ю. Буров, О. О. Гриб'юк, Н. П. Дементієвська, О. В. Слободяник та ін.). Науковцями запропоновано низку методів, пов'язаних із: формуванням безпечного й відповідального використання соціальних мереж та критичного оцінювання веб-ресурсів; використанням електронних соціальних мереж для забезпечення групової взаємодії; організацією самостійної роботи учнів (на прикладі фізики) й проектно-дослідницької діяльності учнів (на прикладі математики); попередженням агресивної поведінки школярів; підтримкою освіти дітей з функціональними обмеженнями; організацією неформальної освіти молоді. Велику увагу приділено зміні акцентів із комунікації у мережі на організацію продуктивної дискусії, а також з колаборації на кооперативні методи навчання учнів [23].

Аналізу місця соціальних мереж у формуванні синтетичного навчального середовища присвячена й доповідь О. Ю. Булова. Автором виділені найбільш поширені моделі інформаційного освітнього середовища, що базується на таксономічній моделі соціальної мережі. Ці мережи залишаються на часі більше потенційним стихійним ресурсом освіти, ніж практичним системним інструментарієм, і відповідно, потребують вивчення та розроблення необхідного науково-методичного забезпечення, насамперед з урахуванням

психофізіологічних, психологічних та когнітивних особливостей тих, хто навчається [6].

Особливості застосування електронних соціальних мереж для підтримки освіти дітей з функціональними обмеженнями розглянув В. В. Коваленко у своїх доповідях. Автор розглянув напрями застосування електронних соціальних мереж у соціально-педагогічній роботі з учнями з функціональними обмеженнями [27–28].

Основні теоретичні і методичні проблеми теорії навчання в умовах інформатизації освіти розглянуто Ю. О. Жуком. Науковцем оприлюднено результати дослідження особливостей навчального процесу природничо-математичних дисциплін у закладі загальної середньої освіти в умовах комп'ютерно орієнтованого середовища навчання. Автором окреслено особливості структури та складових цих середовищ, структурно-функціональні особливості навчально-пізнавальної діяльності та понятійні структури, сформованих у старшокласників в процесі навчання в умовах різних середовищ навчання [22].

Систему дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії спроектовано П. П. Нечипуренком, С. О. Семеріковим та Л. І. Томіліною. Також науковці теоретично обґрунтували модель та розробили методику використання ІКТ як засобу формування дослідницьких компетентностей [42].

У колективній монографії (М. Л. Смульсон, П. П. Дітюк, І. Г. Коваленко-Кобилянська, Д. С. Мещеряков та ін.) викладено концепцію розвитку суб'єктної активності дорослих у віртуальному просторі. Особлива увага спрямована на теоретико-методологічний аналіз категорій суб'єкт, активність, суб'єктна активність у віртуальному просторі, зокрема, розглянуто активність користувачів соціальних мереж та учасників інтернет-тренінгів. Описано технології формування суб'єктної активності дорослих та результати експериментальних досліджень, здійснених за допомогою розроблених технологій. Показана специфіка розвитку суб'єктної активності людей похилого віку [48].

Місію сучасної післядипломної педагогічної освіти зазначила Л. Л. Ляхоцька. Автор визначив організаційно-методичні умови та описав технологію методичного та дидактичного забезпечення дистанційного навчання в системі підвищення кваліфікації керівників закладів освіти та педагогічних працівників [38].

Низкою науковців (К. А. Андросович, І. В. Бургун, М. С. Гальченко, В. В. Камишин, О. А. Ковальова, А. О. Ласкова, Л. М. Найдьонова, Л. І. Ткаченко) висвітлено основні підходи та методи використання інтернету в процесі соціалізації старшокласників. Представлено психологічні й педагогічні умови їх соціалізації в інформаційних мережах як інноваційну платформу соціалізації. Авторами запропоновані інтерактивні засоби в роботі вчителя для підвищення ефективності соціалізації та розроблено серію практичних занять щодо підвищення соціально-комунікативної компетентності

вчителя. Також представлено практичний досвід використання проектної діяльності педагогів із застосуванням інтернет-технологій [25; 47].

Вітчизняний досвід впровадження дистанційного та змішаного навчання у закладах загальної середньої освіти представлено В. В. Коваленком, М. В. Мар'єнко, А. С. Сухіх. У рамках організації дистанційного навчання авторами показано досвід використання цифрових технологій, окреслено практичне використання засобів віртуальної та доповненої реальності, як окремий вид розглянуто поєднану реальність. Розглянуто окремі додатки віртуальної та доповненої реальності, які можна використати в процесі змішаного навчання [29].

Питанню використання технології, таких як віртуальна навчальна платформа для навчання за напрямками STEM присвячена низка праць, зокрема при вивченні астрономії (В. Л. Бузько Ю. В. Єчкало) [5]. Застосуванню додатків доповненої реальності в освітньому процесі під час дистанційного навчання розглянула Н. О. Гончарова [13–14; 16]. Проведено огляд засобів віртуальної і доповненої реальності придатних для курсу з розробки програмних засобів віртуальної та доповненої реальності для майбутніх викладачів STEM-дисциплін (С. О. Семеріков, С. Г. Литвинова, М. М. Мінтій) [50].

Питання трансформації навчання при переході від звичного матеріально-об'єктного середовища до навчання у цифровому синтетичному середовищі розглянули Є. П. Попечителев та О. Ю. Буров. У праці наведено коротку характеристику основних особливостей навчання з використанням нових технологічних можливостей із виділенням таких його аспектів як віртуальна та доповнена реальність, а також використання гро-орієнтованих технологій з акцентом на рефлексивних іграх. Автори наголошують, що основою створення таких середовищ є біотехнічні системи, в яких передбачені різноманітні засоби управління змістом зображень для моделей цих середовищ як з боку дослідника, так і з боку людини, що навчається [46].

О. З. Глушко зазначила, що сучасна освітня політика європейських країн спрямована на використання інноваційних технологій у навчанні, які здатні змішувати фізичний і віртуальний світи. Це: віртуальна, доповнена і «змішана» реальність, роботи, відеочати на мобільних пристроях, віртуальні репетитори. Вони дозволяють отримати більш інтерактивний досвід й сприяють ефективному засвоєнню знань і виробленню відповідних навичок [11].

О. В. Голота розглянув значення осередка віртуальної реальності в кабінеті докільця для навчання учнів 5–6 класів [12].

Технологію доповненої реальності у підручниках нового покоління розглянуто Н. О. Гончаровою. Автором наведено короткий огляд наявних рішень і методів роботи з доповненою реальністю, наголошено на актуальності її застосування в освітній галузі у контексті надстрімкого розвитку науки, техніки й технологій, описано додатки доповненої реальності для освіти [15].

В. І. Горбаченко зазначив, що віртуальна реальність є одним із інструментів, що може посприяти підвищенню рівня освіти за допомогою занурення та інтеграції з навчальними дисциплінами, починаючи від науки та

техніки і закінчуючи іноземними мовами та соціальними науками. Автор підкреслив, що пристрої віртуальної реальності є більш доступними та поширеними, завданням науки і педагогіки стало пошук шляхів ефективного використання цієї технології [17].

Визначення ступені готовності педагогічних працівників впроваджувати громадянську парламентську просвіту, використовуючи засоби цифрового освітнього середовища в умовах змішаного та дистанційного навчання представлено І. Іванюком у результатах дослідження «Громадянська парламентська просвіта в закладах освіти України» [24].

Підвищенню кваліфікації педагогів професійної освіти присвячена стаття В. В. Грядуши та А. В. Денисова в якій основна увага зосереджується на теоретико-методичних засадах удосконалення сучасних моделей підвищення кваліфікації педагогів професійної освіти в умовах цифровізації суспільства. Зокрема, розкривається сутність таких понять як «компетентний педагог», «інноваційна компетентність», «цифрова компетентність», «безперервний професійний розвиток». Запропоновані цифрові технології науково-методичного супроводу реалізації компетентнісно-орієнтованих концептуальних моделей підвищення кваліфікації педагогів професійної освіти у професійно-кваліфікаційному, інформаційно-комунікаційному напрямках. Зазначені цифрові технології сприяють розвитку цифрової компетентності педагогів через удосконалення й набуття умінь та навичок впевненого, критичного та відповідального використання та взаємодії з цифровими технологіями для освіти. До цифрових навичок у сфері освіти можна віднести кібербезпеку, роботу з великими даними, віртуальною та доповненою реальностями та штучним інтелектом [19].

І. А. Коркішко аналізує системи віртуальної реальності в освіті, які є новим підходом до подачі і засвоєння наукових і методичних відомостей у закладах освіти. Користувачі віртуальної реальності можуть попрацювати в унікальних експериментальних лабораторіях, будувати об'ємні діаграми і проводити хімічні досліди, спостерігати за історичними подіями та навіть взяти участь в них, побувати в космосі, відправитися в подорож в будь-яку точку земної кулі; перебувати в різних містах і країнах і взаємодіяти один з одним в науковій сфері, разом спостерігати за експериментами і брати участь в наукових розробках [31].

М. Шевчук, Н. Яковець та А. Жихарева розглядають сучасні технології освіти дорослих, зокрема засоби мультимедійних технологій і систем віртуальної реальності [60].

Актуалітету терміна «інновація» в педагогіці та його семантику подано С. М. Кравченкою, яка тезово охарактеризувала такі інноваційні освітні тренди як: мобільне навчання, мікронавчання, інклюзивне картування в освіті, інтерактивне відео, розширена віртуальна реальність, освітні мобільні додатки [32].

Вибірка історично структурованих систем знань, які можна застосовувати для опису вкладу досліджень з дистанційного навчання протягом взятих часових відрізків, доступних для кожного ресурсу на основі аналізу запитів

у Google Trends, Google Scholar та бази даних Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського представлено С. О. Сисоєвої та К. П. Осадчої. Аналіз прогресивних ідей та практичних здобутків зарубіжних країн, які за останні роки досягли значних успіхів у реформуванні власних освітніх систем та впровадженні інноваційних технологій, виділив такі технологічні досягнення для реалізації технологій дистанційного навчання: технології адаптивного навчання, мобільне навчання, віртуальна, доповнена та гібридна реальності, «Інтернет речей», системи управління навчанням наступного покоління, штучний інтелект та природні користувацькі інтерфейси [51].

Стан використання доповненої реальності у Сполучених штатах Америки, стан розвитку теми дослідження у вітчизняних закладах освіти проаналізовано С. Г. Литвиною, О. Ю. Буровим, С. О. Семеріковим. Автори стверджують, що доповнена реальність підвищує ефективність навчання, сприяє розвитку пізнавальної активності, підвищує якість засвоєння знань, провокує інтерес до навчання, сприяє розвитку дослідницьких навичок та предметних компетентностей здобувачів освіти; виокремлено проблеми використання засобів доповненої реальності в освітньому процесі й наголошено на дефіциті фахівців з підготовки освітніх проєктів. Обґрунтовано концептуальну модель використання доповненої реальності та визначено чотири її складові (техніко-технологічна, освітньо-наукова, формувальна-розвивальна та якість навчання). Для впровадження цієї технології в освіті необхідно забезпечити освітнє середовище технічними засобами, засоби відтворення, дібрати операційні системи та програмне забезпечення, а для її використання здобувачами освіти мають бути розроблені новітні підручники, посібники, картки, робочі зошити, інструкції тощо. Автори обґрунтували принципи і підходи, описано педагогічні умови та уточнено переваги й недоліки використання AR-технології в освітньому процесі [36].

Готовність учнів закладів загальної середньої освіти до використання віртуальної реальності в освітньому процесі визначила С. Г. Литвинова. Дослідник підкреслила основні складники, що характеризують віртуальну реальність (занурення, взаємодія, залучення), визначила ключові напрями досліджень віртуальної реальності в галузі освіти, що характерні цій технології, зокрема: розвиток просторової уяви учнів, особливості проведення лабораторних і практичних робіт, які важко або неможливо проводити у традиційних умовах навчання, підвищення якості STEM-освіти, розвиток мультисенсорного навчання. Узагальнено думку вчених щодо ефективності використання віртуальної реальності у досягненні цілей навчання, підвищенні пізнавальної активності учнів та досягнення ефекту занурення в предметну галузь [35].

С. Г. Литвинова та О. М. Соколюк окреслюють проблеми навчання учнів природничих дисциплін у закладах загальної середньої освіти, зокрема низької зацікавленості у вивченні предмету фізика. Авторами запропоновано шляхи підвищення активізації навчальної діяльності учнів за допомогою новітніх цифрових технологій, а саме доповненої реальності. Визначено основні напрями дослідження доповненої реальності в освіті, а саме:

використання доповненої реальності в освітньому процесі, професійній підготовці та перепідготовці кадрів, соціальні та технічні проблеми, теоретико-методичні засади, розроблення інструментарію для забезпечення віртуалізації навчання, проектування освітнього середовища та гейміфікація навчання з використанням доповненої реальності. Описано засоби та програмне забезпечення для відтворення AR з фізики для 8-11 класів закладів загальної середньої освіти. У процесі аналізу 160 об'єктів доповненої виявлено низку проблем, що знижують їх якість. Авторами обґрунтовано критеріально-показникову матрицю визначення якості об'єктів доповненої реальності, що включають такі основні критерії, як техніко-технологічний, візуально-динамічний, змістово-методичний та десять показників [37].

Аналізу практичного досвіду вітчизняних і зарубіжних вчених у галузі комп'ютерно орієнтованих педагогічних технологій щодо використання віртуальної та доповненої реальностей у процесі навчання, присвячена праця О. П. Пінчук та Л. А. Лупаренко. Автори зазначили напрями практичного застосування технологій віртуальної і доповненої реальності у бізнесі, виробництві, корпоративному навчанні. Увагу дослідників зосереджено на використанні технології розширеної реальності в освітньому процесі: ігрова діяльність і технології розширеної реальності; освітній цифровий контент на базі технології розширеної реальності; огляд освітніх мобільних додатків з підтримкою технології доповненої реальності; застосування узагальненої моделі електронної освіти Хана [45].

Л. М. Сокол окреслює специфічні особливості функціонування інтернет-простору в цілому, та інтернет-технологій, зокрема; їх дія на свідомість та структуру знань особистості. Проаналізовано можливості педагогічного впливу на становлення активної, самостійної особистості у кіберпросторі [53]. Також автором представлено аналіз можливостей віртуального простору для діяльності дитячих громадських організацій. Віртуальний простір забезпечує можливість реалізації певних аспектів діяльності громадських організацій, а саме: побудови різних типів публічних стратегій та відносин; полегшення внутрішньої та зовнішньої комунікацій активістських груп, організації колективних дій та розширення зв'язків між активістами [52].

М. О. Топузов окреслює функціональні можливості, складності розв'язуваних задач і сфери застосування управлінських інформаційних систем, спеціалізованих комп'ютерних систем управління навчанням та навчальним контентом. Науковцем розглянуто систему проектування інформаційно-освітнього середовища в закладах освіти, його структуру та змістове наповнення, концептуальні підходи до побудови SMART-моделі навчального закладу, що базуються на засадах інтеграції інформаційного, освітнього та економічного ресурсів, системи державного регламентування та ринкового саморегулювання; принципах прогностичності, розвитку, концепції свободи вибору та використання інформації. Зазначено переваги запровадження управлінських інформаційних систем, інформаційних технологій, програмного забезпечення, безкоштовних соціальних інструментів для освіти [55–56].

Проблемам надмірного занурення дитини у віртуальний простір вивчав О. Ю. Чекстєре. Він зазначив тенденцію до раннього залучення сучасними батьками дітей до віртуального світу, але така тактика «розвитку» частіше призводить до серйозних психологічних порушень.

Автор стверджує, що хоча контрольована нетривала взаємодія дитини з віртуальним світом і може сприяти розширенню кругозору, та до певної міри розвитку уваги й пам'яті, але якщо віртуальна реальність починає затуляти і навіть підмінювати реальний світ - порушення охоплюють практично всі сфери розвитку дитини, зокрема мотивацію до навчання, а також призводять до глибоких особистісних змін. Адже найбільш виражений негативний вплив справляє на соціальні якості дитини: дружелюбність, відкритість, бажання спілкуватися, співчуття, здатність розуміти іншого і ставати на його точку зору. На погляд автора, порушення всіх перерахованих вище якостей може призводити до особливої комп'ютерної депривації дітей [59–58].

Віртуальні лабораторії. Одним із перспективних напрямів використання віртуальної реальності є віртуальна лабораторія. Така лабораторія як віртуальне навчальне середовище уможлиблює моделювання поведінки об'єктів реального світу в комп'ютерному середовищі і сприяє оволодінню новими знаннями та вміннями. Така лабораторія може бути апаратом досліджень різних природних явищ з можливістю побудови їх математичних моделей.

Використання віртуальних лабораторій передбачає безпосередню участь в певному експерименті, що сприяє засвоєнню знань на більш свідомому та глибокому рівні. Завдяки програмному середовищу можна моделювати процеси, протікання яких принципово неможливо в лабораторних умовах, та створювати безпечні умови роботи з небезпечними речовинами чи приладами; економити час і ресурси та використовувати віртуальні лабораторії у дистанційному навчанні [49].

Є. Козловський і Г. Кравцов запропонували таке визначення поняття «віртуальна лабораторія»: «...це віртуальне програмне середовище, в якому організовано можливість дослідження поведінки моделей об'єктів, їх сукупностей і похідних, заданих з певною деталізацією щодо реальних об'єктів, у межах певної галузі знань» [30].

Найчастіше платформою для віртуальних лабораторій слугують інтернет-сайти, на сторінках яких подано тексти лабораторних робіт та їх медіа-супровід: URL: http://www.virtulab.net/index.php?option=com_content&view=section&layout=blog&id=7&Itemid=102; http://www.youtube.com/watch?v=V06Mg0ER8_Q; <http://bookvit.ru/book/ychebniki/20773-laboratornyy-praktikum-biologiya-6-11-klass.html> (дата звернення: 17.05.2022). Крім того, випускають спеціальні диски з педагогічними програмними засобами: «Віртуальна лабораторія «Біологія людини, 8–9 кл.» (ЗАТ «Транспортні системи»), «Віртуальна біологічна лабораторія, 10–11 кл.» (Компанія «СМІТ», м. Харків) тощо. У віртуальній лабораторії учні і студенти «занурюються» у віртуальне середовище та виконують операції, які максимально відповідають реальним, проте насправді вони працюють лише з їхнім електронним аналогом.

А. О. Юрченко та Ю. В. Хворостіна проаналізували підходи до тлумачення терміна «віртуальна лабораторія» і зробили висновок про необхідність використання віртуальної лабораторії вчителями природничо-математичних дисциплін. Авторами зазначено, що віртуальні лабораторні роботи можуть використовуватися як у навчальних закладах, так і в навчальних центрах різних організацій. Такі лабораторні роботи значно підвищують ефективність навчального процесу і можуть широко використовуватися у формуванні й вдосконаленні професійних навичок та інтуїції, а також розвивають творчі здібності учнів. У статті наведено приклад системи LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) компанії National Instruments, на основі якої можна створювати вимірювальні комплекси й системи автоматизації керування з використанням віртуальних приладів [61].

Н. Б. Грицай стверджує, що в навчанні студентів потрібно застосовувати мультимедійні технології, які допоможуть зробити навчальний матеріал більш насиченим, наочним, яскравим і доступним. Великі можливості для цього має навчальна дисципліна «Методика навчання біології» та інші дисципліни і спецкурси методичного спрямування. Автором з'ясовано сутність поняття «мультимедійні технології» та розкрито їх значення в навчально-виховному процесі. Проаналізовано можливості мультимедійних технологій у викладанні методики навчання біології та інших методичних дисциплін у вищому навчальному закладі, а також наведено приклади використання цих засобів у методичній підготовці майбутніх учителів біології, зокрема віртуальних лабораторій. Важливим перспективним напрямом впровадження мультимедійних технологій в освіті є розроблення віртуальних світів та їх попередників. В умовах недостатнього матеріального забезпечення загальноосвітніх навчальних закладів для проведення лабораторних і практичних робіт рекомендують застосовувати віртуальні лабораторії [18].

О. В. Паніхідіна зазначила, що питання використання віртуальних лабораторій найбільш гостро стоїть у вищій освіті, де необхідно ширше застосовувати заняття з використанням електронних навчальних матеріалів, адже проведення практичних занять на основі віртуальної лабораторії сприяє активізації розумової та самостійної діяльності студентів. Виконання практичних завдань, у процесі яких студент набуває практичних навичок (готує пацієнта до обстеження, допомагає лікарю під час проведення медичних маніпуляцій тощо) і після яких здійснюється комп'ютерна перевірка відповіді, є типовим прикладом перспективного використання віртуальних інформаційно-освітніх лабораторій у комплексі з іншими засобами навчання. Віртуальні лабораторії являють собою «порожній стіл», на якому студент за допомогою спеціальних інструментів може створювати умови проведення лабораторних та інструментальних досліджень, забезпечувати їх розташування, встановлювати зв'язки між об'єктами. Фактично віртуальні лабораторії уможливають створення на основі одного й того самого модуля різних інтерактивних моделей [44].

В. Л. Бурячок, С. М. Шевченко, П. М. Складанний зазначають, що віртуальні лабораторії як засіб формування практичних навичок студентів

потрібні для моделювання процесів в інформаційній та кібернетичній безпеці. Про це свідчить збільшення щорічної кількості хакерських атак і матеріальних збитків, яких останнім часом зазнають країни світу. Тож у подальшому зростатиме потреба у фахівцях, здатних виявляти та оцінювати ознаки стороннього кібервпливу, моделювати можливі ситуації такого впливу та прогнозувати їх можливі наслідки, забезпечувати криптозахист власного інформаційного ресурсу тощо. Дослідники акцентували увагу на тому, що питання кіберзахисту особливо гостро постало в Україні. Разом з тим наголошено на тому, що для розв'язання цієї проблеми потрібно розробити алгоритм формування фахових компетенцій майбутніх фахівців в інформаційній та кібернетичній безпеці. Авторами визначено поняття «віртуальна лабораторія» та її значення в навчальному процесі закладу вищої освіти. Обґрунтовано актуальність впровадження лабораторії для моделювання процесів в інформаційній галузі та кібербезпеці. Представлено віртуальну лабораторію «навчальний кіберполігон» Київського університету імені Бориса Грінченка та можливості її використання студентами в процесі вивчення технологій в інформаційній та кібернетичній безпеці. У статті викладено результати дослідження, окреслено проблему впровадження віртуальних лабораторій у навчальний процес ЗВО [7].

Розвиваючи цю тему, О. Лемешко, О. Єременко, М. Євдокименко і Є. Кузьмініх зазначають, що в умовах дистанційного навчання студентів особливого значення набуває проблема організації практичних і лабораторних робіт, зокрема у сфері кібербезпеки. Головним чином це стосується технічних університетів, де навчання у звичайних умовах проводиться на реальному обладнанні та з використанням спеціалізованого програмного забезпечення. На думку авторів, в умовах глобальної пандемії та карантину дистанційне навчання для майбутніх працівників сфери кібербезпеки не повинно мати лише ознайомлювальний характер, тому в статті надано характеристику деяких існуючих віртуальних лабораторій кібербезпеки та представлено віртуальну лабораторію кібербезпеки (Cybersecurity Virtual Laboratory, CVLab) для дистанційного навчання, яка допоможе забезпечити постійне якісне навчання майбутніх фахівців у цій галузі [34].

Дослідники Є. Кухарчук та В. Копанєва констатували, що для бібліотек прискорення переходу досліджень у цифрове середовище є новим викликом. Вони сформуливали концептуальну модель бібліотеки в середовищі цифрової науки та дослідили організаційно-методологічну складову проблематики формування колекцій первинних дослідницьких даних та створення віртуальної лабораторії, яка слугуватиме предметно-орієнтованим «робочим місцем вченого». Зроблено висновок, що запропоновані організаційно-методичні принципи сприятимуть функціональній трансформації бібліотеки з інфраструктурного елемента науки в учасника дослідження. Констатуючи поширеність віртуальних лабораторій у навчальних середовищах, слід водночас зазначити, що проблематика створення віртуальних лабораторій цифрової науки в Україні нині належно не опрацьована. Як виняток можна назвати розроблену в Українському мовно-інформаційному фонді НАН України

віртуальну лексикографічну лабораторію «Словник української мови», орієнтовану на забезпечення процесу укладання словника української мови групою територіально розподілених лексикографів, у якій закладено можливість перепроєктування для будь-якої мови. На основі цієї віртуальної лексикографічної лабораторії реалізовано «Віртуальну термінографічну лабораторію з фізики», «Віртуальну термінографічну лабораторію з біології» та «Віртуальну лексикографічну лабораторію «Українсько-кримськотатарський словник» [33].

П. П. Нечипуренко розглядає проблему використання ІКТ як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання хімії. Було обґрунтовано модель формування таких компетентностей, розроблено та експериментально перевірено методику використання ІКТ. На базі цієї методики організовано комп'ютерно зорієнтований факультативний курс «Основи кількісного хімічного аналізу», локалізовану віртуальну хімічну лабораторію Virtual Lab, модуль VlabEmbed системи Moodle у процес профільного навчання хімії у закладах загальної середньої освіти [40].

І. Войтович, О. Войтович та Г. Мартинюк розглянули переваги і недоліки використання віртуальної лабораторії з хімії в освітньому процесі підготовки майбутніх фахівців. Авторами проаналізовано поняття «віртуальна лабораторія» та подано її визначення як програмного середовища, що дає можливість з комп'ютерними моделями або безконтактно (дистанційно) з реальним обладнанням і реактивами формувати практичні уміння й навички шляхом проведення лабораторних дослідів, імітуючи послідовність дій дослідника в реальній лабораторії або керуючи хімічними установками роботизованими засобами. Розглянуто наявні в інтернеті віртуальні лабораторії з хімії, які надають безкоштовний доступ до освітніх ресурсів, та досліджено їх дидактичні й методичні можливості у підвищенні рівня сформованості практичних умінь і навичок під час проведення хімічних дослідів. Наприклад, ChemCollective – віртуальна лабораторія, яка дає змогу самостійно організувати роботу здобувача освіти шляхом моделювання та проведення досліду; Phet Interactive Simulations – програма для моделювання певних дослідів, яка розроблена University of Colorado; комплексна лабораторія Гарвардського університету, яка надає адаптивну систему вебвправ і генерує задачі для здобувачів освіти, спираючись на їхні навички й показники; Wolfram.com – використовується для перегляду низки моделей. Сьогодні інтернет-ресурси надають усі можливості для самостійного навчання. Так, на безкоштовному хостингу сайтів від Google (Google Sites) створено проєкт «Хімія. Електронний підручник», розроблений І. А. Гурняк. Автори рекомендували використовувати ресурси «Середня освіта (Географія)», «Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)», «Середня освіта (Природничі науки)» та «Екологія» для актуалізації знань з хімії, здобутих у закладі загальної середньої освіти. Майбутніми фахівцями спеціальності «Середня освіта (Природничі науки)» цей ресурс може бути використаний як допоміжний засіб у підготовці до проведення уроків з хімії під час проходження практики і власне подальшої професійної

діяльності та слугувати прикладом для розроблення власних освітніх ресурсів [9]

С. П. Величко, Е. П. Сірик і С. В. Шульга висвітлювали проблему організації навчально-пізнавальної діяльності студентів у процесі підготовки та виконання фізичного практикуму з курсу квантової фізики на основі реалізації ІКТ. Авторами показано, що комп'ютерно-орієнтовані засоби є досить ефективними для навчально-виховного процесу, адже за таких умов організації пошукової діяльності студентів вони виконують роль засобів навчальної діяльності і сприяють пошуку навчальної інформації, що допомагає розв'язати навчальне завдання або реалізувати проєкт. Зазначено, що комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання в процесі виконання фізичного практикуму є ефективними засобами організації діяльності студентів у навчально-виховному процесі з курсу квантової фізики, а програмно-педагогічне забезпечення є педагогічно виваженим і виправданим у формуванні предметних компетентностей студентів. Разом з тим пропонується програмно-педагогічне забезпечення «Quantum Physics» дає можливість виконати 11 робіт фізичного практикуму у варіанті віртуального й реального дослідження і в поєднанні з раніше здобутими результатами є підставою для твердження про доцільність створення віртуальної лабораторії з вивчення основ квантової фізики, що охоплює новий матеріал змісту та методику виконання фізичного практикуму з урахуванням побажань і планів суб'єкта навчання [8].

О. В. Гулінський та Т. С. Совкова пропонували для організації навчання шкільного курсу фізики використовувати сайт «Інтерактивні симуляції» PhET (Physics Education Technology). Моделі, які представлені на цьому сайті, містять унікальні складові: інтерактивні елементи, анімацію, динамічний зворотний зв'язок, можливість досліджувати явища і процеси, які недоступні для безпосереднього експериментування [20].

С. О. Павлова і Г. В. Сарибога, проаналізувавши чинники негативного впливу на навколишнє середовище, зокрема на стан повітря, розробили модель інтелектуальної системи моніторингу стану навколишнього середовища з використанням хмарних технологій, вимірювальних роботизованих систем для збору/контролю/аналізу кліматичних параметрів, таких як температура, відносна вологість повітря, тиск, рівень вуглекислого газу в повітрі. Авторами викладено концепцію створення віртуальної лабораторії екологічного моніторингу (ВЛЕМ) та відповідно до розробленої структурної моделі такої лабораторії створено робочий прототип нової системи екомоніторингу. Розроблено програмне забезпечення та забезпечено модульність і адаптивність системи [43].

І. Ю. Мельник, Г. Д. Нефьодова та Н. М. Задирей провели дослідження щодо основних особливостей і відмінностей віртуальної, доповненої та об'єднаної реальностей. Авторами наголошено на важливості формування STEM-компетентності студентів, створення інноваційної моделі STEM-освіти, зазначено на необхідності спеціального технічного обладнання, спеціалізованої віртуальної лабораторії для реалізації систем віртуальної та доповненої реальності. Досліджено аспекти можливого використання технологій

реальності в сучасних умовах та розглянуто додатки доповненої і віртуальної реальності, що використовуються в сучасному освітньому процесі: Mel chemistry – додаток, пов'язаний з хімічними дослідженнями з широкими можливостями для розгляду різнопланових процесів; Anatomyou – є корисним для школярів, студентів і викладачів, займає провідне місце віртуальної реальності в галузі, багато інших розробників взяли його за основу; Creator AVR дає можливість створювати навчальні завдання, обмінюватись враженнями за допомогою мобільних пристроїв без необхідності програмування; Google Expeditions – це подорож у будь-яку точку Землі і всесвіту, не виходячи з аудиторії, – незвичне поєднання реальної екскурсії з віртуальним світом у форматі навчання у віртуальній реальності [39].

Питання віртуальних лабораторій досить широко висвітлюється й у зарубіжній пресі. Так, дослідник Rizwan Uddin (Різван Уддін) пропонував збільшити використання віртуальної реальності та доповненої реальності у навчанні й промисловості. Автор розповідає про роботу віртуальної освітньо-дослідницької лабораторії у ядерній сфері та згадує про розроблення 3D-моделі реакторної установки TRIGA за допомогою моделей віртуальної реальності [64].

AL Mahaffey розглядає впровадження віртуальної лабораторії для студентів медичних професій, таких як медсестри та спеціалісти з фізичних вправ. Автор зазначає, що упродовж останніх років віртуальні лабораторії для спеціальностей, що не належать до фізичних наук, були описані як більш безпечні та ефективні у навчанні студентів лабораторної техніки та експериментальних заходів. Нарешті успішний підхід до навчання, що використовується в музеях, виявився ефективним і для молодших школярів – «навчання на дотик» (тактильне навчання). Важливо також зауважити, що студентські дискусії та динаміка викладання віч-на-віч відіграють вирішальну роль у процесі навчання бакалаврів. Таким чином, методологія викладання, що обговорюється в цій статті, поєднує електронне навчання, віртуальні лабораторії, тактильне навчання та дидактичні інструктажі з фізіології людини під час розроблення курсу для залучення студентів вищих медичних закладів, збільшення вмісту матеріалів курсу фізіології людини та одночасно готує студентів до тестів САТ, які є ліцензійними іспитами [62].

R. Wolski і P. Jagodzinski зазначають, що швидкий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій сприяв розробці інтерфейсів, які уможливають розпізнавання жестів і рухів користувача, та завдяки невисокій ціні є доступними для широкого кола користувачів. Такі інтерфейси називаються природними інтерфейсами користувача і зазвичай використовуються в ігрових консолях та електронних пристроях, таких як смартфони і планшети. У дослідженні автори застосовували датчик Kinect від Microsoft для визначення рухів і жестів користувача, що був використаний при викладанні хімії в середній школі шляхом розроблення віртуальної хімічної лабораторії, яка базується на системі рухів рук. Проаналізовано жести і рухи користувача віртуальної хімічної лабораторії, щоб визначити, як вони підвищують ефективність освіти з хімії. Результати показали, що студенти

краще працюють з віртуальною лабораторією під час вивчення хімії. Це стосувалося запам'ятовування інформації, розуміння інформації, застосування свого досвіду в ситуаціях, знайомих ще зі школи, та розв'язання проблем [65].

Дослідження науковців S. S. Maulidah та E. C. Prima спрямовано на аналіз використання технологій освіти з фізики як віртуальної лабораторії для вивчення хвиль і звуків. У дослідженні автори використовували описовий метод з методологічної тріангуляції як дизайн дослідження. Зазначено, що використання цієї технології як віртуальної лабораторії виявляє позитивний результат як у когнітивному аспекті, так і в середовищі наукових лабораторій [63].

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

З'ясовано, що науковці НАПН України приділяють увагу використанню технологій віртуальної реальності в освіті України. У їх працях відображено накопичений вітчизняний і зарубіжний досвід роботи із інформаційно-комунікаційними технологіями, зокрема з технологіями віртуальної реальності, проаналізовані 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 вирішення завдань освітнього процесу. Аналіз публікацій науковців й практиків закладів освіти показав, що перспективним напрямом використання інформаційно-комп'ютерних технологій є створення віртуальних лабораторій у процесі навчання в закладах освіти. Підсумовано, що перспективою подальших досліджень є масове впровадження в освітній процес сучасних закладах освіти технологій віртуальної реальності, а також розроблення методичних та дидактичних матеріалів для ефективного їх використання.

Список використаних джерел

1. Белан В. Ю. Підготовка майбутніх учителів професійних технічних предметів із використанням технологій дистанційного навчання в університетах Республіки Польща : дис. ... доктора філософії : 015 / Інститут професійно-технічної освіти. Київ, 2021. 365 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/725831/> (дата звернення: 17.05.2022).

2. Биков В. Ю., Буров О. Ю. Цифрове навчальне середовище: нові технології та вимоги до здобувачів знань. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми : зб. наук. праць. 2020. С. 11–22. URL: <http://vspu.edu.ua/faculty/imad/sc.php> (дата звернення: 17.05.2022).

3. Биков В. Ю., Лещенко М. П., Тимчук Л. І. Цифрова гуманістична педагогіка. Київ : ІТЗН НАПН України, 2017. 181 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/710669/> (дата звернення: 17.05.2022).
4. Борисенко Д. В. Методика використання комп'ютерного 3D проектування у навчанні майбутніх фахівців з дизайну : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.10 / Українська інженерно-педагогічна академія. Київ, 2018. 513 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/713767/> (дата звернення: 17.05.2022).
5. Бузько В. Л., Єчкало Ю. В. Елементи доповненої реальності при вивченні астрономії як засіб реалізації STEM-освіти. STEM-освіта – проблеми та перспективи : зб. матеріалів III Міжнар. наук.-практ. семінару, 24–25 жовт. 2018 р. Кропивницький, 2018. С. 13–16. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/712132/> (дата звернення: 17.05.2022).
6. Буров О. Ю. Соціальні мережі як форма синтетичного навчального середовища. Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України : матеріали наук. конф., 23 бер. 2017 р. Київ, 2017, С. 12–15. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/709762/> (дата звернення: 17.05.2022).
7. Бурячок В. Л., Шевченко С. М., Складанний П. М. Віртуальна лабораторія для моделювання процесів в інформаційній та кібербезпеці як засіб формування практичних навичок студентів. *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2018. № 2. С. 98–104. URL: <https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/26735/1/9.pdf> (дата звернення: 05.08.2021).
8. Величко С. П., Сірик Е. П., Шульга С. В. Віртуальна лабораторія з вивчення основ квантової фізики. *Зб. наук. пр. Кам'янець-Поділ. нац. ун-ту ім. Івана Огієнка. Серія: Педагогічна* / Кам'янець-Поділ. держ. ун-т ім. Івана Огієнка. Кам'янець-Подільський, 2018. № 24. С. 56–59. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpkp_ped_2018_24_17 (дата звернення: 05.08.2021).
9. Войтович І., Войтович О., Мартинюк Г. Використання віртуальних лабораторій в процесі вивчення хімічних дисциплін. *Наук. зап. Тернопіл. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Серія: педагогіка* / Тернопіл. нац. пед. ун-т ім. Володимира Гнатюка. Тернопіль, 2021. Т. 1, № 1. С. 32–41. DOI: <https://doi.org/10.25128/2415-3605.21.1.4>.
10. Волошина Т. В. Використання гібридного хмаро орієнтованого навчального середовища для формування самоосвітньої компетентності майбутніх фахівців з інформаційних технологій : дис. ... канд. пед. наук (доктора філософії) : 13.00.10 / Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2018. 292 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/710513/> (дата звернення: 17.05.2022).
11. Глушко О. З. Інновації в освіті та розвиток навичок в учнів загальноосвітніх шкіл європейських країн. Розвиток професійної майстерності педагога в умовах нової соціокультурної реальності : зб. матеріалів IV Міжнар. наук.-практ. конф., 15–16 квіт. 2021 р. Тернопіль, 2021. С. 115–117. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/725374/> (дата звернення: 16.05.2022).
12. Голота О. В. Осередок віртуальної реальності в кабінеті доквілля для учнів 5–6 класів. III Всеукраїнська наук.-практ. інтернет-конф. «Компетентісно орієнтоване навчання: виклики та перспективи». Київ :

Педагогічна думка, 2021. С. 40–43. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/725964/> (дата звернення: 16.05.2022).

13. Гончарова Н. О. Віртуальна реальність в STEM-освіті. STEM-освіта – проблеми та перспективи : зб. матеріалів III Міжнар. наук.-практ. семінару. 24–25 жовт. 2018 р. м. Кропивницький, Україна, 2018, С. 19–21. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/715603/> (дата звернення: 17.05.2022).

14. Гончарова Н. О. Сучасні технології в STEM-освіті: доповнена реальність. Актуальні аспекти розвитку STEM-освіти у навчанні природничо-наукових дисциплін : зб. матеріалів IV Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 70-річчю Льотної академії Національного авіаційного університету, 12–13 травн. 2021 р. Кропивницький, 2021. С. 65–67. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/725427/> (дата звернення: 16.05.2022).

15. Гончарова Н. О. Технологія доповненої реальності в підручниках нового покоління. Проблеми сучасного підручника. 2019. Вип. 22. С. 46–56, URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&S21P03=FILA=&S21STR=psp_2019_22_8 (дата звернення: 16.05.2022).

16. Гончарова Н. О. «Віртуальна реальність як одна з технологій STEM-освіти. STEM-освіта: стан впровадження та перспективи розвитку : матеріали IV Міжнар. науково-практ. конф., 8–9 лист. 2018 р. Київ, 2018. С. 15–17. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/714731/> (дата звернення: 16.05.2022).

17. Горбаченко В. І. Роль систем віртуальної реальності для освіти. Звітна науково-практична конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України : матеріали наук.-практ. конф., 11 лют. 2021 р. Київ, 2021. С. 25–27. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/724023> (дата звернення: 16.05.2022).

18. Грицай Н. Б. Використання дистанційних технологій у методичній підготовці майбутніх учителів біології. *Інформ. технології в освіті*. 2016. № 2. С. 54–66. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/itvo_2016_2_7 (дата звернення: 13.08.2021).

19. Грядуща В. В., Денисова А. В. Цифровізація як структурний складник інноваційних моделей підвищення кваліфікації педагогів професійної освіти. *Інноваційна педагогіка*. 2021. Т. 1, вип. 34. URL: <http://www.innovpedagogy.od.ua/34-1> (дата звернення: 16.05.2022).

20. Гулінський О. В., Совкова Т. С. Віртуальні лабораторії у сучасних технологіях навчання шкільного курсу фізики. *Trends in the development of modern scientific thought*. 2020. Т. 10. С. 451–453. URL: https://books.google.com.ua/books?hl=ru&lr=&id=NwgLEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA451&dq=ВІРТУАЛЬНА+ЛАБОРАТОРІЯ&ots=IVUdANSffq&sig=mtznSVlsBNFT53itwpwukkTQGc4&redir_esc=y#v=onepage&q=ВІРТУАЛЬНА%20ЛАБОРАТОРІЯ&f=false (дата звернення: 10.08.2021).

21. Електронні соціальні мережі як інструменти сучасного навчального середовища : глосарій / Пінчук О. П. та ін. Вид. 2-ге, допов. та перероб. Київ :

Педагогічна думка, 2021. С. 40–43. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/725964/> (дата звернення: 16.05.2022).

13. Гончарова Н. О. Віртуальна реальність в STEM-освіті. STEM-освіта – проблеми та перспективи : зб. матеріалів III Міжнар. наук.-практ. семінару. 24–25 жовт. 2018 р. м. Кропивницький, Україна, 2018, С. 19–21. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/715603/> (дата звернення: 17.05.2022).

14. Гончарова Н. О. Сучасні технології в STEM-освіті: доповнена реальність. Актуальні аспекти розвитку STEM-освіти у навчанні природничо-наукових дисциплін : зб. матеріалів IV Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 70-річчю Льотної академії Національного авіаційного університету, 12–13 травн. 2021 р. Кропивницький, 2021. С. 65–67. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/725427/> (дата звернення: 16.05.2022).

15. Гончарова Н. О. Технологія доповненої реальності в підручниках нового покоління. Проблеми сучасного підручника. 2019. Вип. 22. С. 46–56, URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&S21P03=FILA=&S21STR=psp_2019_22_8 (дата звернення: 16.05.2022).

16. Гончарова Н. О. «Віртуальна реальність як одна з технологій STEM-освіти. STEM-освіта: стан впровадження та перспективи розвитку : матеріали IV Міжнар. науково-практ. конф., 8–9 лист. 2018 р. Київ, 2018. С. 15–17. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/714731/> (дата звернення: 16.05.2022).

17. Горбаченко В. І. Роль систем віртуальної реальності для освіти. Звітна науково-практична конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України : матеріали наук.-практ. конф., 11 лют. 2021 р. Київ, 2021. С. 25–27. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/724023> (дата звернення: 16.05.2022).

18. Грицай Н. Б. Використання дистанційних технологій у методичній підготовці майбутніх учителів біології. *Інформ. технології в освіті*. 2016. № 2. С. 54–66. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/itvo_2016_2_7 (дата звернення: 13.08.2021).

19. Грядуща В. В., Денисова А. В. Цифровізація як структурний складник інноваційних моделей підвищення кваліфікації педагогів професійної освіти. *Інноваційна педагогіка*. 2021. Т. 1, вип. 34. URL: <http://www.innovpedagogy.od.ua/34-1> (дата звернення: 16.05.2022).

20. Гулінський О. В., Совкова Т. С. Віртуальні лабораторії у сучасних технологіях навчання шкільного курсу фізики. *Trends in the development of modern scientific thought*. 2020. Т. 10. С. 451–453. URL: https://books.google.com.ua/books?hl=ru&lr=&id=NwgLEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA451&dq=ВІРТУАЛЬНА+ЛАБОРАТОРІЯ&ots=IVUdANSffq&sig=mtznSVlsBNFT53itwpwukkTQGc4&redir_esc=y#v=onepage&q=ВІРТУАЛЬНА%20ЛАБОРАТОРІЯ&f=false (дата звернення: 10.08.2021).

21. Електронні соціальні мережі як інструменти сучасного навчального середовища : глосарій / Пінчук О. П. та ін. Вид. 2-ге, допов. та перероб. Київ :

ІТЗН НАПН України, 2017. 43 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/709751/> (дата звернення: 17.05.2022).

22. Жук Ю. О. Теоретико-методичні засади організації навчальної діяльності старшокласників в умовах комп'ютерно орієнтованого середовища навчання : монографія. Київ : Педагогічна думка, 2017. 468 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/707753/> (дата звернення: 17.05.2022).

23. Застосування електронних соціальних мереж як інструментів формування інформаційно-освітнього середовища навчання старшокласників : метод. рекомендації / Буров О. Ю. та ін. Київ : Педагогічна думка, 2018. 31 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/712174/> (дата звернення: 17.05.2022).

24. Іванюк І. В., Використання цифрових інструментів і цифрового середовища для дистанційного навчання та громадянської парламентської освіти. Сучасні цифрові технології та інструменти підтримки освітнього процесу: світові тенденції та українські перспективи . зб. матеріалів / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. Київ, 2021. С. 45–52. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/727669/> (дата звернення: 16.05.2022).

25. Інтерактивна психолого-педагогічна підтримка соціалізації обдарованих старшокласників : метод. посібник / Андросович К. А. та ін. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2018. 136 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/713795/> (дата звернення: 17.05.2022).

26. Коваленко В. В. Використання web-орієнтованих і мультимедійних технологій у формуванні соціальної компетентності молодших школярів : дис. ... канд. пед. наук (доктора філософії) : 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання, Київ, 2018. 286 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/710765/> (дата звернення: 16.05.2022).

27. Коваленко В. В. Застосування електронних соціальних мереж для підтримки освіти дітей з функціональними обмеженнями. Наук.-практ. інтернет-конф. «Інформаційні технології в освітньому процесі 2017». Чернігів, 2017. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/709380> (дата звернення: 16.05.2022).

28. Коваленко В. В. Напрями застосування електронних соціальних мереж у соціально-педагогічній роботі з учнями з функціональними обмеженнями. Наук.-практ. конф. «Мультимедійні технології в освіті та інших сферах діяльності». Київ, 2017. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/709379/> (дата звернення: 16.05.2022).

29. Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Використання цифрових технологій у процесі змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти : метод. рекомендації. Київ : ІТЗН НАПН України, 2021. 87 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/728506/> (дата звернення: 16.05.2022).

30. Козловский Е. О., Кравцов Г. М. Виртуальная лаборатория в структуре системы дистанционного обучения. *Інформ. технології в освіті*. 2011. Вип. 10. С. 102–109. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/itvo_2011_10_15 (дата звернення: 10.08.2021).

31. Коркішко І. А. Переваги та недоліки використання віртуальної реальності у закладах загальної середньої освіти (зарубіжний досвід). Звітна науково-практична конференція Інституту інформаційних технологій і засобів

навчання НАПН України : матеріали наук.-практ. конф., 11 лют. 2021 р. Київ, 2021. С. 54–55. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/724023> (дата звернення: 17.05.2022).

32. Кравченко С. М. Інноваційні освітні тренди: до постановки проблеми. VII Міжнародна науково-практична конференція «Інноваційний розвиток вищої освіти: глобальний, європейський та національний виміри змін» / Сумський держ. пед. ун-т ім. А. С. Макаренка. Суми, 2021. С. 57–60. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/725135> (дата звернення: 17.05.2022).

33. Кухарчук Є., Копанєва В. Поглиблення взаємодії бібліотеки з цифровою наукою: організаційно-методичні засади. *Наукові праці Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського* : зб. наук. пр. / НАН України, Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського, Асоц. б-к України. Київ, 2021. Вип. 60. С. 140–148. URL: <http://nbuviap.gov.ua/images/naukprazi/60.pdf> (дата звернення: 10.08.2021).

34. Лемешко О., Єременко О., Євдокименко М., Кузьмініх Є. Особливості створення віртуальної лабораторії кібербезпеки для дистанційного навчання. *Новий Колегіум*. 2020. № 3 (101). С. 41–45. URL: <https://doi.org/10.30837/nc.2020.3.41> (дата звернення: 01.08.2021).

35. Литвинова С. Г. Готовність учнів закладів загальної середньої освіти до використання віртуальної реальності в освітньому процесі. Перспективи та інновації науки. Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина». 2022. Т. 4, вип. 9. С. 218–231. URL: <http://perspectives.pp.ua/index.php/pis/issue/view/50> (дата звернення: 17.05.2022).

36. Литвинова С. Г., Буров О. Ю. Семеріков С. О. Концептуальні підходи до використання засобів доповненої реальності в освітньому процесі. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми : зб. наук. праць. 2020. Вип. 55. С. 46–62. URL: <https://vspu.net/sit/index.php/sit/article/view/605> (дата звернення: 17.05.2022).

37. Литвинова С. Г., Соколюк О. М. Критерії та показники оцінювання якості освітніх об'єктів доповненої реальності в підручниках фізики. Інформаційні технології і засоби навчання. 2022. Т. 2, вип. 88. С. 23–37 URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/4870> (дата звернення: 17.05.2022).

38. Ляхощька Л. Л. Дистанційна технологія навчання в післядипломній педагогічній освіті : навч. посібник. Київ : Міленіум, 2018. 288 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/712072/> (дата звернення: 17.05.2022).

39. Мельник І. Ю., Нефьодова Г. Д., Задирей Н. М. Доповнена та віртуальна реальність як ресурс навчальної діяльності студентів. *Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., м. Івано-Франківськ, 14-19 трав. 2018 р. Івано-Франківськ, 2018. С. 61–64. URL: <https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/25746> (дата звернення: 16.08.2021).

40. Немеш О. М. Віртуальна діяльність особистості: структура та динаміка психологічного змісту : монографія. Київ : Слово, 2017. 391 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/708069/> (дата звернення: 17.05.2022).

41. Нечипуренко П. П. Інформаційно-комунікаційні технології як засіб формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. Київ, 2017. 424 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/709605/> (дата звернення: 17.05.2022).
42. Нечипуренко П. П., Семеріков С. О., Томіліна Л. І. Теоретико-методичні засади використання інформаційно-комунікаційних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії. Теорія та методика електронного навчання. 2018. Т. IX, вип. 1. URL: <http://ccjournals.eu/ojs/index.php/e-learn/issue/view/72> (дата звернення: 17.05.2022).
43. Павлова С. О., Сарибога Г. В. Віртуальна лабораторія екологічного моніторингу довкілля. З використанням роботизованих систем. *Електронна та акустична інженерія*. 2020. Т. 3, № 4. С. 10–13. DOI: <https://doi.org/10.20535/2617-0965.2020.3.4.198592>.
44. Паніхідіна О. В. Використання віртуальних лабораторій під час викладання практичних занять. *Медсестринство*. 2013. № 4. С. 35–36. DOI: <https://doi.org/10.11603/2411-1597.2013.4.5386>.
45. Пінчук О. П., Лупаренко Л. А. Дидактичний потенціал використання цифрового контенту з доповненою реальністю. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: зб. наук. праць. Вінниця: Друк плюс, 2022. Вип. 63. С. 39–57 URL: <https://lib.iitta.gov.ua/730418/> (дата звернення: 17.05.2022).
46. Попечителев Е. П., Буров А. Ю. Синтетическая обучающая среда: особенности проектирования. Інформаційні технології і засоби навчання. 2018. Т. 4, вип. 66. С. 1–13. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2427/1385> (дата звернення: 17.05.2022).
47. Психолого-педагогічний супровід соціалізації обдарованих старшокласників в Інтернет-середовищі: метод. посібник / Андросович К. А., Камишин В. В., Ткаченко Л. І., Бургун І. В. Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2017. 108 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/711827/> (дата звернення: 17.05.2022).
48. Розвиток суб'єктної активності дорослих у віртуальному просторі: монографія / Смульсон М. Л. та ін. / Ін-т психології ім. Г. С. Костюка НАПН України. Київ, 2018. 180 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/712119/> (дата звернення: 17.05.2022).
49. Семеніхіна О. В., Шамоля В. Г. Віртуальні лабораторії як інструмент навчальної та наукової діяльності. *Пед. науки: теорія, історія, інновац. технології* 2011. № 1 (11). С. 341–346. URL: <http://repository.sspu.sumy.ua/handle/123456789/5198> (дата звернення: 01.08.2021).
50. Семеріков С. О., Литвинова С. Г., Мінтій М. М. Впровадження курсу з розробки програмних засобів віртуальної та доповненої реальності для

майбутніх викладачів STEM-дисциплін. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми : зб. наук. праць. 2020. Вип. 57. С. 55–63. URL: <https://vspu.net/sit/index.php/sit/issue/view/183> (дата звернення: 17.05.2022).

51. Сисоєва С. О., Осадча К. П. Стан, технології та перспективи дистанційного навчання у вищій освіті України. Інформаційні технології і засоби навчання. 2019. Т. 70, вип. 2. С. 271–284. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&S21P03=FILA=&S21STR=ITZN_2019_70_2_22 (дата звернення: 17.05.2022).

52. Сокол Л. М. Діяльність дитячих громадських організацій у віртуальному просторі: виховний потенціал. Особистість у просторі виховних інновацій : матеріали Всеукр. наук.-практ.конф. Ін-ту проблем виховання НАПН України за 2018 р. Київ, 2018. С. 340–345. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/713871/> (дата звернення: 17.05.2022).

53. Сокол Л. М. Інтернет-простір як парадоксальна технологія виховання підростаючої особистості. Теоретико-методичні проблеми виховання дітей та учнівської молоді : зб. наук. праць. 2017. Т. 2, вип. 21. С. 253–263. URL: <http://zbirnyk.ipv.org.ua/ua/arkhiv-vipuskiv/product/view/20/411> (дата звернення: 17.05.2022).

54. Тимчук Л. І. Теоретико-методичні засади проектування цифрових наративів у навчанні майбутніх магістрів освіти : дис. ... док. пед. наук : 13.00.10 / Інформаційно-комунікаційні технології в освіті; Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Київ, 2017. 468 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/706448/> (дата звернення: 17.05.2022).

55. Топузов М. О. Інформаційно-освітнє середовище навчальних закладів. Проектування відповідно до вимог сучасного суспільства. Директор школи. 2018. Т. 9–10, Вип. 826. С. 17–25 URL: <https://lib.iitta.gov.ua/710963/> (дата звернення: 17.05.2022).

56. Топузов М. О. Проектування інформаційно-освітнього середовища навчальних закладів у сучасному суспільстві. Український педагогічний журнал. 2017. Т. 1. С. 26–36. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/706821/> (дата звернення: 17.05.2022).

57. Формування інформаційно-освітнього середовища навчання старшокласників на основі технологій електронних соціальних мереж : монографія / Биков В. Ю. та ін. Київ: Педагогічна думка, 2018. 160 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/712171/> (дата звернення: 17.05.2022).

58. Чекстере О. Ю. Вплив віртуального світу на навчальну мотивацію та види діяльності дітей у сучасному інформаційному просторі. Психологічні виміри особистісної взаємодії суб'єктів освітнього простору в контексті гуманістичної парадигми : матеріали всеукраїнської конференції з міжнародною участю. 2018. С. 235–239. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/712198/> (дата звернення: 17.05.2022).

59. Чекстере О. Ю. Депривованість дитини як наслідок надмірного занурення у віртуальний простір. Зб. наук. праць. За матеріалами Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф. «Проблема особистісної активності в освітньому просторі: концептуальний, методологічний та емпіричний аспекти». Слов'янськ, 2017. С. 57–64.

60. Шевчук М., Яковець Н., Жихарева А. Проектування нових технологій для освіти дорослих. Освіта дорослих у перспективі змін: інновації, технології, прогнози: монографія. Ніжин: ПП Лисенко М. М., 2017. С. 208–218. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/711038/> (дата звернення: 17.05.2022).

61. Юрченко А. О., Хворостіна Ю. В. Віртуальна лабораторія як складова сучасного експерименту. *Наук. вісн. Ужгород. нац. ун-ту. Серія: Педагогіка. Соціальна робота*: зб. наук. пр. / Ужгород. нац. ун-т. Ужгород, 2016. Вип. 2 (39). С. 281–283. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuuped_2016_2_75 (дата звернення: 01.08.2021).

62. Mahaffey AL. Interfacing virtual and face-to-face teaching methods in an undergraduate human physiology course for health professions students. *Advances in physiology education* [Adv Physiol Educ]. 2018. Sep 01, Vol. 42 (3). P. 477–481. DOI:10.1152/advan.00097.2018 (last access: 02.09.2021).

63. Maulidah S. S, Prima E. C. Using Physics Education Technology as Virtual Laboratory in Learning Waves and Sounds. *Journal of Science Learning*. 2018. № 1 (3). P. 116–121. URL: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=EJ1226300&lang=ru&site=ehost-live> (last access: 02.09.2021).

64. Rizwan-uddin Virtual Reality for Education, Training and Dose Reduction. *Nuclear Plant Journal*. 2018. Sep/Oct, Vol. 36, Iss. 5. P. 30-33. 4 p. URL: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=f5h&AN=132901459&lang=ru&site=ehost-live> (last access: 02.09.2021).

65. Wolski R., Jagodziński P. Virtual laboratory – Using a hand movement recognition system to improve the quality of chemical education *British Journal of Educational Technology*. 2019. Vol. 50, Iss. 1. P. 218–231. 14 p. DOI:10.1111/bjet.12563.