

maximum approximation of learning activities to creative ones, enrichment of the learning process with elements of search activity and the formation of a research style of thinking in students. It is shown that the best conditions for the implementation of project activities in physics teaching are provided within the framework of the new «Science» subject, which is currently being implemented in some secondary education institutions of Ukraine. It is noted that project-based learning in physics

has many important advantages over traditional teaching methods, but its organization is associated with certain objective difficulties. The main stages of introducing students to project activities are highlighted and the content and objectives of the educational process in physics at each of these stages are determined.

**Key words:** «Science» subject, project activities, stages of introduction to project activities.

*Отримано: 11.09.2023*

УДК 37.01/09:004.9

DOI: 10.32626/2307-4507.2023-29.105-109

**Олександра СОКОЛЮК<sup>1</sup>, Ольга СЛОБОДЯНИК<sup>2</sup>**

*Інститут цифровізації освіти НАПН України*

*e-mail: <sup>1</sup>sokolyuk62@gmail.com, <sup>2</sup>oslobodyanyk84@gmail.com;*

*ORCID: 10000-0002-5963-760X, <sup>2</sup>0000-0003-3504-2684*

### **МІСЦЕ ТЕХНОЛОГІЙ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ У ПІДГОТОВЦІ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ФІЗИКИ**

**Анотація.** У статті розглянуто можливості використання технологій доповненої реальності у навчанні фізики, зокрема у підготовці та проведенні лабораторних робіт. Виокремлено переваги використання AR в освітньому процесі закладу загальної середньої освіти. Зазначено, що технології доповненої реальності перебувають на стадії свого розвитку та потребують розробки методик навчання, а для успішної інтеграції засобів AR в освітній процес закладу загальної середньої освіти вчитель мусить виконувати роль експерта щодо змістового наповнення цифрових навчальних ресурсів та відбору ресурсів під конкретні навчальні цілі; координатора діяльності учнів у цифровому середовищі; а також виконувати функції щодо супроводу та мотивації учнів до використання засобів AR в освітньому процесі. Проаналізовано використання ряду застосунків для підготовки до лабораторних робіт та зазначено, що використання AR сприяє зростанню зацікавленості предметом, оскільки процес візуалізовано та присутні елементи інтерактивності (навіть за повної відсутності обладнання); дає можливість розглянути об'єкти у 3D-просторі; є сучасним, оригінальним та доступним.

**Ключові слова:** доповнена реальність, навчання фізики, фізичний експеримент, освіта.

**Актуальність проблеми.** Поєднання складників сучасної та традиційної освіти в процесі навчання – основа нової концепції Української шкільної освіти [3; 6]. Сучасні інформаційні технології постійно вдосконалюються, а для впровадження їх в освітній процес закладу загальної середньої освіти необхідно сучасне обладнання та методики його використання. Технологію доповненої реальності, поряд з технологіями віртуальної та змішаної реальності, відносять до «ключових освітніх технологій наступного десятиліття» [13]. Сучасні інформаційно-цифрові засоби подачі навчального матеріалу мають можливість продукувати якісно нові властивості змісту освіти. VR/AR технології трансформують принцип наочності, створюючи подібність до реальних об'єктів за рахунок інформаційного моделювання. Такі плюси віртуальної реальності, як імерсивність, фокусування, залучення, інтерактивність тощо стали предметом дослідження у публікаціях останніх років (Bonner & Reinders, 2020).

Як зазначає Гончарова Н.: «Одним з ключиків до серця покоління Z, дітей яких ми навчасмо і які народженні в епоху цифрових перетворень, є використання в освітньому процесі сучасних девайсів та гаджетів, в тому числі й мобільних телефонів» [2].

В нашому дослідженні ми сфокусуємо увагу на використанні технологій доповненої реальності в освітньому процесі з метою візуалізації навчальної інформації. Саме візуалізація навчальної інформації, на думку Л. Білоусової, зумовлена необхідністю врахування когнітивних особливостей сучасного покоління,

потребою ємного подання навчального матеріалу у зручному для сприйняття, розуміння, засвоєння, запам'ятовування форматі [1].

**Теоретичні основи роботи.** Доповнена реальність створює атмосферу занурення у середовище експерименту, що сприятиме якості сприйняття навчального матеріалу. Відмінністю технології доповненої реальності від віртуальної реальності є те, що вона не ізолює учнів від реального світу, а розширює його, доповнюючи корисним цифровим контентом [16].

Широкого поширення технологія доповненої реальності отримала у зв'язку з можливістю візуалізувати навчальний матеріал, зокрема фізичні об'єкти та явища у реальному оточенні.

Можливість візуалізації інформації, що має складну абстрактну природу, робить сучасні інформаційно-цифрові технології засобом подання\представлення фізичних понять та явищ шляхом створення і побудови динамічних образів і моделей доповненої реальності.

**Аналіз попередніх досліджень.** У дослідженнях останнього десятиліття представлені результати щодо використання VR/AR під час навчання шкільних предметів, які вказують на підвищення мотивації в учнів (Chen & Tsai, 2012; Di Serio et al., 2013; Bacca et al., 2014; Lin et al., 2015; Harley et al., 2016; Ullman, 2016; Bonner & Reinders, 2018; Chen, 2016; Lamb et al., 2019; Chen & Beck, 2019; Southgate et al.; 2019). Проте у 2018 році в США був проведений експеримент, в ході якого порівнювалася ефективність використання

популярної програми для вивчення природничих наук The Body VR та звичайних мультимедіа презентацій, створених на основі цієї програми. Експеримент показав, що результати тесту у групи, яка працювала зі слайд-шоу, вищі, ніж у групи, яка працювала з VR-додатком. При цьому в учасників VR-групи виявлено підвищену мотивацію та інтерес до предмета [18].

Технології доповненої реальності в освіті знаходяться на етапі свого становлення, і, з огляду на перспективи їх розвитку, необхідно вивчати й аналізувати досвід їх застосування та знаходити можливості включення до освітньої практики, наприклад, через проектну діяльність школярів [8].

**Мета дослідження.** Розглянути можливості використання технологій доповненої реальності у процесі підготовки та виконання лабораторних робіт з фізики у ЗЗСО.

**Невирішені проблеми.** Віртуальна реальність, наразі, здебільшого використовується в університетській освіті або додатковій освіті дорослих, і менше – у шкільній (Freina & Ott, 2015). У системі загальної середньої освіти більш поширене застосування освітнього AR – контенту, який може вбудовуватися в чинні шкільні програми, у її варіативній частині, може бути використаний як елемент позашкільної освіти, при виконанні науково-дослідницьких робіт різного рівня – від шкільного до всеукраїнського, у проектній діяльності через виконання навчальних тематичних проектів, завдань. Проте відсутність методики застосування зазначених технологій у навчанні дисциплін природничо-математичного циклу дещо ускладнює їх використання.

Варто зауважити щодо необхідності визначення видів навчальної діяльності у обраній предметній дисципліні, такі що: можуть бути повністю переведені в цифровий формат з метою забезпечення вищого освітнього результату; вимагають змішаного або «гібридного» підходу до реалізації цифровізації, при якому поряд з навчанням у класі застосовується комп'ютерна апаратна техніка, в тому числі мобільні пристрої, а також локальні та мережеві ресурси та інструменти віртуального середовища; повинні залишитися у своєму класичному варіанті, а ІКТ будуть застосовуватися в ресурсній або інструментальній формі як технології, що підсилюють наочність та інформаційну насиченість навчання.

Для дисциплін природничо-математичного циклу залишається вимога проведення демонстраційного навчального експерименту, лабораторних й практичних робіт, виконання навчальних проектів.

Діяльність учнів з виконання шкільного, зокрема фізичного, експерименту не може бути в повному обсязі перенесена до віртуального середовища. Її трансформація повинна носити змішаний, гібридний характер, інакше учні не зможуть освоїти досвід виконання натурних експериментальних досліджень фізичних процесів та природних явищ [9].

**Результати дослідження.** Навчально-дослідницька діяльність з природничих дисциплін потребує підтримки у формі здійснення шкільного навчального експерименту (ШНЕ) – як джерела нових знань, а не простого закріплення раніше вивченого матеріалу.

Сучасні інформаційно-комунікаційні технології є такими, що уможливають підтримку навчально-дослідницької діяльності учнів за рахунок віртуалізації ШНЕ в сьгоднішніх умовах. Потреба у розробці якісних віртуальних лабораторій вимагає застосування сучасних засобів. Одним із таких засобів є доповнена й віртуальна реальності (VR/AR)-технології, які надають можливість користувачеві в процесі роботи оперувати віртуальними об'єктами.

Дослідження щодо здійснення учнями навчально-дослідницької діяльності з використанням віртуальних лабораторій, наприклад [17], під час якої учні самостійно формулюють гіпотези, розробляють моделі експериментів, аналізують та інтерпретують отримані результати, показали, що така діяльність з використанням віртуальних лабораторій, приладів, покращує вміння та навички здійснення експерименту, особливо це стосується відпрацювання під час підготовки до виконання практичних робіт. Однак для успішного досвіду роботи із засобами віртуальної реальності, в першу чергу, необхідно виробити новий клас методичних рішень, що відкриваються у зв'язку з появою нових технологічних засобів, а також методики оптимального поєднання класичних форм навчання і навчання за допомогою віртуальних систем [10].

Діючими навчальними програмами передбачено виконання навчальних проектів з фізики за темами. Зокрема, при вивченні тем «Ядерна енергетика» (11 клас), «Фізичні основи атомної енергетики» (9 клас), «Енергія» розділ «Технології» (Інтегрований курс, 11 клас). Це, зокрема, переваги і недоліки використання ядерної енергії, розвиток атомної енергетики України, способи забезпечення безпеки ядерних реакторів і АЕС, проблеми Чорнобиля, впливи атомної енергетики на екологію, захист від впливу радіоактивного випромінювання тощо. При виконанні вищезазначених проектів можна застосовувати додаток AR APP – Chornobyl NPP ARCH AR (<https://chornobyl.app>), офіційно запущений у 2018 році [12]. Одним із найбільш відомих додатків, що створює тривимірне віртуальне середовище для проведення експериментів у процесі вивчення основних законів механіки, є Physics Playground [15]. У дослідженні [14] представлено застосування доповненої реальності у контексті викладання електродинаміки через проведення чисельного моделювання та візуалізації за допомогою дисплея AR.

Науковцями представлено дослідження сучасного стану готовності й ставлення вчителів ЗЗСО України до використання доповненої реальності в освітньому процесі [5]. «Зазвичай вчителі застосовували AR у процесі самоосвіти, візуалізації інформації у ході пояснення нового матеріалу та з метою створення ситуації захоплення й зацікавлення учнів до вивчення предмета. Освітняни погоджуються, що доповнена реальність могла б знайти своє застосування на всіх навчальних предметах і бути інтегрованою в усі відповідні засоби навчання або види наочності (підручники, атласи, посібники, плакати, картки, робочі зошити, контурні карти, робочі аркуші)» [5, с. 144-145]. До основних характеристик, яким повинні відповідати технології AR, вчителі віднесли першочергово такі: доступність для завантаження на мобільні пристрої учнів; якісна графіка, зображення, анімація, ві-

део; можливість хмарного збереження результатів роботи; наукова обґрунтованість і відповідність термінології, законам, формулам, правилам; інтуїтивна зрозумілість для використання учнями; якість зображень та їхня відповідність реальним об'єктам [5, с. 145].

Для успішної інтеграції засобів AR в освітній процес перед вчителем постають завдання експертизи змістового наповнення цифрових навчальних ресурсів [4]; координації роботи учнів у цифровому середовищі; відбору ресурсів під конкретні навчальні цілі; супроводу та мотивації учнів до використання засобів AR в освітньому процесі.

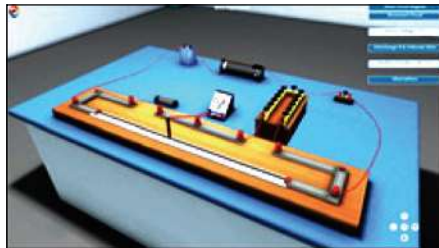
Зміни у навчанні природничих наук за допомогою тривимірної комп'ютерної графіки здійснюються компанією LabInApp. Це освітній продукт «Physics 3D Virtual Experiments» [19]. Розробниками створено крос-платформний програмний продукт у вигляді віртуальної лабораторії для проведення експериментів з природничих наук, фізики зокрема (рис. 1).



а)



б)



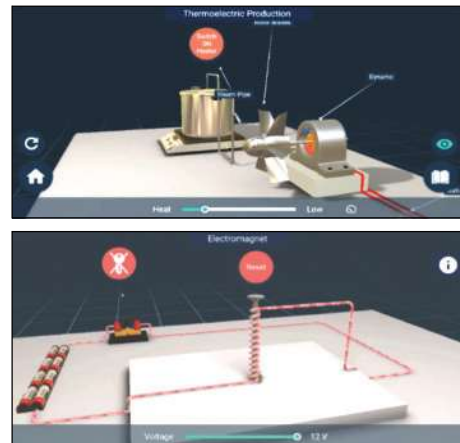
в)



г)

**Рис. 1.** Тривимірні інтерактивні моделі, що можуть бути використані під час вивчення розділів фізики: а)-б) «Механічні коливання», в) «Електрика», г) «Оптика» (Physics 3D Virtual Experiments, компанія LabIn App)

Популярний додаток LabInApp Spark Learning (<https://labinapp.com/spark-learning-app/>) фокусується на експериментальній діяльності, що і дозволяє учням отримати реальний досвід (рис. 2).



**Рис. 2.** Навчальні дослід розділу «Електродинаміка» у програмі Spark Learning

У роботі [11] досліджено актуальність застосування AR у викладанні фізики у ВНЗ як активного інструменту візуалізації уявлень про динаміку та взаємодію процесів фізичних явищ, що впливає на розуміння студентами фізики через емоційне сприйняття навчального матеріалу. Розроблено мобільний додаток AR Physics, який дозволяє працювати у віртуальній лабораторії. Інструмент AR Physics може служити інтуїтивно зрозумілою ігровою симуляцією з набором найпоширеніших елементів електричного кола. Додаток може бути застосований й в освітньому процесі профільної школи.

На вітчизняному ринку з'явилися розробки компанії Flexrealit (<https://flexreality.pro/ua/>) – лабораторії для вивчення природничих предметів із використанням доповненої та віртуальної реальності у формі електронного додатку для найпоширеніших гаджетів (рис. 3). Це, зокрема, і VR-додатки для навчання фізиці, мобільний застосунок AR Book, розроблений в рамках проекту на замовлення Міністерства освіти і науки України. Додаток розроблений для учнів середньої школи і дозволяє відтворити тривимірні процеси, явища і експерименти з прив'язкою до сторінок підручника фізики (рис. 4) [9].

AR Book – інтерактивний помічник у підготовці до лабораторних робіт з фізики (хімії, біології). Завантажити застосунок можна як на Android (Google Play: [bit.ly/3x4It0V](https://bit.ly/3x4It0V)) так і на Ios (App Store: [apple.co/3JightI](https://apple.co/3JightI)).

Застосунок нами було використано під час підготовки до лабораторних робіт з фізики «Дослідження електричного кола з послідовним та паралельним з'єднанням провідників» у 8 класі в умовах дистанційного навчання. Спочатку учні мають можливість візуально ознайомитися з елементами живлення, електронним приладом для вимірювання напруги (вольтметром) та правилами приєднання вольтметра у коло (рис. 5). Наступний етап полягає у послідовному з'єднанні гальванічних елементів та вимірюванні електрорушійної сили та визначенні внутрішнього опору. Крім того, учні можуть спостерігати як виглядає схема електричного кола при послідовному

з'єднанні (рис. 6) та при паралельному (рис. 7) (одним із завдань лабораторної роботи є накреслити схеми електричних кіл при послідовному та паралельному з'єднанні) [7].

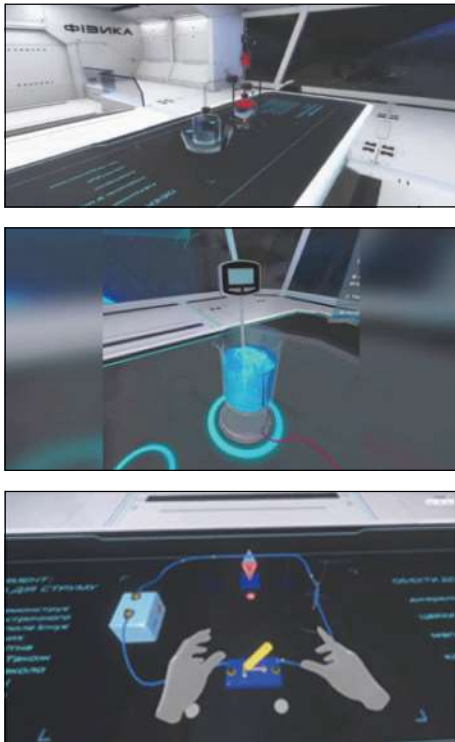


Рис. 3. Навчальна лабораторія для вивчення природничих предметів, «Фізика», із використанням віртуальної реальності. Розробка компанії Flexrealit



Рис. 4. Приклади AR-підтримки друкованого підручника з фізики

Використання даного застосунку для підготовки до лабораторних робіт дало можливість зробити висновок: *по-перше*, спостерігається зростання зацікавленості предметом, оскільки процес візуалізовано та присутні елементи інтерактивності (навіть за повної відсутності обладнання); *по-друге*, можливість розглянути об'єкти у 3D-просторі; *по-третьє*, сучасно та незвично; *по-четверте*, доступно, адже майже в кожного учня на сьогодні є пристрій який дає можливість застосувати AR.



Рис. 5. Загальний вигляд

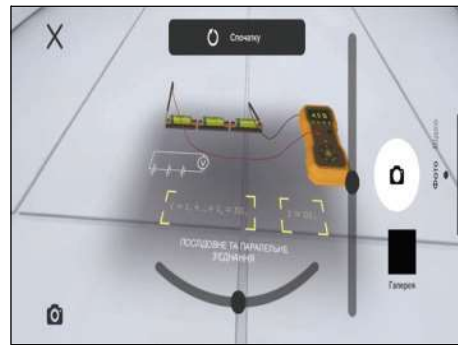


Рис. 6. Послідовне з'єднання

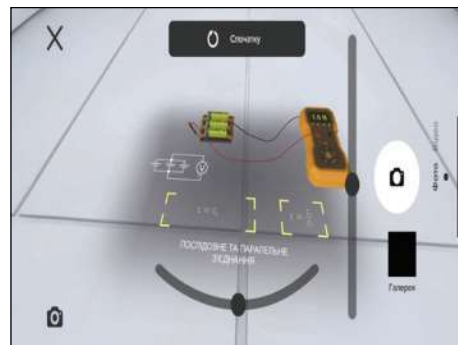


Рис. 7. Паралельне з'єднання

**Висновки і подальші напрями дослідження.** Технології доповненої й віртуальної реальності знаходяться на етапі включення до освітнянських практик. Застосування їх в освітньому процесі відкриває можливості вирішення таких дидактичних завдань, як диференціація навчання, організація самостійної діяльності, організація спільної діяльності учнів у групах.

Об'єкти доповненої й віртуальної реальності можуть бути використані як додатковий засіб формування в учнів уявлень про експериментальний метод пізнання явищ природи і відпрацювання ними окремих експериментальних умінь. Інтерактивні віртуальні лабораторні роботи є засобом розширення практики підготовки до виконання навчального експерименту та його виконання.

Використання технологій доповненої реальності сприяє, на нашу думку, підвищенню інтересу до предмету; присутній ефект візуалізації, що дає можливість детальніше розібрати процеси, які не можливо побачити неозброєним оком у реальному житті, інтерактивність дозволяє бути безпосереднім учасником процесу, сучасність і доступність (портативність) – доповнена реальність не потребує додаткових фінансових вкладень. Перспективи подальших досліджень вбача-

емо у використанні технологій доповненої реальності в позакласній, гуртковій та науковій діяльності учнів.

### Список використаних джерел:

1. Білоусова Л.І. Візуалізація навчального матеріалу з використанням технології скрайбінг у професійній діяльності вчителя. *Фізико-математична освіта: науковий журнал*. 2016. Вип. 1(7). С. 39–47.
2. Гончарова Н. Технологія доповненої реальності в підручниках нового покоління. *Проблеми сучасного підручника*. 2019. Вип. 22. С. 46-56. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/716685/1/9c8b6a35b1ea5b7130c1ae9942824e97.pdf>. DOI: <https://doi.org/10.32405/2411-1309-2019-22-46-56>
3. Концепція нової Української школи [Електронний ресурс]. URL: <https://mon.gov.ua/ua/tag/nova-ukrainska-shkola>
4. 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. 88 (2), С. 23–37. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v88i2.4870>
5. Лупаренко Л.А., Литвинова С.Г., Пінчук О.П., Соколюк О.М. Готовність вчителів до використання доповненої реальності в освітньому процесі. *Вісник післядипломної освіти. Серія «Педагогічні науки»*, 2022. 21 (50). С. 144-177. DOI: [https://doi.org/10.32405/2218-7650-2022-21\(50\)](https://doi.org/10.32405/2218-7650-2022-21(50))
6. Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік. URL: [https://osvita.ua/legislation/Ser\\_osv/56880](https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/56880)
7. Соколюк О.М., Слободяник О.В. Застосування технології доповненої реальності у процесі навчання фізики. *Всеукраїнська вебконференція «Теорія і практика цифрового навчання в сучасних закладах освіти»* (26 травня 2022, Вінниця). URL: [https://ito.vspu.net/konferenc/konf\\_digital\\_education/2022/digital\\_education-2022.htm](https://ito.vspu.net/konferenc/konf_digital_education/2022/digital_education-2022.htm) 0,3/0,15 а.а
8. Соколюк О.М., Яцишин А.В. Використання засобів доповненої реальності в освітніх практиках. *Цифрова трансформація відкритих освітніх середовищ: колективна монографія / за ред. В.Ю. Бикова*. Київ: ФОП Ямчинський О.В. 2019. С. 133-158.
9. Соколюк О.М. Включення до системи шкільного фізичного експерименту елементів віртуальної та доповненої реальності. *Цифрова трансформація освіти України в умовах воєнного стану*. м. Київ. ІЦО НАПН України. Київ, 2023. С. 144-148. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/736472>
10. Соколюк О.М. Вплив VR/AR на технології навчання й освітнянські практики. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2021. 2 (60). С. 108-116.
11. А.Е. Kiv, V.V. Bilous, D.M. Bodnenko, D.V. Horbatovskiy, O.S. Lytvyn, & V.V. Proshkin. The development and use of mobile app AR Physics in physics teaching at the university. *Proc. of the 4th Int. Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2021)*. Kryvyi Rih, 2021 [Online]. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2898/paper11.pdf> (Accessed on: Aug., 02, 2022).
12. Anna V. Iatsyshyn et al. Application of augmented reality technologies for education projects preparation. *Cloud Technologies in Education – 2019. Proceedings of the 7th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2019)*. Kryvyi Rih, Ukraine, December 20, 2019. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2643/paper07.pdf>
13. Becker S.A., Brown M., Dahlstrom E., Davis A., De Paul K., Diaz V., Pomerantz J.N. *MC Horizon Report: 2018 Higher Education Edition*. EDUCAUSE: Louisville, KY, USA, 2018.
14. Buchau W.M. Rucker Augmented Reality in Teaching of electrodynamics. *COMPEL International Journal of Computations and Mathematics in Electrical*. 2009. P. 948–963. DOI: 10.1108/03321640910959026
15. Kaufmann H., Meyer B. Simulating Educational Physical Experiments in Augmented Reality *Proceedings of ACM SIGGRAPH ASIA 2008 Educators Program*, ACM Press, New York. USA: NY, 2008. 8 p.
16. Kounavis C.D., Kasimati A.E., Zamani E.D. Enhancing the Tourism Experience through Mobile Augmented Reality: Challenges and Prospects. *Int. J. Eng. Bus. Manag.* 2012. No. 4. P. 1–6. DOI: 10.5772/51644
17. Métrailler Y.A., Reijnen E., Kneser C., & Opwis K. Scientific problem solving in a virtual laboratory: A comparison between individuals and pairs. *Swiss Journal of Psychology / Schweizerische Zeitschrift für Psychologie / Revue Suisse de Psychologie*. 2008. 67 (2), pp. 71–83. URL: <https://doi.org/10.1024/1421-0185.67.2.71>
18. Parong J., & Mayer R.E. Learning Science in Immersive Virtual Reality. *Journal of Educational Psychology*. Advance online publication. 2018, January 25. URL: <http://dx.doi.org/10.1037/edu0000241>
19. Physics 3D Virtual Experiments, компанія LabIn App) LabInApp «Physics 3D Virtual Experiments». URL: <https://labinapp.com/virtual-labs/>

**Oleksandra SOKOLYUK, Olga SLOBODIANYK**

*Institute of Digitalization of Education of the National Academy of Sciences of Ukraine*

### THE PLACE OF AUGMENTED REALITY TECHNOLOGIES IN THE PREPARATION FOR LABORATORY PAPERS IN PHYSICS

**Abstract.** The article considers the possibilities of using augmented reality technologies in teaching physics, in particular, in the preparation and conduct of laboratory work. The advantages of using AR in the educational process of a general secondary education institution are highlighted.

It is noted that augmented reality technologies are at the stage of their development and require the development of teaching methods, and for the successful integration of AR tools into the educational process of a general secondary education institution, the teacher must perform the role of an expert in the content of digital educational resources and the selection of resources for specific educational goals; coordinator of students' activities in the digital environment; and also perform functions related to accompanying and motivating students to use AR tools in the educational process.

The use of a number of applications for preparing for laboratory work was analyzed and it was noted that the use of AR contributes to the growth of interest in the subject, since the process is visualized and elements of interactivity are present (even in the complete absence of equipment); makes it possible to view objects in 3D space; is modern, original and affordable.

**Key words:** augmented reality, teaching physics, physical experiment, education.

Отримано: 14.09.2023