

УДК 37.02:378.1+53.07+004

## ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ В СТАРШІЙ ШКОЛІ

**Зефірова Юлія, Сальник Ірина**

*Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка,  
м. Кропивницький, Україна*

*У статті розглянуто особливості використання технологій доповненої реальності (AR) у процесі навчання фізики в старшій школі. Проаналізовано переваги інтеграції AR-технологій в освітній процес, зокрема їх вплив на мотивацію учнів, підвищення наочності та доступності складних фізичних явищ і процесів. Показано переваги, які має упровадження AR у навчанні фізики. Наведено приклади додатків, які можуть використовуватися для створення інтерактивних уроків фізики. Окрему увагу приділено використанню освітньої платформи ARBook. Запропонований сценарій проведення уроку вивчення нового матеріалу з теми «Заломлення світла» з використанням AR. У статті підкреслюється важливість професійної підготовки педагогів для ефективного використання новітніх технологій та формування позитивного освітнього середовища.*

*Ключові слова: доповнена реальність, навчання фізики, ARBook, інноваційне освітнє середовище, старша школа*

## FEATURES OF USING AUGMENTED REALITY IN TEACHING PHYSICS IN HIGH SCHOOL

**Julia Zefirova, Iryna Salnyk**

*Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University, Kropyvnytskyi,  
Ukraine*

*The article examines the features of using augmented reality (AR) technologies in teaching physics in high school. The advantages of integrating AR technologies into the educational process are analyzed, particularly their impact on student motivation, enhancing the visualization and accessibility of complex physical phenomena and processes. The benefits of implementing AR in physics education are highlighted. Examples of applications that can be used to create interactive physics lessons are provided. Special attention is given to the use of the educational platform ARBook. A proposed lesson scenario for teaching new material on the topic "Refraction of Light" using AR is presented. The article emphasizes the importance of professional teacher training for the effective use of modern technologies and the creation of a positive educational environment.*

*Keywords: augmented reality, physics education, ARBook, innovative educational environment, high school.*

**Постановка проблеми.** Сучасний темп розвитку технологій змінює підходи до навчання, відкриваючи нові можливості для освітніх систем. Зниження інтересу учнів і студентів до природничих дисциплін, зокрема фізики, актуалізує потребу у впровадженні інноваційних методів навчання. У цьому контексті ключову роль можуть відігравати технології віртуальної та доповненої реальності, штучного інтелекту та інші сучасні інструменти, які здатні створити інтерактивне, захоплююче та ефективне навчальне середовище. Дослідження використання цих інновацій у навчанні фізики допоможе визначити їхній потенціал та найкращі способи впровадження для досягнення високих педагогічних результатів.

Досвід дистанційного навчання виявив значне зниження рівня знань і зацікавленості у природничих дисциплінах, особливо через обмежений доступ до навчальних лабораторій. Це ставить перед викладачами питання вибору технологій: які сучасні інструменти є доступними й ефективними для формування професійних компетентностей та підвищення якості освіти.

Протягом багатьох років доповнена реальність швидко розвивалася, проникаючи в різні галузі, включаючи освіту та навчання. З самого початку свого існування як інструмент, що використовується виключно в іграх, доповнена реальність розширила свої горизонти, перетворившись на цінний освітній ресурс. Її інтеграція в мобільні пристрої та розумні окуляри відкрила нові можливості та застосування.

Освіта – це одна зі сфер, де доповнена реальність продемонструвала величезний потенціал. AR має здатність робити навчання більш захоплюючим, дозволяючи учням розуміти складні концепції в більш інтерактивний спосіб.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Питання використання технології доповненої реальності в освітньому процесі досліджують як вітчизняні, так і зарубіжні науковці (М.П. Бондаренко, Ю.В. Єчкало, О.І. Ковальчук, С.Г. Литвинова, О.П. Пінчук, І.Ю. Прибитко, С.О. Семериков, Н.В. Сороко та ін.).

Так, С.М. Цирульник зазначає, що можливості доповненої реальності є привабливими для сучасного покоління та мають покращити набуття професійних компетенцій. Литвинова С.Г. [1], яка на основі узагальнення та систематизації наукових та науково-методичних джерел обґрунтовує та пропонує процедуру використання AR на прикладі навчання фізики. У своєму дослідженні Н.В. Сороко [3] визначає важливість запровадження VR та AR з метою запровадження підходів STEM в умовах дистанційного та змішаного навчання.

Т.П. Коделл та Д.В. Майзел [5], характеризуючи технологію доповненої реальності, вказують на простоту відображення у ній віртуальних об'єктів порівняно з віртуальною реальністю. Так, будь-який засіб доповненої реальності може бути навчальним об'єктом, якщо він є керованим та сприяє взаємодії користувача з реальними об'єктами з метою вивчення їх властивостей у процесі експериментального дослідження. Якщо ці вимоги виконуються, когнітивні й емоційні переживання можуть забезпечити нове розуміння того, що студенти вивчають. Застосування засобів доповненої реальності надає можливість підвищити реалістичність дослідження, забезпечує емоційний та пізнавальний досвід, що сприяє залученню студентів до систематичного навчання, надає коректні відомості про систему у процесі експериментування з нею та створює нові способи подання реальних об'єктів у навчанні [7, с. 69-70].

Х. Мартін-Гутьєррес, Е. Гуінтерс та Д. Перес-Лопес [6] вказують, що доповнена реальність може бути використана для спільної роботи студентів в умовах зростання співвідношення кількості студентів на викладача. Особливої актуальності це набуває у процесі виконання лабораторних робіт із потенційно небезпечним обладнанням, що вимагає постійного контролю діяльності студентів. Автори пропонують перетворити реальні лабораторні роботи на роботи у доповненій реальності шляхом розміщення маркерів на машинах, верстатах або панелях управління, використовуючи які студенти зможуть візуалізувати за допомогою мобільного Інтернет-пристрою інструкції або навчальні матеріали, необхідні для правильного використання та налаштування

обладнання. Це надає можливість одночасно багатьом студентам працювати за відсутності постійного контролю та допомоги з боку викладача.

Незважаючи на досить великий перелік досліджень, де вивчаються проблеми запровадження доповненої реальності в освіті [8], низка методичних питань, особливо для української освіти залишається нерозв'язаною.

**Метою статті** є аналіз методичних підходів використання доповненої реальності у навчанні фізики, а також демонстрація практичних рекомендацій щодо впровадження AR-технологій у шкільну фізичну освіту.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Доповнена реальність (AR) суттєво змінює освіту, забезпечуючи інтерактивний досвід навчання. На відміну від традиційних методів, AR дозволяє учням активно взаємодіяти з навчальним матеріалом через візуалізацію тривимірних моделей та віртуальних середовищ. Імерсивні засоби навчання потенційно можуть стати основним інструментом в освіті й здійснити революцію в навчанні як учнів, так і студентів. Вчителі можуть використовувати віртуальну й доповнену реальність для взаємодії учнів з різними об'єктами в тривимірному просторі. Наприклад, під час вивчення Сонячної системи учні зможуть не просто розглядати нудні малюнки в підручнику, а по-справжньому зануритися у космічний простір завдяки шолому віртуальної реальності, або додатку доповненої реальності. Технології віртуальної і доповненої реальності дають учням та студентам можливість глибше вивчати предмети, аналізувати наслідки світових подій, брати участь в археологічних експедиціях і багато іншого, а головне, у розважальній формі AR і VR дають змогу набутися досвіду, до якого учні зазвичай не мають доступу.

Аналіз досліджень пов'язаних із запровадженням AR в освіті дозволив нам виділити основні переваги, які надають засоби доповненої реальності (рис. 1.)

Вивчення наукових праць, нормативних документів, а також методичних матеріалів, дозволяє виявити низку проблем, які стосуються розвитку компетентностей учнів старшої школи. Однією з таких проблем є необхідність активного впровадження сучасних технологій, зокрема доповненої реальності (AR), для полегшення процесу засвоєння складних природничих концептів, що підвищує зацікавленість учнів та підтримує їхню самостійну роботу. Технології

AR, такі як ARBook, можуть сприяти розвитку дослідницьких умінь учнів через інтерактивні елементи та візуалізацію абстрактних фізичних явищ.



Рис.1. Переваги використання доповненої реальності

Існує багато додатків доповненої реальності, які можуть бути використані вчителем фізики у процесі навчання: *Jigsawspace*, *AR Atom Visualizer*, *Physics Lab AR*, *Electricity AR*, *BookVAR* та інші.

Одним із найпопулярніших додатків із доповненою реальністю для сфери навчання є додаток *Jigsawspace*. Цей додаток дозволяє в доповненій реальності вивчати роботу різноманітних механізмів. На даний момент у додатку є 20 об'єктів, серед яких є земне ядро, ракети, супутники, хімічні елементи, явища природи та багато іншого. Додаток дозволяє досліджувати фізичні явища, наприклад, принципи роботи двигунів, гідравлічних систем чи електроніки. Його можна використати під час вивчення таких розділів фізики як механіка, термодинаміка, електромагнетизм. Важливою особливістю цього додатка є той факт, що кожен бажаючий може внести свій 3D об'єкт та використовувати його через додатки для власних цілей.

*AR Atom Visualizer* може показати атомну структуру будь-якого елемента, що полегшує розуміння розташування електронів в атомах.

Як тільки ви запустите програму, вона відкриє свою камеру. Достатньо натиснути кнопку зі знаком плюс (+) і обрати будь-який із доступних елементів, і програма створить для нього 3D-модель атома. Потім ви можете наблизити цю модель, поглянути на її структуру та подивитися, як рухаються електрони.

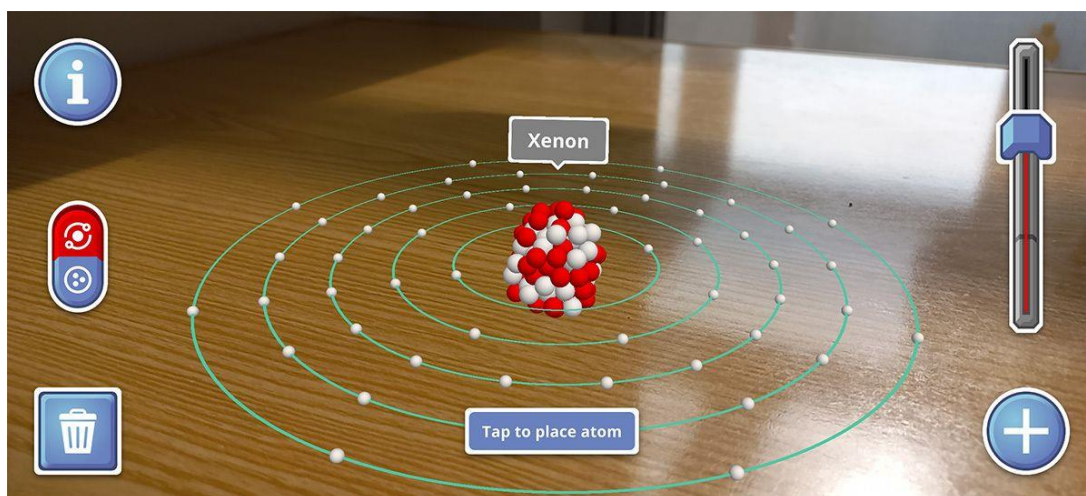


Рис.2.Додаток *AR Atom Visualizer*

*Physics Lab AR* — це інноваційний додаток доповненої реальності, який слугує віртуальною лабораторією для вивчення фізики. Він дозволяє учням і студентам експериментувати з різними фізичними явищами та законами, не потребуючи фізичного лабораторного обладнання, зокрема, демонструвати рух тіл, тертя, сили, проводити експерименти на закони Ньютона, створювати електромагнітні системи, будувати зображення створені за допомогою дзеркал, лінз та їх систем, а також теплові процеси. Цей додаток є ідеальним інструментом для тих, хто хоче краще зрозуміти закони фізики через практичне застосування, не виходячи з дому.

Додаток *Electricity AR* (рис. 3) розробили на кафедрі фізики кристалів фізичного факультету Харківського університету ім. Каразіна.

Переваги мобільного додатку *Electricity AR*:

- легко встановлюється на будь-яку модель мобільного телефону і займає мало місця;
- допомагає встановити відповідність між умовним позначенням приладу на схемі та реальним виглядом;

- можна використовувати з метою визначення ціни поділки приладу, зняття значень приладів, визначення абсолютної, відносної похибок та класу точності приладу.

- Для використання потребує наявність доступу до інтернет-мережі та роздруківок спеціальних карток.

У 2017 році компанія FLEXREALITY на замовлення КНП «Освітня агенція міста Києва»

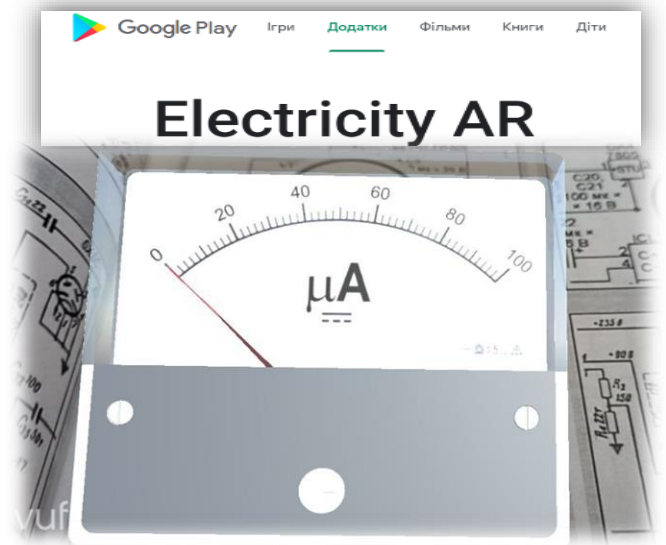


Рис.3. Додаток *Electricity AR*

запустила розробку соціального проекту **BookVAR**. Цей додаток дає можливість кожному учню в індивідуальному темпі спостерігати експерименти ключових тем програми з фізики 7-11 класів. Візуалізація за допомогою 3D-анімації відтворює процеси, явища, об'єкти досліджень з максимально можливою точністю, але без можливості зміни користувачем величин обчислювальних та вимірювальних операцій [2].

Окремим засобом реалізації можливостей доповненої реальності у навчанні є освітня платформа ARBook.

ARBook – інноваційна платформа, освітня екосистема, як її називають розробники, яка пропонує занурення у навчальний процес завдяки можливостям віртуальної та доповненої реальності (рис.4). Діти більше не обмежуються текстами в підручниках – вони отримують можливість самостійно досліджувати та взаємодіяти з навчальним матеріалом через реалістичні 3D-моделі та інтерактивні елементи, які оживають просто на екранах смартфонів і планшетів. Ця система не просто доповнює, а змінює сам підхід до освіти, перетворюючи навчання на захопливу гру з реальністю.

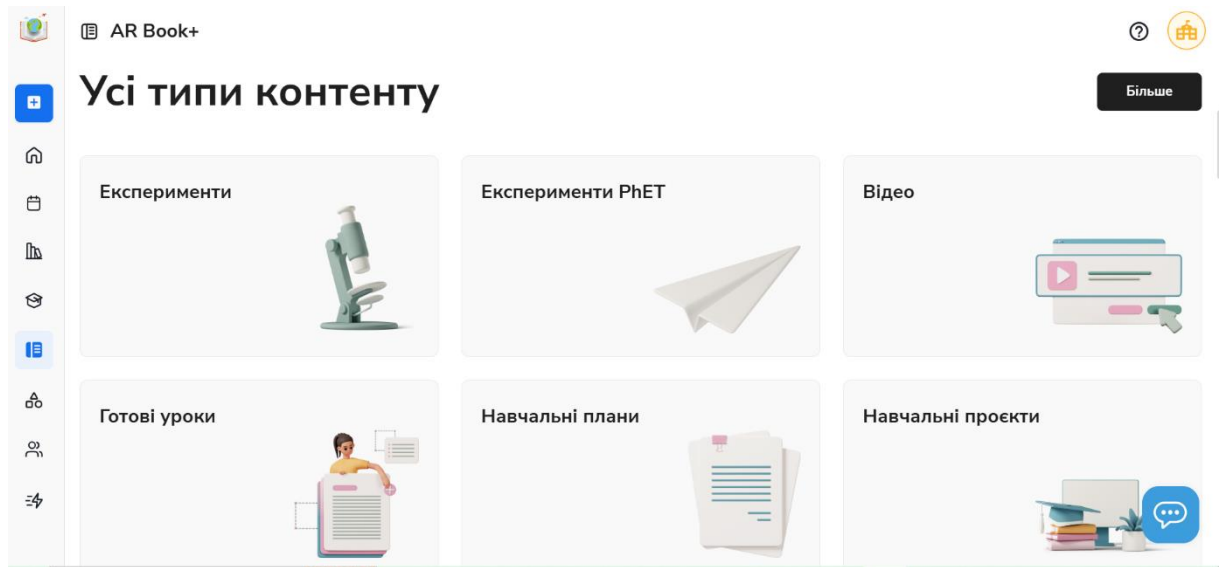


Рис.4. Головна сторінка платформи *ARBook*

Нами розроблені сценарії уроків з шкільного курсу фізики старшої школи, в яких використана платформа ARBook та додаток BookVAR [4] як засіб створення сучасного інтерактивного середовища навчання фізики. Наведемо приклад такого уроку.

**Тема:** Заломлення світла.

**Обладнання:** смартфони або планшети з додатком ARBook.

**Вступна частина (бесіда за питаннями):**

Чому тіло, опущене в склянку з рідиною, здається нам зламаним на межі повітря і рідини?

Як поводить ся світло, переходячи з одного середовища в інше?

**Демонстрація AR:** учні відкривають ARBook, симуляцію Phet. На екрані з'являється модель, що демонструє хід променів світла через різні середовища (наприклад, вода, скло, повітря) (рис.5).

○ Учні змінюють кути падіння світла та спостерігають, як змінюється кут заломлення.

○ Вводять поняття про кут заломлення і пояснюють учням, як вимірювати цей кут, користуючись поділками, нанесеними на лімб. Використання анімації дозволяє показати, як можна виміряти кути за допомогою транспортира. Відмічають, що при переході світлового пучка з повітря в скло кут заломлення менший від кута падіння.



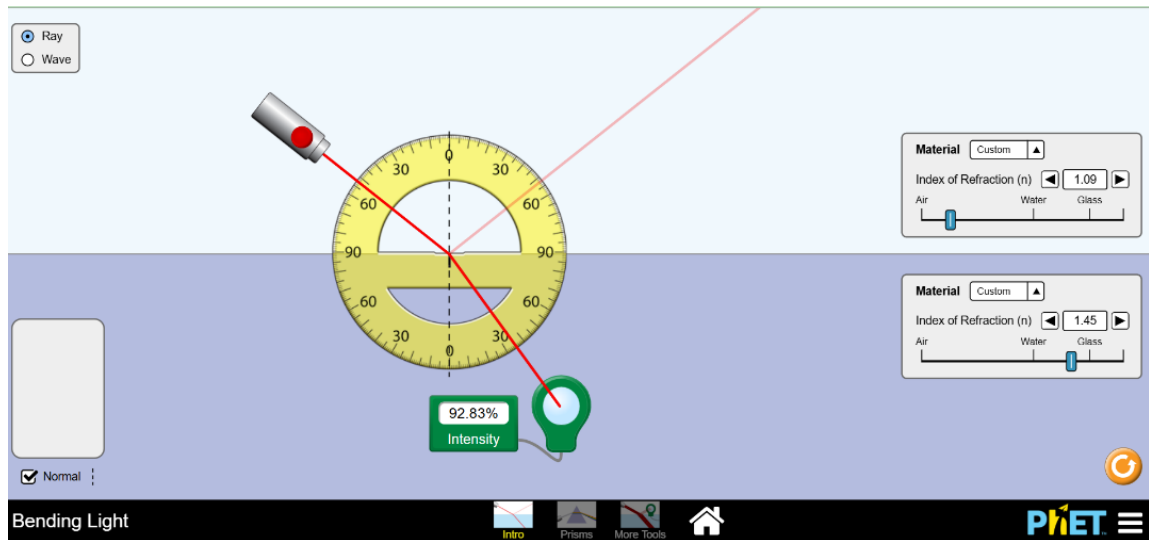


Рис.5. Вивчення відбивання та заломлення світла за допомогою 3D симуляції Phet

- Змінюють середовища, крізь які проходить промінь.
- Дають пояснення зміни кута заломлення, звертаючи увагу на те, що при переході світла із одного середовища в інше змінюється швидкість його поширення.
- Вводять поняття показника заломлення середовища та дають означення оптичної густини середовища.

**Самостійна робота:** учні працюють у групах, реальні прилади (оптичний сегмент, столик поворотний з лімбом, лазерні указки) (рис.6).

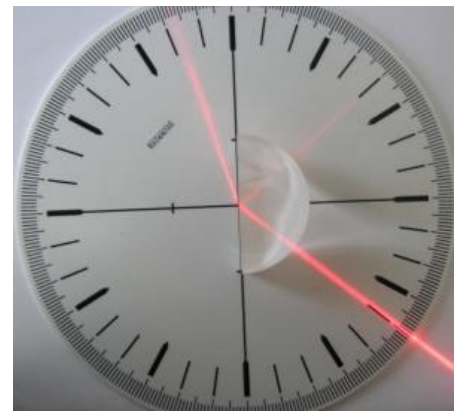


Рис. 6. Визначення показника заломлення

Проводять експерименти з різними кутами падіння та визначають показник заломлення скла сегменту за законом Снеліуса.

**Аналіз результатів:** кожна група презентує свої результати.

**Домашнє завдання:** використовуючи додаток BookVAR, вивчіть як проходять промені через плоскопаралельну скляну пластинку (рис.7). Сформулювати висновки з експерименту та пройти тест в додатку.

**Висновки.** Проведення серії уроків із використанням технологій доповненої реальності у навчанні фізики продемонструвало значний потенціал для підвищення ефективності освітнього процесу. Це дозволило створити

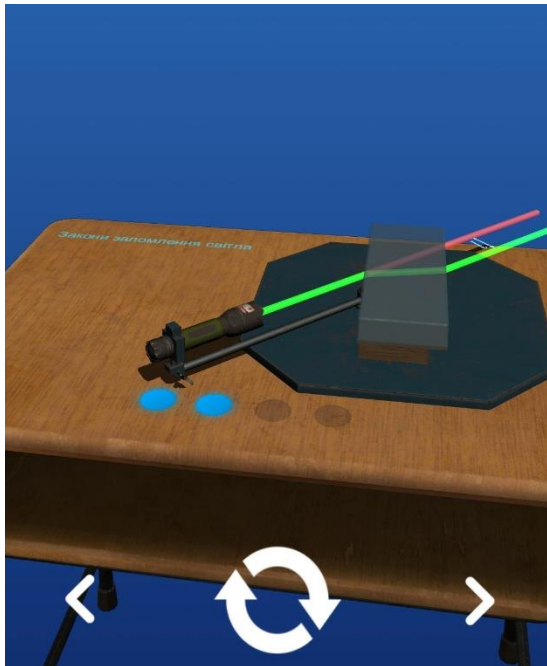


Рис.7. Закон заломлення.  
Додаток BookVAR

інтерактивне середовище, яке сприяє глибшому розумінню складних фізичних концепцій. Застосування AR на уроках фізики допомогло залучити учнів до активної навчальної діяльності, підвищити їхню мотивацію та зацікавленість предметом.

Інтеграція доповненої реальності у навчання фізики сприяла розвитку навичок критичного мислення та вирішення проблем. Учні активно взаємодіяли з навчальними матеріалами, самостійно проводили експерименти, аналізували отримані результати та робили висновки. Це

дозволило не лише підвищити рівень засвоєння навчального матеріалу, але й розвивати вміння, працювати в команді, аналізувати інформацію та застосовувати знання на практиці. Доповнена реальність забезпечила можливість учням експериментувати у безпечному віртуальному середовищі, що особливо важливо для проведення фізичних експериментів, які можуть бути складними або небезпечними у реальному житті.

Впровадження доповненої реальності у навчання фізики також вимагає вирішення певних технічних питань, таких як забезпечення шкіл необхідним обладнанням, організація доступу до мобільних додатків та безпека даних. Однією з проблем запровадження засобів доповненої реальності у навчанні фізики є оцінювання результатів такого навчання. Тому перспективи подальших досліджень ми вбачаємо у розробці критеріїв оцінювання діяльності учнів під час виконання різних видів діяльності із залученням засобів доповненої реальності.

### Список використаної літератури

1. Литвинова С. Г. Використання сервісу доповненої реальності Vlippbuidler учителями природничо-математичних предметів в освітній практиці. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*. 2023. Випуск 1 (52). С. 98–105. <file:///C:/Users/Profy/Downloads/278787->

[%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%96-642745-1-10-20230509.pdf](#)

2. Сальник І., Фоменко О. Імерсивні технології в умовах дистанційного та змішаного навчання. *Фізика та освітні технології*, 2023, (2), 36–44. <https://doi.org/10.32782/pet-2023-2-5>

3. Сороко Н.В. Функції доповненої реальності для підтримки STEAM освіти в закладах загальної освіти. *Фізико-математична освіта*. 2021. Випуск 3(29). С. 24-30. <https://fmo-journal.org/index.php/fmo/article/view/72>

4. Тестування додатку з фізики «BookVAR» для закладів освіти Києва. – <https://don.kyivcity.gov.ua/news/11129.html>

5. Caudell T. P. Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes / T. P. Caudell, D. W. Mizell // Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences. January 7-10, 1992. Kauai, Hawaii. Volume 2: Software Technology Track / Edited by Jay F. Nunamaker, Jr. and Ralph H. Sprague, Jr. – Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 1992. – P. 659-669. <https://php/ijcrsee/article/download/169/287>

6. Martin-Gutierrez J. Improving strategy of self-learning in engineering: laboratories with augmented reality [Electronic resource] / Jorge Martin-Gutierrez, Egils Guinters, David Perez-Lopez // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2012. – Volume 51. – P. 832-839. – (The World Conference on Design, Arts and Education (DAE-2012), May 1-3 2012, Antalya, Turkey). – Access mode: <https://goo.gl/iY65G2>

7. Restivo M. T. Augmented Reality in Electrical Fundamentals [Electronic resource] / M. T. Restivo, F. Chouzal, J. Rodrigues, P. Menezes, B. Patrão and J. B. Lopes // International Journal of Online Engineering (iJOE). – 2014. – Vol.10. – No 6. – P. 68-72. – Access mode : <https://goo.gl/tkhFk3>.

8. Salnyk, I., Grin, L., Yefimov, D., & Beztsinna, Zh. The Future of Higher Education: Implementation of Virtual and Augmented Reality in the Educational Process. *Futurity Education*, 3(3). 45-61. <https://doi.org/10.57125/FED.2023.09.25.03>

#### **Відомості про авторів:**

**Зефірова Юлія Олександрівна** – студентка 2 курсу другого (магістерського) рівня вищої освіти факультету математики, природничих наук та технологій Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка, [11299547@cuspu.edu.ua](mailto:11299547@cuspu.edu.ua)

**Сальник Ірина Володимирівна** – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри природничих наук і методик їхнього навчання Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка, [i.v.salnyk@cuspu.edu.ua](mailto:i.v.salnyk@cuspu.edu.ua)