

 <https://doi.org/10.31651/2524-2660-2023-2-81-87>

 <https://orcid.org/0000-0002-1670-5553>


**КАНІВЕЦЬ Ірина Михайлівна**

кандидатка педагогічних наук, доцентка, доцентка кафедри будівництва та професійної освіти,  
Полтавський державний аграрний університет  
*e-mail*: ira.gorda80@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-6924-0219>


**ГОРДА Тетяна Михайлівна**

викладачка-методистка вищої кваліфікаційної категорії,  
ВСП «Полтавський політехнічний фаховий коледж  
Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»  
*e-mail*: gtatana343@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-4364-8424>

**КАНІВЕЦЬ Олександр Васильович**

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту,  
Полтавський державний аграрний університет  
*e-mail*: k.alex2222@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0006-9029-7435>

**ДАВИДЮК Олексій Валентинович**

магістрант спеціальності 015 Професійна освіта,  
Полтавський державний аграрний університет  
*e-mail*: oleksii.davydiuk@st.pdaa.edu.ua

УДК 378.091.214.18:53]:004.946(045)

**ВИКОРИСТАННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ПРОЦЕСІ ВИКЛАДАННЯ ФІЗИКИ**

*Розглянуто проблему проведення лабораторних робіт з фізики в умовах дистанційного навчання. Шляхом вирішення даної проблеми запропоновано використання авторського додатку доповненої реальності. Виконано короткий огляд впровадження AR в освітній процес, у тому числі і навчання фізики у закладах вищої та фахової передвищої освіти. Мета статті полягає в описанні особливостей впровадження авторського додатку «Програма доповненої реальності із вивчення найпростішого електричного кола» під час вивчення теми «Тренувальні вправи по розрахунку найпростішого електричного кола» у закладі фахової передвищої освіти в умовах дистанційного навчання. Представлено завдання перевірки педагогічної доцільності використання додатку в процесі вивчення електричних кіл при викладанні фізики. Представлено досвід впровадження авторського додатку «Програма доповненої реальності із вивчення найпростішого електричного кола» в*

*навчальний процес закладу фахової передвищої освіти в процесі викладання навчальної дисципліни «Фізика». Для підтвердження педагогічної доцільності авторського додатку протягом 2022–2023 років були створені контрольні та експериментальні групи. Виконання лабораторного експерименту у контрольних групах відбувалося у вигляді відеопрезентації. Студенти експериментальних груп лабораторні дослідження виконували також із використанням мобільного додатку доповненої реальності. За рахунок впровадження в навчальний процес з вивчення фізики авторського додатку якісний показник успішності здобувачів освіти експериментальної групи зріс на 4,3%, а абсолютний – на 8,7% у порівнянні з контрольною групою. Середній бал в експериментальній групі зріс на 0,46.*

**Ключові слова:** освіта; доповнена реальність; 3D-модель; анімація; візуалізація; наочність; фізика; електричне коло.

**Постановка проблеми.** Можливість візуалізації інформації, яка має складну абстрактну природу, робить комп'ютерні технології ефективним і потужним засобом при вивченні багатьох понять фізики шляхом створення та побудови динамічних образів і моделей доповненої реальності. Це полегшує засвоєння фізичних понять, викликає у здобувачів освіти прагнення формулювати оригінальні гіпотези, сприяє розвитку когнітивних компонентів мислення. Образи фізичних явищ нерідко формуються з використанням складних, не завжди доступних засобів. Засоби доповненої реальності роблять ці проблеми все більш вирішуваними. За допомогою сучасних технічних засобів можна візуалізувати невидимі об'єкти та явища, а також здійснювати формування абстрактних теоретичних понять, тобто створення певного дидактичного образу-моделі, якій завжди притаманні три функції: ізоморфно-відбивна, чуттєво-візуальна та інтегративна. Ознаки якісної навчальної наочності – це доступність сприйняття, достовірність сформованих образів, візуалізація фізичних понять, явищ та процесів. Доповнена реальність має зазначені ознаки, тому розробка і використання її в навчальному процесі при викладанні фізики у закладах вищої та фахової передвищої освіти відповідають психолого-педагогічним і методичним вимогам, є важливим практичним завданням.

**Мета статті** полягає в описанні особливостей впровадження авторського додатку «Програма доповненої реальності із вивчення найпростішого електричного кола» під час вивчення теми «Тренувальні вправи по розрахунку найпростішого електричного кола» у закладі фахової передвищої освіти в умовах дистанційного навчання. Поставлено завдання перевірки педагогічної доцільності використання додатку в процесі вивчення електричних кіл при викладанні фізики.

Розробкою технології доповненої реальності дослідники займаються не один рік [1]. Ще у 1961 році американський кінооператор Мортон Гайліг представив імерсивний мультисенсорний пристрій, що нагадував своєрідну аркадну гру з вібрацією і відтворенням стереофонічних звуків, а в 1962 році він отримав патент на перший у світі віртуальний симулятор під назвою «Сенсорам» – величезний пристрій, зовні схожий на ігрові автомати 1980-х, давав змогу глядачеві вперше зануритися у віртуальну реальність: наприклад, покататися на мотоциклі вулицями Брукліна. Однак «Сенсорамом» не зацікавилися інвестори і розробки довелося згорнути.

Наступним етапом розвитку технології можна вважати 1974 рік, коли американський комп'ютерний художник Майрон Крюгер розробив лабораторію «штучної реальності» під назвою Videoplace – кілька пов'язаних мережею кімнат, у кожній з яких був великий екран із розташованим позаду нього відеопроєктором. Вчений Том Коделл вперше запропонував термін «доповнена реальність» у 1990 році, він використовував словосполучення для позначення цифрового дисплея на голові, використовуваного електриками літаків, які змішували віртуальну графіку з фізичною реальністю.

У 1992 році перша діюча AR-система почала використовуватися військовими ВПС США. Вона отримала назву «Віртуальні світильники» і дала змогу створити новий метод навчання пілотів. За допомогою накладання фізично-реальних об'єктів на 3D-віртуальні, з'явився перший справжній досвід доповненої реальності, що забезпечував картинку, звук і дотик.

У 2000 році Брюс Томас із лабораторії Wearable Computer розробив першу мобільну гру для відкритого простору із системою доповненої реальності, названу ARQuake. Вона дозволила користувачеві з прикріпленим цифровим дисплеєм на голові повернути голову і побачити інші об'єкти віртуального світу.

В 2008 році перші AR-додатки були створені для смартфонів, і люди по всьому світу змогли вперше скористатися новітньою технологією. Перший застосунок призначався для користувачів Android, і це дало їм змогу використовувати свої камери, щоб побачити на екрані різні об'єкти віртуальної реальності в 3D. Рішення незабаром з'явилося і на iPhone, і запущене як навігаційний додаток, названий Wikitude Drive.

Впровадження інформаційно-комп'ютерних технологій (ІКТ) в освіті є предметом дискусій та суперечок серед дослідників протягом тривалого періоду. Так, на факультеті дошкільної освіти Університету Криту колектив авторів на чолі із Стаматіосом Пападакісом (Stamatios Papadakis) провели дослідження [2] для з'ясування переконливих переваг використання планшетних пристроїв у дошкільній освіті для реалізації пропозицій щодо реформування освіти з метою впровадження реалістичної математичної освіти в дитячих садках. Дослідники відзначають, що завдяки гнучкості та креативності пристроїв планшетного типу вони можуть виступати в якості активного джерела приймачів даних із набору досить різних експериментальних ситуацій під час STEM навчання у дошкільній та ранній шкільній освіті.

Наталія Доценко [3] вважає, що мобільний додаток можна розглядати як навчальний ігровий симулятор, мета якого спрямована на формування професійних компетенцій в інформаційно-освітньому середовищі.

Технологію використання 3D-моделей з електротехніки при виконанні лабораторних робіт представила Ілона Бацуровська [4]. Дослідник розробила методичні рекомендації щодо використання та розробки комп'ютерного 3D моделювання під час проведення фізичного експерименту.

Позитивне використання AR-технології під час вивчення фізики за відсутності необхідного обладнання відмічають Арнольд Ків [5] та Марія Шишкіна [6] – створюється можливість переміщати, обертати, знімати покази фізичного обладнання, моделювати процеси та явища тощо.

Авторський колектив під керівництвом Сергія Семерікова [7] розробили навчальний курс «Розробка програмного забезпечення віртуальної та доповненої реальності». Тим самим дослідники вирішили проблему розробки додатків доповненої та віртуальної реальності. У роботах [8; 9; 10] також проведено огляд розробок мобільних AR додатків для виконання лабораторних робіт з проєкційного креслення та мобільного додатку для навчання роботи з мікрометром.

На думку Майї Мар'єнко [11] перспективним трендом в освіті є впровадження методів навчання, які поєднують адаптивні технології з VR/AR.

Олександр Буров та Ольга Пінчук [12] вважають, що роль досліджень і розробок у сфері використання ІКТ в освіті залишається надзвичайно важливою. Доповнена, змішана, віртуальна та розширена реальності стають частиною повсякденного життя людини в усіх сферах діяльності.

Аналіз літературних джерел показав, що ІКТ, зокрема, мобільні додатки широко використовуються в освітньому процесі: під час навчання фізиці у середній школі, інженерній графіці, математиці та інших дисциплін вищої школи. Але, не зважаючи на це, недостатньо широко розкрито питання використання ІКТ під час проведення фізичного експерименту у вищій та фаховій передвищій освіті. Отож, дане питання є актуальним та потребує додаткового дослідження.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Під час викладання фізики у закладах вищої та фаховій передвищій освіті велику роль відіграє етап мотиваційного забезпечення навчального процесу. Саме

під час розвитку мотивації навчальної діяльності поступово формується переконаність здобувачів освіти у необхідності набуття глибоких знань з фізики для майбутнього фаху та особистісного розвитку.

Професійні навички здобувачів освіти, наприклад такі, як вміння проектувати і розраховувати електричні кола, проводити вимірювання фізичних величин за допомогою електровимірювальних приладів, набуваються досить легко в результаті вивчення фізики. Але набута інформація так само легко забувається з часом. Як показує практика [13], знання навчального матеріалу стає більш відчутним саме після виконання фізичного експерименту, цінність якого полягає в тому, що він дозволяє розібратися в сутності явища, яке досліджується, зрозуміти і запам'ятати його і, як наслідок, мотивувати здобувача освіти до вивчення фізики.

Викладачу під час проведення експерименту (лабораторної роботи, демонстрації тощо) з фізики потрібно організувати співпрацю зі здобувачами освіти таким чином, щоб вони усвідомлювали мету, завдання, особливості проведення роботи; усвідомлювали його важливість, значимість, користність; прагнули до вивчення курсу фізики та досягнення успіхів у навчанні, підвищення рівня самоорганізації власної навчальної діяльності; самокритично сприймали та оцінювали свої результати навчальних досягнень з фізики; прагнули до самокорекції якості власних знань, спрямування цілей навчання на саморозвиток.

Одним із способів мотивації до навчання та прагнення студентів до отримання знань є використання інформаційно-комп'ютерних технологій у освітньому процесі. Апробація авторського додатку «Програма доповненої реальності із вивчення найпростішого електричного кола» [14] здійснювалась у Відокремленому структурному підрозділі «Полтавський політехнічний коледж Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

Для підтвердження педагогічної доцільності використання додатку та його впливу на якість фізичної підготовки з теми «Тренувальні вправи по розрахунку найпростішого електричного кола» здобувачів освіти були створені контрольні (КГ – 15, 17, 25 групи) та експериментальні (ЕГ – 15, 17, 25 групи) групи. Кожна група налічувала 69 студентів. Здобувачі контрольних та експериментальних груп виконували лабо-

раторне дослідження в умовах дистанційного навчання (КГ – 2022 р., ЕГ – 2023 р.).

Виконання лабораторного експерименту у контрольних групах відбувалося у вигляді відеопрезентації. Фактично, здобувачі освіти не проводили вимірювання фізичних величин, тобто вимірювальними приладами не користувалися, а записи числових значень величин оформлялися із презентації, яку виконував викладач.

На відміну від контрольних, здобувачі експериментальних груп всі лабораторні дослідження виконували самостійно, тобто вони власноруч, використовуючи мобільний додаток доповненої реальності (рис. 1), проводили складання електричного кола за поданою у методичних вказівках схемою та вимірювання фізичних величин вимірювальними приладами (амперметр, вольтметр, реостат) та самостійно пізнавали закономірності фізичних явищ, знайомилися з методами їх дослідження, вчилися самостійно одержувати знання на практиці.



Рис. 1. Студенти експериментальної групи вивчають електричне коло

Здобувачі освіти ЕГ мали можливість побачити віртуальні об'єкти під час проведення лабораторного дослідження в реальному оточенні, а це, в свою чергу, створює сприйняття реалістичності дослідів, які спостерігаються.

Зведені результати порівняльного аналізу показників успішності якості знань із даної теми здобувачів освіти продемонстровано у таблиці 1.

За рахунок впровадження в навчальний процес для вивчення теми «Тренувальні вправи по розрахунку найпростішого електричного кола» авторського додатку, якісний показник успішності здобувачів освіти експериментальної групи зріс на 4,3%, а абсолютний – на 8,7% у порівнянні з контрольною групою. На основі отриманих результатів (табл. 1) можна зробити висновок про те, що в процесі навчання відбувся зріст якості знань здобувачів освіти з даної

теми в ЕГ, тобто навчання можна назвати ефективним.

Таблиця 1.

Порівняльний аналіз результатів якості знань

Групи	Кількість здобувачів освіти (всього)	Показники успішності				Середній бал
		Абсолютна успішність		Якісна успішність		
		Кількість	Частка, %	Кількість	Частка, %	
КГ	69	62	89,9	34	49,3	3,98
ЕГ	69	68	98,6	37	53,6	4,44
Різниця	0	6	8,7	3	4,3	0,46

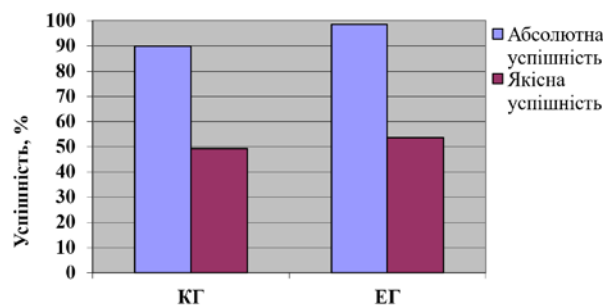


Рис. 2. Діаграма зміни абсолютного та якісного показників якості знань здобувачів освіти з фізики контрольних та експериментальних груп

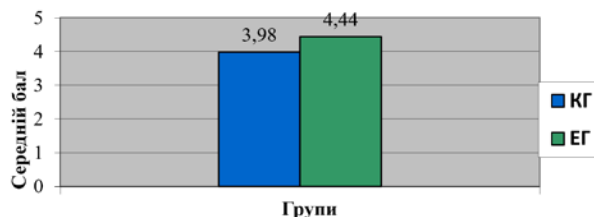


Рис. 3. Діаграма зміни середнього балу успішності здобувачів освіти із фізики контрольних та експериментальних груп

Графічне зображення результатів аналізу навчальних досягнень із теми «Тренувальні вправи по розрахунку найпростішого електричного кола» здобувачів освіти КГ і ЕГ представлено на діаграмах (рис. 2 та 3). Порівняння загальних результатів середнього балу успішності студентів контрольної та експериментальної групи (табл. 1) показало, що середній бал в експериментальній групі зріс на 0,46. Це свідчить про більш вищий рівень навчальних досягнень учасників експериментальної групи, навчальний процес у яких здійснювався з використанням розробленого додатку.

Після впровадження додатку в навчальний процес було проведено анкетування студентів експериментальної групи. В анкетуванні прийняли участь 57 респондентів. Запитання та наведені відповіді показано у таблиці 2.

## Результати анкетування здобувачів освіти

№	Питання анкети	Відповіді		
		Так	Ні	Частково
1	Чи подобається Вам мобільний додаток AR «Програма доповненої реальності із вивчення найпростішого електричного кола»?	47	4	6
2	Чи зрозуміло пояснюється в мобільному додатку принцип роботи з ним?	46	5	6
3	Чи маєте Ви можливість самостійно підготуватися до заняття, користуючись матеріалами мобільного додатку?	32	6	19
4	Чи містить мобільний додаток проблемні завдання для самоконтролю?	34	9	14
5	Чи викликав мобільний додаток зростання Вашого інтересу до вивчення з дисципліни «Фізика»?	38	7	12
6	Чи можете Ви порекомендувати мобільний додаток здобувачам освіти 1-2 курсів наступних років?	51	0	6
7	Чи подобається Вам інтерфейс мобільного додатку?	46	3	8
8	Які розділи мобільного додатку Вам найбільше сподобались?	- Теоретична підготовка - Перевірка теорії		
9	Які розділи мобільного додатку здалися Вам занадто складними?	Практична підготовка		
10	Ваші побажання до змін у структурі мобільного додатку AR «Програма доповненої реальності із вивчення найпростішого електричного кола»?	- Збільшити масштаб шкали вимірювальних приладів - Розмістити творчі завдання - Бажано розмістити більше ілюстрацій		

Результати експериментального дослідження показали, що за рахунок використання розробленого нами мобільного додатку доповненої реальності «Програма доповненої реальності із вивчення найпростішого електричного кола» під час викладання фізики в умовах дистанційного навчання відбулось підвищення пізнавальної активності здобувачів освіти, самоаналізу та самовдосконалення, посилення інтересу до вивчення дисципліни, і, як наслідок, підвищення рівнів їх навчальних досягнень з фізики.

**Висновки і перспективи подальшого дослідження.** Досвід використання авторського мобільного додатку доповненої реальності для проведення фізичного експерименту під час вивчення характеристик найпростішого електричного кола показав, що він має ряд методичних переваг:

- зникає необхідність збирати заново всю установку перед кожним заняттям, витрачаючи час на огляд приладів, на укладку їх на місце;

- техніка безпеки на порядок вище, ніж в звичайних умовах;

- можна за короткий час провести кілька експериментів при різних початкових умовах, а потім узагальнити результати і зробити висновки;

- можна уповільнити або прискорити час демонстрації;

- використання ПК або гаджету спрощує контроль не тільки за виконанням, а і за підготовкою здобувача освіти до конкретної лабораторної роботи;

- графічні можливості дозволяють побачити багатомірні процеси, які неможливо відтворити реальними приладами або у двовимірному вигляді;

- зменшення затрат на створення лабораторних робіт дозволяє за короткий час значно розширити їх базу, таким чином, забезпечивши більшу гнучкість в навчанні.

Розширення знань викладача в області впровадження доповненої реальності під час проведення фізичних експериментів дозволяє педагогу:

- освоювати новітні досягнення педагогічної науки і практики;

- використовувати у своїй роботі нові технології на актуально розвиваючій, особистісно - орієнтованій основі;

- здійснювати оптимальний інтегрований відбір проблемних, дослідницьких, практичних, репродуктивних методів навчання;

- використовувати віртуальний експеримент, який здатний доповнити експериментальну частину курсу фізики і значно підвищити ефективність занять.

Подальший розвиток технології доповненої реальності в навчанні фізики пов'язаний із дослідженням можливостей

розвитку у здобувачів освіти образного мислення та просторової уяви із застосуванням AR. Планується подальше впровадження елементів доповненої реальності в процес викладання фізики у закладах вищої та фахової передвищої освіти, зокрема, вдосконалення методичних умов використання AR технології.

#### Список бібліографічних посилань

1. Semerikov S.O., Teplytskyi I.O., Yechkalo Yu.V., Kiv A.E. Computer Simulation of Neural Networks Using Spreadsheets: The Dawn of the Age of Camelot. *CEUR Workshop Proceedings*, 2018. Vol. 2257. P. 122–147. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2257/paper14.pdf>.
2. Papadakis S., Kalogiannakis M., Zaranis N. Teaching mathematics with mobile devices and the Realistic Mathematical Education (RME) approach in kindergarten. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, 2021. 1(1). P. 5–18. doi: <https://doi.org/10.25082/AMLER.2021.01.002>.
3. Dotsenko N. Technology of application of competence-based educational simulators in the informational and educational environment for learning general technical disciplines. *Journal of physics: Conference series*, 2021. Vol. 1946. P. 012014. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1946/1/012014>.
4. Batsurovska I.V., Dotsenko N.A., Soloviev V.N., Lytvynova S.H., Gorbenko O.A., Kim N.I., Haleeva A.P. Technology of application of 3D models of electrical engineering in the performing laboratory work. *CTE Workshop Proceedings* [Online], 2022. Vol. 9. P. 323–335. doi: <https://doi.org/10.55056/cte.123>.
5. Arnold E. Kiv, Vladyslav V. Bilous, Dmytro M. Bodnenko, Dmytro V. Horbatovskiy, Oksana S. Lytvyn, Volodymyr V. Proshkin The development and use of mobile app AR Physics in physics teaching at the university. *Augmented Reality in Education 2021. Proceedings of the 4th International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2021)*. Kryvyi Rih, Ukraine, May 11, 2021. P. 197–212. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2898/paper11.pdf>.
6. Kiv A.E., Shyshkina M.P., Semerikov S.O., Striuk A.M., Yechkalo Yu.V. How augmented reality transforms to augmented learning. *CEUR Workshop Proceedings*, 2019. Vol. 2547, P. 1–12. URL: <http://www.ceur-ws.org/Vol-2547/paper00.pdf>.
7. Semerikov S.O., Mintii M.M., Mintii I.S. Review of the course «Development of Virtual and Augmented Reality Software» for STEM teachers: implementation results and improvement potentials. *Augmented Reality in Education 2021. Proceedings of the 4th International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2021)*. Kryvyi Rih, Ukraine, May 11, 2021. P. 159–177. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2898/paper09.pdf>.
8. Kanivets, O.V., Kanivets, I.M., Kononets, N.V., Gorda, T.M., & Shmeltser E.O. Development of mobile applications of augmented reality for projects with projection drawings. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2019)*, CEUR-WS.org. 2020. Vol. 2547. P. 262–273. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2547/>.
9. Канівець О.В., Канівець І.М., Кононець Н.В., Горда Т.М., Розроблення мобільних додатків доповненої реальності для вивчення тривимірних моделей із інженерної графіки. *ITLT*, 2020. Вип. 79. Вип. 5. С. 213–228. doi: <https://doi.org/10.33407/itlt.v79i5.3217>.
10. Kanivets O.V., Kanivets I.M., Gorda T.M., Gorbenko O.V., Kelemesh A.O. Using a mobile application to teach students to measure with a micrometer during remote laboratory work. *Joint Proceedings of the 10th Workshop on Cloud Technologies in Education, and 5th International Workshop on Augmented Reality in Education (CTE+AREdu 2022)*. Kryvyi Rih, Ukraine, pp. 87–107, 2022. [Online]. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3364/paper08.pdf>.
11. Marienko M.V., Nosenko Yu.H., Shyshkina M.P. Personalization of learning using adaptive technologies and augmented reality. *Augmented Reality in Education 2020. Proceedings of the 3rd International Workshop on Augmented Reality in Education*. Kryvyi Rih, Ukraine, May 13, 2020. P. 341–356. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2731/paper20.pdf>.
12. Burov O., Pinchuk O. Extended reality in digital learning: influence, opportunities and risks' mitigation. *Educational Dimension. 3L-Person 2021: VI International Workshop on Professional Retraining and Life-Long Learning using ICT: Person-oriented Approach, colocated with 17th International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications: Integration, Harmonization, and Knowledge Transfer (ICTERI 2021)*, October 1, 2021, Kherson, Ukraine. P.119–128. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-3104/paper187.pdf>.
13. Горда Т.М., Канівець І.М., Канівець О.В. Особливості організації та проведення гурткової роботи з фізики у ВНЗ. *Colloquium-journal*, 2018. Вип. 3(14). С. 34–36. URL: <https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/135>.
14. Kanivets O.V., Kanivets I.M., Gorda T.M. Development of an augmented reality mobile physics application to study electric circuits. *Educational Technology Quarterly* [Online], 2022. Vol. 4. P. 347–365. doi: <https://doi.org/10.55056/etq.429>.

#### References

1. Semerikov, S.O., Teplytskyi, I.O., Yechkalo, Yu.V., & Kiv, A.E. (2018). Computer Simulation of Neural Networks Using Spreadsheets: The Dawn of the Age of Camelot. *CEUR Workshop Proceedings*, 2257: 122–147. Retrieved from <https://ceur-ws.org/Vol-2257/paper14.pdf>.
2. Papadakis, S., Kalogiannakis, M., & Zaranis, N. (2021). Teaching mathematics with mobile devices and the Realistic Mathematical Education (RME) approach in kindergarten. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, 1(1): 5–18. doi: <https://doi.org/10.25082/AMLER.2021.01.002>.
3. Dotsenko, N. (2021). Technology of application of competence-based educational simulators in the informational and educational environment for learning general technical disciplines. *Journal of physics: Conference series*, 1946: 012014. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1946/1/012014>.
4. Batsurovska, I.V., Dotsenko, N.A., Soloviev, V.N., Lytvynova, S.H., Gorbenko, O.A., Kim, N.I., & Haleeva, A.P. (2022). Technology of application of 3D models of electrical engineering in the performing laboratory work. *CTE Workshop Proceedings* [Online], 9: 323–335. doi: <https://doi.org/10.55056/cte.123>.
5. Kiv, A.E., Bilous, V.V., Bodnenko, D.M., Horbatovskiy, D.V., Lytvyn, O.S., & Proshkin, V.V. (2021). The development and use of mobile app AR Physics in physics teaching at the university. *Augmented Reality in Education 2021. Proceedings of the 4th International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2021)*, 2898: 197–212. Retrieved from: <http://ceur-ws.org/Vol-2898/paper11.pdf>.
6. Kiv, A.E., Shyshkina, M.P., Semerikov, S.O., Striuk, A.M., & Yechkalo, Yu.V. (2019). How augmented real-

- ity transforms to augmented learning. *CEUR Workshop Proceedings*, 2547: 1–12. Retrieved from: <http://www.ceur-ws.org/Vol-2547/paper00.pdf>.
7. Semerikov, S.O., Mintii, M.M., & Mintii, I.S. (2021). Review of the course «Development of Virtual and Augmented Reality Software» for STEM teachers: implementation results and improvement potentials. *Augmented Reality in Education 2021. Proceedings of the 4th International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2021)*, 2898: 159–177. Retrieved from: <http://ceur-ws.org/Vol-2898/paper09.pdf>.
  8. Kanivets, O.V., Kanivets, I.M., Kononets, N.V., Gorda, T.M., & Shmeltser E.O. (2019). Development of mobile applications of augmented reality for projects with projection drawings. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2019)*, 2547: 262–273. Retrieved from: <http://ceur-ws.org/Vol-2547/>.
  9. Kanivets, O.B., Kanivets, I.M., Kononets, H.B., & Gorda, T.M. (2020). The development of mobile applications for augmented reality for three-dimensional models in engineering graphics studying, *ITLT*, 79(5): 213–228. doi: <https://doi.org/10.33407/itlt.v79i5.3217> [in Ukr.].
  10. Kanivets, O.V., Kanivets, I.M., Gorda, T.M., Gorbenco, O.V., & Kelemesh, A.O. (2022). Using a mobile application to teach students to measure with a micrometer during remote laboratory work. *Joint Proceedings of the 10th Workshop on Cloud Technologies in Education, and 5th International Workshop on Augmented Reality in Education (CTE+AREdu 2022)*, 3364: 87–107. Retrieved from: <https://ceur-ws.org/Vol-3364/paper08.pdf>.
  11. Marienko, M.V., Nosenko, Yu.H., & Shyshkina M.P. (2020). Personalization of learning using adaptive technologies and augmented reality. *Augmented Reality in Education 2020. Proceedings of the 3rd International Workshop on Augmented Reality in Education*, 2731: 341–356. Retrieved from: <http://ceur-ws.org/Vol-2731/paper20.pdf>.
  12. Burov, O., & Pinchuk, O. (2021). Extended reality in digital learning: influence, opportunities and risks' mitigation. Educational Dimension. *3L-Person 2021: VI International Workshop on Professional Retraining and Life-Long Learning using ICT: Person-oriented Approach, colocated with 17th International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications: Integration, Harmonization, and Knowledge Transfer (ICTERI 2021)*, 3104: 119–128. Retrieved from: <http://ceur-ws.org/Vol-3104/paper187.pdf>
  13. Horda, T., Kanivets, I., & Kanivets, O. (2018). Peculiarities of organizing and conducting physics clubs at universities. *Colloquium-journal*, 3(14): 34–36. Retrieved from: <https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/135> [in Ukr.].
  14. Kanivets, O.V., Kanivets, I.M., & Gorda, T.M. (2022). Development of an augmented reality mobile physics application to study electric circuits. *Educational Technology Quarterly* [Online], 4: 347–365. doi: <https://doi.org/10.55056/etq.429>.

#### KANIVETS Irina

PhD in Pedagogy, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Construction and Professional Education,  
Poltava State Agrarian University

#### GORDA Tetyana

teacher-methodologist of higher qualification category,  
VSP "Poltava Polytechnic Professional College of the National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»

#### KANIVETS Oleksandr

PhD in Engineering, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Agroengineering and Road Transport,  
Poltava State Agrarian University

#### DAVIDIUK Oleksii

master student majoring in 015 Vocational Education,  
Poltava State Agrarian University

### USING AUGMENTED REALITY IN THE PROCESS OF TEACHING PHYSICS

**Summary.** Introduction. The problem of conducting laboratory work in physics in the context of distance learning is considered. The use of the author's augmented reality application is proposed as a solution to this problem. A brief overview of the introduction of AR in the educational process, including physics teaching in higher and professional higher education institutions, is given.

The purpose of the article is to describe the features of the implementation of the author's application «Augmented Reality Program for the Study of the Simplest Electric Circuit» in the study of the topic «Training Exercises for Calculating the Simplest Electric Circuit» in a higher education institution in the context of distance learning. The task is to test the pedagogical feasibility of using the application in the process of studying electric circuits in teaching physics.

Originality. The experience of implementing the author's application «Augmented Reality Program for the Study of the Simplest Electric Circuit» in the educational process of a professional higher education institution in

the process of teaching the discipline «Physics» is presented.

Results. To confirm the pedagogical feasibility of the author's application, control and experimental groups were created in 2022–2023. The laboratory experiment in the control groups was conducted in the form of a video presentation. Students of the experimental groups also performed laboratory research using the mobile application of augmented reality.

Conclusion. Due to the introduction of the author's application in the educational process of studying physics, the qualitative indicator of the success of students in the experimental group increased by 4.3%, and the absolute one – by 8.7% compared to the control group. The average score in the experimental group increased by 0.46.

**Keywords:** education; augmented reality; 3D model; animation; visualisation; visibility; marker; physics.

Одержано редакцією 13.05.2023  
Прийнято до публікації 29.05.2023