

## REFERENCES

1. Bilyakovska, O. (2020). *Systema zabezpechennia yakosti profesynoi pidhotovky maibutnix uchyteliv u Respublitsi Polshcha ta v Ukraini: porivnialnyi analiz* [The quality assurance system of teacher training in the Republic of Poland and in Ukraine: comparative analysis] : monographia. Lviv. [in Ukrainian].
2. Kulbach, L., Shvydun, L., Shakhova, K. (2023). Suchasni pidkhody do rozvytku profesiinoi kompetentnosti pedahoha NUSh [Modern approaches to the development of the professional competence of the teacher of the NUS]. *Innovative pedagogy*. Vyp. 56. T. 1. [in Ukrainian].
3. Oliynyk, V., Otich, O. (2015). *Pisliadyplomna pedahohichna osvita v konteksti hlobalnykh tsyvilizatsiynykh zmin. Vyshcha osvita Ukrainy v umovakh hlobalizatsii suspilstva* [Postgraduate pedagogical education in the context of global civilizational changes. Higher education of Ukraine in the conditions of globalization of society] : monohrafiia. Kyiv. [in Ukrainian].
4. Chernii, A. (2018). *Profesiyni rozvytok pedahoha: dosvid, spivpratsia, priorytety na shliakhy do novoi ukrainskoi shkoly* [Professional development of a teacher: experience, cooperation, priorities on the way to a new Ukrainian school]. *Postgraduate education in Ukraine*. № 2. [in Ukrainian].
5. Baracz, A. (2022). *Istota i miejsce doskonalenia nauczycieli w polskim systemie prawnym – formy doskonalenia zawodowego nauczycieli. Z doświadczeń Powiatowego Centrum Doskonalenia Zawodowego Nauczycieli w Puławach. Kultura – Przemiany – Edukacja*. T. X. [in Polish].
6. Baraniak, B. (2013). *Koncepcja dokształcania i doskonalenia zawodowego w ujęciu Tadeusza W. Nowackiego wciąż aktualna we współczesnych realiach*

rynku pracy. ANNALES. Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin – Polonia. Vol 26. № 1–2. [in Polish].

7. Dybek, H. (2000). *Doradztwo metodyczne i doskonalenie zawodowe nauczycieli*. Kraków : Impuls, 2000. [in Polish].

8. Eurydice. 2023. URL: <https://eurydice.eacea.ec.europa.eu/national-education-systems/poland/overview> [in English].

9. Kosiba, G. (2012). *Doskonalenie zawodowe nauczycieli – kategorie, kompetencje, praktyka*. Forum Oświatowe. 2012. № 2 (47). [in Polish].

10. Lewowicki, T. (1994). *Przemiany oświaty: Szkice o ideach i praktyce edukacyjnej*. Warszawa : Wyd. Akademickie „Żak”, 1994. [in Polish].

11. Witkowski, J. *Skuteczne doskonalenie nauczycieli w praktyce*. URL: <https://ceo.org.pl/skuteczne-doskonalenie-nauczycieli-w-praktyce/> [in Polish].

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**БІЛЯКОВСЬКА Ольга Орестівна** – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри загальної педагогіки та педагогіки вищої школи Львівського національного університету імені Івана Франка.

*Наукові інтереси:* проблеми якості освіти, професійна підготовка майбутніх фахівців.

## INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**BILYAKOVSKA Olha** – doctor of pedagogical sciences, professor, professor of the department of general pedagogy and pedagogy of higher education of the Ivan Franko University of Lviv.

*Circle of research interests:* quality of education, professional training of future specialists.

*Стаття надійшла до редакції 25.01.2024 р.*

УДК 373.3/.5.016:5]:004

DOI: 10.36550/2415-7988-2024-1-212-14-19

**БОТУЗОВА Юлія Володимирівна** –

доктор педагогічних наук, доцент,  
доцент кафедри математики та цифрових технологій  
Центральноукраїнського державного університету  
імені Володимира Винниченка  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1313-0010>  
e-mail: [vassalattii@gmail.com](mailto:vassalattii@gmail.com)

## МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІМЕРСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ

*У статті розглядаються актуальні питання впровадження та використання імерсивних технологій в освітньому процесі, зосереджуючись на їхньому потенціалі для покращення засвоєння математичних знань. Основною метою дослідження є визначення та аналіз можливостей імерсивних технологій, зокрема віртуальної реальності (VR) та доповненої реальності (AR), у контексті математичної освіти.*

*Сучасний цифровий контекст визначає орієнтації розвитку освітніх пріоритетів і вимагає переосмислення форм, методів, засобів і технологій навчання, зокрема в галузі природничо-математичних дисциплін (STEM). Цифрова трансформація освіти в Україні передбачає спільні зусилля вчителів, психологів і фахівців із цифрових технологій для вирішення сучасних завдань у сфері створення цифрового освітнього середовища.*

*Основною метою дослідження є аналіз можливостей застосування імерсивних технологій на уроках математики у сучасних умовах, враховуючи можливі виклики та окресливши перспективи.*

*Автор розглядає використання технології доповненої реальності (AR) у навчанні математики, вказуючи на необхідність залучення цифрових компонентів у освітній процес та пропонуючи використання концепції BYOD для дистанційного та змішаного навчання. Презентуються безкоштовні додатки, такі як ARBook, GeoGebra 3D, зокрема на прикладах використання інтерактивних навчальних матеріалів.*

*Висвітлюється роль візуалізації в навчанні математики, наголошуючи, що це підвищує швидкість засвоєння матеріалу. Імерсивні технології позитивно впливають на зацікавленість учнів у математиці, дозволяючи їм взаємодіяти з математичними об'єктами. Використання AR сприяє візуалізації абстрактних математичних ідей, роблячи їх більш*

зрозумілими. Це особливо корисно для розвитку просторового мислення. Загалом, інтеграція імерсивних технологій у навчання математики є інноваційним кроком, який відкриває нові можливості для вивчення предмету та підвищує ефективність навчання.

Підсумовується, що впровадження технології AR може сприяти покращенню якості навчання, стимулюючи інтерес учнів та замінюючи традиційні методи пояснення математичного матеріалу.

**Ключові слова:** імерсивні технології, доповнена реальність, візуалізація, навчання математики, інформаційно-цифрова компетентність, GeoGebra 3D.

**BOTUZOVA Yuliia –**

doctor of pedagogical sciences, associate professor,  
 associate professor of the Department of Mathematics  
 and Digital Technologies,  
 Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University  
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1313-0010>  
 e-mail: [vassalatii@gmail.com](mailto:vassalatii@gmail.com)

### POSSIBILITIES OF USING IMMERSIVE TECHNOLOGIES IN TEACHING MATHEMATICS

*The article examines the current issues of the introduction and use of immersive technologies in the educational process, focusing on their potential for improving the assimilation of mathematical knowledge. The main goal of the research is to identify and analyze the possibilities of immersive technologies, in particular virtual reality (VR) and augmented reality (AR), in the context of mathematics education.*

*The modern digital context determines the orientations of the development of educational priorities and requires a rethinking of the forms, methods, means and technologies of education, in particular in the field of natural and mathematical disciplines (STEM). The digital transformation of education in Ukraine involves the joint efforts of teachers, psychologists and specialists in digital technologies to solve modern tasks in the field of creating a digital educational environment.*

*The main goal of the research is to analyze the possibilities of using immersive technologies in mathematics lessons in modern conditions, taking into account possible challenges and outlining prospects.*

*The author examines the use of augmented reality (AR) technology in mathematics education, pointing out the need to involve digital components in the educational process and suggesting the use of the BYOD concept for distance and blended learning. Free applications such as ARBook, GeoGebra 3D are presented, in particular using examples of the use of interactive educational materials. The role of visualization in teaching mathematics is highlighted, emphasizing that it increases the speed of assimilation of the material. Immersive technologies have a positive effect on students' interest in mathematics, allowing them to interact with mathematical objects. The use of AR helps to visualize abstract mathematical ideas, making them more understandable. This is especially useful for the development of spatial thinking. In general, the integration of immersive technologies in the teaching of mathematics is an innovative step that opens up new opportunities for learning the subject and increases the effectiveness of learning.*

*It is concluded that the introduction of AR technology can contribute to the improvement of the quality of education, stimulating the interest of students and replacing traditional methods of explaining mathematical material.*

**Key words:** immersive technologies, augmented reality, visualization, teaching mathematics, information and digital competence, GeoGebra 3D.

**Постановка та обґрунтування актуальності проблеми.** Сьогоднішні реалії в освіті України – це формат змішаного навчання (blended learning). Чинним законодавством не визначено змішаної форми здобуття освіти, тож коли заклад освіти працює у змішаному форматі, це означає, що форма здобуття освіти є очною з використанням технологій дистанційного навчання. Такі обставини окреслюють постійне використання різноманітних ІКТ та цифрових інструментів у освітньому процесі. Цифровізація освіти є об'єктивною закономірністю подальшого її розвитку та передбачає повсюдне впровадження ІКТ в освітній процес з метою формування цифрових компетентностей у здобувачів освіти, педагогічних та науково-педагогічних працівників, а також розвитку цифрової інфраструктури та електронних сервісів у закладах освіти.

У проєкті Концепції цифрової трансформації освіти і науки на період до 2026 року [7] визначено кінцеву мету та один із напрямів її реалізації – «Ефективне використання цифрових технологій в освітньому процесі», – який

має розгортатися за рахунок досягнення кількох стратегічних цілей:

1. Цифрове освітнє середовище є доступним та сучасним.
2. Працівники сфери освіти володіють цифровими компетентностями.
3. Зміст освіти в галузі ІКТ відповідає сучасним вимогам.

Як зазначається у проєкті Концепції математичної освіти 12-річної школи [4]: «Якість математичної підготовки молодого покоління – індикатор готовності суспільства до соціально-економічного розвитку, мобільності особистості в освоєнні та впровадженні сучасної техніки, нових технологій». Однією із умов реалізації вказаної концепції є запровадження компетентнісно орієнтованих методик навчання математики, які передбачають використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій та специфічних засобів навчання.

Сучасна цифрова реальність визначає напрямки розвитку педагогічних пріоритетів і вимагає перегляду форм, методів, засобів і технологій навчання, зокрема навчання

природничо-математичних дисциплін (STEM). Цифрова трансформація освіти в Україні потребує об'єднання зусиль педагогів, психологів, фахівців із цифрових технологій для вирішення актуальних завдань у сфері організації цифрового освітнього простору.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Серед цифрових технологій, які наразі активно розвиваються та впроваджуються в систему освіти, найбільш популярними є технології штучного інтелекту та машинного навчання, а також імерсивні технології. До імерсивних технологій в освіті відносяться технології, які створюють занурююче середовище для користувача, дозволяючи йому взаємодіяти з навчальним контентом у більш інтенсивний і захоплюючий спосіб. Ці технології створюють враження присутності в іншому місці або середовищі, що розширює можливості навчання і розвитку. Таке об'єднання віртуального вмісту із фізичним оточенням дозволяє користувачеві природно взаємодіяти з доповненою (AR) та віртуальною (VR) реальністю. Як показує практика, використання імерсивних технологій в освіті може інтенсифікувати освітній процес, робити навчання більш захоплюючим, ефективним та динамічним за рахунок застосування інтерактивних методів навчання. Зокрема, Б. Беседін, Є. Одінцева та Є. Сипчук [3] розглядають доповнену реальність як засіб активізації пізнавальної діяльності на уроках математики.

Віртуальна реальність (VR): це технологія, яка занурює користувача в створений комп'ютером віртуальний світ. У навчанні VR може бути використана для створення імерсивних симуляцій, віртуальних лабораторій чи віртуальних екскурсій.

Доповнена реальність (AR): AR дозволяє накладати віртуальні образи чи інформацію на об'єкти реального світу. У навчанні AR може використовуватися для створення інтерактивних підручників, додатків з розширеною реальністю та інших навчальних матеріалів.

Враховуючи описані вище особливості різновиди та особливості імерсивних технологій, найчастіше їх застосовують при вивченні таких природничих дисциплін (фізика, хімія, географія, біологія). Н. Сороко [9] у своїй статті характеризує функції доповненої реальності для підтримки STEAM освіти в ЗЗСО, а Л. Шкляр [10] розглядає імерсивні технології як один із напрямів STEM-освіти.

С. Литвинова, О. Бурав, С. Семеріков [8] у спільному дослідженні обґрунтували концептуальну модель використання AR в освітньому процесі та визначили її основні складові. Автори також обґрунтували принципи та підходи використання AR технологій у освітньому процесі, описали педагогічні умови, охарактеризували переваги та недоліки активного

впровадження імерсивних технологій у навчання. Щодо плюсів та мінусів використання доповненої реальності в освіті йдеться у роботі Д. Єфімова [6]. Зокрема, із позитивного можна виділити: підвищення інтересу до навчання, якісне унаочнення навчального матеріалу, вплив на розвиток просторового мислення здобувачів освіти, інтерактивність навчання, WOW-ефект. Недоліки пов'язують найчастіше із різноманітними технічними моментами.

У роботі О. Гриб'юк [5] представлено результати експериментального дослідження, зокрема вивчено результати впливу можливостей використання імерсивної освітньої системи на когнітивні процеси навчання учнів. Дослідники Cevikbas M., Bulut N., Kaiser G. [2] здійснили систематичний огляд літератури з проблематики імерсивних технологій в освіті зокрема в навчанні математики та дійшли висновків, що застосування AR/VR технологій перетворює математику на більш доступну та привабливу науку для тих, хто має труднощі з навчанням або особливі освітні потреби. Автори рекомендують вчителям математики для ефективної інтеграції технології AR/VR у свою практику викладання, пройти відповідне навчання, а також налагоджувати співпрацю з колегами та ділитися кращими практиками в своїй математичній освітній спільноті.

**Мета статті.** Проаналізувати можливості застосування імерсивних технологій на уроках математики у сучасних умовах, врахувавши можливі виклики та окресливши перспективи.

**Методи дослідження.** Для досягнення поставленої мети, було використано наступні теоретичні методи дослідження: аналіз, синтез, порівняння та узагальнення. Застосовуючи метод аналізу, здійснено огляд літератури з акцентом на основні аспекти застосування технологій віртуальної та доповненої реальності в навчанні математики, а також визначено роль імерсивних технологій у освітньому процесі. Об'єктом дослідження стали праці, статті та наукові доробки зарубіжних і вітчизняних учених, які вивчають цю тематику. Використання методу синтезу дозволило об'єднати отриману інформацію, провести аналіз та визначити переваги й можливі обмеження у процесі впровадження AR/VR технологій в освітній процес. Метод узагальнення використовувався для формулювання загальних висновків, та визначення подальших перспектив досліджень.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Під час вивчення математики в учнів має формуватися ставлення до неї як невід'ємної складової загальної культури людини, необхідної умови повноцінного життя в сучасному суспільстві на основі ознайомлення з ідеями та методами математики як універсальної мови науки і техніки, ефективного засобу моделювання і дослідження

процесів і явищ навколишнього світу. У той же час необхідною умовою для створення математичних моделей є розвинене логічне та аналітичне мислення, здатність до абстрагування, просторова уява, креативність, а також сформована інформаційно-цифрова компетентність, яка дозволить використовувати сучасні цифрові інструменти візуалізації.

Використання візуалізації дозволяє конвертувати навчальну інформацію, яка надходить через різні канали сприйняття, у візуальну форму, що підвищує швидкість обробки та засвоєння матеріалу. Наразі існує широкий спектр засобів для візуалізації освітнього матеріалу, таких як графіки і діаграми, анімації, віртуальні лабораторії, таблиці, відео та аудіо уроки, дошки та маркери, інтерактивні вправи. Одним із таких сучасних засобів є технологія доповненої реальності (AR), що забезпечує інтерактивну візуалізацію, доповнюючи реальний світ віртуальними елементами.

Для інтеграції технології доповненої реальності в освітній процес необхідно мати такі основні цифрові компоненти: 1) технічне обладнання та засоби відтворення, такі як планшети, смартфони, AR-маркери тощо; 2) операційна система та програмне забезпечення.

Враховуючи, що смартфони, планшети та ноутбуки стали невід'ємною складовою життя сучасної людини, а в умовах дистанційного та змішаного навчання ще й необхідною умовою здійснення освітнього процесу, на уроках математики можна застосовувати концепцію BYOD (Bring Your Own Device), щоб забезпечити наявність потрібного технічного обладнання для демонстрації об'єктів доповненої реальності. Найбільш популярними безкоштовними додатками, які дозволяють підтримувати навчання математики є ARBook, MozaBook, GeoGebra 3D. Продемонструємо їх роботу на конкретних прикладах, акцентуючи на методичних особливостях представлення навчального матеріалу.

Для вивчення математики додаток ARBook має бібліотеку розробок з 1-го по 11-ий клас. Розробки являють собою інтерактивну область на екрані смартфона, яка проєктується на будь-яку рівну поверхню поруч із користувачем (рис. 1.).

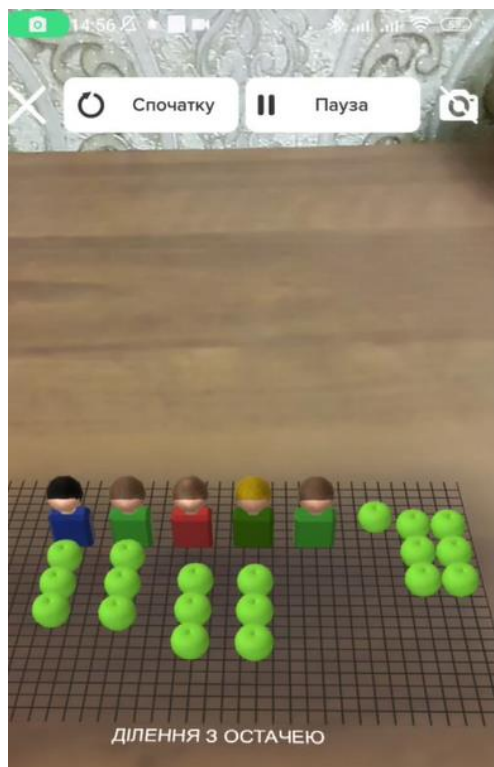


Рис. 1. Розробка ARBook «Ділення з остачею»

Взаємодіючи з екраном смартфона чи планшета, користувач може збільшувати, або зменшувати зоровий образ, змінювати ракурс, розглянути об'єкт з усіх боків. Кожна така розробка ARBook містить коротке пояснення навчального матеріалу з прикладами вирішення завдань, тестування, що дозволяє посилити ефект залученості та інтерактивності.

Найчастіше вчителі звертаються до різноманітних засобів візуалізації навчального матеріалу в процесі вивчення стереометрії (10-11 класи), коли сприйняття плоских малюнків на звичайній крейдовій дошці не приносить бажаного освітнього ефекту. Популярним та застосовним для таких цілей нині є математичний додаток GeoGebra 3D. Його мобільна версія містить можливість переходу від вигляду 3D до AR (рис.2)

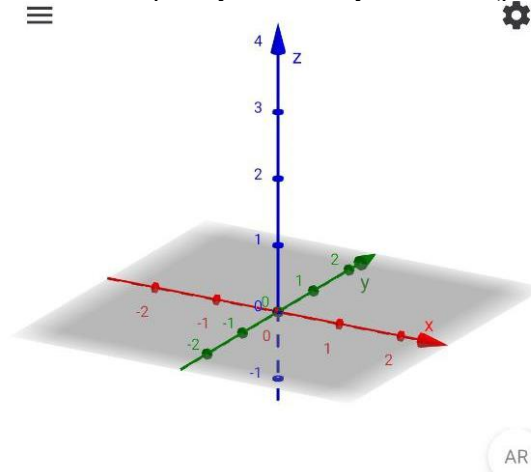


Рис. 2. Вигляд мобільного додатку GeoGebra 3D з кнопкою переходу в доповнену реальність AR

Зокрема, ви можете змодельовати, будь який об'єкт у тривимірному координатному просторі та спроекувати його образ на оригінал (рис.3).

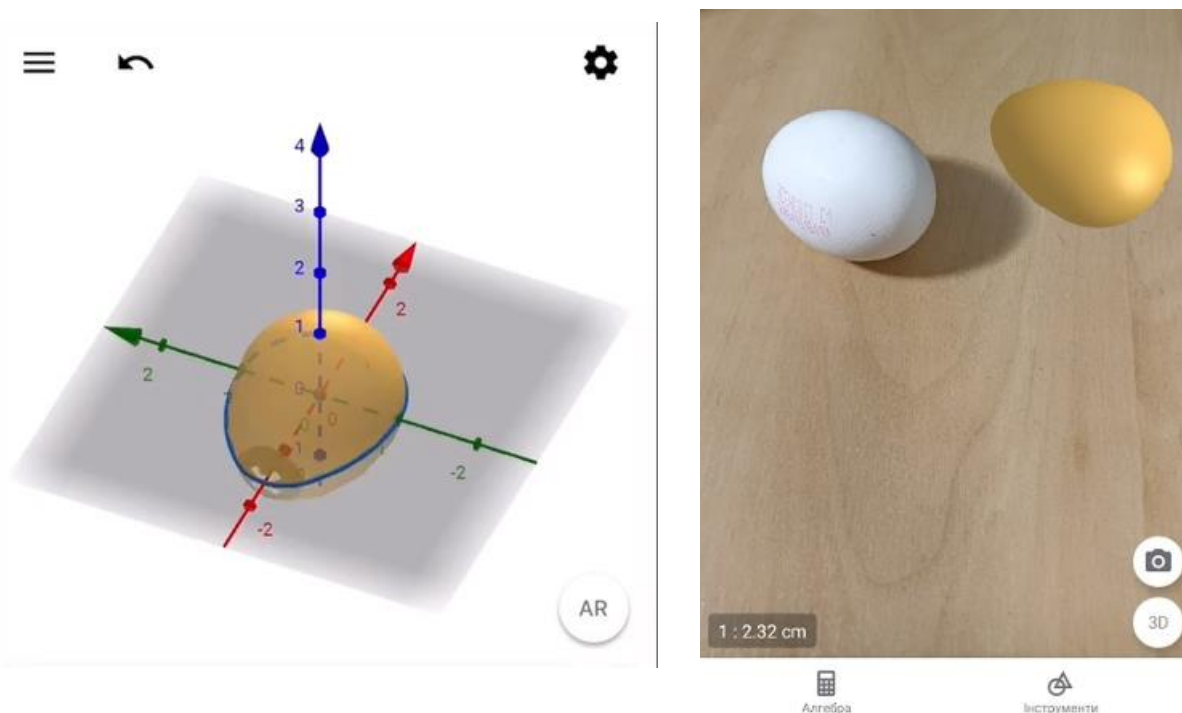


Рис. 3. Створення 3D моделі GeoGebra та її AR інтеграція у реальний простір

Як бачимо впровадження технології доповненої реальності (AR) може сприяти підвищенню якості навчання шляхом стимулювання інтересу учнів, зростанню рівня залученості учнів у процес пізнання математичних об'єктів поряд із об'єктами реального світу, розвитку бажання використовувати сучасні імерсивні та інші цифрові технології в навчанні, а також заміни традиційних методичних підходів до пояснення навчального матеріалу з математики.

**Висновки з дослідження і перспективи подальших розвідок напрямку.** В цілому можна стверджувати, що на сьогоднішній день імерсивні технології, зокрема технології доповненої реальності (AR) в освіті перебувають на етапі активного розвитку. Їх впровадження в навчання математики має ряд переваг і перспектив подальшого розвитку досліджень у напрямі вдосконалення методик викладання. Варто відзначити їх вплив на підвищення зацікавленості учнів до математичних концепцій, оскільки вони можуть взаємодіяти із математичними об'єктами у різний спосіб. Застосування VR та AR дозволяє візуалізувати абстрактні математичні ідеї, роблячи їх більш доступними для розуміння учнів. Це особливо корисно для засвоєння абстрактних понять, формування чітких уявлень про просторові фігури. Загалом інтеграція імерсивних технологій у навчання математики є інноваційним кроком, що дозволяє вчителям та учням відкривати нові можливості для вивчення предмету та підвищувати ефективність навчання.

#### СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Arbogast, M. Immersive Technologies in Preservice Teacher Education: The Impact of Augmented Reality in Project-Based Teaching and Learning Experiences. Electronic Thesis or Dissertation. 2019. URL: [https://etd.ohiolink.edu/acprod/odb\\_etd/ws/send\\_file/send?accession=toledo1553266590134835&disposition=inline](https://etd.ohiolink.edu/acprod/odb_etd/ws/send_file/send?accession=toledo1553266590134835&disposition=inline). (дата звернення: 28.01.2024 р.)
2. Cevikbas M., Bulut N., Kaiser G. Exploring the Benefits and Drawbacks of AR and VR Technologies for Learners of Mathematics: Recent Developments. Systems 2023, 11, 244. P.1-23.
3. Беседін Б, Одінцева Є., Сипчук Є. Доповнена реальність як засіб активізації пізнавальної діяльності на уроках математики. Гуманізація навчально-виховного процесу. 2023. №. 1 (103). С. 190-197.
4. Бурда М., Тарасенкова Н., Васильєва Д., Вашуленко О. Концепція математичної освіти 12-річної школи» (проект). Математика в рідній школі. 2018. № 9. С.2-8.
5. Гриб'юк О. Педагогічне проектування компонентів віртуальної і доповненої реальності КОМСДН у процесі дослідницького навчання учнів предметів природничо-математичного циклу у закладах загальної середньої освіти. Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах. 2022. № 83. С.78-93.
6. Єфімов Д.В. використання доповненої реальності (AR) в освіті. Вісник Запорізького національного університету. Педагогічні науки. 2021. № 1 (37). Ч. II. С. 219-225.
7. Концепція цифрової трансформації освіти і науки: МОН запрошує до громадського обговорення. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/konceptsiya-cifrovoyi-transformaciyi-osviti-i-nauki-mon-zaproshuye-do>



gromadskogo-obgovorennia. (дата звернення: 28.01.2024 р.)

8. 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*: збірник наукових праць. Вінниця: ТОВ «Друк плюс», 2020. Вип. 55. С. 46-62.

9. Сороко Н.В. Функції доповненої реальності для підтримки STEAM освіти в закладах загальної освіти. *Фізико-математична освіта*. 2021. Випуск 3(29). С. 24-30.

10. Шкляр Л. Імерсивні технології: новий напрям STEM-освіти. *Педагогічний вісник Поділля*. 2023. №3. С.24-26.

#### REFERENCES

1. Arbogast, M. (2019) Immersive Technologies in Preservice Teacher Education: The Impact of Augmented Reality in Project-Based Teaching and Learning Experiences. Electronic Thesis or Dissertation. URL: <http://surl.li/qcwfj>. [in English].

2. Cevikbas, M., Bulut, N., Kaiser G. (2023). Exploring the Benefits and Drawbacks of AR and VR Technologies for Learners of Mathematics: Recent Developments. *Systems*, 11. [in English].

3. Besedin, B., Odintsova, Ye., Sychuk, Ye. (2023). Dopovnena realnist yak zasib aktyvizatsii piznavalnoi diialnosti na urokakh matematyky. [Augmented reality as a means of activating cognitive activities in mathematics lessons]. *Humanizatsiia navchalno-vykhovnoho protsesu*. № 1 (103). [in Ukrainian].

4. Burda, M., Tarasenkova, N., Vasyliieva, D., Vashulenko, O. (2018) Kontseptsiiia matematychnoi osvity 12-richnoi shkoly» (proiekt). [The concept of mathematics education of a 12-year school" (project)]. *Matematyka v ridnii shkoli*. № 9. [in Ukrainian].

5. Hrybiuk O. (2022). Pedagogichne proektuvannia komponentiv virtualnoi i dopovnenoj realnosti KOMSDN u protsesi doslidnytskoho navchannia uchniv predmetiv pryrodnycho-matematychnoho tsykladu u zakladakh zahalnoi serednoi osvity. [Pedagogical design of virtual and augmented reality COMSRL components in exploratory learning of science and mathematics students at school]. *Pedahohika formuvannia tvorchoi osobystosti u vyshchii i zahalnoosvitnii shkolakh*. № 83. [in Ukrainian].

6. Yefimov D.V. (2021). Vykorystannia dopovnenoj realnosti (AR) v osviti. [The use of augmented

reality (AR) in education]. *Visnyk Zaporizkoho natsionalnoho universytetu. Pedahohichni nauky*. № 1 (37). [in Ukrainian].

7. Kontseptsiiia tsyfrovoi transformatsii osvity i nauky: MON zaprosuie do hromadskoho obhovorennia. [Concept of digital transformation of education and science: MES invites public discussion]. URL: <http://surl.li/byvla>. [in Ukrainian].

8. Lytvynova S.H., Burov O.Iu., Semerikov S.O. (2020) Kontseptualni pidkhody do vykorystannia zasobiv dopovnenoj realnosti v osvithomu protsesi. [Conceptual approaches to the use of augmented reality means within the educational process]. *Suchasni informatsiini tekhnologii ta innovatsiini metodyky navchannia u pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy: zbirnyk naukovykh prats*. [in Ukrainian].

9. Soroko N.V. (2021). Funktsii dopovnenoj realnosti dlia pidtrymky STEAM osvity v zakladakh zahalnoi osvity. [The augmented reality functions to support the STEAM education at general education institutions]. *Fizyko-matematychna osvita*. [in Ukrainian].

10. Shklyar L. (2023). Imersyvni tekhnologii: novyi napriam STEM-osvity. [Immersive technologies: a new direction of STEM education]. *Pedahohichni visnyk Podillia*. №3. [in Ukrainian].

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**БОТУЗОВА Юлія Володимирівна** – доктор педагогічних наук, доцент, доцент кафедри математики та цифрових технологій, Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка.

**Наукові інтереси:** методика навчання математики, дистанційне навчання, використання ІКТ в освіті.

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**BOTUZOVA Yuliia** – doctor of pedagogical sciences, associate professor, associate professor of the Department of Mathematics and Digital Technologies, Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University.

**Scientific interests:** methods of teaching mathematics, distance learning, using ICT in the education.

*Стаття надійшла до редакції 30.01.2024 р.*

УДК 378.13:37.013.47

DOI: 10.36550/2415-7988-2024-1-212-19-23

**МЕХЕД Ольга Борисівна** –

доктор педагогічних наук, професор професор, завідувач кафедри біології Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9485-9139>  
e-mail: mekhedolga@gmail.com

#### ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ДІЯЛЬНІСТЬ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ В ГАЛУЗІ БІОЛОГІЇ ТА ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

*У роботі висвітлено основні аспекти експериментальної роботи у закладах вищої освіти, проведено аналіз особливостей організації експериментальної діяльності в закладах вищої освіти, що готують фахівців біологічної та*