

## СЕРІЯ «Освіта»

УДК: 378.091.64:004:004.946

[https://doi.org/10.52058/3041-1254-2024-2\(2\)-324-337](https://doi.org/10.52058/3041-1254-2024-2(2)-324-337)

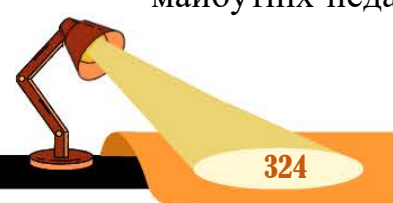
**Ангелов Ярослав Сергійович** аспірант, Вінницький державний університет імені Михайла Коцюбинського, м. Вінниця, Україна, <https://orcid.org/0000-0001-5782-5546>

### **ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ЗВО ПРИ СТВОРЕННІ ЕЛЕКТРОННИХ ПІДРУЧНИКІВ**

**Анотація.** У статті представлено авторське бачення можливостей використання засобів доповненої реальності в електронних підручниках на основі аналізу досліджень вітчизняних та зарубіжних науковців, які розглядають AR як сучасний засіб навчання. Висвітлено проблеми впровадження засобів доповненої реальності в освітній процес підготовки педагога в закладах вищої освіти (ЗВО), зокрема, проблема підвищення ефективності мотивації та навчання здобувачів освіти через використання AR-додатків на мобільних пристроях; формування інформаційної культури засобами AR-технології, тощо. Також авторами окреслено перспективи використання в освітньому процесі закладів вищої освіти засобів доповненої реальності та електронних підручників. У процесі дослідження даної проблеми охарактеризовано поняття, необхідні для однозначного розуміння представлених результатів: розширена реальність, змішана реальність, віртуальна реальність, доповнена реальність, е-підручники, віртуальний і доповнений метавесвіт.

Автори дослідження переконані, що застосування електронних підручників з засобами AR в освітньому процесі ЗВО позитивно впливають на емоційно-вольову сферу здобувачів освіти, підвищують мотивацію до пізнання нового, активізують інтерес студентів до вивчення нових тем, розвивають емоційний інтелект і творче мислення, сприяють якісним змінам в організації освітнього процесу.

У статті описується збільшення (доповнення) візуальних можливостей електронних (цифрових) підручників шляхом використання інтерактивних об'єктів доповненої реальності, що впливає на якість формування готовності майбутніх педагогів до використання та впровадження технологій та засобів





AR. Досліджується також сприйняття студентами новітніх технологій та їх вплив на процес засвоєння знань. Досліджено програмне забезпечення для створення та використання освітнього контенту в електронних підручниках з елементами доповненої реальності для підготовки здобувачів вищої освіти за спеціальністю 015 Професійна освіта.

**Ключові слова:** Засоби доповненого навчання; е-підручники, освітній процес; технології AR, цифрові технології, віртуальна реальність, ІКТ.

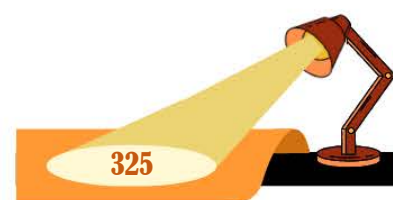
**Angelov Yaroslav Serhiyovych** Graduate student, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynsky State Pedagogical University, Vinnytsia, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0001-5782-5546>

## USE OF AUGMENTED REALITY TECHNOLOGIES IN VOCATIONAL EDUCATION IN THE CREATION OF ELECTRONIC TEXTBOOKS

**Abstract.** The article presents the author's perspective on the potential use of augmented reality (AR) tools in electronic textbooks based on the analysis of research by domestic and foreign scholars who consider AR as a modern educational tool. The paper highlights challenges in implementing augmented reality tools in the educational process for teacher training in higher education institutions (HEIs), including the issue of enhancing motivation and learning effectiveness of education seekers through the use of AR applications on mobile devices, and the development of information culture through AR technology. The authors also outline the prospects for the use of augmented reality tools and electronic textbooks in the educational process of HEIs.

Throughout the research, the article characterizes key concepts essential for a clear understanding of the presented results: augmented reality, mixed reality, virtual reality, enhanced reality, e-textbooks, virtual and augmented metaverse. The authors of the study are convinced that the application of electronic textbooks with AR features in the educational process of HEIs positively influences the emotional-volitional sphere of education seekers, increases motivation for acquiring new knowledge, activates students' interest in learning new topics, develops emotional intelligence and creative thinking, and contributes to qualitative changes in the organization of the educational process.

The article describes the enhancement of visual capabilities of electronic (digital) textbooks through the use of interactive augmented reality objects, impacting the quality of preparing future educators for the use and implementation of AR technologies. The perception of modern technologies by students and their influence on the knowledge acquisition process are also explored. The study investigates software for creating and using educational content in electronic textbooks with augmented reality elements for the training of HEI students specializing in 015 Vocational Education.





**Keywords:** Augmented learning tools; e-textbooks; educational process; AR technologies; digital technologies; virtual reality; ICT.

**Постановка проблеми.** Актуальність впровадження технологій доповненої реальності за допомогою електронних підручників в освітній процес підготовки педагога й зокрема педагога професійного навчання полягає в тому, що використання настільки інноваційного засобу підвищує мотивацію здобувачів освіти щодо навчальних дисциплін та рівень засвоєння інформації, синтезуючи різні форми її сприйняття.

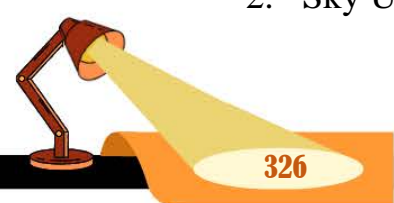
На сучасному етапі розвитку вищої освіти спостерігається тенденція до більш широкого використання цифрових технологій для навчання та підготовки здобувачів вищої освіти. При побудові освітнього процесу можуть використовуватись електронні книги, пізнавальні та дидактичні комп'ютерні ігри, вправи, віртуальні освітні подорожі, розвивальні відеоролики. Інноваційним засобом когнітивного розвитку здобувачів освіти є доповнена реальність (AR) - доповнення фізичного світу цифровими даними в реальному часі. Це технологія накладання віртуальної реальності на об'єкти фізичного світу. До таких продуктів належать ігри з додатками AR, ігри-подорожі, інтерактивні книжки, енциклопедії й художні книги українських і зарубіжних авторів у цифровій формі. Використання таких технологій у вищих навчальних закладах сприяє кращому навчанню через інтерактивність та презентацію в 3D, покращує пізнавальну активність, допомагає бути більш уважнішим, розвиває творче мислення і уяву. На нашу думку педагоги мають підтримувати та заохочувати пізнавальні інтереси студентів, для цього використовувати сучасні цифрові технології, готувати майбутнього педагога до використання додатків доповненої реальності в освітньому процесі різноманітних закладів освіти. Таким чином з'являється необхідність у формуванні готовності майбутніх вчителів у сфері використання технологій доповненої реальності в е-підручниках у професійній діяльності.

У нинішній посткарантинний та воєнний час проблема нашого дослідження спричинена відсутністю у вітчизняному освітньому просторі адаптованих навчальних матеріалів, підручників із застосуванням систем доповненої реальності для розробки інтерактивних навчальних матеріалів, що зумовило необхідність звернутись до зарубіжного досвіду – зокрема до відкритих онлайн-курсів з розробки засобів доповненої реальності, наприклад: Міні-курси (короткотривалі)

1. UdeMy: Unreal VR Dev: познайомтеся з VR із Unreal Engine на C++ (Співпрацює з МОН України та надає доступ до безкоштовних курсів)
2. Stepik: Технології віртуальної та доповненої реальності в освіті (Безкоштовний)

Швидкі (середньотривалі та довготривалі)

1. UdeMy: Архітектура VR (Безкоштовно)
2. Sky University – мистецтво нових медіа: AR/VR (Від 10 тис. грн).





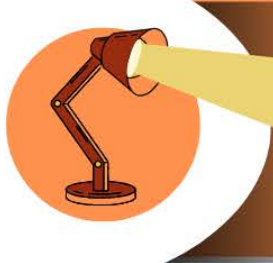
У процесі дослідження проблеми формування готовності майбутніх педагогів до використання електронних книг з технологіями доповненої реальності в освіті необхідно розв'язати такі завдання, як проаналізувати поточні тенденції та можливості використання технологій доповненої реальності у сучасних електронних підручниках та їх вплив на ефективність освітнього процесу; проаналізувати програми для розробки інструментів доповненої реальності, в тому числі в електронних книгах; розробити електронний підручник для підготовки майбутніх педагогів з використання доповненої реальності для впровадження в освітній процес.

В умовах над стрімкого розвитку науки, техніки й технологій значних перетворень зазнає і вся освітня система, як в Україні так і у світі. Використання в освітньому процесі сучасних девайсів та гаджетів, в тому числі й мобільних телефонів ставить перед педагогами завдання зацікавити «цифрове покоління» вивченням тієї чи іншої дисципліни, утримувати увагу, сформувати в них стійкий інтерес до здобуття знань, є основним засобом реалізації змісту освіти. Особливої уваги заслуговує питання змісту, структури, наповнення, відповідності навчального матеріалу чинним програмам та візуалізація поданої інформації. В нашому дослідженні ми зупинимо увагу на використанні технології доповненої реальності в е-підручниках з метою візуалізації навчальної інформації. Саме візуалізація навчальної інформації, на думку Л. Білоусової, Н. Житеньова, з якими ми погоджуємося, зумовлена необхідністю врахування когнітивних особливостей сучасного покоління, потребою ємного подання навчального матеріалу у зручному для сприйняття, розуміння, засвоєння, запам'ятовування форматі [17, с. 42].

Доповнена реальність постає як абсолютно нова інтерактивна технологія, яка дозволяє поєднувати комп'ютерну графіку, відео, аудіо або текстову інформацію на об'єкти реального часу. На відміну від віртуальної реальності, AR-інтерфейси дозволяють користувачам бачити в реальному світі впроваджені віртуальні об'єкти і маніпулювати ними в реальному часі [2, с. 30].



Рис. 1. Віртуальна та доповнена реальність[16]



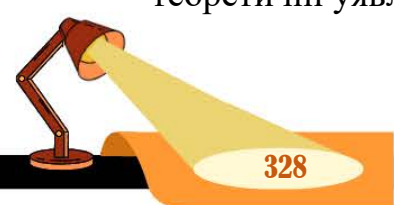
В умовах стрімкого технологічного розвитку, підготовка майбутніх педагогів набуває нових викликів. Одним із ключових аспектів стає використання ефективних засобів, таких як електронні підручники, особливо в контексті розширених можливостей технологій доповненої реальності (AR).

Оскільки проблема застосування електронних підручників з технологіями AR є актуальною, але не має належного висвітлення, вважаємо доцільним запропонувати розробку організації професійної підготовки майбутніх педагогів та відповідного методичного забезпечення, з використанням технологій доповненої реальності на прикладі електронного підручника розробленого нами згідно освітньої програми по дисципліні «Апаратні засоби» для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 015 Професійна освіта (Цифрові технології).

**Аналіз попередніх досліджень.** Нині питання використання е-підручників з доповненою реальністю у підготовці педагога привернуло увагу значної кількості зарубіжних і вітчизняних вчених. Низка науковців та експертів, що досліджують освіту загалом та педагогіку рекомендують застосовувати підходи, засновані на візуалізації та віртуалізації досліджень, які можуть підвищувати інтерес здобувачів освіти й допомагають їм залишатися мотивованими до навчання. Новітній цифровий контент, розроблений за допомогою доповненої реальності може стати основою для реалізації такого підходу.

Вагомий внесок у дослідженні технології доповненої реальності в навчально-освітньому процесі закладах вищої освіти аналізують у своїй праці «Інструменти доповненої реальності у навчанні фізики у закладах вищої технічної освіти» вітчизняні науковці В. Биков, Т. Грунтова, Ю. Єчкало, С. Семеріков, А. Стрюк, А. Пікільник, О. Пінчук [1, с. 51] і стверджують, що впровадження таких технологій підвищує її ефективність освітнього процесу, сприяє розвитку пізнавальної діяльності, покращує якість засвоєння знань, підсилює інтерес до навчання. Професор О. Малихін окреслив питання пошуку педагогічних засобів і форматів візуалізації навчальної інформації у зв'язку з великою кількістю візуальної інформації та складністю запитів на результати сучасної освіти в інформаційному суспільстві. [3, с. 54]. Група дослідників Криворізького державного педагогічного університету В. Трон, І. Тополова, О. Мерзликін [4, с. 59] стверджують, що використання цифрових технологій є необхідним для ефективного навчання сучасних студентів, які мають специфічні освітні потреби, а саме: використання мобільних додатків, організація співпраці, виконання інтерактивних вправ та візуалізація змісту.

Старший науковий співробітник Інституту Цифровізації освіти НАПН України О. Соколюк зазначає, що сучасною проблемою єдиної методології є відсутність: технології доповненої реальності розвиваються настільки стрімко, що дослідження в галузі педагогіки та освіти не встигають розробити теоретичні уявлення чи надати системну методологію [5, с. 51].





Дослідники В. Соловйов, І. Мінтій констатують, що серед проблем, які виникають із впровадженням доповненої реальності в освіту, насамперед є дефіцит спеціалістів з підготовки навчальних матеріалів та неузгоджені дії бізнесу та освіти у цьому напрямку [7, с. 192].

Активні пошуки в цьому напрямку ведуть і зарубіжні вчені, такі як Muzaffer Ozdemir, Cavus Sahin, Serdar Arcagok, M. Kaan Demir, що досліджують можливості, сучасний стан та проблеми використання доповненої реальності в освіті [8, с. 43]. Наукові погляди на розвиток доповненої реальності виконували Yuen, S., Yaouneyong, G., & Johnson, E. [9, с. 125].

З огляду на швидкий розвиток методів використання засобів доповненої реальності в підручниках у навчальних закладах ці питання ще потребують додаткового дослідження, уточнення підходів, моделей використання, можливих шляхів реалізації, зокрема у вищих навчальних закладах України.

Дослідження вітчизняних та зарубіжних вчених показують, що новітні технології створення освітнього контенту з використанням AR/VR мають великий потенціал для підвищення ефективності організації освітнього процесу.

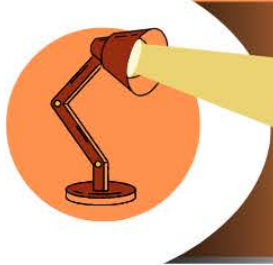
**Мета статті.** Описати та дослідити можливості застосування технології AR на прикладі електронного підручника «Апаратні засоби» для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 015 Професійна освіта за спеціалізаціями.

**Виклад основного матеріалу.** Нині цифровізація освітніх процесів відчутно прискорилась, особливо завдяки зростаючим можливостям мобільності та доступу до інтернет-пристроїв. Використання мобільних Інтернет-пристроїв розширює кордони традиційного освітнього середовища вищих навчальних закладів до мобільно-орієнтованої – відкритої педагогічної системи, в яку входить психолого-педагогічні умови, мобільні інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) та інструменти навчання, дослідження та управління, забезпечує співробітництво, взаємодію, розвиток особистості здобувачів освіти у процесі розв'язання навчальних і наукових проблем. Мобільні Інтернет-пристрої реалізують концепцію мобільного навчання – навчання, яке не залежить від часу та місця. Одним із способів підвищення ефективності мобільно-орієнтованого навчання є використання технології доповненої реальності, яка дозволяє поєднувати реальні та віртуальні засоби навчання з мобільними Інтернет-пристроями.

Київські науковці Наталія Маятіна та Наталія Ханикіна пропонують у своїх наукових працях визначення доповненої реальності (AR – augmented reality), як технологія, яка точно накладає комп'ютерні віртуальні зображення на фізичні об'єкти в реальному часі [6, с. 245].

Доцент кафедри обчислювальної техніки Вінницького технічного коледжу Цирульник Сергій стверджує, що доповнена реальність – це доповнення фізичного світу за допомогою цифрових даних в режимі





реального часу. AR використовує середовище навколо нас та накладає на нього певну частинку віртуальної інформації, наприклад, графіку, звуки та реакцію на дотики [9, с. 356].

У результаті дефінітивного аналізу поняття «доповнена реальність» хочемо дати власний варіант визначення доповненої реальності :

Доповнена реальність (AR) - технологія, яка точно накладає комп'ютерні віртуальні зображення на фізичні об'єкти в реальному часі, доповнюючи фізичний світ цифровими даними в режимі реального часу. AR використовує оточення навколо нас та накладає на нього певну частинку віртуальної інформації, таку як графіка, звуки та реакція на дотики.

Поняття розширена реальність(англ. extended reality, XR)активно просувається виробниками обладнання і програмного забезпечення з часів появи систем для підтримування як віртуальної, так і доповненої реальності. Сполучення «розширена реальність» стало зручним універсальним терміном для позначення продуктів обох видів.

Термін змішана реальність(англ. mixed reality, MR)набув поширення у 2016 р. завдяки компанії Microsoft, що використала його у маркетинговій кампанії розумних окулярів HoloLens. Такий дискурс викликав деяку плутанину, оскільки, змішана реальність вживалась, по суті, як синонім доповненої реальності.

У наукових джерелах все частіше зустрічається термін метавсесвіт (англ. metaverse), що визначається контекстом і найчастіше описує стійкий, захоплюючий змодельований світ, в який занурені і який переживають від першої особи одночасно великі групи користувачів, поділяючи сильне відчуття взаємної присутності. Він може бути повністю віртуальним і автономним (віртуальний метавсесвіт) або може існувати у вигляді нашарування віртуального контенту на реальний світ (доповнений метавсесвіт). Як приклад можемо навести "Meta" від Facebook, метавсесвіт "Steam", як платформа для ігор та навчання, метавсесвіт у гральній індустрії " The Sims".

Доповнена реальність в ігровій діяльності. Аналіз останніх науково-педагогічних праць свідчить, що вплив сучасної ігрової діяльності на процес формування освітнього процесу активно досліджується психологами та педагогами. Сучасні розробники різноманітних гаджетів та ігрових програм пильніше звертають увагу на аудиторію здобувачів освіти, з'являються нові пропозиції з технологією доповненої реальності в ігрових додатках. Вони набувають більш якісного візуалу та ускладнених завдань. Використовуючи технології AR, звичайні ігри перетворюються у надсучасні високотехнологічні девайси, які без особливих проблем опановують учасники освітнього процесу.

Одним з поширених та сучасних підходів, де поєднується науки, інженерії та математика є STEM освіта. Згадані вище метавсесвіти побудовані саме на таких науках технологій, інженерії та математики. Дослідження





упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти, яке описали автори Н. І. Поліхун, К. Г. Постова, І. А. Сліпучіна, Г. В. Онопченко, О. В. Онопченко у своїх методичних рекомендаціях, надає додаткові докази про те, як технологія доповненої реальності ефективно впливає на ігрову діяльність. Нові підходи до використання Minecraft для STEM-освіти та навчання програмування підкреслюють значущість інтеграції AR-технологій в ігрові додатки. Це дає змогу перетворити звичайні ігрові сценарії на інтерактивні й освітньо збагачені простори, що сприяють збільшенню зацікавленості та ефективності навчального процесу [10 с. 45].

Також у своїх науковій роботі «STEAM-ОСВІТА ЯК ПРИКЛАД ВЗАЄМОДІЇ НАУКИ І МИСТЕЦТВА» педагоги В.М. Бойчук, О.Ю. Бойчук, В.О. Уманець розглядають ітераційний процес створення наукового продукту та художнього образу, який визначає їх спільні ознаки та є необхідною основою для реалізації концепції STEAM-освіти [19, с. 14].

Розширення візуальних можливостей електронних (цифрових) підручників шляхом використання інтерактивних об'єктів доповненої реальності розвиває в учасників освітнього процесу навички навчання протягом життя (life-long learning).

Результати аналізу сутності технології доповненої реальності та змісту в електронних підручниках дозволяють нам стверджувати, що для якісного впровадження технологій доповненої реальності в електронних підручниках ми можемо використати таке програмне забезпечення для проектування інструментів доповненої реальності для навчальних цілей:

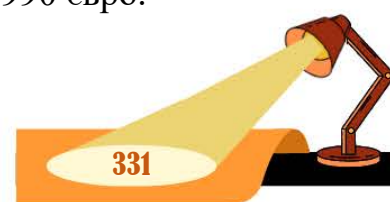
Для розробки інструментів доповненої реальності, в тому числі в електронних книгах, існує багато програмного забезпечення, найпопулярніші з яких наведено нижче.

Wikitude SDK - основний продукт однойменної компанії з 2008 року [11]. SDK включає в себе розпізнавання та відстеження зображень, візуалізацію 3D-моделей, накладання відео, геоінформаційні послуги. У 2017 році Wikitude запустила технологію SLAM (Simultaneous Localization And Mapping), яка дозволяє розпізнавати та відстежувати об'єкти, в тому числі без маркера. Для доповненої реальності на основі місцезнаходження положення об'єктів на екрані мобільного пристрою обчислюється за допомогою геолокації користувача (через GPS або WiFi), напряму, в якому користувач рухається (за допомогою компаса) і швидкості (за допомогою акселерометра).

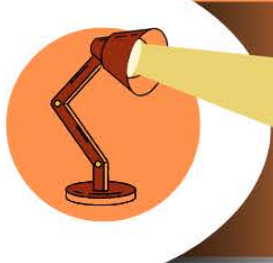
Кросплатформний SDK доступний для операційних систем Android, iOS і Windows, а також оптимізований для декількох окулярів доповненої реальності (Epson Moverio, ODG R-7, Vuzix M100).

Підтримувані інструменти розробки: JavaScript API, Native API, Unity3D, Xamarin, Titanium.

Некомерційна версія SDK наносить на зображення водяний знак - у всьому іншому це еквівалентно комерційній версії вартістю 1990 євро.







ARKit [12] — відносно новий інструмент від Apple. SDK від Apple використовує апаратне забезпечення iPhone / iPad, датчики руху та камеру доповненої реальності.

Підтримує платформи: iOS.

ARKit підтримує двовимірне розпізнавання зображень (тригери доповненої реальності за допомогою плакатів, знаків, зображень) і двовимірне відстеження зображень, тобто можливість вбудовування об'єктів доповненої реальності. SDK дозволяє розробляти програми, що розпізнають об'єкти у простопі та тривимірні об'єкти, а також розміщують віртуальні об'єкти в реальному просторі. Поточна версія ARKit 2 дає можливість розробляти багатокористувацькі ігри з доповненою реальністю.

ARKit вільно поширюється для некомерційного використання.

ARCore [13] — це новий інструмент від Google, своєрідна відповідь на ARKit.

Платформи, що підтримуються: iOS 11 і вище, Android 7.0 і вище. ARCore має три основні функції для поєднання віртуального та реального світів:

- відстеження руху
- відстежувати положення телефону щодо навколишнього середовища;
- оцінка освітлення дозволяє телефону оцінити фактичні умови освітлення.
- «розуміння довкілля» дозволяє телефону визначати розміри та розташування горизонтальних поверхонь;

ARCore вільно поширюється.

Vuforia [14] є однією з найпопулярніших платформ розробки доповненої реальності. SDK реалізує такі функціональні можливості: розпізнавання різних типів візуальних об'єктів (циліндр, коробка, площина), розпізнавання тексту та середовища, VuMark (поєднання зображення та QR-коду).

З допомогою Vuforia Object Scanner ви можете сканувати та створювати об'єкти-маркери. Процес розпізнавання може бути реалізований за допомогою бази даних (локального або хмарного сховища).

Реєстрація зображень дозволяє розробникам знаходити та націлювати віртуальні об'єкти, як медіаконтент та 3D-моделі, по відношенню до зображень реального світу під час перегляду через мобільні камери. Віртуальний об'єкт орієнтований на реальне зображення так, щоб точка зору спостерігача була пов'язана з ними так само, щоб досягти головного ефекту – відчуття, що віртуальний об'єкт є частиною реального світу.

Vuforia підтримує різноманітні типи 2D та 3D маркерів, включаючи немарковані цілі зображення, тривимірні мультицілі та контрольні показники, які виділяють об'єкти в сцені для розпізнавання. Додаткові функції включають виявлення перешкод за допомогою так званих «віртуальних кнопок»,





виявлення цілей і можливість програмного створення та переналаштування цілі в кодї, що самозмінюється.

Підтримувані платформи: Android, UWP, iOS, Unity Editor.

Vuforia надає інтерфейси програмування на Java, C++, Objective-C і .NET завдяки інтеграції з ігровим движком Unity. Програми, що створені платформою Vuforia, сумісні з широким спектром пристроїв, включаючи iPhone, iPad, Android версії 2.2 і процесором, починаючи з архітектури ARM v6.

Усі плагіни та функції платформи безкоштовні, але містять водяні знаки Vuforia. Обмеження поширюються лише на кількість об'єктів VuMark та розпізнавання в хмарі. Платні версії без водяних знаків коштують від 99 доларів у місяць.

Vizbl - це платформа, яка надає можливість будь-якому користувачеві завантажити власну 3D-модель та переглянути її у доповненій реальності.

Платформа включає в себе:

Веб-інтерфейс [business.vizbl.us](http://business.vizbl.us)

Цей інтерфейс дозволяє завантажувати 3D-моделі через веб-інтерфейс. Крім того, він забезпечує можливість управління списком об'єктів, отримання посилань для перегляду об'єктів у доповненій реальності. Ці посилання можна поділитися або розмістити на веб-сайті, у портфоліо або інтернет-магазині.

Додатки Vizbl

Додаток для iOS та Android. Дозволяє переглядати ваш об'єкт, який ви завантажили, або об'єкти інших користувачів у режимі доповненої реальності. У режимі доповненої реальності можна:

- Розміщувати об'єкти на підлозі, підвішувати на стелі або стіні.
- Розміщувати кілька об'єктів одночасно.
- Змінювати зовнішній вигляд об'єкта в реальному часі (якщо завантажено кілька наборів матеріалів).

Інші безкоштовні інструменти розробки доповненої реальності включають ArUco, JavaCV, A-Frame, ApertusVR, ATOMIC Authoring Tool, Goblin XNA, GRATF, DroidAR, mixare, PTAM, GeoAR, BeyondAR, Mangan, серед комерційних - 8th Wall, Lay SDK, Scangine, Catchoom CraftAR AR SDK [15].

Широкий спектр інструментів для дизайну доповненої реальності дозволяє вам вільно комбінувати їх як плагіни до Unity, багатоплатформного інструменту для розробки 2D- та 3D-додатків, що працюють на macOS X, Windows, та Linux.

Програми на основі Unity працюють на Microsoft Windows, macOS, Linux, Xbox One, Wii, Wii U, PlayStation 3, PlayStation 4, Vita, iOS, Android, WebGL, TvOS Facebook і Nintendo Switch.

Широкий вибір інструментів дозволяє використовувати різні технології для розробки доповненої реальності в електронних підручниках. Замість того, щоб витрачати час на вивчення нового програмного забезпечення, нами було





розроблено легку покрокову інструкцію на основі безплатного інструменту Vizbl. Це дозволить здобувачам освіти легко отримати доступ до захоплюючих 3D моделей та зробить вашу освіту більш ефективною і захопливою.

Один з ефективних способів впровадження доповненої реальності в освітній процес - використання QR-кодів. QR-коди (Quick Response) - це двовимірний штрих-код, який здатний зберігати велику кількість інформації, таку як текст, посилання, або інші дані. Вони використовуються для швидкого доступу до веб-сторінок, додатків, аудіо- або відео-матеріалів, які містять додаткову інформацію або інтерактивні елементи.

Для генерації QR-кодів доступні безкоштовні програми, такі як QR Code Generator, QR Code Monkey, Unitag QR Code Generator, які забезпечують простий та зручний спосіб створення QR-кодів для різних цілей, включаючи навчальні матеріали, інтерактивні завдання, аудіо- або відео-контент тощо.

Отже, для того, щоб вставити QR-код у ваш електронний підручник, який буде посилатися на 3D об'єкт, можете виконати ось такі легкі кроки:

1. Відкрийте програму Vizbl (можна безкоштовно завантажити з Play Market або перейти за посиланням <https://business.vizbl.us/> та авторизуйтеся у своєму обліковому записі.
2. Створіть новий проект та завантажте файл з вашою 3D моделлю, який був завантажений в Інтернеті.
3. Оберіть опцію для створення QR-коду або посилання, що можна вставити в електронний документ.

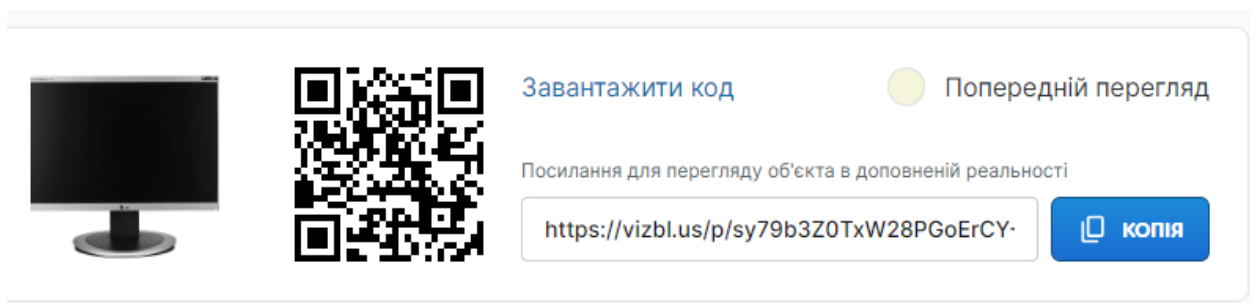


Рис. 2. Генерація QR-коду та посилання в програмі Vizbl

4. Вставте згенерований QR-код або посилання на відповідне місце у вашому електронному підручнику.

5. Переконайтеся, що здобувачі освіти мають доступ до пристроїв для сканування QR-кодів, таких як смартфони або планшети.

6. Запросіть здобувачів сканувати QR-код за допомогою програми для сканування QR-кодів на їхніх пристроях.

7. Переконайтеся, що програмне забезпечення може відобразити 3D модель на екрані після успішного сканування.





Ця спрощена інструкція допоможе вам легко вставити QR-код у ваш електронний підручник за допомогою програми Vizbl, щоб забезпечити доступ до доповненої реальності з використанням камери телефону.

Ми також скористались вищезгаданою послідовністю кроків для створення електронного підручника з елементами доповненої реальності, який призначений для спеціальності 015 "Професійна освіта". Цей продукт дозволяє студентам глибше зануритися у вивчення окремих компонентів комп'ютера, оскільки він надає можливість переглянути їх 3D-модель на екрані з різних ракурсів.

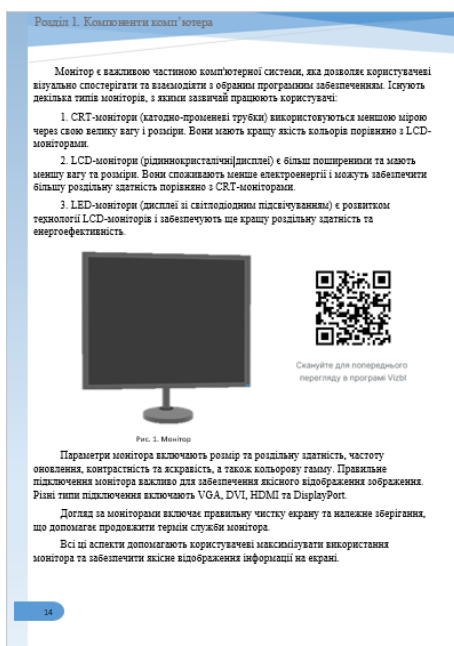


Рис. 3. Фрагмент лекції з електронного підручника «Апаратні засоби»

**Висновки.** Отже доцільність використання технологій доповненої реальності в електронних підручниках дає змогу вирішити завдання та результати, узагальнення яких дає можливість зробити висновки, що існує багато SDK для розробки інструментів доповненої реальності, провідними є Wikitude, ARKit, ARCore, Vuforia, DeepAR, Easy AR, Xzimg, Vizbl, ARtoolKit, які є безкоштовними для некомерційного використання. Можемо зазначити, що дороговартісного обладнання не потрібно, достатньо використовувати смартфони або планшети з безкоштовно встановленими програмами.

#### Література:

1. Грунтова, Т., Єчкало, Ю., Стрюк, А., Пікільняк, А. Інструменти доповненої реальності у навчанні фізики у закладах вищої технічної освіти. Педагогіка вищої та середньої школи, 2018. No51. С. 47-57. <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3655> (in Ukrainian)
2. А. Стрюк, (2018) Designing of augmented reality learning objects Transactions. Georgian Technical University. Automated control systems, 2 (26). pp. 127-134. ISSN 1512-3979. (in English)

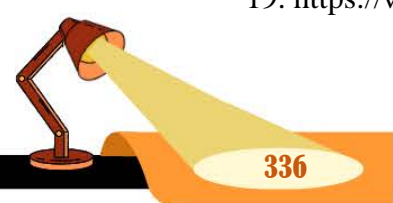




3. Малихін, О. ., & Ліпчевська, . І. . (2023). Візуалізація навчальної інформації як складова професійної підготовки майбутнього вчителя початкової школи. *Український Педагогічний журнал*, (4), 59–66. (in Ukrainian)
4. Мерзликін, О., Тополова, І., Тронь, В. Розвиток ключових компетентностей засобами доповненої реальності на уроках CLIL. *Освітній вимір*, 2018. No51. С.58-73. <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3656> (in Ukrainian)
5. Соколюк О. М. Інформаційно-освітнє середовище навчання в умовах трансформації освіти. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2016. Вип. 12(III). С.48-55. (in Ukrainian)
6. Маятіна Н., Ханикіна Н. Віртуальна та доповнена реальність у сучасному освітньому процесі. *Актуальні питання гуманітарних наук*. Вип 36, том 2, 2021 С. 241-247 (in Ukrainian)
7. Мінтій, І., & Соловійов, В. Доповнена реальність: український сучасний бізнес та освіта майбутнього. *Освітній вимір*, 2018. Вип. 51, С. 290-296. (in Ukrainian)
8. Muzaffer Ozdemir, Cavus Sahin, Serdar Arcagok, M. Kaan Demir. The Effect of Augmented Reality Applications in the Learning Process: A Meta-Analysis Study, *Eurasian Journal of Educational Research* Volume 74, Number 1, 2018 (in English)
9. Tsygulnyk, S. (2019). ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ У ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ. *Електронне наукове фахове видання "ВІДКРИТЕ ОСВІТНЄ Е-СЕРЕДОВИЩЕ СУЧАСНОГО УНІВЕРСИТЕТУ"*, 355–362. (in Ukrainian)
10. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів: методичні рекомендації / Н. І. Поліхун, К. Г. Постова, І. А. Сліпухіна, Г. В. Онопченко, О. В. Онопченко. – Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. – 80 с. (in Ukrainian)
11. Wikitude Augmented Reality: the World's Leading Cross-Platform AR SDK. <https://www.wikitude.com> (2018). Accessed 17 Aug 2018 (in English)
12. ARKit - Apple Developer. <https://developer.apple.com/arkit> (2018). Accessed 25 Oct 2018 (in English)
13. ARCore - Google Developer | ARCore | Google Developers. <https://developers.google.com/ar> (2018). Accessed 25 Oct 2018 (in English)
14. Vuforia | Augmented Reality for the Industrial Enterprise. <https://www.vuforia.com> (2018). Accessed 17 Aug 2018 (in English)
15. Herpich, F., Guarese, R.L.M, Tarouco, L.M.R.: A Comparative Analysis of Augmented Reality Frameworks Aimed at the Development of Educational Applications. *Creative Education*. 8(9), 1433–1451 (2017). doi:10.4236/ce.2017.89101 (in English)
16. L. I. Bilousova і N. V. Zhytyenyova, «ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ», *ІТЗН*, вип. 57, вип. 1, с. 38–49, Лют 2017. (in Ukrainian)
17. Yuen, S., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. Augmented Reality: An Overview and Fi Directions for AR in Education. *Educational Technology Development and Exchange*, 2011. Vol.4. Pp. 119-140. (in English)
18. Бойчук, В. М., Бойчук, О. Ю., & Уманець, В. О. STEAM-ОСВІТА ЯК ПРИКЛАД ВЗАЄМОДІЇ НАУКИ І МИСТЕЦТВА. *ЮП Беженарь (отв. ред.)*, 12. (in Ukrainian)

#### ІНТЕРНЕТ ДЖЕРЕЛА ТА РЕСУРСИ

19. <https://www.xmreality.com/blog/augmented-reality-vs-virtual-reality>





**References:**

1. Gruntova, T., Yechkalo, Yu., Stryuk, A., Pikilniak, A. Tools of augmented reality in teaching physics in institutions of higher technical education. Higher and secondary school pedagogy, 2018. No. 51. P. 47-57. <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3655> (in Ukrainian)
2. A. Stryuk, (2018) Designing of augmented reality learning objects Transactions. Georgian Technical University. Automated control systems, 2 (26). pp. 127-134. ISSN 1512-3979. (in English)
3. Malikhin, O. ., & Lipchevska, . I. (2023). Visualization of educational information as a component of professional training of the future primary school teacher. Ukrainian Pedagogical Journal, (4), 59–66. (in Ukrainian)
4. Merzlykin, O., Topolova, I., Tron, V. Development of key competencies by means of augmented reality in CLIL lessons. Educational dimension, 2018. No. 51. P.58-73. <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3656> (in Ukrainian)
5. Sokolyuk O. M. Information and educational learning environment in the conditions of educational transformation. Scientific notes. Series: Problems of the methodology of physical, mathematical and technological education. 2016. Issue 12(III). P. 48-55. (in Ukrainian)
6. Mayatina N., Khanikina N. Virtual and augmented reality in the modern educational process. Current issues of humanitarian sciences. Issue 36, Volume 2, 2021 P. 241-247 (in Ukrainian)
7. Mintii, I., & Solovyov, V. Augmented reality: Ukrainian modern business and education of the future. Educational dimension, 2018. Vol. 51, pp. 290-296. (in Ukrainian)
8. Muzaffer Ozdemir, Cavus Sahin, Serdar Arcagok, M. Kaan Demir. The Effect of Augmented Reality Applications in the Learning Process: A Meta-Analysis Study, Eurasian Journal of Educational Research Volume 74, Number 1, 2018 (in English)
9. Tsyurulnyk, S. (2019). APPLICATION OF AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY IN THE PROCESS OF TRAINING OF RADIO ELECTRONICS SPECIALISTS. Electronic scientific publication "OPEN EDUCATIONAL E-ENVIRONMENT OF MODERN UNIVERSITY", 355–362. (in Ukrainian)
10. Implementation of STEM education in conditions of integration of formal and informal education of gifted students: methodological recommendations / N. I. Polihun, K. G. Postova, I. A. Slipukhina, G. V. Onopchenko, O. V. Onopchenko. – Kyiv: Institute of the Gifted Child of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2019. – 80 p. (in Ukrainian)
11. Wikitude Augmented Reality: the World's Leading Cross-Platform AR SDK. <https://www.wikipedia.com> (2018). Accessed 17 Aug 2018 (in English)
12. ARKit - Apple Developer. <https://developer.apple.com/arkit> (2018). Accessed 25 Oct 2018 (in English)
13. ARCore - Google Developer | ARCore | Google Developers. <https://developers.google.com/ar> (2018). Accessed 25 Oct 2018 (in English)
14. Vuforia | Augmented Reality for the Industrial Enterprise. <https://www.vuforia.com> (2018). Accessed 17 Aug 2018 (in English)
15. Herpich, F., Guarese, R.L.M, Tarouco, L.M.R.: A Comparative Analysis of Augmented Reality Frameworks Aimed at the Development of Educational Applications. Creative Education. 8(9), 1433–1451 (2017). doi:10.4236/ce.2017.89101 (in English)
16. L. I. Bilousova and N. V. Zhytyenyova, "A FUNCTIONAL APPROACH TO THE USE OF VISUALIZATION TECHNOLOGIES FOR THE INTENSIFICATION OF THE EDUCATIONAL PROCESS", ITZN, vol. 57, issue 1, p. 38–49, February 2017. (in Ukrainian)
17. Yuen, S., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. Augmented Reality: An Overview and Future Directions for AR in Education. Educational Technology Development and Exchange, 2011. Vol.4. pp. 119-140. (in English)
18. Boychuk, V. M., Boychuk, O. Yu., & Umanets, V. O. STEAM EDUCATION AS AN EXAMPLE OF THE INTERACTION OF SCIENCE AND ART. YuP Bezhenary (open editor), 12. (in Ukrainian)

