

Шкуренко Олександра Вікторівна¹

кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри початкової освіти
Київський столичний університет імені Бориса Грінченка

Савюк Юлія Федорівна

студентка

Київський столичний університет імені Бориса Грінченка

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ (AR) В ПОЧАТКОВІЙ ОСВІТІ

Анотація. У статті авторами висвітлено найпоширеніші різновиди технології доповненої реальності (деталізація контенту за допомогою мобільного додатку, відтворення контенту за допомогою QR-кодів, відтворення контенту за допомогою маркерів, відтворення контенту за допомогою MERGE Cub). Описано методичні та технічні аспекти використання технологій доповненої реальності у навчальному процесі початкової школи, а також сформульовано підбірку відповідних платформ і додатків, які доступні для вчителів. Також авторами представлено методичний посібник для вчителів початкової школи, розроблений на основі проведеного онлайн-опитування педагогів. Він містить теоретичні та практичні рекомендації щодо використання AR-технологій у навчальному процесі, детальний аналіз платформ і додатків, а також покроковий алгоритм встановлення та використання деяких з них.

Ключові слова: інформаційно-комунікаційні технології, імерсивні технології, доповнена реальність, AR, початкова освіта.

Oleksandra Shkurenko

Candidate of Pedagogical Sciences,
Senior Lecturer at the Department of Primary Education
Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University

Yuliia Saviuk

Student

Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University

FEATURES OF THE USE OF AUGMENTED REALITY (AR) TECHNOLOGIES IN PRIMARY EDUCATION

Summary. In the article, the authors determine the relevance and necessity of using augmented reality, and also characterize it as an effective visual tool in the work of primary school teachers. Modern Ukrainian and foreign scientists who study the problem of using AR technologies in the educational process are identified. They describe the history of the emergence of augmented reality, and also formulate a definition of this concept. Scientists describe the practical significance of AR technologies, aspects of improving perception, control groups of students educational material. In the conditions of constant development of information and communication technologies, not only AR applications appear, but also textbooks designed for the use of augmented reality in the educational process. The authors highlight the most common types of augmented reality technology (content detailing using a mobile application, content reproduction using QR codes, content reproduction using markers, content reproduction using MERGE Cub) and prescribe a detailed algorithm for working with them. The described algorithms can be used for the entire range of applications related to each of the AR technologies. The authors have compiled detailed tables, which reflect a selection of current platforms and applications for each of the varieties of AR, defined technical requirements, prescribed features and examples of use in lessons in primary school. The authors also present a methodological manual for primary school teachers, developed on the basis of an online survey. It contains theoretical, methodological and technical recommendations for the use of AR technologies in the educational process, a detailed analysis of platforms and applications, as well as a step-by-step algorithm for installing and using some of them. In their work, the authors have summarized and systematized scientific approaches to the use of augmented reality technologies in the educational process of primary school. The authors have developed all methodological materials taking into account the average software and technical state of the IT infrastructure of the educational institution, focusing on the requirements of the educational process of a secondary educational institution.

Keywords: information and communication technologies, immersive technologies, augmented reality, AR, primary education.

Постановка проблеми. Освітня галузь активно вивчає та впроваджує інноваційні форми та методи навчання здобувачів освіти, в основі яких лежать інформаційно-комунікативні технології. Серед них особливої уваги заслуговують імерсивні технології, які стали дієвим інструментом у навчанні. Вони сприяють

активнішому залученню учнів через створення інтерактивних навчальних середовищ, надають можливість персоналізувати навчання під індивідуальні потреби кожного учня, сприяють розвитку критичного мислення, креативності та навичок співпраці, допомагають легко пояснювати абстрактні поняття. Це полегшує розуміння

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2774-6294>

складних тем і робить навчання захоплюючим. Отже, використання імерсивних технологій у початковій школі значно підвищує якість освіти за рахунок глибшого залучення учнів, індивідуалізації навчання та покращення результатів.

Імерсивні технології вражають своєю різноманітністю, проте В. Колмакова [13], А. Дрокіна [11] підкреслюють, що саме доповнена реальність (AR) є перспективною та доступною для використання у навчальному процесі початкової школи, адже вона дає можливість здобувачам освіти зосередитися на ключових аспектах матеріалу, не відволікаючись на зайві елементи віртуального середовища, сприяє розширенню кругозору учнів, але й підвищує їхню зацікавленість у навчанні, стимулюючи активне опанування знань та формування необхідних компетентностей.

Незважаючи на широке використання AR-технологій та появи різноманітних освітніх продуктів, вони поки не достатньо інтегровані в освітній простір початкової освіти. Пояснюємо це сукупністю причин, однією з яких є недостатня кількість необхідного методичного матеріалу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Вивчення можливостей використання доповненої реальності в освітній галузі активно ведеться як зарубіжними, так і українськими науковцями. Так, вивчають Ву Х. К., Ву, С. Вен-Юй Лі, Сінг Йі Чанг, Джи Чон Лян феномен, сучасний стан, можливості та проблеми використання VR [3]. Е. Клопфер та К. Сквайр досліджують проблеми, пов'язані з проєктуванням платформи доповненої реальності для моделювання довкілля [2]. С. Юен, Г. Яюнеон та Е. Джонсон провели наукові огляди, що стосуються розвитку віртуальної та доповненої реальності [4]. К. Lee висвітлює використання AR у навчанні учнів [5]. Комунікативні аспекти застосування віртуальної та доповненої реальності вивчені у працях Yun Zhu, Hui Ye, та Shukun Tang [6].

Серед вітчизняних науковців, які досліджували проблему використання впровадження AR-технологій у навчальний процес початкової школи були Н. Гончарова (схарактеризовано технологію доповненої реальності в підручниках нового покоління) [10], С. Семеріков, С. Литвинова, О. Буров, С. Семеріков, Ю. Єчкало, К. Словацький (досліджують дидактичний потенціал імерсивних технологій) [14], О. Шкуренко, Р. Шпіца та С. Стецик (методичні особливості застосування імерсивних технологій під час підготовки вчителя початкової школи) [19], Л. Мідак, Л. Кравець, І. Куришин (застосування AR в процесі вивчення природничих дисциплін) [7], Л. Нежива, С. Паламар (використання AR-додатків на уроках літературного читання в початкових класах) [9], М. Швардак (особливості використання доповненої реальності у процесі вивчення різних освітніх галузей у початковій школі) [18], Г. Захарова (використання AR-технологій на уроках математики у початковій школі) [12].

Мета статті – проаналізувати особливості використання найпоширеніших різновидів AR-технологій у початковій школі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Історія виникнення технологій доповненої реальності (AR) бере свій початок у середині 20-го століття. Однак справжнє станов-

лення цієї концепції відбулося лише на початку 1990-х років. Поняття «доповнена реальність» вперше було введено в обіг американським інженером Т. Коделлом (T. Caudell) у 1990 році [1]. Одним з перших дослідників, який вніс поняття AR в освітній контекст, став П. Мілграм (P. Milgram) [8], який у 1994 році запропонував концепцію континууму віртуальності, де він розглядав можливість застосування AR у навчальному процесі. Проте ширше використання AR в освіті почалося лише після появи доступних мобільних пристроїв та програмного забезпечення, які дозволяли інтегрувати AR у навчальні програми.

Науковці різних часів підходили до визначення поняття «технології доповненої реальності» (AR) з різних точок зору, підкреслюючи різні її аспекти та можливості, але найточнішим є запропоноване М. Моклюком, А. Сільвейстром [15] технологія, що забезпечує природний спосіб подання цифрового контенту для сприйняття людськими органами чуття. Вона інтегрує цифровий контент безпосередньо у фізичне середовище, знижуючи навантаження на мозок, що дозволяє зменшити когнітивні зусилля і оптимізувати їх використання.

Сучасним напрямком використання AR у початковій школі є її інтеграція з адаптивними системами навчання, де технології доповненої реальності в реальному часі адаптуються до потреб і особливостей користувача. Це дозволяє глибше зануритися в освітній процес, вивчати нові матеріали, проводити експерименти і моделювати, враховуючи рівень знань, емоційний стан і досвід користувача. Застосування технологій доповненої реальності (AR) в початковій школі дозволяє зробити навчальний процес інтерактивним та цікавим для дітей, що значно підвищує їхню мотивацію до навчання.

У науковій літературі представлена велика кількість різновидів доповненої реальності, але запропонована Л. Паршуковою та С. Паршуківим [16] є достатньо точною (рис. 1).

Розглянемо детальніше кожен із цих різновидів.

Деталізація контенту з мобільного додатку (рис. 2) – базується на кроках побудови інтерактивного навчального матеріалу, що доповнює наявний теоретичний матеріал, додаючи до нього різні елементи медіа простору та ІКТ.

Приклади використання технології деталізації контенту:

- 1) на уроках «української мови та літератури», під час вивчення абетки, педагог використовує картки, на яких зображені об'єкти з віртуальними 3D моделями; використати інтерактивні AR-моделі під час складання перших слів, які допомагають учням асоціювати літери із об'єктами;
- 2) на уроках «Я досліджую світ» доцільно використовувати 3D-моделі для вивчення природних явищ, а на уроках інформатики досліджувати будову техніки (комп'ютери, механізми), що розвивають технічну грамотність;
- 3) на уроках математики для візуалізації геометричних фігур;
- 4) на уроках образотворчого мистецтва для створення віртуальних скульптур або картин;
- 5) на уроках музичного мистецтва для демонстрації віртуальних музичних інструментів, яких немає у школі, ознайомлення з їх будовою

- Деталізація контенту. Відтворення змісту підручника у 3D-форматі (наприклад, зображення).
- QR-код. Активізація коду дає можливість користувачеві ознайомитися з інформацією, якої немає в теоретичному матеріалі.
- Маркер. Забезпечує відтворення освітнього контенту через технічні засоби (мобільний пристрій, планшет тощо).
- MERGE Cub. Технологія, яка презентує освітній контент за допомогою додаткового інструмента – куба.

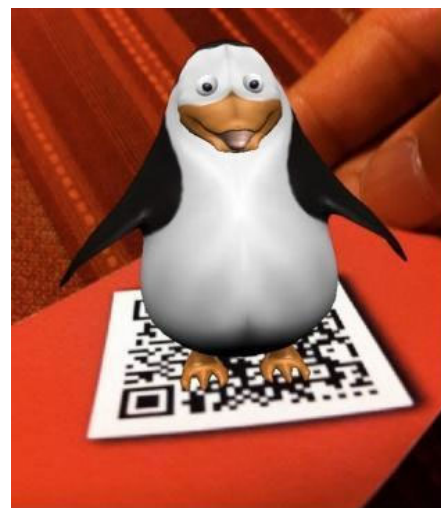
Рис. 1. Поширені технології доповненої реальності

Джерело: розроблено автором



Рис. 2. Деталізація контенту з мобільного додатку

Джерело: [21]



AR Code

Рис. 3. Відтворення контенту за допомогою QR-кодів

Джерело: [22]

та принципами роботи. Для організації віртуальних музичних квестів, виконуючи які учні вчитимуться розпізнавати звуки різних інструментів або повторювати ритмічні вправи.

У таблиці 1. пропонуємо опис основних додатків та платформ, а також особливості їх застосування.

Відтворення контенту за допомогою QR-кодів є популярним і доступним способом інтеграції сучасних технологій у навчальний процес початкової школи. За їх допомогою можна швидко активувати віртуальний контент (3D-моделі, відео, анімації) та зацікавити учнів на уроці (рис. 3).

Приклади використання технології відтворення контенту за допомогою QR-кодів на уроках:

1) на уроках української мови та літературного читання – створювати з учнями інтерактивні історії з AR-анімаціями;

2) на уроках «Я досліджую світ» – використати AR-візуалізації рослин чи тварин, екосистем та середовищ їх існування;

3) на уроках математики для візуалізації математичних концепцій через 3D-об'єкти, демонструвати геометричні форми;

4) на уроках образотворчого мистецтва – створення віртуальних галерей дитячих малюнків, AR-об'єкти для вивчення форм та текстур;

5) на уроках музичного мистецтва – створення інтерактивних аудіо-візуальних проєктів, ознайомлення дітей з різноманітними музичними інструментами;

Ця технологія дозволяє легко інтегрувати доповнену реальність у повсякденні уроки, допомагає вчителям урізноманітнити методи подання інформації та полегшити засвоєння складних тем. Дані додатки найпростіший спосіб застосування AR технологій, так як мають дуже низькі технічні вимоги (табл. 2).

Відтворення контенту за допомогою маркерів є ефективним способом залучення учнів до інтерактивного навчання. За допомогою маркерів (зображень або QR-кодів) учні вивчають на-

Додатки та платформи для деталізації контенту з мобільного додатку

Додаток та вартість	Опис додатку	Платформа та технічні вимоги	Особливості застосування	Приклад застосування
Quiver Vision та Assemblr (безкоштовний)	Це додаток, який перетворює розмальовані учнями зображення на інтерактивні 3D-моделі, які можна переглядати через смартфон або планшет.	Платформа: Мобільний додаток (iOS, Android). Технічні вимоги: ОС: iOS 10.0 або новіше / Android 5.0 або новіше. Процесор: Не нижче A9 (iPhone 6s або новіший) / Qualcomm Snapdragon 450 або еквівалентний. ОЗП: Мінімум 2 ГБ. Камера: 5 МП або вище.	Заохочує поєднання традиційного малювання і цифрового навчання, інтерактивні 3D-моделі підвищують інтерес до творчих завдань.	Предмет: Мистецтво Тема: Творчі завдання (розфарбовування тварин, предметів).
Google Expeditions (безкоштовний)	Дозволяє учням здійснювати віртуальні подорожі по всьому світу та досліджувати визначні місця через доповнену реальність.	Платформа: Мобільний додаток (iOS, Android). Технічні вимоги: ОС: iOS 11.0 або новіше / Android 8.0 або новіше. Процесор: A10 (iPhone 7) або новіший / Qualcomm Snapdragon 625 або еквівалентний. ОЗП: Мінімум 3 ГБ. Камера: 8 МП або вище, підтримка ARCore/ ARKit.	Підходить для групових віртуальних подорожей під керівництвом вчителя, інтеграція AR дозволяє «відвідувати» різні куточки світу.	Предмет: ЯДС Тема: Вивчення локацій по всьому світу (архітектура, природні чудеса).
ARLOOPA (безкоштовний)	Додаток для створення та перегляду 3D-контенту у доповненій реальності. Додаток дозволяє взаємодіяти з віртуальними тваринами, об'єктами та персонажами через камеру мобільного пристрою.	Платформа: Мобільний додаток (iOS, Android). Технічні вимоги: ОС: iOS 11.0 або новіше / Android 7.0 або новіше. ОЗП: Мінімум 3 ГБ. Процесор: A9 (iPhone 6s) або новіший / Qualcomm Snapdragon 625 або еквівалентний.	Легко інтегрується у навчальний процес, робить заняття більш інтерактивними та цікавими.	Предмет: ЯДС. Тема: Вивчення тварин і природних явищ. Як використовувати: Учні можуть «оживляти» різні види тварин у своїй кімнаті та вивчати їхні особливості.
Catchy Words AR (безкоштовний)	Гра, в якій учні ловлять літери, що з'являються у віртуальному просторі, і складають слова.	Платформа: Мобільний додаток (iOS). Технічні вимоги: ОС: iOS 11.0 або новіше. Процесор: A10 (iPhone 7) або новіший. ОЗП: Мінімум 2 ГБ. Камера: Підтримка ARKit.	Використовує рухову активність, оскільки учні переміщуються у просторі для збору літер, підходить для активних навчальних сесій.	Предмет: Мови Тема: Вивчення нових слів через складання з літер.

Джерело: розроблено автором

вчальний матеріал через віртуальні 3D-об'єкти та анімації, які накладаються на реальний світ за допомогою мобільних пристроїв (рис. 4).

Приклади використання технології маркерів на уроках:

1) на уроках української мови та літературного читання – створення або використання уже наявних AR-маркерів на сторінках казок чи оповідань, які візуалізують анімованих персонажів;

2) на уроках математики – візуалізувати геометричні та просторові фігури у форматах 2D та 3D, виконувати інтерактивні задачі.

3) на уроках «Я досліджую світ» за допомогою маркерів – візуалізувати такі явища, як кругообіг води у природі, а також вивчати космічні тіла.

Розглянемо детальніше додатки та платформи, які допомагають відтворити контент за допомогою маркерів (табл. 3).

Кожна з перерахованих вище технологій має певні особливості використання. Проаналізувавши їх, ми склали універсальний алгоритм роботи із ними. Він включає наступні етапи:

1. Підготовчий етап (вчитель здійснює вибір додатку для роботи з AR-контентом, розробка або друк необхідних QR-кодів, налаштування обладнання та підготовка навчального контенту).

2. Обов'язково проведення інструктажу для учнів, де педагог ознайомлює їх з особливостями роботи з AR-контентом.

3. Використання учнями AR-додатку. Учні наводять камеру мобільного пристрою, активуючи AR-контент для подальшого дослідження.

4. Безпосередня взаємодія із AR-контентом. Учні вивчають віртуальні об'єкти, взаємодіють з ними, виконують інтерактивні завдання, аналізуючи деталі та особливості контенту.

Додатки та платформи для відтворення контенту за допомогою QR-кодів

Додаток та вартість	Опис додатку	Платформа та тех. вимоги	Особливості застосування	Приклад застосування
Panoform (безкоштовний)	Безкоштовна платформа, що дозволяє вчителям створювати віртуальні тури та презентації за допомогою QR-кодів. Учні можуть переглядати 3D-моделі, панорамні зображення або інтерактивні сцени через сканування QR-кодів.	Платформа: Веб-додаток, доступний через браузер на ПК або мобільних пристроях. Оптимальні технічні вимоги: Пристрій з браузером і камерою.	Простий у використанні інтерфейс, безкоштовний доступ і можливість створювати віртуальні тури з мінімальними технічними вимогами.	Уроки ЯДС. Учні можуть сканувати QR-коди, які відображають 3D-панорами різних природних зон або міст, що дає змогу дослідити географічні особливості у віртуальній реальності.
Metaverse (безкоштовний)	Безкоштовний додаток для створення інтерактивного AR-контенту на основі QR-кодів. Уроки з Metaverse дозволяють учням взаємодіяти з AR-контентом через просте сканування кодів.	Платформа: Мобільний додаток (iOS, Android). Оптимальні технічні вимоги: Пристрій з камерою, мінімум 1 ГБ оперативної пам'яті.	Безкоштовний доступ, легкість у використанні та інтеграції у шкільний процес. Також доступні готові уроки і сценарії для вчителів.	Уроки математики. Учні можуть сканувати QR-коди для вирішення математичних завдань, які відображаються у формі анімацій або інтерактивних вікторин.
ARitize (безкоштовний)	Це універсальний інструмент для створення та перегляду AR-контенту через QR-коди. З його допомогою можна створювати освітні проекти з інтерактивними елементами.	Платформа: Мобільний додаток (iOS, Android), веб-платформа. Оптимальні технічні вимоги: Пристрій з камерою, мінімум 1 ГБ оперативної пам'яті.	Безкоштовний додаток з можливістю створення навчального AR-контенту. Платні функції для професійних користувачів.	Уроки мистецтва. Учні можуть сканувати QR-коди на творах мистецтва і дізнаватися про художника, стиль, епоху, переглядаючи додаткові матеріали у вигляді відео або зображень.
Fliprар (безкоштовний)	Це потужний додаток, який дозволяє користувачам сканувати QR-коди та переглядати AR-контент у реальному часі. Вчителі можуть налаштовувати контент, щоб забезпечити інтерактивні уроки з різних предметів.	Платформа: Мобільний додаток (iOS, Android). Оптимальні технічні вимоги: Смартфон або планшет з камерою, мінімум 2 ГБ оперативної пам'яті.	Можливість створювати власні AR-матеріали. Існує безкоштовна версія з базовим функціоналом і платні функції для розширеного використання.	Уроки ЯДС. Наприклад, учні можуть сканувати QR-код на сторінці підручника і побачити 3D-моделі історичних об'єктів чи персонажів, які розповідають про події.
Zappar (безкоштовний)	Цей додаток дає можливість швидко генерувати QR-коди, за якими можна переглядати AR-контент. Учителі можуть додавати відео, 3D-моделі або зображення до QR-кодів, роблячи уроки захопливими.	Платформа: Мобільний додаток (iOS, Android), веб-додаток. Оптимальні технічні вимоги: Смартфон або планшет з камерою, мінімум 2 ГБ оперативної пам'яті.	Підтримує безкоштовний базовий доступ, що підходить для шкіл з обмеженими ресурсами, а також має розширені функції для професійного використання.	Уроки ЯДС. Наприклад, при скануванні QR-коду на зображенні тварини учні побачать її у тривимірному вигляді і дізнаються про особливості її середовища проживання.
Fliprар (безкоштовний)	Це потужний додаток, який дозволяє користувачам сканувати QR-коди та переглядати AR-контент у реальному часі. Вчителі можуть налаштовувати контент, щоб забезпечити інтерактивні уроки з різних предметів.	Платформа: Мобільний додаток (iOS, Android). Оптимальні технічні вимоги: Смартфон або планшет з камерою, мінімум 2 ГБ оперативної пам'яті.	Можливість створювати власні AR-матеріали. Існує безкоштовна версія з базовим функціоналом і платні функції для розширеного використання.	Уроки ЯДС. Наприклад, учні можуть сканувати QR-код на сторінці підручника і побачити 3D-моделі історичних об'єктів чи персонажів, які розповідають про події.

Джерело: розроблено автором



Рис. 4. Відтворення контенту за допомогою маркерів

Джерело: [21]

Таблиця 3

Додатки та платформи відтворення контенту доповненої реальності за допомогою маркерів

Додаток та вартість	Опис додатку	Платформа та тех. вимоги	Особливості застосування	Приклад застосування
Quiver (безкоштовний)	Додаток, який дозволяє учням «оживляти» роздруковані зображення. Після того як дитина розмалює зображення, додаток сканує малюнок і перетворює його в інтерактивну 3D-модель.	Платформа: Мобільний додаток (iOS, Android). Технічні вимоги: ОС: iOS 10.0 або новіше / Android 5.0 або новіше. ОЗП: Мінімум 2 ГБ. Процесор: A8 (iPhone 6) або новіший / Qualcomm Snapdragon 450 або еквівалентний.	Поєднує творчі завдання з інтерактивними 3D-візуалізаціями, стимулюючи інтерес до навчання.	Предмет: Мистецтво, ЯДС. Тема: Створення 3D-моделей тварин, природних явищ, персонажів. Як використовувати: Учні розмалюють картинки, а потім через додаток переглядають їх як 3D-моделі, що можуть рухатися і реагувати на дії учнів.
Augment (безкоштовний)	Додаток для перегляду 3D-моделей через доповнену реальність, який використовує маркери для активації. Учні можуть взаємодіяти з 3D-моделями, досліджуючи їх у реальному середовищі.	Платформа: Мобільний додаток (iOS, Android), вебдодаток для створення контенту. Технічні вимоги: ОС: iOS 10.0 або новіше / Android 6.0 або новіше. ОЗП: Мінімум 2 ГБ. Процесор: A8 (iPhone 6) або новіший / Qualcomm Snapdragon 450 або еквівалентний.	Легко інтегрується в навчальний процес, дозволяє створювати власні 3D-моделі або використовувати готові шаблони.	Предмет: Математика, ЯДС. Тема: Вивчення геометричних фігур, тварин, структур рослин. Як використовувати: Учні сканують маркери, розміщені на фізичних об'єктах, і переглядають 3D-моделі, вивчаючи геометричні форми або природні об'єкти у реальному масштабі.
AR Flashcards (безкоштовний)	AR Flashcards використовує картки як маркери для відображення тривимірних моделей. Це відмінний інструмент для вивчення абетки, тварин та інших базових понять для молодших школярів.	Платформа: Мобільний додаток (iOS, Android). Технічні вимоги: ОС: iOS 9.0 або новіше / Android 6.0 або новіше. ОЗП: Мінімум 2 ГБ. Процесор: A8 (iPhone 6) або новіший / Qualcomm Snapdragon 430 або еквівалентний.	Ідеально підходить для вивчення базових навичок у ранньому віці через інтерактивну гру.	Предмет: Мови, ЯДС. Тема: Вивчення літер та назв тварин. Як використовувати: Учні сканують маркер-картки з літерами, щоб побачити на екрані тривимірні моделі тварин або об'єктів, що відповідають кожній літері.
Elements 4D (безкоштовний)	Додаток, який використовує спеціальні маркери для відображення 3D-моделей хімічних елементів. Учні можуть дізнаватися про властивості різних хімічних елементів у реальному часі через AR.	Платформа: Мобільний додаток (iOS, Android). Технічні вимоги: ОС: iOS 10.0 або новіше / Android 5.0 або новіше. ОЗП: Мінімум 2 ГБ. Процесор: A9 (iPhone 6s) або новіший / Qualcomm Snapdragon 450 або еквівалентний.	Допомагає візуалізувати властивості речовин та принципи їх взаємодії, що може бути складно уявити у звичайному навчальному середовищі.	Предмет: ЯДС. Тема: Вивчення речовин та їх властивостей Як використовувати: Учні сканують маркери, що відповідають певним речовинам, і переглядають їх у тривимірному вигляді, вивчаючи їх властивості

Джерело: розроблено автором

5. Обговорення та аналіз результатів. Вчитель разом із дітьми проводить обговорення побаченого контенту, обмін враженнями, здійснює аналіз виконаних завдань та корекція можливих помилок.

Відтворення контенту за допомогою MERGE Cube. Це інтерактивний пристрій для доповненої реальності, який дозволяє відображати та взаємодіяти з 3D-об'єктами, тримаючи їх буквально в руках. Він має вигляд куба з унікальними маркерами на своїх поверхнях, що активують різні віртуальні сцени та об'єкти через додатки на смартфоні або планшеті (рис. 5).



Рис. 5. Відтворення контенту за допомогою MERGE Cube

Джерело: [20]

Застосування MERGE Cube дозволяє створити захоплюючий та інтерактивний навчальний процес, в якому учні можуть взаємодіяти з тривимірними моделями і віртуальними об'єктами.

Алгоритм використання MERGE Cube:

1. Підготовка обладнання. Вчитель перевіряє наявність MERGE Cube та встановлює необхідний додаток на мобільні пристрої (планшети або смартфони).

2. Ознайомлення учнів із кубом. Учні отримують інформацію про MERGE Cube та його можливості. Вчитель пояснює, як працює технологія.

3. Запуск додатку MERGE Cube. Учні запускають додаток на мобільному пристрої, надають доступ до камери та готуються сканувати куб.

4. Сканування MERGE Cube камерою мобільного пристрою. Камера планшета або смартфона фіксує куб, на якому з'являється віртуальний контент у вигляді 3D-моделей, анімацій тощо.

5. Взаємодія з AR-контентом на MERGE Cube. Учні можуть обертати куб у руках, досліджуючи віртуальні об'єкти, що з'являються на екрані.

6. Виконання інтерактивних завдань через MERGE Cube. Додаток може пропонувати інтерактивні завдання або квести, де учні повинні вирішувати задачі, пов'язані з AR-контентом.

Приклади використання технології MERGE Cube на уроках:

1) на уроках української мови та літературного читання – створення інтерактивних історій, що розвиваються в реальному часі;

2) на уроках математики – демонстрація тривимірних фігур (куб, піраміда), що допомагає учням розуміти їх властивості;

3) на уроках «Я досліджую світ» – дослідження планет Сонячної системи, спостерігати за ними;

4) на уроках образотворчого мистецтва – демонстрація різноманітних композицій та мистецьких форм через AR.

У таблиці 4 ми відібрали додатки та платформи, які використовують технологію MERGE Cube.

Виокремлені технології доповненої реальності дають можливість не лише відтворити зображення в 3D форматі, а й відтворити відео, текст, анімацію, аудіо, що розширює можливості здобувачів освіти краще засвоювати навчальний матеріал.

Під час дослідження проблеми використання технологій доповненої реальності у початковій школі ми провели онлайн-опитування серед вчителів, у якому взяли участь респонденти різного віку та стажу роботи. Результати опитування засвідчують, що педагоги готові використовувати технології доповненої реальності у навчальному процесі, але мають потребу у додатковому навчанні та методичній підтримці. З метою вирішення питання методичного забезпечення вчителів нами було розроблено посібник «AR-технології в початковій школі» [17] (рис. 6).



Рис. 6. Методичний посібник «AR-технології в початковій школі»

Джерело: розроблено автором

Додатки та платформи, які використовують технологію MERGE Cube

Додаток та вартість	Опис додатку	Платформа та тех. вимоги	Особливості застосування	Приклад застосування
Tilt Ball (AR) by Merge (Безкоштовний)	Простий, але захопливий додаток, що використовує MERGE Cube для розвиваючих ігор. Учні повинні нахилити куб, щоб спрямувати кулю через різні лабіринти та перешкоди. Це не лише гра, а й інструмент для розвитку координації, мислення та просторової уяви.	Платформа: Мобільний додаток (iOS, Android). Оптимальні технічні вимоги: Смартфон або планшет з камерою, мінімум 1 ГБ оперативної пам'яті.	Безкоштовний додаток, простий у використанні та захопливий для учнів початкової школи.	Уроки фізкультури або заняття з розвитку логічного мислення. Діти розвивають навички координації рук і зору, взаємодіючи з тривимірними об'єктами через гру.
HoloGlobe (Безкоштовний)	додаток, що дозволяє вивчати географію та наукові концепції, використовуючи MERGE Cube. Учні можуть взаємодіяти з глобусом, досліджуючи кліматичні явища, карти світу та глобальні зміни.	Платформа: Мобільний додаток (iOS, Android). Оптимальні технічні вимоги: Смартфон або планшет з камерою, мінімум 1 ГБ оперативної пам'яті.	Повністю безкоштовний додаток з якісними інтерактивними матеріалами для вивчення ЯДС.	Уроки ЯДС. Учні можуть тримати MERGE Cube і спостерігати за глобусом, який відображає реальні метеорологічні дані або зміни клімату вчч.
CoSpaces Edu (Безкоштовний з платними функціями)	дозволяє створювати власний AR-контент і використовувати його з MERGE Cube. Це гнучкий інструмент для інтеграції доповненої реальності в навчальний процес. Учні можуть програмувати свої власні сцени та об'єкти, а потім переглядати їх через MERGE Cube.	Платформа: Мобільний додаток (iOS, Android), веб-додаток. Оптимальні технічні вимоги: Смартфон, планшет або комп'ютер з доступом до інтернету.	Безкоштовна версія має обмежені функції, але все одно дозволяє створювати основні AR-проекти. Платні функції включають розширені можливості.	Уроки інформатики. Учні можуть програмувати власні прості анімації або симуляції, які потім переглядаються через MERGE Cube.
Merge EDU Platform (Платний додаток із безкоштовним доступом для вчителів)	це освітня платформа для вивчення доповненої (AR) та віртуальної реальності (VR), яка використовує MERGE Cube. Платформа містить інтерактивні уроки, лабораторні експерименти та тривимірні моделі для навчання учнів у різних предметних галузях, таких як природознавство, анатомія, географія та багато іншого. Merge EDU розроблена спеціально для шкіл і дозволяє вчителям налаштовувати навчальний процес, використовуючи вбудовані навчальні матеріали та можливості для дослідження.	Платформа: Мобільний додаток (iOS, Android), веб-додаток для інтеграції в освітні платформи (Google Classroom, Microsoft Teams). Оптимальні технічні вимоги: Смартфон або планшет із камерою, мінімум 2 ГБ оперативної пам'яті; також потрібен MERGE Cube для повноцінної роботи з AR-контентом.	Інтерактивний контент: Платформа пропонує понад 100 різних інтерактивних уроків, які покривають ключові теми з природничих наук та інших дисциплін. Платформа пропонує безкоштовну пробну версію для вчителів, що дозволяє випробувати функції перед повною покупкою. Платформа сумісна з навчальними платформами, такими як Google Classroom, що полегшує управління класами та проведення уроків на відстані.	Урок ЯДС: Учні можуть взаємодіяти з тривимірними моделями Сонячної системи, досліджуючи планети, зірки та космічні об'єкти. Завдяки MERGE Cube вони можуть обертати, наближати або вивчати внутрішню структуру планет, що робить вивчення космосу більш наочним і захопливим. Вивчення анатомії за допомогою тривимірних моделей органів і систем організму. Учні можуть досліджувати структуру серця або мозку, переглядаючи їх з різних кутів і вивчаючи функції кожної частини.

Джерело: розроблено автором

Він містить у собі три розділи: перші два теоретичного спрямування, а третій – практичного. Саме у ньому ми описали платформи та додатки по кожному із різновидів доповненої реальності та детально зупинилися на деяких з них. Читач може не лише ознайомитися із покроковим алго-

ритмом встановлення додатків, а й зрозуміти на яких уроках і при вивченні яких тем їх можна використовувати.

Висновки. AR-технології в наш час є інноваційним інструментом у роботі вчителів початкових класів. Їх використання має вели-

кий потенціал для підвищення ефективності та результативності навчання. Використання технологій доповненої реальності сприяє покращенню наочності матеріалів, що дозволяє учням краще засвоювати інформацію завдяки інтерактивним та візуальним елементам. Це, в свою чергу, підвищує інтерес і мотивацію до здобуття нових знань, умінь та навичок, а також стимулює активну участь дітей. Доповнена реальність робить навчальний процес захоплюючим, наочним та доступним, що сприяє загальному вдосконаленню методики викла-

дання й підвищенню якості освіти в початковій школі.

Усі розглянуті різновиди доповненої реальності, платформи й додатки відіграють важливу роль у впровадженні інноваційних технологій в освіту. Вони сприяють підвищенню мотивації до навчання, забезпечують гнучкий підхід до засвоєння матеріалу та допомагають адаптувати навчання до індивідуальних потреб учнів. Інтеграція AR-технологій у навчальний процес перетворює уроки на захопливі та ефективні заняття, що відповідають сучасним вимогам освіти.

Список літератури:

1. Caudell T. P., Mizell D. W. Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. *Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences*, Kauai, HI, USA, 1992, pp. 659–669 vol. 2. DOI: <https://doi.org/10.1109/HICSS.1992.183317>
2. Giasiranis S., Sofos L. Production and Evaluation of Educational Material Using Augmented Reality for Teaching the Module of «Representation of the Information on Computers» in Junior High School. *Creative Education*. 2016. Vol. 7. Pp. 1270–1291. DOI: <https://doi.org/10.4236/ce.2016.79134>
3. Hsin-Kai Wu, Lee Silvia Wen-Yu, Chang Hsin-Yi, Liang Jyh-Chong. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 2013. Vol. 62(1). Pp. 41–49. Elsevier Ltd. Retrieved June 11, 2020. URL: <https://www.learntechlib.org/p/132254/>
4. Klopfer E., Squire K., Environmental Detectives – the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*. 2007. Vol. 56(2). Pp. 203–228. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11423-007-9037-6>
5. Lee K. Augmented Reality in Education and Training. *Techtrends Tech Trends*, 2012. Vol. 56. Pp. 13–21. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11528-012-0559-3>
6. Martin-Gutierrez J., Guinters E., Perez-Lopez D. Improving strategy of self-learning in engineering: laboratories with augmented reality. *Procedia. Social and Behavioral Sciences*, 2012. Vol.51. Pp. 832–839. The World Conference on Design, Arts and Education (DAE-2012), May 1-3 2012, Antalya, Turkey. URL: <https://cutt.ly/GgbyLjK>
7. Midak, L. Ya., Kravets, I. V., Kuzyshyn, O. V., Pahomov J. D., Lutsyshyn, V. M., Uchitel, A. D.: Augmented reality technology within studying natural subjects in primary school. In: Kiv A. E., Shyshkina M. P. (eds.) *Proceedings of the 2nd International Workshop on Augmented Reality in Education*, Kryvyi Rih (2019), 2547, 251–261.
8. Milgram, Paul & Kishino, Fumio. A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Trans. Information Systems*. 1994. Vol. E77-D, no. 12. 1321-1329.
9. Nezhyva L., Palamar S., Lytvyn O. Perspectives on the use of augmented reality within the linguistic and literary field of primary education. *Proceedings of the 3rd International Workshop on Augmented Reality in Education*, Kryvyi Rih (2020), 2731, 297–311.
10. Гончарова Н. Технологія доповненої реальності в підручниках нового покоління. *Проблеми сучасного підручника*. 2019. Вип. 22. С. 46-56. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/psp_2019_22_8
11. Дрокіна А. С. Використання технологій доповненої реальності як ефективного засобу реалізації STEM-освіти майбутніми вчителями початкової школи. *Академічні візії*. 2023. №25. URL: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/687>
12. Захарова Г. Б. Використання візуальних засобів навчання на уроках математики в початковій школі. *Інновації в початковій освіті: проблеми, перспективи, відповіді на виклики сьогодення: матеріали V Всеукраїнської науково-практичної конференції* (м. Полтава, 9-10 червня 2022). Полтава. 2022. С. 77-80.
13. Колмакова В. О. Імерсивні технології як сучасна освітня стратегія підготовки майбутніх фахівців. *Українські студії в європейському контексті*. 2022. № 5. С. 177–182.
14. Литвинова С. Г. Концептуальні підходи до використання засобів доповненої реальності в освітньому процесі. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2020. Вип. 55. С. 46–62. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/mitimpt_2020_55_8
15. Моклюк М. О., Лисий М. В., Сільвейстр А. М. Використання технології доповненої реальності під час вивчення фізики в закладах вищої освіти. *Актуальні проблеми фізики, математики, інформатики та методики їх навчання: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції*, (18-20 січня 2023 р.). Київ, 2023. С. 201–204. URL: <https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/39397/Zbirnyk%20tez%20%20Horbachuk.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=202>
16. Паршукова Л., Паршуков С. Доповнена реальність як спосіб урізноманітнення освітнього процесу. *Věda a perspektivy*. 2023. No 1(20). DOI: [https://doi.org/10.52058/2695-1592-2023-1\(20\)-74-83](https://doi.org/10.52058/2695-1592-2023-1(20)-74-83)
17. Савюк Ю. Ф. AR-технології в початковій школі. URL: <https://read.bookcreator.com/8lhRaJX8qUg474aQSBIW-M7eF8072/Opw0RL5aT96VxeGQxIDeGg>
18. Швардак М. В. Цифрові інтерактивні технології в освітньому процесі початкової школи. *Науковий журнал Хортицької національної академії. Серія: Педагогіка. Соціальна робота*. 2023. № 8. С. 39–48. DOI: <https://doi.org/10.51706/2707-3076-2023-8-3>
19. Шкуренок О. В., Шпіца Р., Стецьк С.П. Методичні особливості застосування імерсивних технологій під час підготовки вчителя початкової школи. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2023. Вип. 15. С. 139–150. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/oeemtu_2023_15_13
20. Інтернет ресурс MargeEDU. URL: <https://mergeedu.com/>
21. Інтернет ресурс Pinterest. URL: <https://www.pinterest.com/>
22. Інтернет ресурс WE/AR-studio. URL: <https://wear-studio.com/>

References:

1. Caudell T. P., Mizell D. W. (1992) Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. *Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences*, Kauai, HI, USA, pp. 659-669 vol. 2. DOI: <https://doi.org/10.1109/HICSS.1992.183317>
2. Giasiranis S., Sofos L. (2016) Production and Evaluation of Educational Material Using Augmented Reality for Teaching the Module of «Representation of the Information on Computers» in Junior High School. *Creative Education*. Vol. 7. Pp. 1270–1291. DOI: <https://doi.org/10.4236/ce.2016.79134>
3. Hsin-Kai Wu, Lee Silvia Wen-Yu, Chang Hsin-Yi, Liang J yh-Chong (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*. Vol. 62(1). Pp. 41–49. Elsevier Ltd. Retrieved June 11, 2020. Available at: <https://www.learntechlib.org/p/132254/>
4. Klopfer E., Squire K. (2007). Environmental Detectives – the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*. Vol. 56(2). Pp. 203–228. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11423-007-9037-6>
5. Lee K. (2012). Augmented Reality in Education and Training. *Techtrends Tech Trends*. Vol. 56. Pp. 13–21. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11528-012-0559-3>
6. Martin-Gutierrez J., Guinters E., Perez-Lopez D. (2012). Improving strategy of self-learning in engineering: laboratories with augmented reality. *Procedia. Social and Behavioral Sciences*, Vol. 51. Pp. 832–839. The World Conference on Design, Arts and Education (DAE-2012), May 1-3 2012, Antalya, Turkey. Available at: <https://cutt.ly/GgbyLjK>
7. Midak, L. Ya., Kravets, I. V., Kuzyshyn, O. V., Pahomov J. D., Lutsyshyn, V. M., Uchitel, A. D.: Augmented reality technology within studying natural subjects in primary school. In: Kiv A. E., Shyshkina M. P. (eds.) *Proceedings of the 2nd International Workshop on Augmented Reality in Education*, Kryvyi Rih (2019), 2547, 251–261.
8. Milgram, Paul & Kishino, Fumio. A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Trans. Information Systems*. 1994. Vol. E77-D, no. 12. 1321–1329.
9. Nezhyva L., Palamar S., Lytvyn O. (2020). Perspectives on the use of augmented reality within the linguistic and literary field of primary education. *Proceedings of the 3rd International Workshop on Augmented Reality in Education*, Kryvyi Rih, 2731, 297–311.
10. Goncharova N. (2019). Augmented reality technology in new generation textbooks. *Problems of a modern textbook*. Issue 22. P. 46–56. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/psp_2019_22_8
11. Drokina A. S. (2023). The use of augmented reality technologies as an effective means of implementing STEM education by future primary school teachers. *Academic Visions*. No. 25. Available at: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/687>
12. Zakharova G. B. (2022). The use of visual teaching aids in mathematics lessons in primary school. *Innovations in primary education: problems, prospects, responses to today's challenges: materials of the V All-Ukrainian Scientific and Practical Conference (Poltava, June 9-10, 2022)*. Poltava. P. 77–80.
13. Kolmakova V. O. (2022). Immersive technologies as a modern educational strategy for training future specialists. *Ukrainian studies in the European context*. No. 5. P. 177–182.
14. Lytvynova S. G. (2020). Conceptual approaches to the use of augmented reality tools in the educational process. *Modern information technologies and innovative teaching methods in the training of specialists: methodology, theory, experience, problems*. Issue 55. P. 46–62. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/mitimpt_2020_55_8
15. Moklyuk M. O., Lysyy M. V., Sylveyst A. M. (2023). The use of augmented reality technology when studying physics in higher education institutions. Current problems of physics, mathematics, computer science and methods of their teaching: materials of the All-Ukrainian scientific and practical conference, (January 18-20, 2023). Kyiv. P. 201–204. Available at: <https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/39397/Zbirnyk%20tez%20%20Horbachuk.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=202>
16. Parshukova L., Parshukov S. (2023). Augmented reality as a way of diversifying the educational process. *Věda a perspektivy*. No. 1(20). DOI: [https://doi.org/10.52058/2695-1592-2023-1\(20\)-74-83](https://doi.org/10.52058/2695-1592-2023-1(20)-74-83)
17. Savyuk Yu. F. AR-technologies in primary school. Available at: <https://read.bookcreator.com/8lhRaJX8qUg474aQSBiWM7eF8072/Opw0RL5aT96BxeGQxIDeGg>
18. Shvardak M. V. (2023). Digital interactive technologies in the educational process of primary school. *Scientific Journal of the Khortytsya National Academy. Series: Pedagogy. Social work*. No. 8. P. 39–48. DOI: <https://doi.org/10.51706/2707-3076-2023-8-3>.
19. Shkurenko O. V., Shpitsa R., Stetsyk S. P. (2023). Methodological features of the use of immersive technologies during the training of primary school teachers. *Open educational e-environment of a modern university*. Issue 15. P. 139–150. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/oeemu_2023_15_13
20. Internet resource MargeEDU. Available at: <https://mergeedu.com/>
21. Internet resource Pinterest. Available at: <https://www.pinterest.com/>
22. Internet resource WE/AR-studio. Available at: <https://wear-studio.com/>