

Національна академія педагогічних наук України
Інститут цифровізації освіти НАПН України

Використання імерсивних технологій вчителями у процесі змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ



Київ 2024

**Національна академія педагогічних наук України
Інститут цифровізації освіти НАПН України**

**Використання імерсивних технологій
вчителями у процесі змішаного навчання в
закладах загальної середньої освіти**

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Київ 2024

УДК 373.5:004.9:37.018.43

B53

*Рекомендовано до друку вченою радою
Інституту цифровізації освіти НАПН України
(Протокол № 21 від 12.12.2024 року)*

Рецензенти:

Мар'єнко М.В. доктор педагогічних наук, старший дослідник, провідний науковий співробітник відділу хмаро орієнтованих систем і штучного інтелекту в освіті, Інститут цифровізації освіти НАПН України.

Козаченко І.О. кандидат педагогічних наук, вчитель вищої категорії, вчитель-методист, директор Комунального закладу освіти «Криворізький ліцей “КОЛІЯ”» Дніпропетровської обласної ради.

B53 Використання імерсивних технологій вчителями у процесі змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти : метод. рек. / С.Г. Литвинова, Ю.Г. Носенко, Н.В. Рашевська, О.В. Слободяник, О.М. Соколюк, Н.В. Сороко, А.С. Сухіх ; за заг. ред. Носенко Ю.Г. Київ : ІЦО НАПН України, 2024. 121 с.

Методичні рекомендації присвячені дослідженню потенціалу імерсивних технологій у рамках змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО). Висвітлено сутність та особливості імерсивних технологій, теоретичні основи їхньої інтеграції в освітні практики. Здійснено порівняльний аналіз використання імерсивних технологій в традиційному та змішаному навчанні, розглянуто переваги і можливості їх впровадження у змішаному навчанні в ЗЗСО. Розглянуто методичні аспекти та рекомендації щодо використання різних платформ (AR Book, Vlrpar, ARTutor та ін.), 360-градусного відео, засобів AR для підтримки імерсивного змішаного навчання.

Методичні рекомендації можуть бути використані в системі загальної середньої освіти вчителями, у вищій педагогічній та післядипломній педагогічній освіті викладачами, які здійснюють підготовку та/або підвищення кваліфікації вчителів, аспірантами, докторантами, вченими, які досліджують аналогічні проблеми.

© ІЦО НАПН України, 2024.
© Литвинова С. Г., Носенко Ю. Г.,
Рашевська Н. В., Слободяник О. В.,
Соколюк О. М., Сороко Н. В., Сухіх А. С.

ЗМІСТ

ВСТУП	2
Розділ 1. ІМЕРСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ЗМІШАНОМУ НАВЧАННІ ЗАКЛАДУ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ	4
1.1. Сутність поняття «імерсивні технології».....	4
1.2. Використання імерсивних технологій в традиційному та у змішаному навчанні в ЗЗСО: порівняльний аспект.....	11
1.3. Моделювання процесу використання імерсивних технологій під час уроку.....	17
Розділ 2. ВИКОРИСТАННЯ ПЛАТФОРМ ВІРТУАЛЬНОЇ ТА ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ (VR/AR) ДЛЯ ПІДТРИМКИ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ	19
2.1. Використання контенту платформи AR Book для реалізації імерсивного змішаного навчання.....	19
2.2. Можливості використання платформ Fliprар та ARTutor в освітньому процесі ЗЗСО.....	22
2.3. Можливості використання імерсивних платформ для підтримки змішаного навчання.....	29
Розділ 3. ВИКОРИСТАННЯ 360-ГРАДУСНОГО ВІДЕО В УМОВАХ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ	48
3.1. 3D-контент як інноваційна технологія навчання.....	48
3.2. Методичні аспекти використання 360-градусного відео в умовах змішаного навчання.....	58
3.3. Форми використання 360-градусного відео в освітньому процесі ЗЗСО.....	70
Розділ 4. ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ (AR) ДЛЯ ПІДТРИМКИ ВИКЛАДАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ПРЕДМЕТІВ	74
4.1. Засоби AR для підтримки навчання математики у профільній середній школі.....	74
4.2. Засоби AR при навчанні дисциплін природничо-математичного циклу та у дослідницькій діяльності.....	99
4.3. Засоби AR для підтримки навчання іноземної мови.....	108
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	116

ВСТУП

Глобалізація сучасного суспільства ставить нові виклики перед освітою, яка відіграє ключову роль у формуванні майбутніх поколінь. У контексті швидкого розвитку «Суспільства 2.0» важливими складовими успіху майбутніх фахівців стають глибокі знання, володіння сучасними технологіями та здатність до інноваційного мислення.

До основних характеристик глобалізації освіти відноситься активне впровадження новітніх цифрових технологій у навчальний процес. Сучасна освіта дедалі більше спирається на використання спеціалізованих навчальних технологій та засобів, таких як спеціальне програмне забезпечення для розробки навчальних матеріалів, мультимедійні та мережеві технології, комп'ютерне тестування тощо.

Одним із перспективних напрямків є застосування імерсивних технологій навчання, які поступово стають не лише важливою, а й необхідною частиною освітнього процесу на різних рівнях, як у класі, так і поза ним. Наразі елементи віртуальної та доповненої реальності (VR/AR) швидко інтегруються в усі сфери суспільного життя, включаючи освіту.

Застосування імерсивних технологій дозволяє створювати інтерактивні та адаптивні навчальні середовища, що сприяють глибшому зануренню учнів у навчальний матеріал, підвищенню їхньої мотивації та індивідуалізації освітнього процесу. Ці технології забезпечують учням можливість досліджувати складні поняття за допомогою візуалізації та моделювання, надають доступ до симуляцій та інтерактивних ресурсів, які значно підсилюють ефективність як традиційного, так і дистанційного навчання. У поєднанні з концепцією змішаного навчання, ці технології створюють новий формат освітнього середовища, де учні можуть навчатися не лише в класі, а й за його межами, самостійно плануючи свій навчальний процес і використовуючи цифрові ресурси для активного засвоєння знань.

Ця книга присвячена дослідженню потенціалу імерсивних технологій у рамках змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО). У ній висвітлено теоретичні основи імерсивних технологій та їхня інтеграція в освітні практики, здійснено огляд різних імерсивних сервісів і платформ, розглянуто приклади використання цих технологій у вивченні різних навчальних предметів.

У *першому розділі* «Імерсивні технології у змішаному навчанні закладу загальної середньої освіти» розкрито сутність поняття «імерсивні технології». Розглянуто окремі розробки, що належать до цього класу технологій (віртуальна реальність (VR), доповнена реальність (AR), змішана реальність (MR), розширена реальність (XR), 360-градусні-відео, голограми, телеприсутність (Telepresence), тактильні технології (Haptics)). Представлено ризики та окреслено деякі методи можливого використання імерсивних технологій в освітньому процесі ЗЗСО. Здійснено порівняльний аналіз особливостей використання імерсивних технологій в традиційному та змішаному навчанні, розглянуто переваги і можливості використання імерсивних технологій у процесі

змішаного навчання в ЗЗСО. Запропоновано універсальну модель, що описує послідовність кроків та методів використання імерсивних технологій під час уроку.

У *другому розділі* «Використання платформ віртуальної та доповненої реальності (VR/AR) для підтримки змішаного навчання» розглянуто можливості використання різних платформ для реалізації імерсивного змішаного навчання (AR Book, Flippar, ARTutor та ін.).

У *третьому розділі* «Використання 360-градусного відео в умовах змішаного навчання» охарактеризовано 3D-контент як інноваційну технологію навчання, розглянуто методичні аспекти використання 360-градусного відео в умовах змішаного навчання, запропоновано форми використання 360-градусного відео в освітньому процесі ЗЗСО.

У *четвертому розділі* «Використання засобів доповненої реальності (AR) для підтримки викладання навчальних предметів» охарактеризовано засоби AR для підтримки навчання математики у профільній середній школі, засоби AR для використання у навчанні дисциплін природничо-математичного циклу та у дослідницькій діяльності, засоби AR для підтримки навчання іноземної мови.

Методичні рекомендації будуть корисні для вчителів, науковців, студентів педагогічних спеціальностей, аспірантів і докторантів та всіх, хто цікавиться інноваціями в освіті, зокрема питаннями впровадження імерсивних технологій у заклади освіти.

Розділ 1. ІМЕРСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ЗМІШАНОМУ НАВЧАННІ ЗАКЛАДУ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

1.1. Сутність поняття «імерсивні технології»

У параграфі розглянуто сутність поняття «імерсивні технології», охарактеризовано і наведено приклади різних видів імерсивних технологій, визначено основні характеристики імерсивних технологій, визначено ризики використання імерсивних технологій в освітньому процесі, запропоновано методи використання імерсивних технологій у ЗЗСО.

Імерсивні технології (від англ. *immerse* – занурювати) — це різновид сучасних технологій, що забезпечують користувачеві повне занурення у віртуальне середовище, створюючи відчуття присутності та інтерактивної взаємодії з ним. Головною метою використання імерсивних технологій є створення реалістичного і багатовимірного досвіду, що стимулює органи чуття користувача, такі як зір, слух, дотик.

До імерсивних технологій відносяться:

- віртуальна реальність (Virtual Reality, VR);
- доповнена реальність (Augmented Reality, AR);
- змішана реальність (Mixed Reality, MR);
- розширена реальність (Extended Reality, XR);
- 360-градусні-відео;
- голограми;
- телеприсутність (Telepresence);
- тактильні технології (Haptics).

Розглянемо їх детальніше.

Віртуальна реальність (VR) – це технологія, що створює повністю штучне, інтерактивне середовище, в яке користувач занурюється за допомогою спеціальних пристроїв, таких як VR-окуляри або шоломи. У цьому середовищі користувач може взаємодіяти з об'єктами, відчуваючи ефект присутності в іншому просторі, що зазвичай відрізняється від реального світу (рис. 1.1).

Для використання VR необхідні як апаратні пристрої (шоломи, контролери, датчики), так і програмні технології (платформи, додатки). Залежно від цілей (ігри, навчання, тренінги), можна вибрати різні гарнітури та аксесуари для максимального занурення у віртуальний світ.



Рис. 1.1. Приклади застосування технології віртуальної реальності (VR)

Перелік можливих пристроїв для VR є досить широким:

- VR-шоломи (гарнітури), що забезпечують візуальне та звукове занурення у віртуальний світ. Є кілька основних видів VR-гарнітур: автономні гарнітури (standalone), що не потребують підключення до ПК або консолі (Oculus Quest 2, Meta Quest 3); гарнітури для ПК (tethered), що підключаються до комп'ютера та використовують його потужність (HTC Vive, Valve Index, Oculus Rift S); гарнітури для консолей, що працюють з ігровими консолями (PlayStation VR, PS VR2); VR для смартфонів – смартфон вставляється у спеціальні окуляри (Google Cardboard, Samsung Gear VR), що правда цей тип уже втрачає популярність через обмежену функціональність;
- Контролери руху – дозволяють взаємодіяти з об'єктами у віртуальному середовищі (Oculus Touch, Valve Knuckles, PlayStation Move). Контролери відстежують положення рук і передають рухи у віртуальний світ;
- Трекінгові системи та датчики для точного відстеження рухів користувача у просторі: вбудовані камери на гарнітурі (inside-out tracking) — використовуються в Oculus Quest, зовнішні датчики (base stations) — наприклад, у HTC Vive для точного трекінгу простору;
- Аксесуари та додаткові пристрої: біометричні рукавички (наприклад, Manus VR) для відстеження рухів пальців, бігові доріжки VR (наприклад, Omni Treadmill) для руху в просторі, тактильні жилети (HaptX, bHaptics) для відчуття дотиків чи ударів;
- Навушники або вбудовані динаміки, що забезпечують імерсивний звук;
- Програмне забезпечення та платформи VR: ігрові платформи та магазини (SteamVR, Oculus Store, PlayStation Store), платформи для перегляду відео (YouTube VR, Oculus TV), програмне забезпечення для розробки контенту (Unity, Unreal Engine), VR-додатки для соціальних мереж (VRChat, AltspaceVR);
- Простір для VR – для комфортного використання VR потрібен вільний простір для рухів. Наприклад, для HTC Vive рекомендується мінімальний простір 2×2 метри для вільного пересування.

Доповнену реальність (AR) розглядають як технологію, що накладає цифрові елементи (зображення, звуки, текст) на реальний світ, створюючи таким чином змішане середовище. Користувачі зазвичай взаємодіють з AR через смартфони, планшети або спеціальні окуляри (рис. 1.2).

Для використання AR потрібні пристрій з камерою та датчиками (смартфон, планшет чи AR-окуляри) і відповідне програмне забезпечення (ARKit (Apple), ARCore (Google)). У більш складних випадках можуть знадобитися додаткові датчики або хмарні сервіси для покращення роботи.

Цікавою розробкою є смарт-лінзи – пристрої майбутнього, які поки що лише проєктуються. Вони зможуть накладати AR-контент прямо на зір користувача. Прототипи таких лінз вже розробляють компанії, наприклад Mojo Vision.

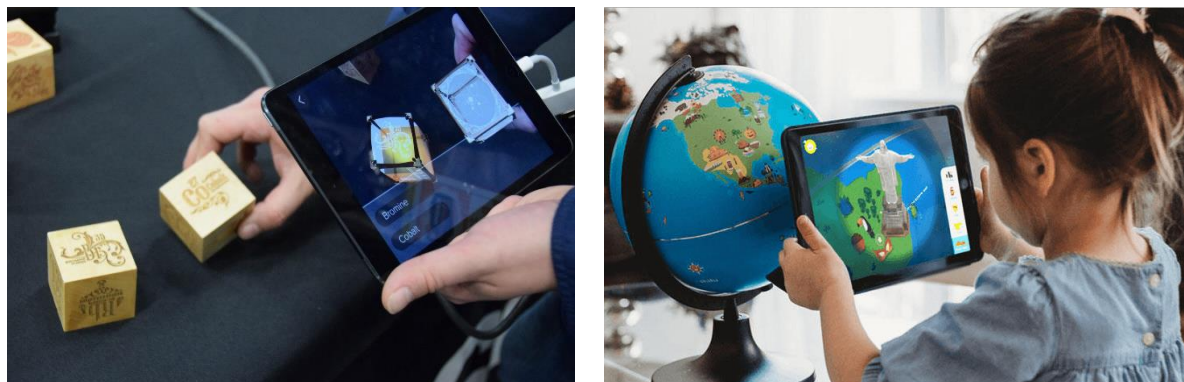


Рис. 1.2. Приклади застосування технології доповненої реальності (AR)

Змішана реальність (MR) – це технологія, що поєднує елементи фізичного та віртуального світу, дозволяючи користувачам взаємодіяти з віртуальними об'єктами у реальному середовищі в режимі реального часу. MR займає проміжне місце між доповненою реальністю (AR), яка лише накладає цифрові елементи на реальний світ, і віртуальною реальністю (VR), яка повністю занурює користувача у віртуальне середовище. MR працює таким чином: 1) використовуються датчики та камери, щоб розуміти оточення користувача; 2) шоломи або окуляри MR накладають 3D-графіку на реальне середовище та дозволяють взаємодію з нею; 3) інтеракція може бути жестами, голосом або через контролери (рис. 1.3).

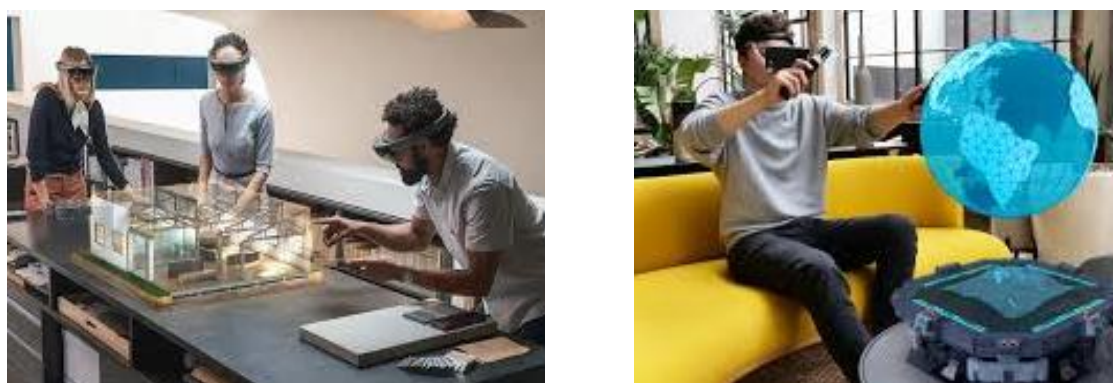


Рис. 1.3. Приклади застосування технології змішаної реальності (MR)

Розширена реальність (XR) – це загальний, свого роду «парасольковий» термін, що охоплює всі технології, які змішують реальний і віртуальний світи. XR включає в себе такі поняття, як віртуальна реальність, доповнена реальність та змішана реальність.

Для використання XR необхідне спеціальне обладнання, зокрема: шоломи VR (Oculus, HTC Vive), окуляри AR/MR (Microsoft HoloLens, Magic Leap), смартфони та планшети з AR-додатками (ARKit, ARCore), контролери і датчики руху для взаємодії з цифровим простором.

Приклади можливого використання XR в освіті: вивчення історії через інтерактивні реконструкції, лабораторні роботи у VR тощо.

360-градусні-відео – це тип відеозапису, який охоплює всі напрямки навколо точки зйомки (повний кут огляду — 360° по горизонталі і часто 180° або більше по вертикалі). Це дає змогу глядачу відчувати повне занурення, оскільки він може вільно оглядати сцену в будь-якому напрямку під час перегляду.

Для зйомки таких відео використовуються спеціальні 360°-камери або набір камер, які знімають із декількох кутів одночасно. Кадри з усіх камер об'єднуються в сферичне зображення, яке можна переглядати за допомогою VR-гарнітур, смартфона або комп'ютера. Глядач керує оглядом через сенсорний екран, мишу чи рухи голови (у VR-шоломі), що дає ефект перебування у центрі події.

Для застосування цієї технології необхідний VR-шолом (Oculus, HTC Vive, PlayStation VR), смартфон (YouTube або Facebook підтримують перегляд 360-градусних відео), або смарт-телевізор чи комп'ютер (перегляд із мишею або стрілками для огляду).

360-градусні-відео можна використовувати для проведення віртуальних турів, «подорожей» до океанських глибин чи інших планет, симуляції реальних ситуацій тощо.

Голограми – це тривимірні зображення або проекції, які створюють ілюзію реальних об'єктів у просторі. Ця технологія дозволяє сприймати цифрові об'єкти з усіх боків, що підсилює ефект присутності та взаємодії з ними. Голограми є важливим компонентом у розвитку імерсивних технологій, таких як доповнена реальність (AR), змішана реальність (MR) та віртуальна реальність (VR) (рис. 1.4).

Поширення цієї технології дещо сповільнене через низку недоліків і перешкод: висока вартість обладнання (лазерів і дисплеїв), обмеження у якості (деякі голограми мають низьку роздільну здатність або обмежені кути огляду), високі технологічні вимоги (голографічний контент потребує високих обчислювальних ресурсів та сучасних дисплеїв).

Телеприсутність (Telepresence) – це технологія, яка створює відчуття фізичної присутності в іншому місці за допомогою відео, аудіо та інших сенсорних систем. Вона дозволяє користувачам дистанційно взаємодіяти з людьми, об'єктами та середовищем у реальному часі, забезпечуючи максимально реалістичне занурення. Телеприсутність застосовується в таких сферах, як

дистанційні наради, медицина, освіта, промисловість, віддалене управління роботизованими системами.

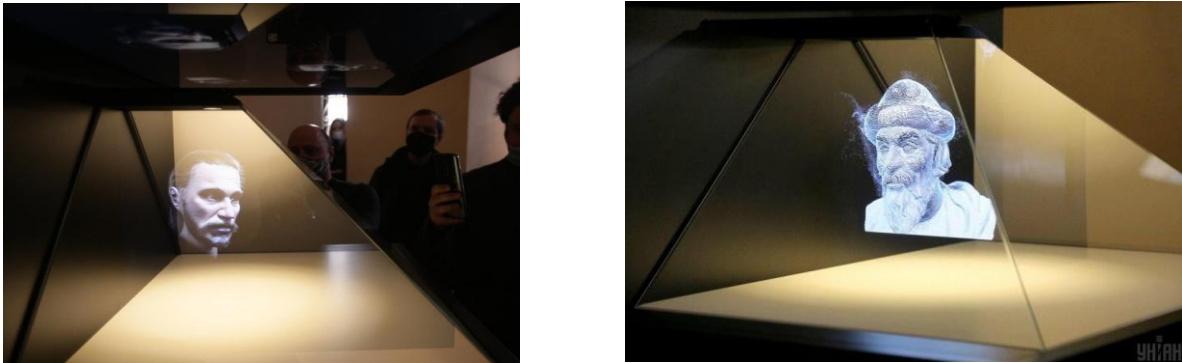


Рис. 1.4. Приклад голограми

Технологія поєднує високоякісне аудіо- та відеоз'єднання, датчики руху та керовані пристрої (наприклад, роботи чи дрони), щоб користувач міг не лише бачити й чути, але й взаємодіяти з віддаленим середовищем. Для цього використовуються камери з високою роздільною здатністю для передачі реального зображення, мікрофони та динаміки для якісного звуку, датчики руху та управління для дистанційного керування об'єктами (роботи, маніпулятори), швидкі мережі (наприклад, 5G або оптоволокно) для передачі даних без затримок.

Приклади застосування: дрони з камерами дозволяють інженерам оглядати інфраструктуру в реальному часі; віртуальні тури по музеях або виставках з можливістю спілкування з гідом в реальному часі; дистанційні лекції (слухачі можуть бути «присутніми» віддалено, спостерігаючи та взаємодіючи за допомогою роботів).

Сьогодні телеприсутність – це перспективна імерсивна технологія, що забезпечує нові способи взаємодії з людьми та об'єктами на відстані. Завдяки розвитку технологій (5G, робототехніка, AR/VR) телеприсутність стає дедалі доступнішою та важливішою для різних галузей (рис. 1.5).



Рис. 1.5. Приклад використання технології телеприсутності

Тактильні технології (Haptics) – це сукупність технологій, які забезпечують відчуття дотику, тиску, вібрації та текстури у віртуальних або цифрових середовищах (рис. 1.6). Ці технології додають тактильний (дотиковий) зворотний зв'язок, підсилюючи ефект занурення (імерсивності). Haptics є важливою частиною віртуальної реальності (VR), доповненої реальності (AR) та інших інтерактивних систем, дозволяючи користувачам «відчувати» взаємодію з цифровими об'єктами.

Тактильні системи створюють відчуття через:

- вібрацію (короткі імпульси для імітації ударів або тремтіння);
- тиск (сила, прикладена до шкіри, щоб імітувати контакт чи натиск);
- деформацію (зміну форми пристрою для створення ефекту пружності або опору);
- тепло або холод (температурний зворотний зв'язок для створення більш реалістичних взаємодій);
- тактильні текстури (за допомогою швидких вібрацій імітуються різні поверхні (наприклад, гладка або бугриста)).

Реалістичність відчуттів забезпечується за допомогою тактильних рукавичок та костюмів (HaptX Gloves, SenseGlove, Teslasuit), контролерів з тактильним зворотним зв'язком (PlayStation DualSense, Meta Quest Touch), тактильних дисплеїв (наприклад, тактильні екрани з інтерфейсом для незрячих), аудіо-тактильних систем (наприклад, Woojer Vest).

Незважаючи на виклики та обмеження (висока вартість обладнання, обмеження у точності передачі, реалістичності, затримка в передачі сигналу, значні енерговитрати тощо), тактильні технології розвиваються і поширюються у різних сферах діяльності – іграх і розвагах, професійному навчанні (хірургів, інженерів, військових та ін.), медицині та реабілітації, соціальній взаємодії (імітації дотиків, обіймів під час спілкування), промисловості та управлінні дронами, роботами.



Рис. 1.6. Приклад використання технології Haptics (тактильної технології)

Імерсивні технології швидко розвиваються і стають важливим інструментом у багатьох сферах, дозволяючи користувачам взаємодіяти з інформацією у нові способи.

Утім, найбільш поширеними в сенсі використання з навчальною метою є технології AR, VR, 360-градусні-відео.

До основних характеристик імерсивних технологій відносять:

- занурення – відчуття присутності у віртуальній реальності або середовищі;
- інтерактивність – взаємодія користувача з віртуальним або доповненим середовищем у реальному часі;
- реалістичність – високий рівень деталізації та природності досвіду, що імітує реальний світ.

У сучасному світі імерсивні технології знаходять застосування в різних сферах життєдіяльності, відкриваючи нові горизонти, дозволяючи створювати унікальний досвід та розширювати можливості взаємодії з цифровими та реальними світами: у медицині (у підготовці хірургів, діагностиці, терапії, реабілітації), архітектурі та дизайні (візуалізація зовнішнього і внутрішнього вигляду будівель, приміщень перед їх будівництвом або ремонтом), маркетингу та рекламі (створення інтерактивних рекламних кампаній та презентацій продуктів), іграх та розвагах (створення віртуальних світів і реалістичного ігрового досвіду), а також освіті.

Ризики використання імерсивних технологій в освітньому процесі. Використання імерсивних технологій у навчанні має свої переваги, проте воно також супроводжується певними ризиками, які слід враховувати для безпечного та ефективного застосування:

- психологічні наслідки – імерсивні технології можуть впливати на емоційний та психічний стан користувачів, особливо дітей. Тривале перебування у віртуальному середовищі здатне викликати дезорієнтацію, втому, запаморочення чи головний біль.

- соціальна відчуженість – надмірне використання таких технологій може створити дистанцію між людиною та реальним світом, призводячи до ізоляції від оточення;

- ризик залежності – імерсивні технології можуть викликати звикання, що є особливо актуальним для підлітків, як це спостерігається з іншими цифровими технологіями;

- проблеми конфіденційності – для коректної роботи ці технології можуть збирати значні обсяги особистих даних, що може створювати загрозу витоку або зловживання інформацією;

- висока вартість – імерсивні технології та обладнання часто є досить дороговартісними, що ускладнює їх широке впровадження в закладах освіти;

- обмежений доступ – не всі учні мають можливість користуватися необхідними пристроями та програмами, що може створити нерівність у доступі до освітніх ресурсів. Особливо в умовах змішаного навчання, коли вдома учні обмежені використанням власних гаджетів;

- нестатній науково-методичний супровід – оскільки ці технології є відносно новими, бракує достатньої науково-методичних розробок для їх ефективного, педагогічно виваженого впровадження в освітній процес;

- технічні труднощі – проблеми сумісності пристроїв або програмного забезпечення, а також збої в роботі можуть ускладнювати застосування технології.

Проте, за умови належного планування, розроблення методичного супроводу, навчання педагогів, педагогічно виваженого використання імерсивних технологій, деякі з ризиків можна мінімізувати або уникнути.

Методи використання імерсивних технологій у ЗЗСО. Розглянемо методи можливого використання імерсивних технологій в освітньому процесі в ЗЗСО:

- віртуальні екскурсії – учні можуть «відвідувати» історичні та географічні об'єкти, музеї чи пам'ятки віртуально. Це дозволяє поглибити знання через особистий досвід;

- імітації наукових експериментів – проведення віртуальних лабораторних робіт, де учні можуть експериментувати з різними умовами та об'єктами, поглиблюючи розуміння наукових принципів;

- інтерактивні уроки – учні можуть безпосередньо взаємодіяти з навчальним матеріалом, виконувати завдання та отримувати миттєвий зворотний зв'язок;

- навчальні ігри – можливість створювати ігрові сценарії для кращого засвоєння знань із мов, математики, природничих наук тощо;

- розвиток комунікативних навичок – віртуальні середовища можуть допомогти учням удосконалювати вміння співпрацювати, комунікувати та вирішувати конфлікти в безпечних умовах;

- профорієнтація – за допомогою імерсивних технологій учні можуть ознайомитися з різними професіями, що дозволяє краще розуміти вимоги до кар'єри та майбутніх навичок.

Таким чином, імерсивні технології, відкривають нові можливості для навчання, підвищуючи мотивацію та залученість учнів, покращуючи засвоєння знань і стимулюючи творчість. Завдяки індивідуалізованим підходам та інтерактивним сценаріям, такі інструменти можуть сприяти розвитку критичного мислення та розширенню доступу до якісної освіти.

1.2. Використання імерсивних технологій в традиційному та у змішаному навчанні в ЗЗСО: порівняльний аспект

Застосування імерсивних технологій у навчанні стає важливою складовою освітніх процесів. Їх інтеграція у традиційне та змішане навчання в закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО) має як спільні риси, так і суттєві відмінності. Розглянемо детальніше особливості використання імерсивних технологій в традиційному та у змішаному навчанні в ЗЗСО.

1. Контекст використання.

У традиційному навчанні імерсивні технології використовуються переважно аудиторно, як допоміжний інструмент для візуалізації та демонстрації

матеріалу під наглядом учителя. Використання цих технологій підсилює засвоєння складних тем, таких як фізика, біологія чи історія, забезпечуючи реалістичні моделі та симуляції, але застосування технологій обмежене фізичним середовищем (використовуються у класі) [20].

За умови змішаного навчання імерсивні технології застосовуються як в класі, так і вдома, поєднуючи традиційний і дистанційний компоненти навчання. У цьому форматі учні можуть продовжувати освітній процес вдома, використовуючи сервіси, запропоновані вчителем, для самостійного дослідження матеріалів. Це дозволяє гнучко адаптувати час і місце навчання, розширюючи доступ до технологій [33].

2. Взаємодія між учнем і вчителем.

Взаємодія між учнем і вчителем у традиційному навчанні відбувається безпосередньо. Учитель забезпечує миттєвий зворотний зв'язок і може оперативно коригувати діяльність учнів, спрямовуючи їх роботу з імерсивними технологіями. Цей формат дає можливість контролювати застосування технологій у класі та гарантує коректне їх використання для досягнення освітніх цілей [39].

У змішаному навчанні взаємодія учнів із вчителем є більш обмеженою, оскільки значна частина процесу відбувається дистанційно. Імерсивні технології допомагають учням працювати більш автономно, однак це вимагає розвинених навичок саморегуляції або додаткового контролю (з боку батьків чи опікунів). Учитель залишається доступним для консультацій, але часто взаємодія відбувається опосередковано, через цифрові засоби [21]. **Помилка! Джерело посилання не знайдено.**

3. Індивідуалізація навчання.

Імерсивні технології в класі використовуються для всієї групи одночасно, що обмежує можливості індивідуалізації. Наприклад, учні можуть брати участь у віртуальній екскурсії, але контент однаковий для всіх учасників. Це забезпечує певний рівень інтерактивності, проте не завжди дозволяє врахувати індивідуальні потреби та темп кожного учня [41].

У змішаному навчанні імерсивні технології дозволяють учням працювати у власному темпі, надаючи їм можливість адаптувати навчання до власних потреб. Наприклад, учні можуть самостійно проходити віртуальні симуляції або використовувати додатки доповненої реальності для опанування матеріалу. Це дозволяє індивідуалізувати навчання відповідно до рівня підготовки учнів та їхнього темпу [32].

4. Гнучкість та доступність технологій.

У традиційному навчанні доступ до імерсивних технологій обмежується ресурсами школи, використання яких має певний часовий регламент (доступні лише під час уроку).

Змішане навчання забезпечує більшу гнучкість у використанні імерсивних технологій. Учні можуть використовувати власні пристрої (смартфони, планшети) для доступу до імерсивних застосунків вдома, що дає можливість

навчатися у зручний для них час. Це розширює можливості інтеграції імерсивних технологій у повсякденне навчання [27].

5. Соціалізація та співпраця.

У класі учні взаємодіють один з одним у реальному часі, виконуючи групові завдання або проєкти з використанням імерсивних технологій. Це сприяє розвитку соціальних навичок і комунікації. Наприклад, учні можуть спільно виконувати експерименти або обговорювати результати роботи у віртуальному середовищі [48].

Змішане навчання дозволяє учням співпрацювати дистанційно, використовуючи імерсивні технології для спільних завдань у віртуальних середовищах. Це сприяє розвитку цифрових комунікаційних навичок і дозволяє співпрацювати, навіть перебуваючи в різних місцях. Такий формат робить соціалізацію більш гнучкою, зокрема в умовах дистанційної освіти [19].

6. Навчальне середовище.

У традиційному навчанні основним середовищем є клас, де учні працюють разом під наглядом учителя. Імерсивні технології служать для підсилення традиційного освітнього процесу, але не виходять за межі класу [39].

Змішане навчання поєднує фізичне та віртуальне навчальне середовище. Учні можуть працювати як у класі, так і вдома, використовуючи імерсивні технології. Це дає змогу створити багатокomпонентне навчальне середовище, де учні можуть за потреби змінювати формати навчання [32].

7. Мотивація учнів.

Мотивація учнів у традиційному навчанні значною мірою залежить від керівництва вчителя. Учитель задає темп навчання, а учні залучаються до процесу через пряме керівництво і підтримку [41].

У змішаному навчанні учні несуть більше відповідальності за свій освітній процес. Вони мають самостійно планувати час для роботи, у т.ч. з імерсивними технологіями, що сприяє розвитку самомотивації [21].

8. Оцінювання знань.

У традиційному навчанні оцінювання зазвичай проводиться після завершення уроку, написання контрольних робіт чи ін. Учні отримують зворотний зв'язок від учителя після виконання певних завдань або тестів [33].

Імерсивні технології в змішаному навчанні дозволяють отримувати зворотний зв'язок у реальному часі. Наприклад, учні можуть виконувати інтерактивні завдання або симуляції, що автоматично оцінюють їхню діяльність і надають негайні результати [39].

9. Ресурсна забезпеченість.

Використання імерсивних технологій залежить від наявності відповідного обладнання в школі, такого як VR-окуляри, інтерактивні дошки чи комп'ютери. Це може обмежувати частоту та інтенсивність використання цих технологій.

У змішаному навчанні учні можуть використовувати свої особисті пристрої (смартфони, планшети) для доступу до AR/VR контенту вдома, що дозволяє збільшити час роботи з технологіями і знизити залежність від шкільних ресурсів [27].

10. Технічна підтримка.

Учні отримують технічну підтримку під час уроку безпосередньо від учителя або шкільного персоналу. Це спрощує процес роботи з технологіями, оскільки технічні проблеми можуть бути швидко вирішені на місці [48].

У змішаному навчанні учні можуть стикатися з технічними проблемами вдома, що вимагає від них самостійного вирішення або звернення до вчителя дистанційно. Це може створювати додаткові виклики для учнів [32].

11. Інтерактивність освітнього процесу.

У традиційному навчанні імерсивні технології використовуються як додатковий інструмент для візуалізації дидактичних матеріалів під час уроків. Інтерактивність обмежується часом уроку і безпосередньо залежить від методів навчання, які обирає вчитель [20].

У змішаному навчанні імерсивні технології забезпечують безперервну інтерактивність. Учні можуть працювати з симуляціями, віртуальними лабораторіями та іншими інструментами не лише в класі, а й вдома, що підвищує рівень занурення та практичного застосування знань [27].

12. Розвиток навичок саморегуляції.

У традиційному навчанні учні працюють під керівництвом учителя, що не завжди сприяє розвитку навичок саморегуляції. Навчальний процес переважно організований вчителем, а учні слідуєть визначеному плану [39].

У змішаному навчанні учні отримують більше відповідальності за власний процес навчання, що розвиває навички саморегуляції. Це особливо актуально при роботі з імерсивними технологіями, які дозволяють учням самостійно обирати темп та час навчання [32].

13. Роль батьків у навчанні.

У традиційному навчанні батьки мають менший вплив на освітній процес, оскільки основна частина навчання відбувається в школі. Їхня роль обмежується допомогою з домашніми завданнями або загальною підтримкою [48].

У змішаному навчанні батьки можуть відігравати важливішу роль, оскільки частина процесу відбувається вдома. Вони можуть допомагати учням організовувати навчальний простір, підтримувати використання імерсивних технологій та контролювати процес дистанційного навчання [33].

14. Педагогічний підхід.

У традиційному навчанні імерсивні технології використовуються як допоміжний інструмент для підсилення викладу матеріалу вчителем. Основний акцент залишається на традиційних методах, таких як пояснення матеріалу, обговорення та ін. [41].

Змішане навчання передбачає поєднання традиційних методів викладання з інтерактивними онлайн-ресурсами та імерсивними технологіями, що робить педагогічний підхід більш адаптивним і гнучким [19].

15. Розвиток цифрових навичок.

У традиційному навчанні учні розвивають цифрові навички в межах класу через використання технологій під керівництвом учителя. Проте їхній досвід переважно обмежується шкільним середовищем [48].

У змішаному навчанні учні мають змогу працювати з імерсивними технологіями як у школі, так і вдома, навчаються використовувати різні пристрої, сервіси та платформи, що сприяє активнішому розвитку цифрових навичок [27].

Розглянуті особливості використання імерсивних технологій в традиційному та змішаному навчанні в ЗЗСО узагальнено в таблиці 1.

Таблиця 1. Особливості використання імерсивних технологій в традиційному та у змішаному навчанні в ЗЗСО

	Імерсивні технології в традиційному навчанні	Імерсивні технології в змішаному навчанні
Особливості використання		
Контекст використання	Імерсивні технології використовуються у класі, під наглядом учителя.	Імерсивні технології використовуються як у класі, так і дистанційно. Учні можуть застосовувати їх вдома.
Взаємодія між учнем і вчителем	Безпосередній контроль учителя, миттєвий зворотний зв'язок.	Взаємодія здебільшого відбувається дистанційно. Учні працюють автономно, вчитель надає підтримку за потреби.
Індивідуалізація навчання	Використання технологій для всієї групи одночасно, обмежені можливості індивідуалізації.	Імерсивні технології дозволяють учням працювати у власному темпі, індивідуалізація більш гнучка.
Гнучкість та доступність технологій	Використання технологій обмежене часом уроку та ресурсами школи.	Учні мають доступ до технологій вдома і можуть використовувати їх у будь-який час.
Соціалізація та співпраця	Соціалізація переважно відбувається у класі через групові завдання.	Імерсивні технології підтримують соціальну взаємодію дистанційно, зокрема через спільні проєкти у віртуальних середовищах.
Навчальне середовище	Середовище навчального класу, де учні працюють під наглядом вчителя.	Поєднання фізичного та віртуального середовищ; учні можуть навчатися вдома або в класі.
Мотивація учнів	Мотивація учнів значною мірою залежить від керівництва вчителя.	В учнів розвивається відповідальне ставлення до навчання, самомотивація.
Оцінювання знань	Оцінювання проводиться вчителем після уроку, виконання контрольних робіт чи ін.	Імерсивні технології дозволяють отримувати зворотний зв'язок та оцінки в реальному часі через інтерактивні вправи.

Ресурсна забезпеченість	Використання імерсивних технологій залежить від обладнання в школі (комп'ютери, VR-обладнання).	Учні можуть використовувати особисті пристрої (смартфони, планшети) вдома для доступу до AR/VR ресурсів.
Технічна підтримка	Учні отримують технічну підтримку під час уроку від учителя або шкільного персоналу.	Учні можуть потребувати самостійного вирішення технічних питань або звертатися за допомогою дистанційно.
Інтерактивність освітнього процесу	Імерсивні технології використовуються як додатковий інструмент під час уроку для підсилення аудиторної взаємодії.	Імерсивні технології забезпечують постійну інтерактивність навчання, з можливістю використовувати симуляції та моделі вдома.
Розвиток навичок саморегуляції	Учні працюють за планом і керівництвом вчителя.	Учні самостійно керують своїм часом і навчальними ресурсами, що сприяє розвитку навичок саморегуляції.
Роль батьків у навчанні	Батьки зазвичай менш залучені в процес навчання, оскільки більша частина освітньої діяльності відбувається в школі.	Батьки можуть відігравати більшу роль, контролюючи процес дистанційного навчання та використання технологій удома.
Педагогічний підхід	Основний акцент на традиційних методах навчання з використанням технологій для демонстрації або візуалізації.	Поєднання традиційних методів з інтерактивними онлайн-ресурсами та технологіями для самостійного та дистанційного навчання.
Розвиток цифрових навичок	Цифрові навички розвиваються переважно через використання технологій під час уроків.	Учні розвивають цифрові навички як під час уроків, так і вдома, працюючи з різними цифровими пристроями, сервісами, платформами.

Як бачимо, основні відмінності між використанням імерсивних технологій у традиційному та змішаному навчанні стосуються гнучкості їх застосування, рівня індивідуалізації освітнього процесу, взаємодії між учнем та вчителем, а також доступності та можливостей розвитку навичок саморегуляції, автономії, соціалізації. У змішаному навчанні ці технології забезпечують більшу автономність учня, адаптивність до індивідуальних потреб і розширюють доступ до навчальних ресурсів. Водночас традиційне навчання надає перевагу безпосередньому контролю з боку вчителя та підтримці соціальної взаємодії в класі.

1.3. Моделювання процесу використання імерсивних технологій під час уроку

Пропонуємо модель, що описує послідовність кроків та методів використання імерсивних технологій (ІмТ) під час уроку (рис. 1.7). Модель є універсальною і може бути застосованою до організації викладання різних предметів.

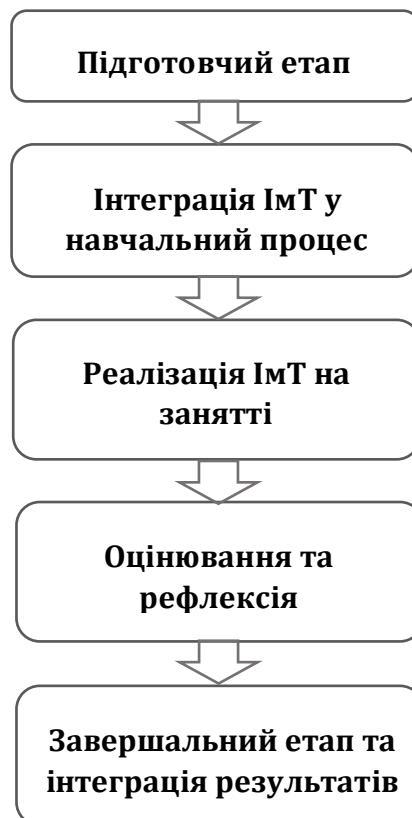


Рис. 1.7. Модель використання ІмТ на уроці

Розглянемо детальніше кожний елемент моделі.

1. Підготовчий етап:

- Аналіз навчальної програми: визначити теми, що можуть бути підсилені шляхом використання ІмТ.

- Дібр технологій та інструментів: дібрати відповідні імерсивні застосунки або платформи, що відповідають рівню підготовки та віковим особливостям користувачів.

- Технічна підготовка: забезпечити наявність необхідного обладнання (смартфони, планшети), попередньо інсталиювати і налаштувати потрібні застосунки, підготувати учнів до їх використання.

2. Інтеграція ІмТ у навчальний процес:

- Планування заняття: розробити навчальний план, де ІмТ інтегрується в традиційні форми роботи. Наприклад, урок може включати презентацію нової

формули (математика), або лексики (іноземна мова) через ІмТ, а потім виконання вправ на закріплення матеріалу.

- Розробка завдань: створити завдання, що залучають учнів до взаємодії з імерсивним контентом. Це можуть бути інтерактивні квізи, квести, моделювання ситуацій та ін.

- Адаптація під різні рівні: адаптувати матеріал під різні рівні знань учнів (від простих завдань до складних).

3. Реалізація ІмТ на занятті:

- Вступна частина: пояснити учням мету використання ІмТ на уроці, продемонструвати, як працює технологія. Надати інструкції щодо роботи з застосунком.

- Практична частина: використати ІмТ для активного навчання. Наприклад, учні можуть взаємодіяти з віртуальними об'єктами, виконувати вправи і т.ін.

- Зворотний зв'язок: провести короткі обговорення після виконання імерсивних завдань, аналізуючи, що учні засвоїли, які труднощі виникли.

4. Оцінювання та рефлексія:

- Оцінювання знань: включити імерсивні квізи або тестування як частину оцінювання знань учнів. Це може бути як формувальне оцінювання під час уроку, так і підсумкове – наприклад, створення проєкту з ІмТ.

- Рефлексія: обговорити з учнями, як використання ІмТ вплинуло на їхнє навчання. Це може бути у формі короткого групового обговорення або письмової рефлексії (коротка анкета).

5. Завершальний етап та інтеграція результатів:

- Аналіз ефективності: провести оцінку ефективності використання ІмТ у навчанні, враховуючи успішність учнів, їхню зацікавленість та рівень засвоєння матеріалу.

- Коригування підходів: на основі отриманих результатів внести корективи у використання ІмТ, удосконалити методичні прийоми.

- Розширення практики: якщо використання ІмТ показало позитивні результати, поширити на інші теми.

Запропонована модель забезпечує послідовне та систематичне впровадження ІмТ в освітній процес, що сприятиме підвищенню мотивації учнів, покращенню якості викладання.

Розділ 2. ВИКОРИСТАННЯ ПЛАТФОРМ ВІРТУАЛЬНОЇ ТА ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ (VR/AR) ДЛЯ ПІДТРИМКИ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ

2.1. Використання контенту платформи AR Book для реалізації імерсивного змішаного навчання

Протягом останніх років змішана форма навчання в закладах загальної середньої освіти змінювалася, удосконалювалася та набувала ознак персоналізації, інтерактивності та гнучкості.

Персоналізація - навчання з використанням онлайн-платформ та інструментів учні можуть вчитися у власному темпі, формувати індивідуальну траєкторію розвитку, обирати завдання, що відповідають їхнім потребам та інтересам.

Інтерактивність - використання різноманітних онлайн-інструментів для спілкування та співпраці, таких, як віртуальні класи, форуми, чати, участь у тематичних спільнотах, проектних групах.

Гнучкість - навчання реалізується будь-де і будь-коли.

Впровадження змішаної форми навчання дало можливість вирішити низку ключових проблем, що виникли в результаті широкомасштабної пандемії COVID-19 та воєнного стану в Україні та зробило освіту більш доступною для тимчасово переміщених учнів, дітей з особливими потребами, а також для тих, хто живе у віддалених сільських громадах.

Саме використання онлайн-платформ, як інформаційно-освітнього середовища навчання стало важливим складником у вирішенні проблеми доступу учнів до освітнього контенту та реалізації імерсивного змішаного навчання.

Під *імерсивним навчанням* ми розуміємо інноваційну педагогічну технологію в освіті, що забезпечує учням глибоке занурення в навчання [5, с.57].

Під *імерсивним змішаним навчанням* ми розумітимемо комбінацію імерсивного навчання та змішаної форми навчання. У цьому контексті учні використовують для навчання імерсивні навчальні середовища, де вони можуть взаємодіяти з віртуальними об'єктами, як під час навчання в школі, так під час навчання вдома, що може створювати умови занурення в навчання та сприяти поглибленню розуміння матеріалу та збільшенню зацікавленості учнів у навчанні.

Якщо змішана форма навчання може вирішити проблеми доступу до освіти та освітнього контенту в кризових умовах, то імерсивне навчання може вирішити проблеми освітніх втрат, що виникли через: перерви в навчанні, психологічних труднощів, нерівного доступу до навчання, цифрового розриву, втрати закладу освіти та ін.

Імерсивне навчання створює сприятливі умови для глибокого занурення учнів у навчальний процес, навіть у віддаленому режимі. Використання інтерактивних віртуальних середовищ дозволяє учням взаємодіяти з матеріалом набагато ефективніше, що сприяє кращому розумінню та запам'ятовуванню навчального матеріалу. Крім того, імерсивність навчання може допомогти зменшити психологічний стрес учнів, забезпечуючи їм можливість відчувати себе більш залученими та мотивованими до навчання, навіть у складних чи непередбачуваних умовах. Ця педагогічна практика може стати інструментом для вирішення різних аспектів освітніх втрат. Поєднання змішаної форми навчання та імерсивного навчання може стати ключовим фактором для забезпечення неперервності та доступності освіти в кризових умовах.

З розвитком технологій віртуальної та доповненої реальності освітнє середовище все більше набуває ознак імерсивності [1]. Для реалізації імерсивного змішаного навчання в освітньому середовищі може бути використана платформа AR Book (<https://arbook.info/>). На цій платформі вчитель та учні мають можливість використовувати контент трьох видів: VR, AR, 360-градусні зображення:

- VR-контент. На платформі розміщено 21 віртуальне середовище, що дає можливість учням взяти участь у віртуальному експерименті. Нині такі середовища реалізовані для предметів фізика, астрономія, хімія, географія, біологія (рис. 2.1).

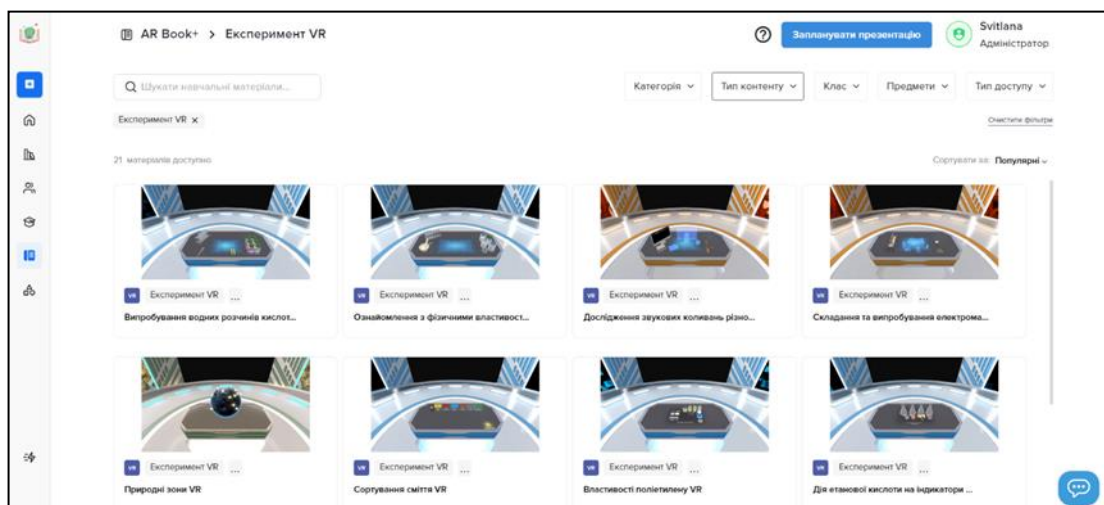


Рис. 2.1. VR середовища для проведення експериментів

- 360-градусні зображення. Понад 70 зображень створено для унаочнення навчального матеріалу. Більшою мірою ці розробки створені для уроків географії та природи. Кожне зображення є об'єктом який можна відтворити в 360-градусному перегляді та надати повне уявлення про оточення об'єкту, що вивчається (рис. 2.2).

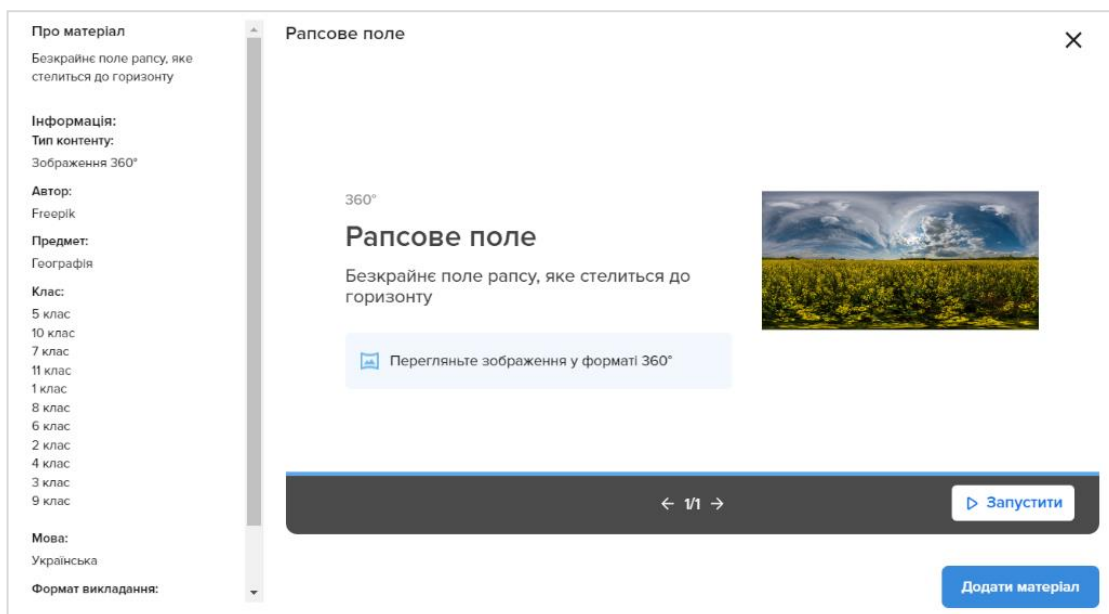


Рис. 2.2. Відтворення 360-градусних зображень об'єктів

- *AR-контент*. Розробники розмістили понад 900 об'єктів доповненої реальності для різних предметів шкільного курсу, який можна відтворити за допомогою спеціального мобільного застосунку або просто переглянути, як 3D-контент (рис. 2.3).

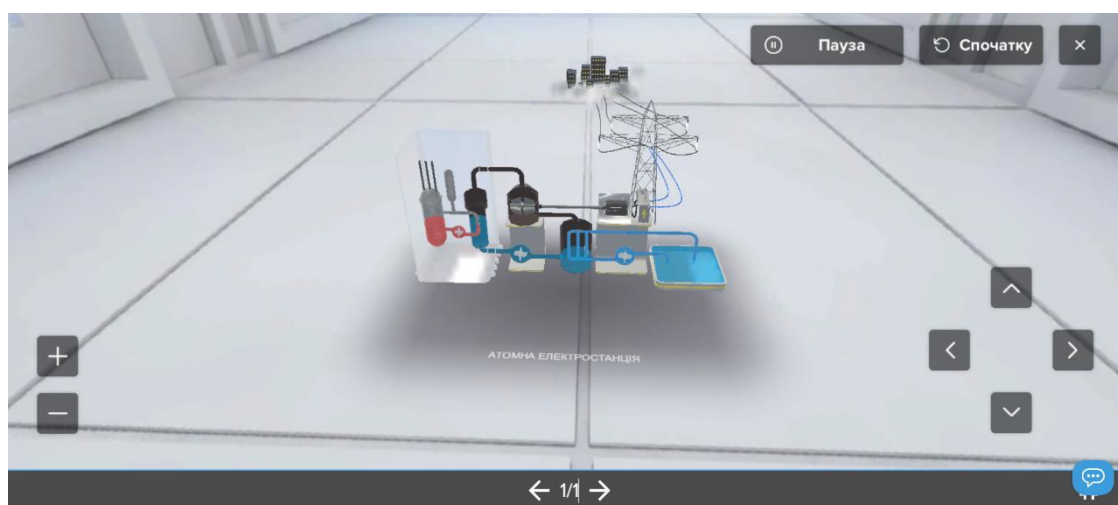


Рис. 2.3. AR для вивчення об'єктів та демонстрації їх функціоналу

Наведемо приклади завдань для учнів 7 класу, враховуючи етапи занурення [6].

Географія. Приклад використання. Використайте платформу AR Book і доберіть 360-градусні зображення до теми уроку. Організуйте групову роботу учнів. Під час віртуальних екскурсій учні мають визначити основні географічні особливості місцевості. Запропонуйте учням використати штучний інтелект для уточнення клімату місцевості. Дома – учні мають розробити презентацію результатів. Оцініть презентацію отриманих результатів групою учнів.

Фізика. Приклад використання. Оберіть фізичний явище, яке ви хочете дослідити (наприклад, рух тіл, дифракція світла, чи закони термодинаміки). Доберіть AR-об'єкти на платформі AR Book. Напишіть інструкцію для проведення експерименту. Дома – запропонуйте провести експеримент за інструкцією з використанням AR-об'єктів. Онлайн – обговоріть отримані учнями результати. Оцініть роботу учнів.

Ці завдання спрямовані на активне використання віртуальних можливостей платформи AR BOOK для занурення учнів у навчальний матеріал з різних предметів, що дозволяє їм отримати поглиблене розуміння та зацікавленість у навчанні.

2.2. Можливості використання платформ *Blippar* та *ARTutor* в освітньому процесі ЗЗСО

Сучасний освітній процес в закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО) вимагає інноваційних підходів і технологій для підвищення ефективності навчання та залучення учнів. Одним із перспективних напрямів є використання імерсивних технологій, особливо таких, що дозволяють створювати вчителю інтерактивні навчальні матеріали, які можуть значно змінити спосіб його подачі та взаємодію учнів з навчальним контентом.

Ми пропонуємо розглянути способи використання таких платформ, як *Blippar* та *ARTutor*, вчителем для створення дидактичного матеріалу.

Blippar – це платформа доповненої реальності, яка допомагає вчителю втілювати освітній контент у життя, роблячи його інтерактивним і захоплюючим [30].

Функціональні можливості *Blippar* для створення дидактичного матеріалу:

- створення та інтеграція AR-контенту, а саме, на платформу можна завантажувати та інтегрувати 3D-моделі, що можна обертати, масштабувати та анімувати для демонстрації складних концепцій і процесів; додавати зображення та відеоролики для ілюстрації навчального матеріалу; вставляти аудіокоментарі, пояснення або музичні фрагменти для доповнення візуального контенту;

- додавання інтерактивних елементів, тобто, вчитель може створювати інтерактивні кнопки, що можуть перенаправляти користувачів на інші ресурси, веб-сторінки або запускати певні дії; вбудовувати вікторини та інтерактивні завдання, що дозволяє оцінювати знання учнів у режимі реального часу; використовувати маркери та тригери для запуску AR-контенту, включення геолокаційних функцій, що дозволяють учням взаємодіяти з AR-контентом у певних фізичних місцях;

- додавання та налаштування сценаріїв анімацій для переходів між різними елементами контенту, що робить презентацію більш динамічною;

- надання можливості для кількох користувачів одночасно працювати над одним проектом, що сприяє спільному створенню контенту та обміну ідеями;

- використання вбудованих бібліотек мультимедійних ресурсів для швидкого створення та налаштування контенту;

- підтримання мобільних пристроїв, тобто всі створені проєкти можуть бути переглянуті на різних мобільних пристроях, що забезпечує доступність контенту для учнів незалежно від їхнього місцезнаходження.

Крім вищезазначеного Vlippar пропонує різноманітні освітні ресурси та готові проєкти доповненої реальності.

Нижче ми надаємо покрокову інструкцію для вчителів щодо створення дидактичного матеріалу з використанням Vlippar (рис. 2.4).

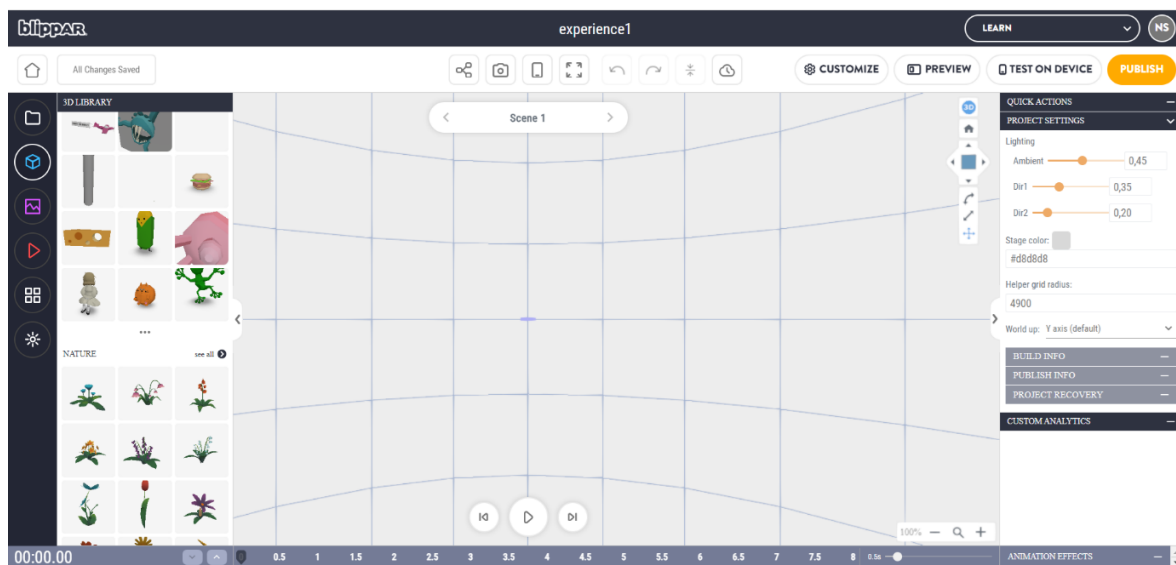


Рис. 2.4. Робочий простір Vlippar для створення особистого матеріалу вчителем

Крок 1: реєстрація та створення облікового запису.

Перший крок передбачає такі дії:

- перейти на сайт Vlippar (<https://blipps.blippar.com/>);
- відкрити веб-браузер і ввести адресу Vlippar;
- створити обліковий запис, а саме: натиснути кнопку «Sign Up» (Зареєструватись) і заповнити необхідні поля (ім'я, електронна адреса, пароль);
- підтвердити реєстрацію через електронну пошту.

Крок 2: ознайомлення з інтерфейсом Vlippar.

Другий крок передбачає наступні дії:

- увійти до облікового запису, а саме, необхідно ввести свої облікові дані на сторінці входу і натиснути «Sign In» (Увійти);
- ознайомитися з інтерфейсом, тобто слід перейти до розділу «Vlipbuilder», що є інструментом для створення AR-контенту, ознайомитися з основними вкладками: «Dashboard» (панель управління), «My Vlipps» (мої Vlipps (проєкти)), «Analytics» (аналітика).

Крок 3: створення нового проєкту.

Третій крок передбачає такі дії:

- натиснути на панелі управління «Create New Blippr» (створити новий Blippr) та дати йому назву (наприклад, «Подорож історичними містами Києва» або «Модель атома»).

Крок 4: додавання контенту.

Для того, щоб додати контент до проєкту, необхідно натиснути «Add Media» (дати медіа) і завантажити зображення або відео, що будуть використовуватися у даному AR-проєкті. Далі користувачу слід розмістити медіа на робочій площині та налаштувати його розмір і позицію.

Для того, щоб додати тривимірну модель, необхідно натиснути «3D Model» (3D модель) та завантажити файл 3D-моделі (формати .obj, .fbx) і розмістити його у робочому полі проєкту.

Для того, щоб додати інтерактивні елементи, такі як кнопки або посилання, слід натиснути «Add Interaction» (дати взаємодію), вибрати відповідний елемент та налаштувати дії, що відбуватимуться при натисканні на ці елементи (перехід на інший екран, запуск відео та ін.).

Крок 5: налаштування взаємодії.

Перш за все необхідно додати тригери, а саме, вибати об'єкт на робочій площині і натиснути «Add Trigger» (дати тригер), далі вибрати подію, яка буде запускати взаємодію (наприклад, натискання, наближення камери та ін.), та вказати, що повинно відбуватись після активації тригера (відтворення відео або аудіосупроводу, відображення тексту, запуск анімації та ін.).

Крок 6: перевірка та публікація.

Для здійснення цього кроку слід натиснути «Preview» (переглянути), щоб побачити, як даний AR-контент виглядатиме на мобільному пристрої.

Далі можна внести необхідні корективи, якщо щось не працює належним чином та опублікувати проєкт, натиснувши «Publish» (опублікувати), щоб зробити проєкт доступним для учнів.

На екрані буде запропоновано посилання на даний проєкт, ключ або QR-код, який можна надіслати учням для доступу до AR-контенту.

Організація уроку з використанням Blippr передбачає підготовку:

- мобільних пристроїв або планшетів із встановленим додатком Blippr;
- плану уроку зі завданнями для учнів, створених на платформі Blippr;
- супроводу завдань (підготовка роздрукованих, сканованих або загрузених на пристрої рисунків, схем, моделей та ін);
- інструкції для учнів, як використовувати додаток AR, створеного у Blippr.

Наведемо декілька прикладів проєктів у Blippr.

Проєкт «Тривимірна модель Сонячної системи».

Опис проєкту: створення інтерактивної моделі Сонячної системи, де учні можуть досліджувати планети, їхні орбіти та основні характеристики.

Кроки створення проєкту:

- завантажте зображення або моделі планет;
- додайте інформаційні вікна з описом кожної планети;
- налаштуйте взаємодії, наприклад, натискання на планету для отримання додаткової інформації або запуску анімації.

Освітні цілі проекту:

- набуття учнями знань про космос і планети;
- розвиток просторового мислення учнів та їхньої здатності до дослідження.

Проект «Віртуальний тур по історичному музею».

Опис проекту: створення віртуального туру по історичному музею, де учні можуть віртуально відвідувати експонати та отримувати детальну інформацію про них.

Кроки створення проекту:

- завантажте зображення або 3D-моделі експонатів;
- додайте текстові описи, аудіо- та відеоматеріали для кожного експоната;
- створіть інтерактивні точки для переходу між залами музею.

Освітні цілі проекту:

- залучення учнів до вивчення історії через віртуальні екскурсії;
- розвиток навичок дослідження та критичного мислення.

Проект «Модель людського тіла».

Опис проекту: Створення інтерактивної моделі людського тіла, де учні можуть досліджувати анатомію та функції різних органів і систем.

Кроки створення проекту:

- завантажте 3D-модель людського тіла та окремих органів;
- додайте інформаційні вікна з описом функцій органів;
- налаштуйте взаємодії для перегляду органів у різних площинах та їх функціональних зв'язків.

Освітні цілі проекту:

- поглиблення знань з біології та анатомії людини;
- розвиток навичок просторового мислення та розуміння складних біологічних процесів.

Слід відмітити ще одну платформу, яка є цікавим інструментом для реалізації навчального контенту за допомогою AR.

ARTutor [38] – це інноваційна платформа для створення AR, яка дозволяє легко інтегрувати цифрові матеріали в освітній процес. За допомогою цієї платформи вчитель може розробити свої особисті книги, тести, вікторини з AR. Нова версія ARTutor базується на таких технологіях як ARCore від Google і ARKit від Apple [50].

Платформу ARTutor було представлено та використано в короткій навчальній програмі Online Training Program on Immersive Technologies for Education у рамках програми Erasmus+ Immersive Technologies for Education (ImTech4Ed)», що відбувалася з 28 лютого 2022 року по 14 березня 2022 року, яка фокусується на застосуванні технологій доповненої та віртуальної реальності в STEAM освіті.

У тренінгу взяли участь викладачі різних галузей STEAM та студенти з різних навчальних програм (обчислювальної техніки, ігрового дизайну, мистецтва, гуманітарних і соціальних наук) в університетах різних європейських країн (Кіпр, Греція, Німеччина). Таким чином, інноваційний зміст був поєднаний

з можливістю культивування «навичок 21 століття» щодо творчості та здатності працювати та співпрацювати в гетерогенних групах.

Нижче ми пропонуємо покрокову інструкцію для вчителів щодо створення дидактичного матеріалу з використанням ARTutor.

Крок 1: Реєстрація та вхід (рис. 2.5).

Перший крок передбачає такі дії:

- перейти на сайт ARTutor (<https://artutor.com>) та натиснути на кнопку Sign Up для створення облікового запису;
- заповнити необхідну інформацію, таку як ім'я, електронну пошту та пароль.

Рис. 2.5. Вікно сайту ARTutor для реєстрації користувача

Після реєстрації слід увійти у систему, застосовуючи введені реєстраційні облікові дані.

Крок 2: створення нового проєкту

Для створення нового проєкту необхідно натиснути кнопку «New Project» і ввести назву проєкту, короткий його опис та заповнити всі кумірки, позначені зірками (рис. 2.6).

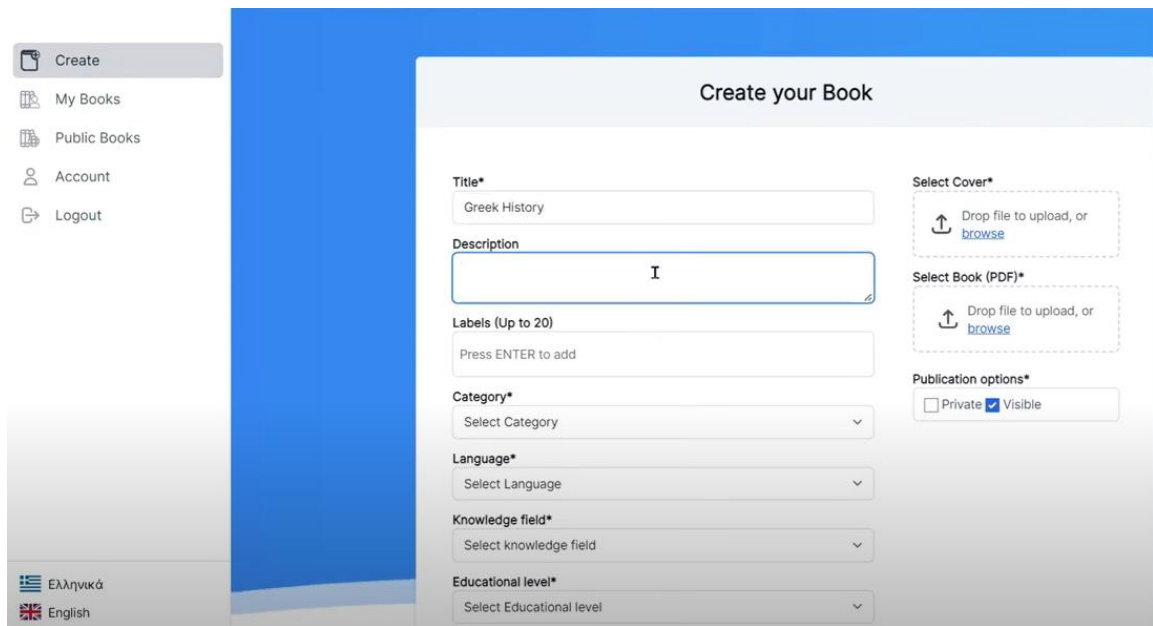


Рис. 2.6. Вікно сайту ARTutor для початку створення проєкту

Після заповнення даних про проєкт, натиснути «Save» для збереження та переходу до наступного кроку.

Крок 3: додавання навчальних матеріалів.

Для наступного кроку слід відкрити на платформі даний проєкт і натиснути «Add New Material», вибрати тип матеріалу (текст, зображення, відео, 3D-модель, аудіо та ін.); завантажити необхідні файли з комп'ютера або додати посилання на онлайн-ресурси, після цього вказати метадані для матеріалу (назва, опис, ключові слова та ін.) та натиснути «Save» для збереження матеріалу в проєкті.

Крок 4: створення маркерів доповненої реальності.

Створення маркерів доповненої реальності потребує від вчителя спочатку завантажити необхідні об'єкти на свій комп'ютер або зробити їх самостійно. Далі необхідно у проєкті натиснути «Add New Marker» для створення нового AR-маркера; вибрати зображення, яке буде слугувати маркером для активації AR-контенту та завантажити користувачем зображення зі свого комп'ютера, при цьому вказати розміри маркера та розташування на сторінці. Цей маркер слід зв'язати із відповідним навчальним матеріалом, який було додано раніше та натиснути «Save» для збереження маркера.

Крок 5: налаштування взаємодії користувачів із проєктом.

Для налаштування взаємодії користувачів із проєктом слід відкрити сторінку маркера і вибрати опцію «Add Interaction» та вибрати тип взаємодії (натискання, проведення пальцем, натискання і утримання та ін.), при цьому можна вказати, що має відбуватися при взаємодії з маркером (відкриття відео, відтворення аудіо, відображення 3D-моделі та ін.).

Крок 6: тестування та публікація.

Перед публікацією обов'язково слід протестувати матеріали. Для цього необхідно відкрити додаток ARTutor на мобільному пристрої (доступний для iOS та Android); використати камеру додатку для сканування маркерів і перевірити,

чи правильно працює весь AR-контент, після цього повернутися до веб-платформи ARTutor і натиснути Publish для публікації даного проєкту; поділитися опублікованим проєктом з учнями, надавши їм доступ до матеріалів через додаток ARTutor.

Наведемо варіанти проєктів, що можуть бути реалізовані за допомогою ARTutor.

Проєкт з історії: «Середньовічні замки».

Мета: вивчення архітектури та історії середньовічних замків.

Опис дій щодо реалізації проєкту:

- створити маркери зображень замків, таких як, наприклад, Віндзорський замок, Тауер, замок Нойшванштайн;

- додати до кожного маркера інтерактивні 3D-моделі замків, відеоекскурсії, аудіозаписи з історичними фактами та ін.;

- сканування учнями маркерів і досліджування ними інформації про кожен замок, з'ясовуючи їхню історію та архітектурні особливості.

Проєкт з іноземної мови: «Культурні традиції країн світу».

Мета: вивчення культурних традицій різних країн.

Опис дій щодо реалізації проєкту:

- створити маркери зображень національних костюмів, святкових заходів, традиційних страв та ін.;

- додати до кожного маркера відео та аудіо з описом культурних традицій, інтерактивні тексти та ін.;

- сканування учнями маркерів та знайомлення з культурними особливостями країн, покращуючи свої мовні навички.

Проєкт з географії: «Кліматичні пояси Землі».

Мета: Вивчення кліматичних поясів та їх характеристик.

Опис дій щодо реалізації проєкту:

- створити маркери зображень карт кліматичних поясів Землі;

- додати до кожного маркера інтерактивні карти, відео з кліматичними особливостями, аудіо з описом типових явищ;

- сканування учнями маркерів та дослідження кліматичних поясів, дізнаючись про їхні особливості та вплив на природу і людське життя.

Використання платформ Fliprар та ARTutor у освітньому процесі відкриває нові можливості для вчителів, дозволяючи їм створювати інтерактивні та захоплюючі дидактичні матеріали, що сприяють кращому засвоєнню знань і підвищенню мотивації учнів.

2.3. Можливості використання імерсивних платформ для підтримки змішаного навчання

Одним із важливих кроків на шляху до цифровізації освіти є використання платформ доповненої та віртуальної реальності (AR/VR), які створюють інтерактивні матеріали для вивчення різних предметів. Впровадження імерсивних технологій в освітній процес може значно підвищити інтерес учнів, покращити їхнє розуміння та засвоєння навчального матеріалу, а також сприяти формуванню практичних навичок. Численні дослідження [34; 43; 49] показують, що використання технологій AR та VR в освіті може позитивно вплинути на когнітивні процеси, мотивацію та ефективність навчання.

Для ефективною інтеграції сучасних технологій в освітній процес, необхідно не лише впроваджувати новітні інструменти, а й забезпечити всебічну підготовку педагогів, а також обладнати освітні установи необхідними технічними засобами та програмним забезпеченням. Це дозволить вчителям повною мірою використовувати потенціал цифрових інструментів для покращення якості навчання.

У цьому розділі буде представлений аналіз як українських, так і міжнародних освітніх платформ, що використовують технології AR/VR, зокрема **ARbook, Mozaik Education, Labster, Nearpod, zSpace, Merge EDU, CoSpaces Edu, ThingLink, EON Reality, Unimersiv, VirtualSpeech, VictoryXR, RobotLAB VR**, а також інших відомих рішень. Огляд розкриє можливості кожної платформи, їх унікальні особливості та рівень доступності.

Вищезазначені цифрові платформи, пропонують освітні ресурси, що можуть бути легко інтегровані в освітній процес незалежно від формату навчання – офлайн, онлайн або змішаного.

AR Book – платформа, що використовує доповнену та віртуальну реальність для створення інтерактивних навчальних матеріалів. Вона спрямована на інтеграцію сучасних технологій у традиційні шкільні підручники, що дозволяє учням за допомогою смартфонів чи планшетів взаємодіяти з AR-контентом.

Інтерактивні матеріали на платформі (<https://arbook.info/>) поєднують традиційні друковані матеріали з доповненою реальністю. Ця платформа дозволяє створювати та проводити уроки, підтримувати аналітику уроку та завдяки рефлексії, яка може сприяти покращенню освітнього процесу. Особливо корисним може бути використання AR Book+, де зібрані не лише досліди з мобільного застосунку AR Book, але й багато іншого навчального матеріалу. Це включає готові уроки, 360-градусні зображення, відео та інтерактивні симуляції від PhET Colorado (рис. 2.7).



Рис. 2.7. Типи контенту на платформі AR Book (<https://teacher.arbook.info/arbook-plus/all-types>)

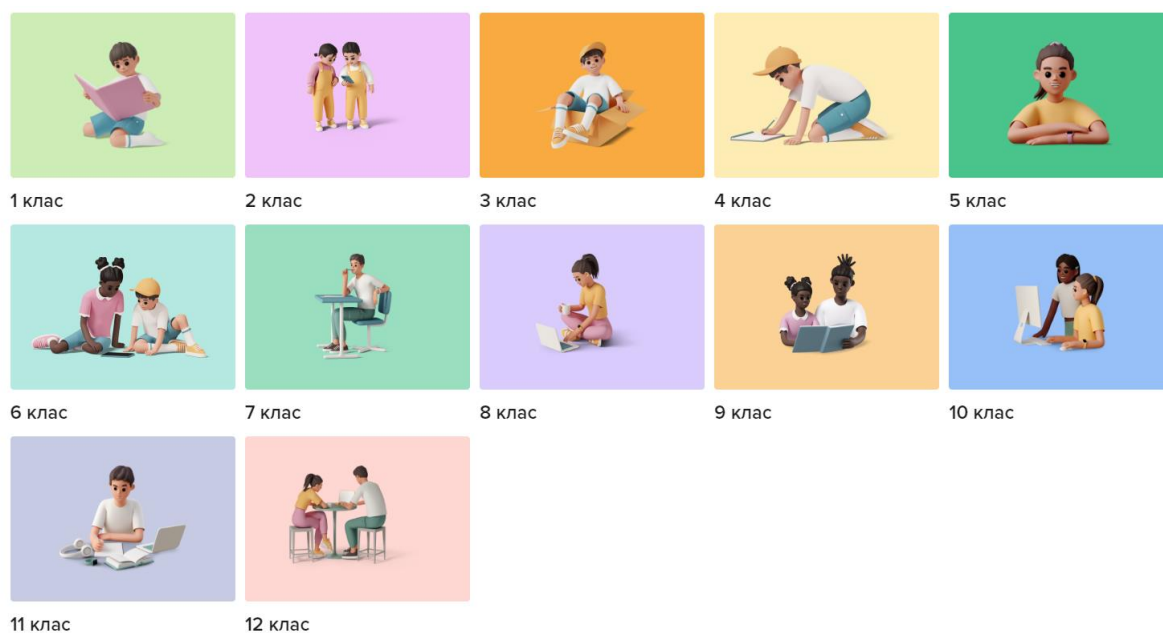


Рис. 2.8. Підбірка контенту за класами
<https://teacher.arbook.info/arbook-plus/grades>

Для зареєстрованих користувачів (попередньо обравши роль: вчитель, шкільна адміністрація, учень, автор) на платформі можна використовувати різні інструменти для викладання, управління, навчання. Для вчителів (<https://arbook.info/dlya-vchyteliv/>) пропонується додавати наявні матеріали, або створювати власні за допомогою конструктору уроку з десятками функцій, планувати уроки й аналізувати отримані результати. Для шкільної адміністрації (<https://arbook.info/dlya-shkilnoyi-adminstracziyi/>) надається можливість керувати освітнім процесом та доступами. Для учнів (<https://arbook.info/dlya-uchniv/>) передбачено доступ до інтерактивних уроків, ігрового навчання та персоналізованого розвитку разом з AR Book.

На цифровій платформі матеріали представлені за різними умовами доступу: на безоплатній основі, за умовами підписки (особистої або від закладу освіти), а також на умовах покупки.

Залежно від потреб обирається потрібний тип контенту, наприклад, експерименти, експерименти PhET, відео, готові уроки, навчальні плани, навчальні проекти, контрольні роботи, інтерактивні вправи, дидактичні ігри та вправи, шаблони для конспекту уроку, розмальовки, розмальовки AR, домашні завдання, експерименти VR, завдання, зображення 360°, лабораторні роботи, практичні роботи, хід уроку, шаблони уроку тести тощо. Деякі із зазначених елементів представлені на Рис. 2.9-2.13.

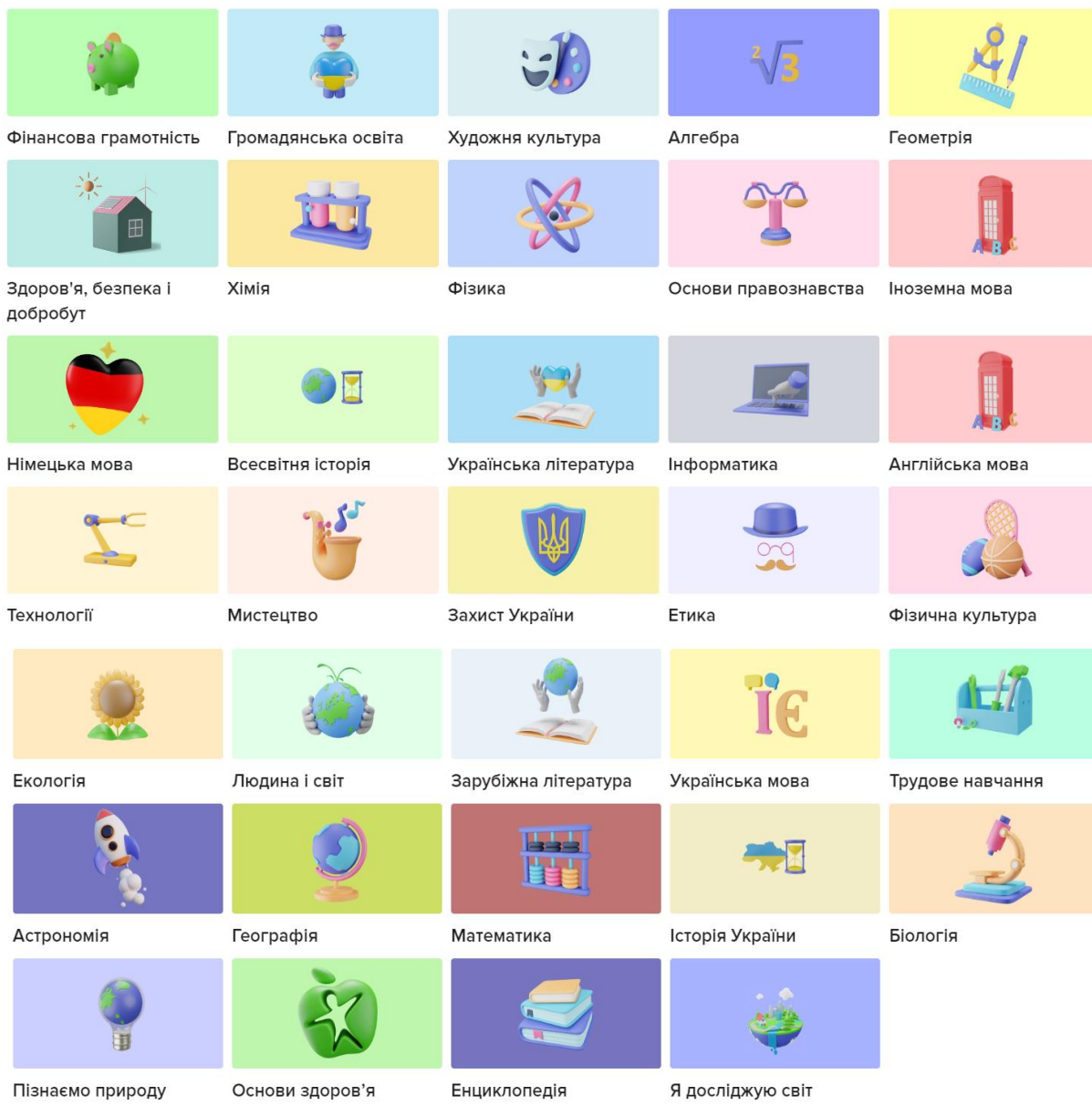


Рис. 2.9. Підбірка контенту за предметною галуззю
<https://teacher.arbook.info/arbook-plus/subjects>

← Назад

Про матеріал

Поглибте своє розуміння безпеки в громадському транспорті та дізнайтеся, як уникнути ризиків під час подорожі! Розкрийте таємниці найбезпечніших місць у транспорті за допомогою нашого експерименту 3D та AR.

Приєднуйтеся до нашої подорожі у світ безпеки та комфорту! Запрошуємо вас відкрити цей унікальний експеримент у нашій системі та розпочати своє дослідження.

Інформація:

Тип контенту:

Експеримент

Безпека у громадському транспорті AR/3D

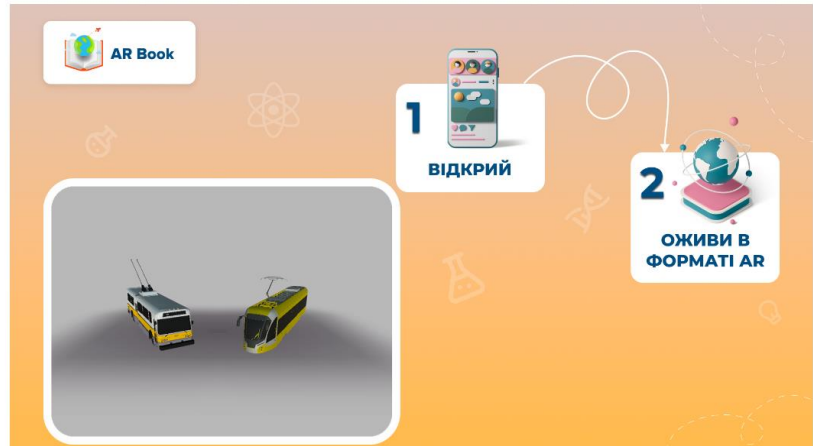


Рис. 2.10. Експеримент AR/3D з теми “Безпека у громадському транспорті”

Про матеріал

Подаруй собі подорож до Венери в VR! Дізнайся, як ця таємнича планета обертається повільніше, аніж інші, та чому її рух навколо власної осі — як крок годинника. Розширй горизонти з нами! Запрошуємо тебе відкрити цей унікальний експеримент у нашій системі та розпочати своє дослідження.

Інформація:

Тип контенту:

Експеримент VR

Автор:

AR Book

Предмет:

Астрономія

Венера VR

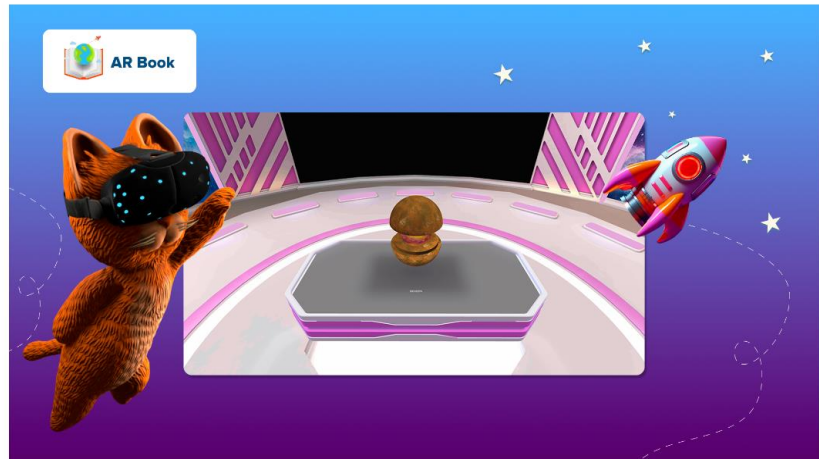


Рис. 2.11. Експеримент VR з теми “Венера VR”, астрономія, 10 клас

← Назад

Про матеріал

Запрошуємо вас у доісторичний світ, де живуть величні динозаври! Уявіть себе серед велетенських лісів і долин, де зустрічаються могутні тиранозаври, добродушні трав'яїди та кумедні летючі ящери. Розфарбуйте цей дивовижний світ у яскраві кольори та пориньте у захоплюючі пригоди з давніх часів!

Інформація:

Тип контенту:

Розмальовка AR

Автор:

AR Book

Динозавр / AR розмальовка

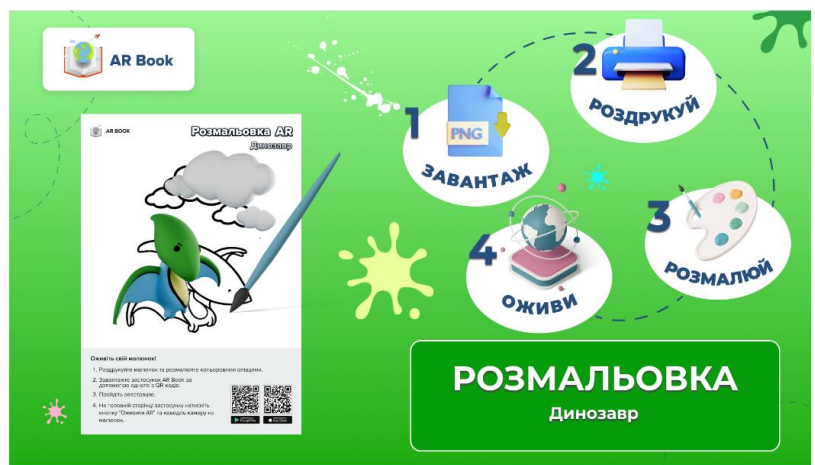


Рис. 2.12. Розмальовка у форматі AR

ГЛОБАЛЬНІ ЦІЛІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

2015 року в Нью-Йорку відбувся Саміт зі сталого розвитку, що затвердив Новий порядок денний для міжнародної спільноти до 2030 року.

Розгляньте інфографіку. Поясніть, як ви розумієте кожну з цілей.

Які з глобальних цілей є, на ваш погляд, найважливішими для України?

2. Що можете зробити особисто ви для досягнення цих цілей? Чи потребує це зміни стилю вашого життя та життя вашої родини? Як саме?



Гуцуня Н. І. Основи здоров'я: підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл. / Н. І. Гуцуня, С. В. Василенко, Л. П. Колотий. — Х.: ТОВ «СИЦІЯ», 2017. — 192 с. : іл.

Рис. 2.13. Презентація уроку “Поняття інформаційного суспільства та сталого розвитку”, 9 клас

Через смартфон можна використовувати доповнену реальність, а також на платформі додатково розроблені інструкції роботи з VR шоломом та VR лабораторією (рис. 2.14), якщо в освітньому закладі наявне необхідне обладнання.

Прив'язка шоломів Управління шоломами

Етапи підключення

- Натисніть "Прив'язати шолом" для активації інтеграції
- Знайдіть та запустіть у VR шоломі застосунок VR Lab
- Запам'ятайте код
- Введіть код у вікні на наступному екрані
- Вітаємо! Інтеграцію активовано

Прив'язати шолом

Рис. 2.14. Інструкція щодо підключення VR Lab до AR Book (<https://teacher.arbook.info/integrations/vr/binding>)

Платформа AR Book є потужним інструментом для модернізації освітнього процесу завдяки інтеграції технологій доповненої та віртуальної реальності. Вона дозволяє вчителям та учням активно взаємодіяти з навчальним контентом через смартфони, планшети або VR-шоломи, що впливає на ефективність засвоєння матеріалу. Поєднання традиційних підручників з інтерактивними елементами, такими як 3D-моделі, симуляції, відео та готові уроки, робить навчання більш цікавим та продуктивним. Для різних ролей (учні, вчителі, адміністрація) платформа пропонує відповідні інструменти, зокрема, конструктор уроків, керування доступами та інтерактивні завдання, що полегшує управління навчальним процесом. Можливості платформи, доступні як на безоплатній основі, так і за підпискою або покупкою, роблять її гнучкою для різних освітніх потреб, дозволяючи учасникам навчання обирати відповідний тип контенту для офлайн, онлайн або змішаних форматів навчання.

Наступним важливим прикладом цифрової освітньої платформи, яка також активно впроваджує технології AR і VR є **Mozaik Education**. Хоча Mozaik Education є міжнародною компанією, вона має офіційне представництво в Україні, що активно просуває інтеграцію їхніх продуктів в українські школи.

Mozaik Education (<https://www.mozaweb.com/uk/>) – цифрова освітня платформа, яка містить цифрові підручники, навчальні програми та мультимедійні матеріали для шкіл. Платформа пропонує інтерактивні уроки з використанням AR та VR для вивчення різних предметів, включаючи біологію, фізику, хімію, історію та інші. Використання інноваційного програмного забезпечення від Mozaik Education надає можливість підвищити якість освітнього процесу завдяки широкому спектру інструментів, які підтримують навчання в класі та вдома. Програмне забезпечення включає цифрові підручники, анімовані презентації, інтерактивні вправи, а також функцію домашнього завдання в режимі онлайн, що забезпечує легкий та ефективний зворотний зв'язок з учнями.

Дана платформа містить:

- *mozaBook* – програмне забезпечення для створення інтерактивних уроків з використанням різних мультимедійних матеріалів.
- *mozaBook для планшетів* – мобільна версія mozaBook, яка дозволяє використовувати інтерактивні матеріали на планшетах, забезпечуючи зручність та доступність навчання.
- *mozaWeb* – онлайн-платформа для доступу до інтерактивних уроків, цифрових підручників та інших навчальних матеріалів.
- *mozaMap* – програмне забезпечення для інтерактивного використання картографічних матеріалів під час уроків географії чи історії.

- *LabCamera* – програма, що дозволяє учням виконувати наукові експерименти за допомогою веб-камери, досліджуючи різноманітні явища у реальному часі.
- *Euklides* – інструмент для створення геометричних побудов, який допомагає вивчати математику за допомогою інтерактивних візуалізацій.
- *Euler3D* – програма для створення та візуалізації тривимірних моделей, яка може бути використана для вивчення просторової геометрії.
- *markr* – інструмент для оцінювання за допомогою штучного інтелекту, що автоматизує перевірку відкритих запитань.

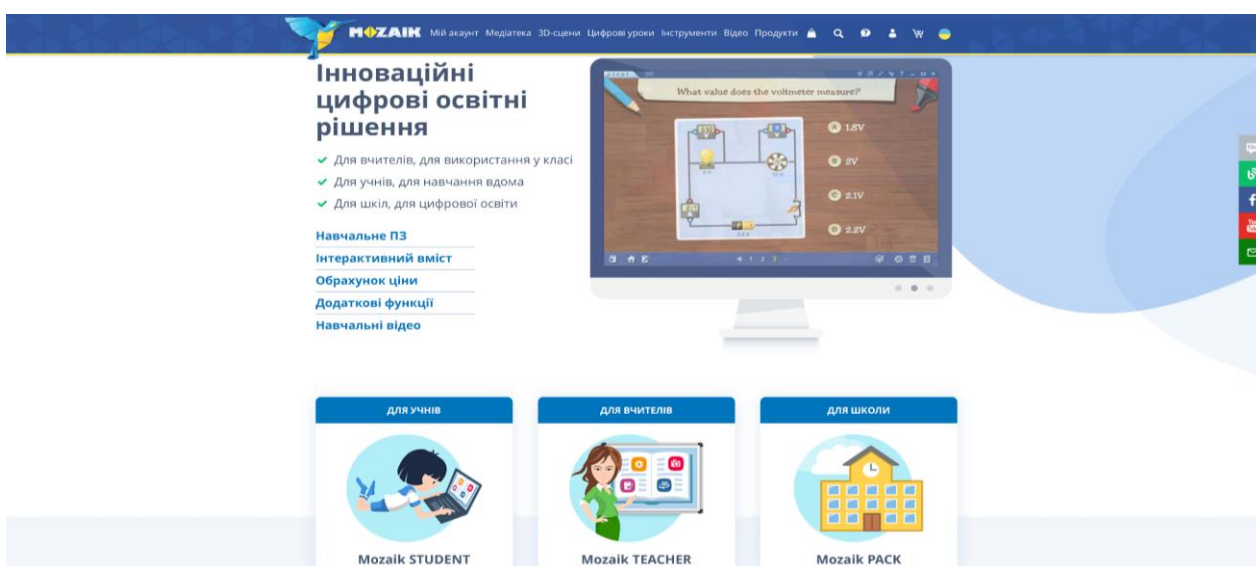


Рис. 2.15. Головна сторінка платформи Mozaik Education (<https://www.mozaweb.com/uk/index.php>)

Окремий доступ є для шкіл (mozaBOOK CLASSROOM), вчителів (Mozaik TEACHER) та учнів (Mozaik STUDENT).

Програмні продукти Mozaik Education можна завантажити та випробувати безплатно. Для продовження використання програмного забезпечення після пробного періоду, необхідно придбати активаційний код.

Далі детальніше розглянуто програмні продукти Mozaik Education, включаючи їх функціонал та особливості застосування в освітньому процесі.

MozaBook – програмне забезпечення для створення інтерактивних уроків, що дозволяє використовувати різні види контенту: 3D-моделі, відео, аудіо, анімації та інтерактивні вправи.



Рис. 2.16. Розділ MozaBook (<https://www.mozaweb.com/uk/mozaBook>)

MozaWeb – це освітня платформа, яка надає доступ до інтерактивних навчальних матеріалів, 3D-сцен, відео, завдань та цифрових підручників. Вона підходить для використання в школах і вдома, забезпечуючи учнів і викладачів різноманітними ресурсами для вивчення шкільних предметів. MozaWeb інтегрується з іншими програмними продуктами, такими як MozaBook та MozaMap, підтримуючи використання на інтерактивних дошках і панелях.



Рис. 2.17. Розділ MozaWeb (<https://www.mozaweb.com/uk/mozaBook>)

markr – це інструмент для оцінювання за допомогою штучного інтелекту, який автоматизує та прискорює перевірку відповідей на відкриті запитання. Він навчається на першій оцінці, щоб допомагати учителям швидше перевіряти роботи, надаючи пропозиції щодо оцінок. **markr** дозволяє зберігати контроль над якістю, пропонує персоналізовані відгуки для кожного учня та підтримує стандартизацію оцінювання. Інтегрований із платформою **mozaWeb**, цей інструмент також забезпечує офлайн-тестування.

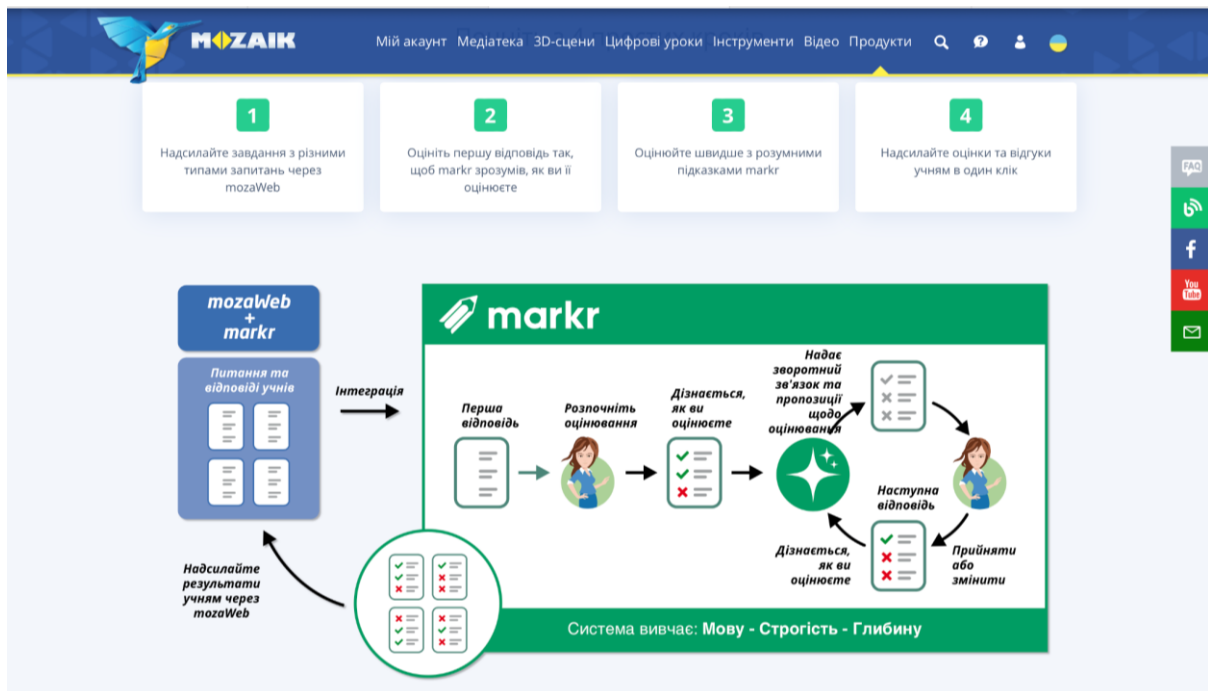


Рис. 2.18. Розділ **markr** (<https://ua.mozaweb.com/uk/markr>)

mozaMap – це програмне забезпечення для інтерактивних панелей та дошок, яке пропонує цифрові карти для навчання. Воно дозволяє легко створювати та використовувати карти під час уроків, забезпечуючи можливість інтерактивної взаємодії з матеріалами. **mozaMap** містить готові картографічні набори, включно з географією, історією та іншими дисциплінами, що допомагає візуалізувати інформацію та покращити сприйняття. Інструмент також дозволяє додавати власні елементи, редагувати карти та створювати анотації в реальному часі.



Рис. 2.19. Розділ mozaMap (<https://www.mozaweb.com/uk/mozamap>)

Euklides – це інтерактивне програмне забезпечення для вивчення та викладання геометрії. Воно дозволяє будувати, редагувати й аналізувати геометричні фігури, використовуючи цифрові інструменти для демонстрації складних геометричних концепцій на інтерактивній дошці або панелі. Програма зручна для навчання, оскільки надає візуальне уявлення про теореми та математичні побудови, сприяючи кращому розумінню теми. Mozaik Education інтегрує цей інструмент для підвищення ефективності викладання математичних дисциплін.

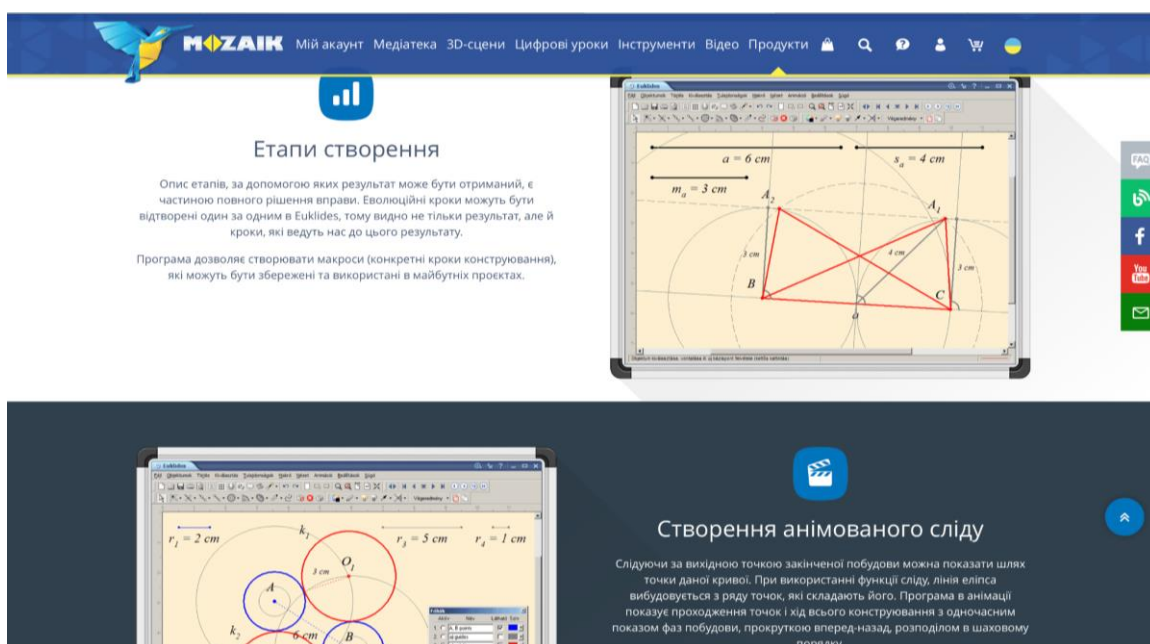


Рис. 2.20. Розділ Euklides (<https://www.mozaweb.com/uk/euklides>)

Euler3D – це програма для чисельного моделювання, яка зазвичай використовується для аналізу тривимірних обчислень в аеродинаміці та гідродинаміці. Вона може розраховувати потоки рідин і газів, а також взаємодію між об'єктами в умовах різних фізичних явищ.



Рис. 2.21. Розділ Euler3D (<https://www.mozaweb.com/uk/euler3d>)

markr – це інструмент для оцінювання за допомогою штучного інтелекту, який автоматизує та прискорює перевірку відповідей на відкриті запитання. Він навчається на першій оцінці, щоб допомагати учителям швидше перевіряти роботи, надаючи пропозиції щодо оцінок. *markr* дозволяє зберігати контроль над якістю, пропонує персоналізовані відгуки для кожного учня та підтримує стандартизацію оцінювання. Інтегрований із платформою *mozaWeb*, цей інструмент також забезпечує офлайн-тестування.

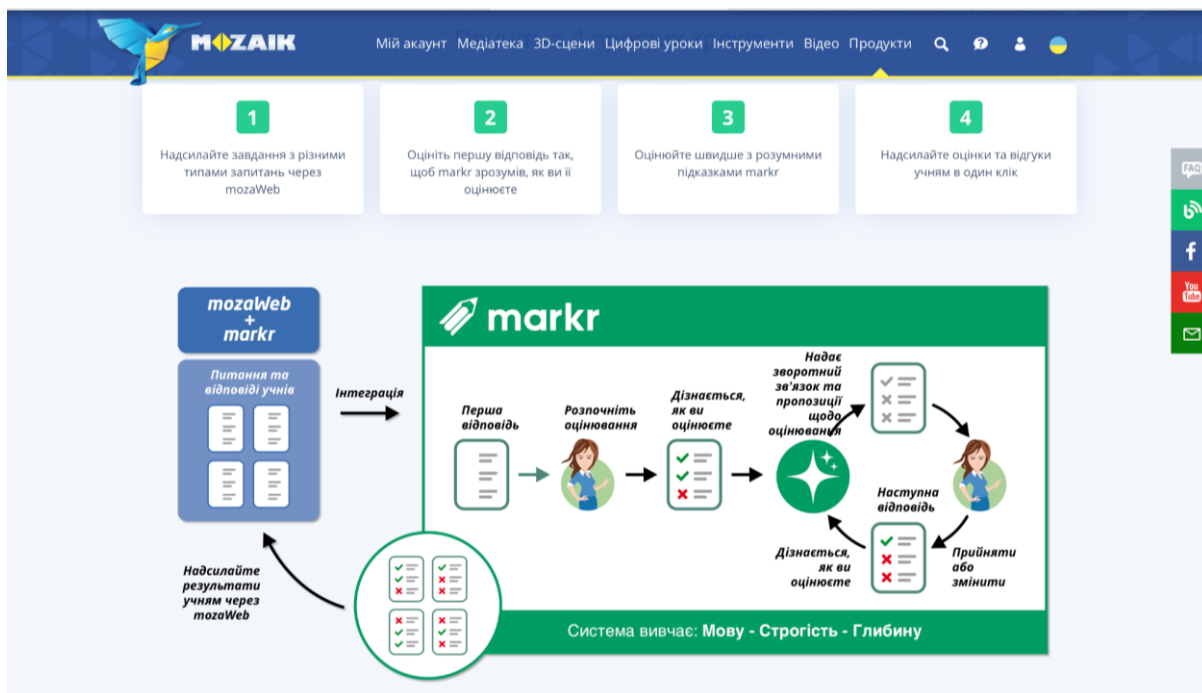


Рис. 2.22. Розділ markr (<https://ua.mozaweb.com/uk/markr>)

На платформі є можливість перегляду відеоуроків з різних предметів. Додатково можна використовувати інтерактивні ігри, тести, енциклопедії, словникові карти, вікторини, аудіо, книги, зошити.

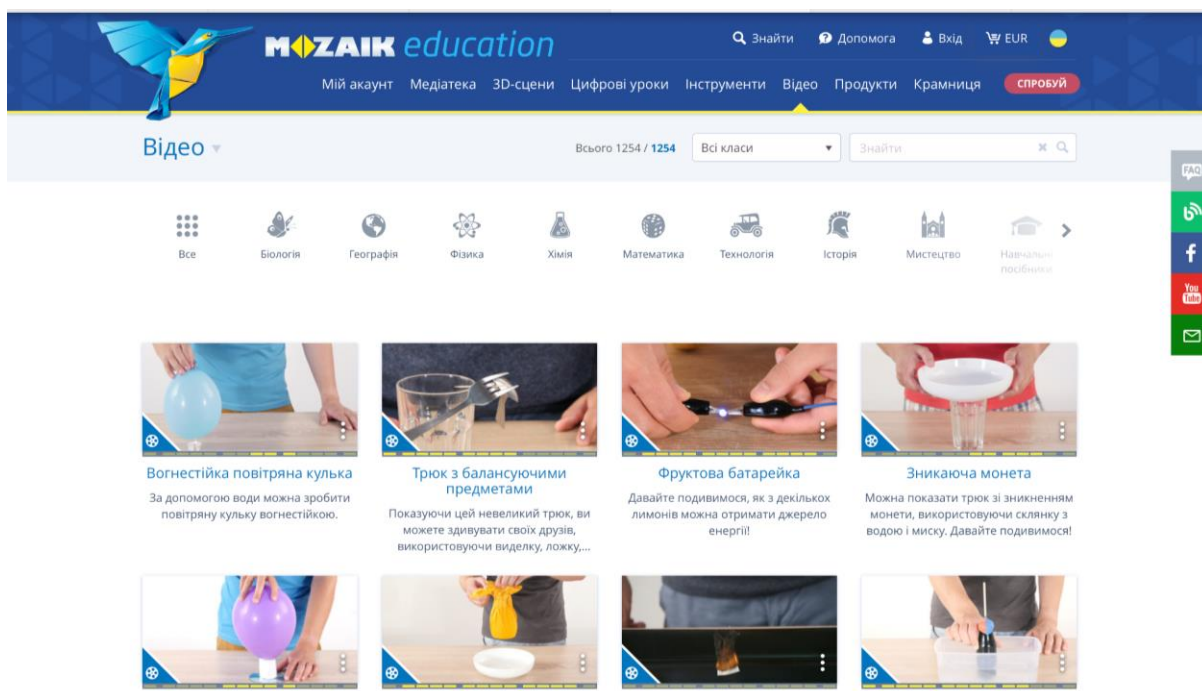


Рис. 2.23. Розділ Відео
(https://www.mozaweb.com/uk/lexikon.php?cmd=getlist&let=VIDEO&active_menu=video)

Mozaik Education також інтегрує у свої продукти технології віртуальної реальності (VR), доповненої реальності (AR) та змішаної реальності (MR), що робить навчальний процес більш захоплюючим.

Платформа пропонує понад 1200 інтерактивних 3D-моделей для віртуальних подорожей та дослідження тем. Наприклад, учні можуть подорожувати віртуальними музеями або вивчати анатомічні моделі. Деякі моделі підтримують VR-режим, що дозволяє учням зануритися у контент за допомогою шолома віртуальної реальності.

Через мобільний додаток можна переглядати 3D-моделі в доповненій реальності, що дозволяє учням взаємодіяти з віртуальними об'єктами в реальному середовищі, наприклад, оглядати історичні пам'ятки або природні явища.

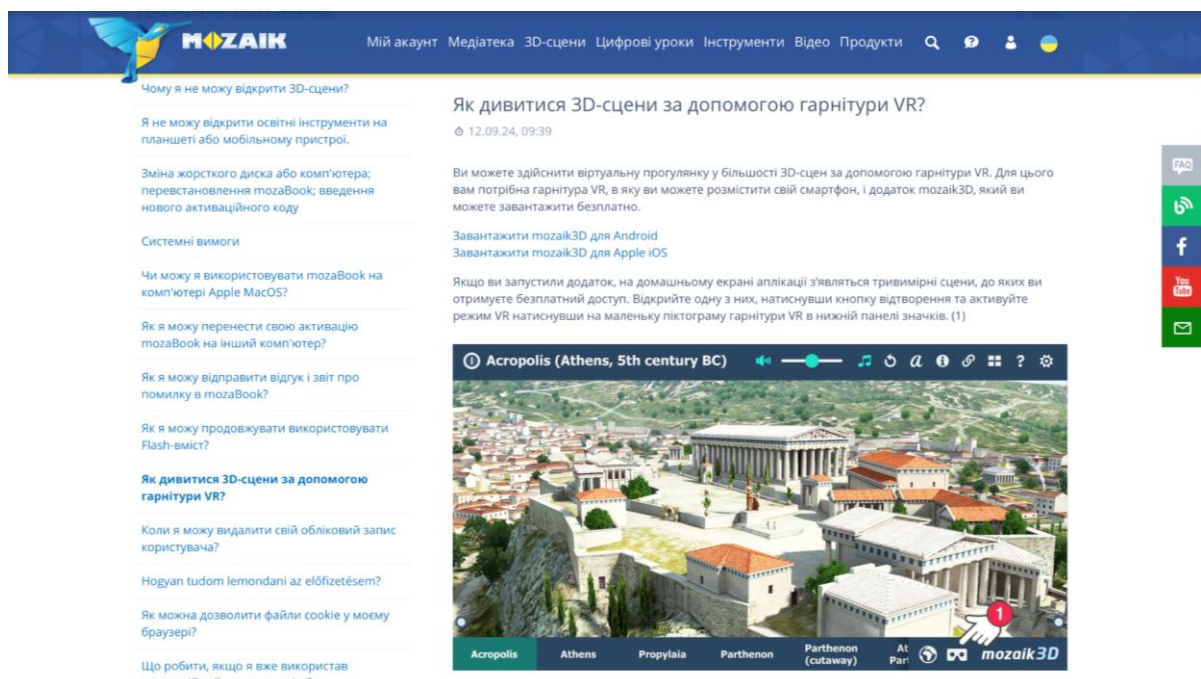


Рис. 2.24. Технічний супровід перегляду 3D-сцен за допомогою гарнітури VR (<https://ua.mozaweb.com/Faq/list?category=technical&question=57>)

На платформі є окремий розділ **cadaVR anatomy** (<https://ua.mozaweb.com/uk/cadaVRanatomy>), де представлено інтерактивний цифровий анатомічний атлас з підтримкою VR, який оптимізовано для найпопулярніших VR платформ.

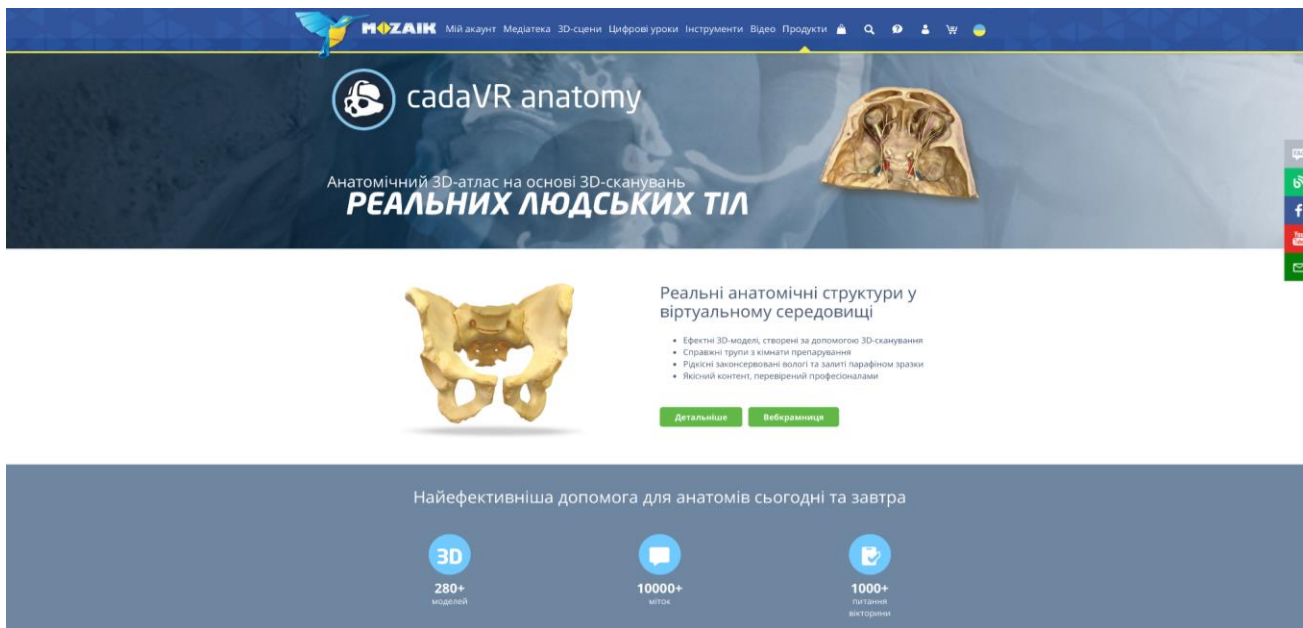


Рис. 2.25. Анатомічний 3d-атлас на основі 3d-сканувань реальних людських тіл (<https://ua.mozaweb.com/uk/cadaVRanatomy>)

Платформа **Mozaik Education** є багатофункціональним інструментом для покращення освітнього процесу завдяки інтеграції сучасних технологій AR, VR та MR. Вона пропонує широкий спектр освітніх ресурсів: від інтерактивних підручників та уроків до спеціалізованого програмного забезпечення, що підтримує викладання різних дисциплін. Завдяки функціональності, яка охоплює створення інтерактивних уроків, наукові експерименти та оцінювання з використанням штучного інтелекту, Mozaik Education дозволяє персоналізувати навчання та робить його більш захоплюючим. Платформа також підтримує доступ до 3D-моделей та VR-контенту, що дозволяє учням не лише засвоювати матеріал, але й безпосередньо занурюватися у навчальні теми через віртуальні та доповнені реальності.

Після огляду українських платформ, варто звернути увагу на іноземні освітні платформи, які також активно використовують технології доповненої та віртуальної реальності. У таблиці __ представлено перелік таких платформ, зокрема **Labster**, **Nearpod**, **zSpace**, **Merge EDU**, **CoSpaces Edu**, **ThingLink**, **EON Reality**, **Unimersiv**, **VirtualSpeech**, **VictoryXR** та **RobotLAB VR Odyssey**.

Порівняльний аналіз іноземних освітніх платформ з використанням
AR/VR технологій

Назва	Тип матеріалів	Особливості	Цільова аудиторія	Доступ
Labster	Віртуальні лабораторії з науки	3D-симуляції з інтерактивним підходом для вивчення біології, хімії, фізики та інших природничих дисциплін.	Студенти університетів та старших класів шкіл	Платна, ліцензії для навчальних закладів або підписка
Nearpod	Інтерактивні уроки з VR і AR	Платформа підтримує використання VR/AR для створення захоплюючих уроків, дозволяючи учням взаємодіяти з тривимірними моделями.	Учні всіх вікових груп, вчителі	Безкоштовна версія, преміум-підписка для шкіл
zSpace	Віртуальні лабораторії та AR-навчальні матеріали	Спеціальні інтерактивні програми, які дозволяють учням вивчати анатомію, фізику, хімію, використовуючи VR/AR.	Учні шкіл, освітні заклади, які мають спеціалізоване обладнання	Платна, спеціалізоване обладнання необхідне
Merge EDU	Доповнена реальність для вивчення науки	Учні можуть досліджувати 3D моделі, використовуючи смартфони або спеціальні кубики Merge, що підтримують AR.	Учні шкіл, вчителі	Безкоштовні матеріали, підписка для додаткових функцій
CoSpaces Edu	VR і AR для створення контенту	Учні можуть створювати власні 3D-сцени, історії або симуляції в VR/AR, що робить навчання творчим і практичним.	Учні всіх вікових груп, викладачі	Безкоштовна версія з обмеженнями, платна підписка

<u>ThingLink</u>	AR та VR-матеріали для інтерактивних уроків	Створення інтерактивних зображень, відео і віртуальних турів з можливістю додавати контент, анотації та описи.	Учні, вчителі, професіонали з навчання	Безкоштовна версія, преміум-доступ через підписку
<u>EON Reality</u>	Платформа з AR та VR матеріалами для професійного навчання	Використовується в професійному навчанні, надаючи досвід роботи в різних галузях, таких як медицина, будівництво, технічна підтримка.	Студенти, професійні тренери	Платформа для професійного навчання, ліцензійні угоди
<u>Unimersiv</u>	Навчальні програми VR	Дослідження історичних місць, анатомії, космосу через VR.	Учні, викладачі, люди, зацікавлені у саморозвитку	Безкоштовна для загального використання, покупка деяких матеріалів
<u>Virtual Speech</u>	Віртуальна реальність для розвитку м'яких навичок (soft skills)	Платформа дозволяє тренуватися у публічних виступах, проходити співбесіди, розвивати навички переговорів у VR-середовищі.	Студенти, викладачі, професіонали, бізнес-тренери	Платформа платна, можливі безкоштовні пробні курси
<u>VictoryXR</u>	Навчання через віртуальні уроки та досліди	Курси віртуальної реальності з біології, анатомії, географії та інших предметів.	Учні шкіл та коледжів, вчителі	Платформа платна, ліцензії для освітніх закладів
<u>RobotLAB</u>	Навчальні матеріали віртуальної реальності для наукових та технічних дисциплін	Створення та проведення уроків з використанням VR для фізики, хімії, біології та інших наук.	Учні шкіл та студенти	Платформа платна, необхідне спеціалізоване VR-обладнання

Таким чином, як українські, так і іноземні освітні платформи, що використовують AR/VR технології, можуть стати корисними інструментами для інтерактивного навчання. Вони надають можливості для розвитку креативного мислення, підвищують ефективність викладання і дозволяють адаптувати освітній процес під потреби кожного учня.

Переваги для українських шкіл:

- як українські, так і іноземні платформи підтримують різні формати навчання – офлайн, онлайн і змішане. Це дозволяє використовувати їх у різних умовах, особливо в сучасних реаліях дистанційного та гібридного навчання;

- багато платформ пропонують віртуальні експерименти та симуляції, що дає можливість учням самостійно досліджувати складні теми, навіть без доступу до спеціалізованого обладнання в школі;

- учителі можуть налаштовувати навчальні програми відповідно до потреб учнів, забезпечуючи інклюзивний підхід, що сприяє успішному навчанню учнів з різним рівнем підготовки;

- більшість платформ мають широкий спектр матеріалів, що охоплюють різні дисципліни – від природничих наук до гуманітарних предметів, що робить їх універсальними для використання в шкільних програмах.

Використання платформ для дисциплін:

1. Природничі науки: платформи, як-от Labster, zSpace, Merge EDU, а також українські EdPro Amperia і ARbook, допомагають учням вивчати біологію, хімію, фізику через віртуальні експерименти, симуляції та 3D-моделі.

2. Гуманітарні дисципліни: платформи, такі як ThingLink, mozaMap, та українські ARbook і Pixelated Realities, допомагають учням краще засвоювати історію та географію через візуалізацію інформації, інтерактивні карти та віртуальні тури.

3. STEM та креативні дисципліни: CoSpaces Edu та EON Reality підтримують створення учнями власних віртуальних світів та 3D-моделей, що стимулює розвиток креативного мислення та просторових навичок.

4. Розвиток м'яких навичок: платформи, як-от VirtualSpeech, а також українські платформи з інтерактивними елементами, допомагають учням розвивати публічні виступи, комунікативні навички та готуватися до реальних життєвих ситуацій.

З огляду на різноманіття платформ, які використовують AR/VR технології, українські вчителі можуть керуватися низкою **ключових факторів при виборі відповідної платформи** для носвітнього процесу:

- Обрання платформи відповідно до предмета. Важливо обирати платформи, які відповідають специфіці предмета, що викладається. Для природничих наук, таких як біологія, хімія чи фізика, підходять платформи з інтерактивними симуляціями та експериментами (наприклад, Labster чи Merge EDU), тоді як для гуманітарних дисциплін можуть бути корисні платформи з віртуальними екскурсіями чи картографічними інструментами (як-от ThingLink чи mozaMap).

- Доступність обладнання. Деякі платформи, як-от zSpace чи RobotLAB VR Odyssey, потребують спеціалізованого обладнання, такого як VR-гарнітури, тоді як інші, як Merge EDU чи ARbook, можуть використовуватись на смартфонах або планшетах. Якщо школа не має необхідного обладнання, варто обирати платформи, що підтримують доступ через мобільні пристрої.

- Інтеграція з LMS (системами управління навчанням). Для забезпечення зручної організації навчального процесу, варто звертати увагу на ті платформи, які легко інтегруються з уже наявними системами управління навчанням (LMS). Такі платформи, як Nearpod чи CoSpaces Edu, можуть інтегруватися з існуючими інструментами, що значно полегшує роботу вчителів.

- Доступ до контенту та вартість. При виборі платформи слід перевірити, чи надається достатня кількість безкоштовного контенту та які умови доступу до платних функцій або підписки. Деякі платформи, такі як mozaWeb або Merge EDU, пропонують базові матеріали безкоштовно, проте для доступу до розширених функцій необхідна підписка.

- Використання пробних версій. Багато платформ надають безкоштовні пробні версії, що дозволяє випробувати їх функціонал перед придбанням підписки або ліцензії. Це дозволяє оцінити, наскільки платформа підходить для конкретного предмета і методики викладання, а також зрозуміти, чи відповідає вона освітнім цілям.

Враховуючи ці фактори, українські вчителі зможуть оптимально підібрати AR/VR платформи, які не лише покращать якість навчального процесу, але й зроблять його більш інтерактивним і адаптованим до потреб сучасних учнів.

Розділ 3. ВИКОРИСТАННЯ 360-ГРАДУСНОГО ВІДЕО В УМОВАХ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ

3.1. 3D-контент як інноваційна технологія навчання

Стрімкий розвиток цифрових технологій, збільшення ролі Інтернету в організації освітнього процесу та інтенсивний розвиток дистанційної та змішаної форм навчання спричинили справжню цифрову трансформацію в галузі освіти. Природничо-математична освіта в умовах цифрової трансформації освіти потребує створення та використання контенту різних форматів: комп'ютерних моделей, симуляцій, віртуальної та доповненої реальностей. Цей процес значно вплинув на потреби вчителів в освітньому цифровому контенті, що створило умови для систематизації та розвитку 3D-контенту, зокрема використання 360-градусного відео в системі загальної середньої освіти.

У сучасних умовах конкурентоспроможність освітньої галузі залежить від її здатності адаптуватися до нових умов і тенденцій. Інноваційні технології стали важливим елементом розвитку всіх рівнів освіти. Розвиток цифрових технологій, наростання важливості Інтернету та інтенсивний розвиток дистанційної та змішаної форм навчання протягом останніх років спричинили справжню цифрову трансформацію в галузі освіти. Цей процес значно вплинув на розвиток освітнього контенту та перехід до цифрових моделей, що створило умови для систематизації та розвитку 3D-контенту, зокрема в системі загальної середньої освіти.

Освітні послуги, що надаються закладами загальної середньої освіти, все більше використовують цифрову підтримку, що обумовлено потребою учасників освітнього процесу в актуальному та інтерактивному контенті. Різноманітність цього контенту сприяє урахуванню особливостей учнів у сприйманні освітнього матеріалу – візуально, тактильно, на слух. Значущими залишаються і форми організації навчання, засновані на цифрових технологіях, таких як квести, сторітелінги, віртуальні екскурсії, музеї, віртуальні подорожі та лабораторії.

Завдяки 3D-контенту учні можуть отримати новий досвід, не виходячи за межі класу чи дому, досліджуючи музеї та лабораторії віртуально. Ця тенденція має велике значення у зв'язку зі впровадженням нових інформаційних технологій, які перетворили підходи до навчання та створили нові можливості для віртуального освітнього процесу та комунікації.

Визначення терміну «3D-контент» не має чіткої дати чи авторства, адже він еволюціонував протягом багатьох років і став популярним і поширеним у зв'язку з розвитком тривимірної графіки та технологій візуалізації в комп'ютерних програмах та іграх. Проте, визначимо кілька ключових моментів у цій історії:

1838 р. – С.Картал винайшов стереоскоп, який дозволяв створювати ілюзію 3D-зображення з двох 2D-зображень.

1895 р. – У. Ф.Грін випустив перший 3D-фільм «The Kiss», який використовував пристрій для стереоскопічного відображення 3D-ефекту.

1963 р. – І.Сазерленд розробив підходи до розвитку комп'ютерної графіки, яка могла генерувати 3D-зображення.

1980-ті рр. – Віртуальна реальність (VR) стає популярною, а 3D-контент стає важливою частиною VR-досвіду.

1990-ті р. – 3D-графіка стає все більш досконалою, і 3D-контент використовується в комп'ютерних іграх, анімації та дизайні.

2010-ті р. – 3D-друк стає доступнішим, що веде до зростання 3D-контенту в дизайні та виробництві.

2020-ті р. – 3D-контент стає все більш поширеним у сферах, таких як освіта, медицина, маркетинг та розваги.

Сьогодні 3D-контент, як тренд, використовується в багатьох сферах життя, і його значення буде лише зростати в майбутньому. Цей тренд спостерігається у сфері кіно, де 3D-фільми стають все більш видовищними та реалістичними. У відеоіграх також пропонуються все більш досконалі 3D-світи, з якими можна взаємодіяти. Окрім розваг, 3D-технології знаходять застосування й в інших сферах, таких як медицина (наприклад, 3D-моделі використовуються для хірургічного планування), наука (візуалізації складних наукових концепцій), освіта (візуалізація змісту навчання).

Зростання популярності 3D-контенту свідчить про те, що люди все більше прагнуть до нових вражень, досвіду, що потребує від освіти нових змін та впровадження нових підходів. Такий тренд, як віртуальна реальність в майбутньому має змінити освітній процес, вона має безмежний потенціал для розвитку та здатна кардинально змінити наше уявлення про світ. Проте, на думку вчених більш зручною, реалістичною та доступною для закладів загальної середньої освіти є її спрощена версія – 360-градусне відео.

Як зазначають дослідники з Центру цифрового навчання (Бельгія) 360-градусне відео є корисними для опанування змісту навчання, формування ставлення до навчання, забезпечення занурення в навчання та відчуття присутності в середовищі навчання [28].

Технологія 360-градусного відео стає дедалі доступною та популярною. Як показали результати досліджень в низці наукових праць, 360-градусне відео збільшує імерсивність і може застосовуватися у різних галузях наук, зокрема в освіті для задоволення освітніх потреб учнів з особливими потребами та з метою подолання освітніх втрат.

Глибокий аналіз понад 60-ти статей вченими з Технологічного університету Граца (Австрія) показав, що 360-градусні відео можна використовувати у процесі вивчення різних тем на різних предметах. Не дивлячись на те, що більшість статей присвячена технологічним аспектам, в деяких статтях зазначено, що 360-градусне відео принесе користь у процесі навчання в аспектах продуктивності, мотивації та засвоєння знань. У більшості наукових праць зазначено про позитивний вплив технології на інші людські фактори, такі як присутність, сприйняття, залучення, емоційний ефект та емпатія [47].

Аналізуючи вплив 360-градусного відео на навчання учнів/студентів з різних дисциплін, включаючи мистецтво, журналістику та інженерну справу, вчені з Тайванського національного педагогічного університету (Тайвань) встановили, що воно підвищує залученість до навчання та їхнє розуміння складних наукових теорій, підходів [26].

Експериментальним шляхом вченими з Міжнародного грецького університету (Греція) було встановлено, що завдяки слуховому і візуальному ефектам 360-градусне відео може задовольнити потреби учнів в процесі навчання та підвищити його ефективність. Зокрема, ця технологія вченими розглядається як корисний засіб, що створює багатший віртуальний досвід, і як додатковий освітній інструмент, який збагатить процес викладання та навчання, а також сприяти та підвищувати мотивацію, залученість та задоволення учнів [37].

Вчені також наголошують, що 360-градусне відео може підвищити залучення учнів до навчання та їх розуміння складних біологічних, хімічних й фізичних процесів. За допомогою цієї технології можна надати освітній досвід у безпечних умовах.

У результаті аналізу результатів наукових дослідження вчених різних країн, вченими з Королівського університету Белфаст (Північна Ірландія) було встановлено, що 360-градусні відео, як педагогічний інструмент, підвищує увагу та має значний вплив на покращення навичок, впевненості у зручності використання та задоволеності користувачів, зокрема, позитивно впливає на емоційний стан користувачів, що значно впливає на мотивацію користувачів до навчання [22].

Застосування імерсивних медіа є доцільним з точки зору розвитку культурної освіти, розширення широти, поглядів та глибини пізнання і, як результат, підвищення якості культурної освіти. Вчені Національного інституту розвитку культури Уханьського університету (Китай) впевнені, що такі технології відкриють нові можливості для розвитку культурного життя та соціальної освіти, а також збереження культурної спадщини [25].

Вчені з Київського столичного університету імені Бориса Грінченка (Україна) зазначають, що такі технології створюють нові можливості для здобуття стійких практичних навичок. У процесі здійснення експериментальної роботи учасники освітнього процесу набувають цінного досвіду дослідницької діяльності. Ці можливості роблять процес навчання більш захоплюючим і допомагають уникнути відволікання від навчання, підвищуючи його мотивацію. Крім того, вони сприяють глибшому розумінню складних понять, визначень, теорем та властивостей, які учні/студенти повинні осмислити під час навчання [13].

Вчені-експерти з питань створення, використання та оцінювання імерсивних технологій (AR, VR, 360-градусне відео) та іншого 3D-контенту (3D-зображення, 3D-відео) зазначають, що ці технології знаходяться на етапі апробації в закладах загальної середньої освіти, проте зарекомендували себе, як перспективні технології, за допомогою яких можна суттєво підвищити якість як

освітнього середовища навчання, так і реалізувати різні форми навчання, зокрема змішане навчання, яке протягом тривалого часу залишається основною формою навчання в значній кількості закладів освіти України [10]. У своїх дослідженнях вчені приділили значної уваги готовності вчителів та учнів до використання віртуальної, доповненої реальності в освітній практиці та встановили, що не дивлячись на загальний достатній рівень цифрової компетентності педагогів, для впровадження будь-якої новітньої технології необхідно створювати умови для її опанування [4; 12; 42]. В наукових працях вчених Інституту цифровізації освіти НАПН України зазначено про важливість гейміфікації в навчанні учнів закладів загальної середньої освіти з використанням імерсивних технологій для підвищення їхньої мотивації [46]. Молоді та провідні вчені в останні роки все більше звертають увагу на засоби навчання такі, як віртуальна реальність, доповнена реальність, 3D-моделювання, які вчителі починають використовувати в своїй практиці та зазначають про розвиток емоційного інтелекту учнів, позитивне ставлення до навчання та появу нових можливостей для учнів для реалізації активного навчання [11; 14; 18].

3D-контент, в основу якого закладена ідея імерсивності, в різних його видах стає затребуваним в різних галузях суспільного життя. В сучасному мистецтвознавстві та дослідженні нових медіа активно використовуються імерсивні технології, зокрема 360-градусна фотографія і відео, які мають величезний потенціал як нова форма медіа. Деякі провідні медіа-видавці, такі як The New York Times та The Economist, вже перейшли на використання віртуальної реальності (VR) для створення інтерактивних інформаційних матеріалів, поєднуючи їх з традиційними технологіями. Це відкриває нові можливості для навчання учнів/студентів, дозволяючи вчителям/викладачам знаходити та використовувати такий контент у навчальних процесах [3].

Проте питання освітнього 3D-контенту, зокрема 360-градусне відео, що використовується вчителем в освітній практиці вченими досліджено не повною мірою і потребує додаткового наукового пошуку та уточнень.

Нині існує багато видів 3D-контенту, які можна використовувати в освітній практиці, зокрема 3D-моделі, 3D-анімація, 3D-графіка, 3D-друк, а в останні роки набуває все більшої популярності 360-градусні зображення та 360-градусне відео.

Зазначимо, що ці технології пов'язані, але не ідентичні: 3D-контент описує об'єкти та сцени, які мають три виміри: довжину, ширину та висоту, а 360-градусний контент фокусується на панорамному зображенні або відео, яке охоплює весь простір навколо глядача. Проте, 3D-контент та 360-градусний контент мають значний потенціал для покращення освітнього процесу, зокрема це якісна наочність, доступність контенту, мотивація учнів та залученість в процес навчання (рис. 3.1).

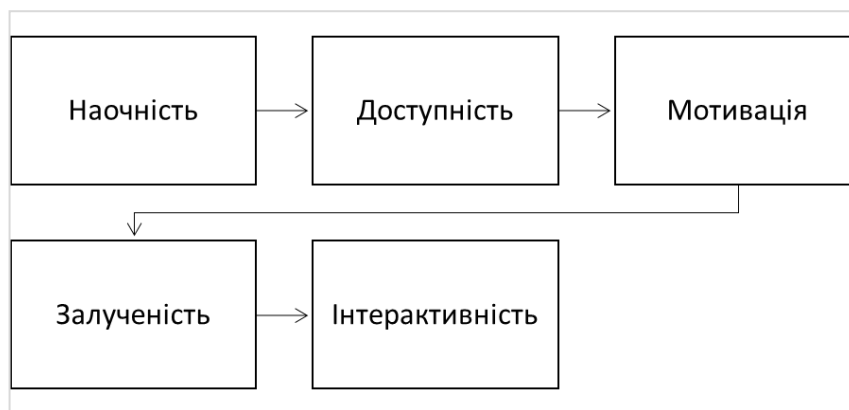


Рис. 3.1. Переваги використання 3D-контенту та 360-градусного контенту в освіті

Аналізуючи переваги 3D-контенту та 360-градусного контенту виокремимо ключові характеристики:

- навчання стає більш наочним, що може допомогти учням краще зрозуміти складні наукові теорії, підходи, теоретичні основи;
- інтерактивність дозволяє учням активно використовувати цифровий навчальний матеріал, що робить навчання більш цікавим та захоплюючим;
- освіта стає більш доступною для учнів з різними стилями навчання та освітніми потребами;
- навчання з таким освітнім контентом сприятиме кращій концентрації та залученості до навчального процесу;
- мотивувати учнів до навчання стає більш дієвою.

3D-контент – це потужний інструмент, який можуть використовувати вчителі для покращення освітнього процесу (рис. 3.2).

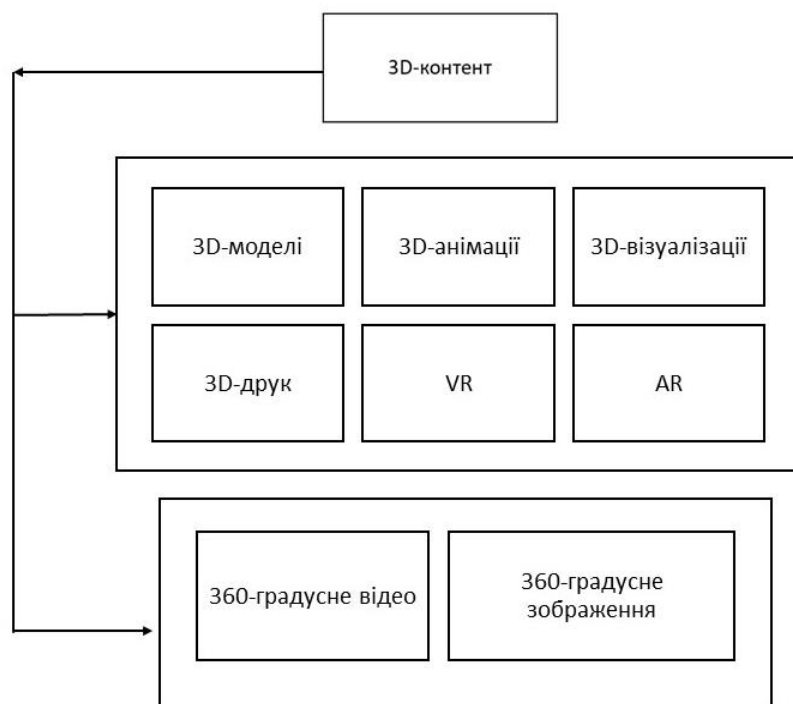


Рис. 3.2. Види 3D-контенту для використання в освітній практиці вчителів

Для розуміння відмінностей кожного виду контенту з'ясуємо їх особливості, а саме:

– 3D-моделі (*статичні* – 3D-моделі, які не змінюються з часом і які можна використовувати для демонстрації об'єктів з усіх боків; *інтерактивні* – 3D-моделі, з якими користувачі можуть взаємодіяти і які можна використовувати для демонстрації роботи механізмів або для проведення віртуальних експериментів);

– 3D-анімації (*відео*, які показують 3D-моделі в русі та які можна використовувати для демонстрації процесів або для створення віртуальних історій; *3D-ігри*, які використовують 3D-графіку та які можна використовувати для навчання в ігровій формі);

– 3D-візуалізації (*3D-графіки*, які показують дані в 3D-просторі та які можна використовувати для візуалізації складних даних; *3D-карти*, які показують місцевість в 3D-просторі та які можна використовувати для навігації або для вивчення географії);

– 3D-друк (*3D-моделі*, які можна друкувати на 3D-принтері та які можна використовувати для створення фізичних прототипів або для виготовлення навчальних моделей);

– віртуальна реальність (VR) (*VR-застосунки*, які можна використовувати для створення віртуальних лабораторій або для проведення віртуальних екскурсій);

– доповнена реальність (AR) (*AR-застосунки*, які накладають віртуальні об'єкти на реальний світ та які можна використовувати для візуалізації інформації або для створення інтерактивних навчальних середовищ);

– 360-градусні зображення (створює умови для користувача обертати зображення та досліджувати сцену на 360 градусів);

– 360-градусні відео (створює умови для користувача переглядати відео та досліджувати сцену на 360 градусів).

Для вчителя важливим залишається питання, яким чином інноваційний контент використати в освітній практиці, а тому наводимо приклади таких ресурсів. Це можуть бути:

– *віртуальні лабораторії* (3D-моделі та 360-градусні візуалізації можуть використовуватися для створення віртуальних лабораторій, де учні можуть проводити безпечні та доступні експерименти);

– *віртуальні екскурсії* (360-градусні зображення та відео можуть використовуватися для створення віртуальних екскурсій музеями, цікавими куточками світу, історичними місцями або іншими природними ландшафтами);

– *інтерактивні навчальні середовища* (3D-моделі та 360-градусні візуалізації можуть використовуватися у навчальних середовищах, де учні можуть здійснювати експерименти, дослідження та вчитися в ігровій формі).

У процесі здійснення критеріального аналізу 3D-контенту (табл.1) для використання у процесі навчання учнів ЗЗСО, було встановлено, що для вивчення таких предметів, як географія, природа, біологія, хімія, ефективними є

підходи музейної педагогіки та використання 360-градусного відео з потоковим представленням контенту. Це надає можливість учням відчувати присутність у досліджуваному середовищі, що демонструється в 360-градусному ракурсі, збільшуючи їх залученість та розуміння матеріалу.

Таблиця 3.1.

Критеріальний аналіз 3D-контенту

Критерії	3D-відео	360-градусне відео	3D-зображення	360-градусне зображення
Простір	Тривимірний	Двовимірний	Тривимірний	Двовимірний
Об'єм	Об'ємний	Плоский	Об'ємний	Плоский
Перспектива	Існує	Вибрана точка зору	Існує	Знаходиться в одній точці
Зручність перегляду	Віртуальні окуляри	Віртуальні окуляри	Окуляри, екран	Камера обзору
Реалістичність	Високий – дає відчуття глибини	Середній – дає можливість користувачам досліджувати сцену та відчувати себе в ній	Високий	Середній
Динаміка	Анімація	Змінюється з часом	Статичне	Змінюється з часом
Вимоги до обладнання	Спеціальні камери, віртуальні окуляри та програмне забезпечення	Спеціальні камери, віртуальні окуляри та програмне забезпечення	Спеціальні камери, віртуальні окуляри та програмне забезпечення	Камера з широким об'єктивом та програмне забезпечення
Використання	Відеоігри, кіно, навчання	Відеострімінг, віртуальні тури, реклама, навчання	Ігри, дослідження, навчання	Віртуальні тури, панорамні фотографії, навчання
Інтерактивність	Залежить від реалізації	Залежить від реалізації	Обмежена	Залежить від реалізації

До дидактичних аспектів використання 360-градусного відео можна віднести: підвищення мотивації та зацікавленості учнів, покращення засвоєння інформації, розвиток просторового мислення, формування навичок критичного мислення, стимулювання творчості. Розкриємо кожний з цих аспектів:

– *підвищення мотивації та зацікавленості* характеризується ефектом присутності та емоційним впливом 360-градусного відео, що робить навчальний процес більш захоплюючим та цікавим для учнів; візуальна 3D-інформація краще сприймається та запам'ятовується, порівняно з традиційними 2D-зображеннями; можливість досліджувати віртуальний простір та обирати ракурси сприяє активізації пізнавальної діяльності;

– *покращення засвоєння інформації* характеризується можливістю бачити об'єкти з усіх боків, що сприяє кращому розумінню їх будови та функціонування; візуалізація складних процесів та явищ робить їх більш доступними для розуміння; інтерактивність 360-градусного відео дозволяє учням досліджувати інформацію в індивідуальному темпі;

– *розвиток просторового мислення* характеризується можливістю бачити об'єкти в їх природному контексті, що сприяє розвитку просторового уявлення; можливість обертати та масштабувати 3D-моделі допомагає учням краще розуміти просторові співвідношення; віртуальні екскурсії та візуалізації складних об'єктів тренують просторове мислення;

– *формування навичок критичного мислення* передбачає здатність розглядати інформацію з різних кутів зору, що сприяє розвитку аналітичних здібностей; здатності аналізувати інформацію, порівнювати різні погляди та формувати обґрунтовані висновки; використовувати технології 360-градусного відео для участі в активних дискусіях та дебатах на різноманітні теми, спонукати учнів до критичного мислення та обговорення різних підходів;

– *стимулювання творчості* характеризується тим, що 360-градусне відео може використовуватися для створення віртуальних музеїв, галерей, театрів та інших творчих проєктів; учні можуть вчитися створювати власні 360-градусні відео, використовуючи спеціальні програмні інструменти; використання 360-градусного відео може допомогти учням розкрити свій творчий потенціал;

– *інклюзивність* характеризується тим, що 360-градусне відео може зробити освітній процес більш доступним для учнів з різними потребами; віртуальні екскурсії та візуалізації дають можливість учням, які не можуть подорожувати, побачити світ; 3D-моделі та інтерактивні візуалізації можуть допомогти учням з труднощами сприйняття інформації;

– *додаткові дидактичні аспекти*: розвиток навичок комунікації та співпраці; формування дослідницьких навичок; підвищення самооцінки та впевненості в собі; розвиток емоційного інтелекту.

Однак використання 360-градусного відео також має низку особливостей:

– вартість 360-градусної камери та обладнання для редагування можуть бути дорогими;

– створення та редагування 360-градусного відео може бути складним завданням для вчителів;

– 360-градусне відео не може відтворюватися на всіх пристроях.

Зазначимо, що вчитель може скористатися готовим 360-градусним відео розміщеним на каналі YouTube або спеціальних сайтах. Наприклад, рис. 3.3-3.4.

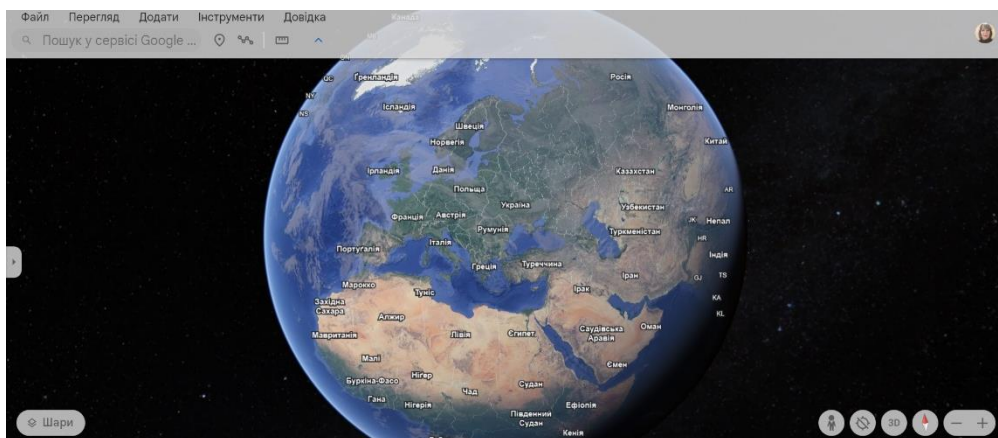


Рис. 3.3. Google Earth (<https://earth.google.com/web/>)



Рис. 3.4. National Geographic (<http://bit.ly/NatGeoOfficialSite>)

Науковий пошук привів нас до порівняння двох технологій: віртуальної реальності (VR) та 360-градусного відео, які на перший погляд мають бути схожими, проте мають низку ключових відмінностей, які вчителі мають знати до початку використання такого виду контенту в освітній практиці (табл.2).

Таблиця 3.2.

Порівняння характеристик VR та 360-градусного відео

Характеристика	Віртуальна реальність (VR)	360-градусне відео
Камери для зйомки	Високоякісні VR-камери, що фіксують область перед гравцем з різних кутів	Спеціальні камери або збільшена кількість камер для запису області навколо
Сенсори та системи відслідковування руху	Сенсори для відслідковування рухів, такі як акселерометри,	Зазвичай менше потреби в складних системах відстеження руху; може використовувати об'єктиви

Характеристика	Віртуальна реальність (VR)	360-градусне відео
	гіроскопи та лазерні системи	реального світу для відстеження їхнього руху
Гарнітури та засоби	VR-гарнітури з вбудованим екраном, які покривають всю область зору	Зазвичай можна використовувати звичайні мобільні пристрої для перегляду 360-відео
Комп'ютерна потужність	Велика потужність обчислень для створення високоякісного віртуального середовища	Менше потужності потрібно для програвання 360-відео, бо обробка відбувається на стороні пристрою перегляду
Станції та обладнання	Вимагає стаціонарних VR-станцій або базових станцій для відслідковування рухів	Може використовувати портативні пристрої або пристрої з доступом до інтернету
Ціна	Висока вартість, включаючи гарнітури, сенсори та потужні комп'ютери	Зазвичай менша вартість, оскільки може використовуватися на звичайних пристроях

У процесі аналізу ми дійшли висновку, що для використання 360-градусного відео в освітньому процесі в закладах загальної середньої освіти достатньо мати мобільний пристрій, точку доступу до WiFi та цифровий освітній контент розміщений на каналі YouTube або спеціальних сайтах. Особливу увагу необхідно приділити розвитку цифрових компетентностей вчителів з використання інноваційних технологій [15; 23].

Результати нашого дослідження підтверджують думку багатьох вчених що використання 3D-контенту в освітній практиці підвищує якість візуалізації змісту навчання, розвиває критичне мислення та надає первинний досвід в пізнанні природи світу.

Для вирішення цього питання вченими пропонується низка рішень, зокрема використання 3D-контенту, а враховуючи результати дослідження – один з його видів 360-градусне відео, нажаль наймеш поширене в освітній практиці вчителів.

Для забезпечення ефекту занурення в навчання учнів та з метою отримання захоплюючого досвіду *360-градусне відео* може надати відчуття знаходження всередині сцени (середовища, об'єкта), оскільки відео знімається з усіх напрямків одночасно. Ця технологія може бути використана в освіті для створення інтерактивних освітніх сценаріїв. Для досягнення цілей навчання 360-градусне відео в освіті доцільно використовувати в таких формах:

– *віртуальні екскурсії*: 360-градусне відео можна використовувати для створення віртуальних екскурсій у різних місцях, таких як музеї, галереї та

історичні місця. Це дозволяє учням отримувати більш реалістичне уявлення про місця та події.

– *віртуальні лекції/уроки*: викладач може використовувати 360-градусне відео для створення віртуальної класної кімнати, де студенти можуть почуватися, начебто вони перебувають у класі. Це може допомогти створити більш інтерактивне та занурювальне навчання.

– *віртуальне навчання (біологія, фізика, хімія)*: 360-градусне відео може бути використане для створення віртуальних симуляцій для навчання. Це дозволяє учням здобувати практичний досвід, не виходячи з класної кімнати.

– *дослідження природи*: 360-градусне відео можна використовувати для створення віртуальних експедицій, де учні можуть досліджувати природу та її різноманітність. Це може бути корисним для тих, хто не може фізично відвідати віддалені місця та ландшафти.

– *навчання на робочому місці (профорієнтація)*: 360-градусне відео може використовуватись для навчання на робочому місці, де учні можуть отримувати практичний досвід роботи з небезпечним обладнанням або у складних ситуаціях. Це може допомогти у виборі майбутньої професії.

Наукова проблема створення умов для занурення учнів в освітній процес для підвищення якості навчання залишатиметься актуальною протягом багатьох років, що обумовлено стрімким розвитком цифрових технологій, удосконаленням змісту освіти, появою кризових ситуацій та розвитком особистості учня.

Перспективними, на нашу думку, є дослідження питань використання імерсивних технологій для подолання освітніх втрат, недоліків в організації дистанційної та змішаної форм навчання.

3.2. Методичні аспекти використання 360-градусного відео в умовах змішаного навчання

Протягом останніх років відбулася екстренна трансформація загальної середньої освіти (ЗЗСО), обумовлена як широкомасштабною пандемією COVID-19, так і воєнним станом в Україні. Ця ситуація призвела до переходу ЗЗСО до змішаної форми навчання, яка залишається актуальною й зараз.

У сучасному освітньому середовищі, де змішане навчання стає основним та ефективним методом навчання, використання новітніх цифрових технологій стає все більш важливим аспектом навчального процесу. Однією з таких технологій є 360-градусне відео, яке може забезпечити імерсивний інтерактивний досвід кожному учню.

360-градусне відео відноситься до класу імерсивних технологій, які створюють у користувача відчуття присутності в іншому реальному або синтетичному середовищі, формують поглиблений (імерсивний) досвід навчання, дозволяють віртуально перенестися в різні місця та ситуації,

зануритися у віртуальний світ. Використання такої технології дозволяє користувачеві переглядати відео з будь-якого кута, обертаючи камеру за допомогою миші, сенсорного екрана, віртуального шолома або окулярів віртуальної реальності, що створює враження, ніби користувач знаходиться у центрі подій і досліджує оточуюче середовище з усіх сторін на 360 градусів. Використання такої технології дозволяє створити більш імерсивний досвід для користувача порівняно з традиційним навчанням.

Проте, не зважаючи на потенційні переваги використання 360-градусного відео в навчанні, існують деякі методичні аспекти, які потребують додаткового вивчення та уточнення, наприклад, ефективна інтеграція цього типу відео в освітню практику вчителя, добір відповідного навчального матеріалу, організація дискусій, взаємодії учнів та ін.

Проблема недостатнього науково-методичного забезпечення для ефективного використання технології 360-градусного відео в педагогічній практиці вимагає детального обґрунтування методичних аспектів. Це стосується особливо умов змішаного навчання, метою якого є оптимізація навчального процесу та підвищення ефективності навчання. Тому науковий пошук спрямований на обґрунтування ключових аспектів використання технології 360-градусного відео, а саме: педагогічні умови, види учнівської діяльності, підходи до добору відеоматеріалів, а також методи оцінювання навчальних досягнень після їх перегляду.

Аналізуючи наукові результати з 2021 по 2023 роки за даними наукометричної бази Web of Science, виявлено, що кількість публікацій про змішане навчання в ЗЗСО зросла на 49%. Це свідчить про зростаючий інтерес дослідників та практиків до цієї теми. Збільшення обсягу публікацій про змішане навчання може бути результатом поширення цієї моделі навчання в закладах загальної середньої освіти. Це може бути пов'язано з низкою факторів, таких як зростання доступу до Інтернету та цифрових технологій, підвищення усвідомлення переваг змішаного навчання, зростання потреби в більш гнучких моделях навчання та забезпечення неперервності навчання.

Зростаюча популярність змішаного навчання не виключає актуальних питань, особливо для вчених з України, де країна протягом третього року поспіль переживає воєнний стан. Проаналізувавши динаміку публікацій та дослідивши актуальні питання, пов'язані зі змішаним навчанням та використанням імерсивних технологій, варто відзначити їх значний потенціал для удосконалення освітнього процесу та покращення результатів навчання учнів.

Результати дослідження показали, що вчителі мають базове розуміння змішаного навчання та готові використовувати його в своїх класах, але не існує єдиного підходу до реалізації змішаного навчання, який би був використаний в усіх школах. Наприклад, деякі вчителі просто транслюють свої очні заняття, використовуючи різні сервіси та Інтернет, не вносячи змін до змісту, методології чи оцінювання досягнень учнів. Це може призвести до плутанини та непослідовності в тому, як впроваджується змішане навчання. Вчені пропонують

розробити різні моделі змішаного навчання, які відповідають потребам та контексту різних закладів освіти [45].

Аналізуючи результати PISA-2018 та PISA-2022, вчені дійшли висновку, що необхідно формувати політику, яка заохочує використання ІКТ для читання, надає доступ до якісних ресурсів ІКТ та навчає учнів, як ефективно використовувати ІКТ для читання. Вони висувають два застереження: надмірна підтримка використання ІКТ для вчителів може призвести до того, що вони занадто покладаються на ІКТ і не використовують інші педагогічні методи; занадто мало або занадто багато використання ІКТ може негативно вплинути на успішність навчання. У висновках вчені зауважують, що вчителі в умовах змішаного навчання повинні ефективно інтегрувати технології та правильно застосовувати педагогічні методи. Дизайн змішаного навчання має бути дружнім до учнів, щоб ефективно використовувати його навчальний потенціал [44].

Досліджуючи вплив цифрових технологій на навчання соціальних наук, вчені дійшли висновку, що змішане навчання є ефективним освітнім підходом. Учні в дослідженні позитивно оцінюють змішане навчання, відзначають високу впевненість у своїх знаннях та навичках, а також задоволення від навчання. Вони також звертають увагу на те, що школи повинні надати учням більше цифрових інструментів, щоб досягти успіху в навчанні [29].

Науковий інтерес вчених щодо реалізації змішаного навчання в сільських школах сприяв визначенню переваг цієї форми навчання. Серед них варто відзначити:

- збалансування попиту та пропозицій посад вчителя, а саме: реалізація змішаного навчання може допомогти вирішити проблему нестачі вчителів у сільських місцевостях, створюючи умови для вчителя працювати з учнями з різних шкіл або районів;

- зменшення плинності кадрів, а саме: робота вчителем у сільській місцевості стане більш привабливою, оскільки можна забезпечити більше гнучкості та можливостей для співпраці з іншими вчителями;

- наявність шкіл у громаді, а саме: змішане навчання дозволяє зберегти школи в сільській місцевості, надаючи учням доступ до якісної освіти без необхідності подорожувати далеко до міста;

- економія часу, а саме: учні, які живуть у сільській місцевості, можуть заощадити час, оскільки їм не потрібно денно подорожувати до школи;

- більше можливостей для взаємодії, а саме: змішане навчання сприяє дієвій комунікації вчителів, учнів, однокласників як онлайн, так і офлайн [31].

Серед недоліків реалізації змішаного навчання в сільській місцевості дослідники виокремили таке:

- необхідність доступу до цифрових технологій. Змішане навчання потребує доступу до Інтернету та інших цифрових технологій, які можуть бути недоступними в деяких сільських районах.

- необхідність підтримки учня з боку вчителів. Реалізація змішаного навчання вимагає розвитку цифрової компетентності вчителів, а також підтримки з боку керівників шкіл та адміністраторів [31].

У висновках дослідження вчені вказали, що змішане навчання може бути ефективним способом покращити освіту в сільських районах.

Зазначимо, що змішане навчання стало основою безперервного навчання під час кризових ситуацій, зокрема пандемії Covid-19. Вчені вказують, що такий підхід змінює динаміку традиційного навчання, тому вчителі та учні потребують адаптації до нових умов. У процесі дослідження було виявлено сім ключових аспектів змішаного навчання: технологічність, інтерактивність, ефективність, економічність, дієвість (забезпечення доступу до Інтернету та цифрова грамотність), педагогічна/інституційна підтримка та оцінювання успішності [35].

Для успішного впровадження змішаного навчання потрібні певні умови, такі як сприятливе соціальне та когнітивне середовище, активна участь вчителів, достатнє забезпечення ресурсами та підтримкою [24].

Вчителі загалом позитивно ставляться до впровадження змішаного навчання та вважають, що воно може покращити мотивацію, залучення учнів та диференціювати навчання для учнів з різними потребами. Більшість вчителів вважають, що змішане навчання може допомогти їм краще оцінювати навчальні досягнення учнів та їхній прогрес [36].

Аналізуючи використання імерсивних технологій, зокрема 360-градусного відео в умовах змішаного навчання, ми можемо зазначити, що це сприяє підвищенню зацікавленості учнів у навчанні та їх зрозумінню складних фізичних, біологічних та хімічних процесів. За допомогою цієї технології можна створити навчальний досвід, який був би неможливим або надзвичайно складним у небезпечних або важкодоступних умовах. Вчені встановили, що таке навчання може підвищити залученість учнів до навчання та їхнє розуміння складних концепцій [26].

Цікавими виявилися результати останніх досліджень. Вчені виявили, що початкове використання змішаного навчання позитивно впливає на майбутні наміри учнів щодо його використання в навчанні, але отриманий імерсивний досвід у онлайн-компоненті змішаного навчання сповільнює такі наміри і бажання. Це зв'язано з тим, що імерсивний досвід робить онлайн-навчання більш приємним і ефективним, що, в свою чергу, може зменшити потребу в змішаному навчанні [40]. Перевага, яку надали учні імерсивним технологіям навчання, є важливим науковим результатом для подальших досліджень, зокрема щодо використання 360-градусного відео.

Експерименти, проведені вченими, показали, що 360-градусне відео здатне задовольнити потреби учнів під час навчання та підвищити його ефективність завдяки комбінації аудіо та візуальних ефектів. Ця технологія може бути розглянута як корисний інструмент, що забезпечує віртуалізацію навчання, а також як додатковий освітній засіб, що збагачує процес навчання та викладання, сприяючи підвищенню мотивації, залученості та задоволення учнів [37].

Після аналізу низки статей, що містять результати досліджень, було виявлено, що використання 360-градусних відео в ролі педагогічного інструменту призводить до підвищення уваги та значного покращення навичок

користувачів. Також ця технологія сприяє підвищенню впевненості у зручності використання та задоволеності користувачів. Особливо важливо відзначити позитивний вплив 360-градусних відео на емоційний стан користувачів, що істотно збільшує їхню мотивацію до навчання [22].

Застосування імерсивних медіа, таких як 360-градусне відео, є доцільним у вивченні мистецтва та культурної спадщини, оскільки вони дозволяють зануритися у віртуальне середовище та відчути себе частиною творчого процесу. Крім того, вони створюють можливості для інтерактивного досвіду, де глядачі можуть взаємодіяти з виставленими музейними творами, щоб краще їх зрозуміти. Вчені впевнені, що такі технології відкриють нові можливості для розвитку культурного життя та соціальної освіти, а також збереження культурної спадщини [25].

Ураховуючи потенціал 360-градусного відео для покращення якості навчання учнів в ЗЗСО, а також відсутність науково-методичного забезпечення для його ефективного впровадження, постає необхідність здійснення додаткових досліджень та розроблення відповідних науково-методичних основ з метою оптимізації використання 360-градусного відео для покращення результатів навчання учнів в умовах змішаного навчання.

У сучасному світі, де технології швидко розвиваються і впливають на всі аспекти нашого життя, освіта не може залишатися осторонь. Імерсивні технології, такі як віртуальна реальність (VR), розширена реальність (AR) та 360-градусне відео, стають все більш важливими в інноваціях навчального процесу. Використання їх у змішаному навчанні може значно покращити ефективність освіти та забезпечити учням нові можливості для навчання та розвитку.

Під змішаним навчанням ми розуміємо підхід до організації навчального процесу, що поєднує в собі традиційні методи навчання (наприклад, лекції, семінари, практичні заняття) з використанням цифрових технологій (наприклад, відеоуроки, інтерактивні вправи, онлайн-заняття). Основним принципом змішаного навчання є індивідуалізація навчання, коли кожен учень може вибрати темп і спосіб засвоєння матеріалу відповідно до своїх потреб і можливостей.

Враховуючи результати досліджень вітчизняних і закордонних вчених виокремимо переваги змішаного навчання.

– *Індивідуалізація навчання.* Змішане навчання дозволяє студентам вибрати темп і спосіб навчання, що найбільше відповідає їхнім потребам.

– *Збільшення доступності.* Цифрові технології роблять навчальний матеріал доступним з будь-якого місця та у будь-який час, що особливо важливо для дистанційного навчання та навчання на робочому місці.

– *Розвиток навичок самонавчання.* Використання цифрових технологій сприяє розвитку навичок самонавчання, які є важливими в сучасному світі.

– *Зниження витрат.* Змішане навчання може знизити витрати на проведення навчальних заходів, оскільки відсутність необхідності у зборі всіх студентів в одному місці дозволяє економити на транспортних витратах та оренді приміщень.

– *Гнучкість*. Змішане навчання може бути адаптовано до потреб та стилю навчання кожного учня.

– *Персоналізація*. Змішане навчання може використовуватися для створення персоналізованих навчальних траєкторій для кожного учня.

– *Підвищення активності*: Змішане навчання може використовуватися для заохочення до активного навчання учнів.

До особливостей змішаного навчання віднесемо необхідність доступу до цифрових технологій, потребу у навчанні використання цифрових технологій та відсутність безпосереднього контакту між учасниками освітнього процесу.

Змішане навчання відкриває перед нами нові горизонти, поєднуючи у собі переваги традиційного класичного навчання з інноваційними можливостями сучасних цифрових технологій. Цей підхід вже став стандартом для багатьох ЗЗСО, оскільки дозволяє ефективніше адаптуватися до потреб сучасних учнів та забезпечує більш гнучкий підхід до навчання.

Імерсивні технології, що включають в себе віртуальну реальність, доповнену реальність та 360-градусне відео, знаходять все більше застосувань у сфері освіти. Саме 360-градусне відео, завдяки створенню захоплюючих та реалістичних навчальних середовищ, стає одним із найбільш обговорюваних інструментів у цьому контексті.

Таким чином, використання 360-градусного відео стає не лише логічним, але й важливим кроком у вдосконаленні змішаного навчання. Воно сприяє створенню стимулюючого та імерсивного навчального середовища, що сприяє активному залученню учнів до навчального процесу.

Для вчителя важливим аспектом використання 360-градусного відео є його добір для конкретної теми, уроку або проєкту. Тому розглянемо основні класифікаційні ознаки цього типу відео як інструменту для вчителя під час добору матеріалу (табл. 3.3).

Таблиця 3.3.

Класифікаційні ознаки освітніх 360-градусних відео

Класифікаційні ознаки	Зміст
Тематика	Географічні місця (місцевість, пам'ятники), історія, науки про Землю, мистецтво, природа, географія та ін.
Рівень складності	Початковий, середній, високий
Цільова аудиторія	Дошкільники, початкова школа, старша школа, ЗВО, дорослі
Інтерактивність	Пасивний перегляд, інтерактивні елементи, інтерактивні завдання
Тривалість	Короткі (декілька хвилин), середні (до 15 хвилин), довгі (понад 15 хвилин)
Підходи до навчання	Проблемно-орієнтоване, конструктивізм, навчання у співпраці, індивідуалізоване навчання

Класифікаційні ознаки	Зміст
Дидактична мета	Навчальні Тренувальні Оцінювальні
Тип контенту	Документальні Ігрові Симуляції
Технологія	Моноскопичні Стереоскопічні
Рівень складності	Початковий Середній Продвинутий
Рік створення	Рік створення відео
Платформа	Онлайн-платформа (YouTube, Vimeo, тощо)
Оцінювання	Варіанти оцінювання знань після перегляду (формувальне)
Вартість доступу	Безкоштовно, Платно, Підписка

Використання 360-градусного відео в умовах змішаного навчання відкриває перед педагогами унікальні можливості для удосконалення навчального процесу. Розглянемо *педагогічні умови*, які сприятимуть ефективному використанню потенціалу 360-градусного відео в контексті змішаного навчання.

Добір інтерактивного вмісту. Вчителі можуть обирати інтерактивні 360-градусні відеоролики, де учні можуть взаємодіяти з оточуючим середовищем. Це може включати вирішення завдань або виконання вправ, реагуючи на різні елементи у віртуальному просторі.

Занурення у навчальні ситуації. Вчителі можуть створювати 360-градусні відео, які реконструюють реальні навчальні ситуації, наприклад, лабораторні експерименти, польові дослідження або віртуальні екскурсії. Це дозволяє учням зануритися у віртуальне середовище та отримати практичний досвід, навіть якщо вони не можуть фізично бути присутніми на місці.

Індивідуалізація навчання. За допомогою 360-градусних відео можна створити індивідуальний навчальний досвід для кожного учня. Вчителі можуть надавати можливість обирати різні шляхи або варіанти дослідження в залежності від інтересів, рівня знань та потреб кожного учня.

Стимулювання активного навчання. Використання 360-градусного відео може сприяти активному навчанню, оскільки стимулює учнів до активної участі та дослідницької роботи. Шляхом дослідження та взаємодії з віртуальним середовищем студенти можуть активно залучатися до процесу навчання.

Навчання у співпраці: 360-градусне відео може бути використане для сприяння групового навчання учнів, які працюють разом для вирішення завдань або виконання проєктів у віртуальному середовищі.

Для розуміння процесу використання технології 360-градусного відео учнями деталізуємо такий аспект, як *виконання вправ* у цьому форматі. Це може бути реалізовано різними способами, залежно від конкретних вимог і мети навчання (табл. 4).

Таблиця 3.4.

Сценаріїв для виконання вправ учнями

Об'єкти	Дії
Інтерактивні елементи у відеоролику	Виробники відеороликів можуть вбудовувати інтерактивні елементи безпосередньо у 360-градусний відео контент. Наприклад, під час перегляду відео учень може отримати можливість вибрати певний об'єкт або місце на екрані та виконати певні дії або відповісти на питання.
Використання додаткових інтерактивних інструментів	Учні можуть користуватися додатковими інтерактивними інструментами під час перегляду 360-градусного відео. Наприклад, вони можуть мати доступ до планшетів або смартфонів, де будуть відображені вправи, пов'язані з відеороликом, такі як тестування знань, завдання для аналізу або вирішення проблем.
Поєднання з іншими технологіями	360-градусне відео може бути поєднано з іншими інтерактивними технологіями, такими як віртуальна реальність (VR) або доповнена реальність (AR). У цьому випадку учні можуть взаємодіяти з віртуальними об'єктами або персонажами, що додасть більш глибокий рівень імерсії та можливостей для виконання вправ.

Ці методи дозволяють учням активно взаємодіяти з вмістом 360-градусного відео та виконувати різноманітні завдання, сприяючи їх активному навчанню та зануренню у віртуальне середовище.

Розглянемо *види діяльності учнів* у процесі використання 360-градусного відео щоб конкретизувати, як саме вони можуть застосовувати методи взаємодії з вмістом 360-градусного відео в умовах змішаного навчання (табл. 3.5). Це дозволить нам розглянути практичні аспекти використання цієї технології в навчальному процесі та з'ясувати, як саме вона може бути корисною для учнів.

Таблиця 3.5.

Види діяльності учнів у процесі використання 360-градусного відео

Види діяльності	Зміст діяльності
Дослідницька робота	Учні можуть досліджувати різні аспекти або області у відео, звертаючи увагу на деталі, вивчаючи

Види діяльності	Зміст діяльності
	особливості або розв'язуючи проблеми, що виникають у віртуальному середовищі
Аналіз	Учні можуть аналізувати події, явища або ситуації, що представлені у відео, роблячи висновки, встановлюючи зв'язки або розглядаючи різні точки зору.
Творча діяльність	Учні можуть використовувати 360-градусне відео для створення власних проєктів, включаючи створення віртуальних турів, відеопрезентацій або віртуальних історій
Вирішення проблем	Учні можуть використовувати зміст відео для ідентифікації проблемних ситуацій або завдань і розв'язування їх шляхом використання критичного мислення та аналітичних навичок
Спільна робота	Учні можуть працювати у групах для вирішення завдань або проєктів, спільно аналізуючи відео, ділячись враженнями та ідеями та надаючи один одному зворотний зв'язок
Тестування знань	Учителі можуть проводити тестування або оцінювання знань учнів, використовуючи відео як джерело матеріалу або створюючи питання на основі вмісту.
Симуляції та рольові ігри	Учні можуть брати участь у симуляціях або рольових іграх, використовуючи відео як основу для створення віртуальних сценаріїв або ситуацій.

Учень у 360-градусному відео може обирати *різні шляхи або варіанти дослідження* через використання інтерактивних елементів або інших засобів навігації. Розглянемо кілька способів, як це може бути реалізовано в освітньому процесі.

Панорамний перегляд. Учень може обирати різні напрямки огляду відповідно до своїх інтересів чи навчальних цілей. Наприклад, під час вивчення історичної події він може обертати камеру, щоб роздивитися різні аспекти або деталі місця, які його цікавлять, такі як архітектурні особливості або предмети на місці події.

Вибір місця дослідження. Учень може вибрати конкретні місця або об'єкти для подальшого дослідження чи аналізу. Наприклад, під час віртуальної екскурсії в музейному приміщенні він може обрати конкретний експонат для детального вивчення, такий як картину чи артефакт.

Виконання завдань або вправ. Учень може мати можливість виконувати завдання або вправи, що передбачають взаємодію з різними об'єктами або областями у відео. Наприклад, він може вибрати правильну відповідь на тестове

питання, що відображається на екрані, або виконати вправу, що полягає у пошуку певного об'єкта чи особливості.

Переміщення в просторі. Учень може переміщатися по віртуальному простору, обираючи різні локації для дослідження або вивчення. Наприклад, він може перейти з одного місця в інше, щоб роздивитися різні аспекти або події, такі як перегляд пейзажу або огляд різних кутів приміщення.

Такі можливості дозволяють учням активно взаємодіяти з вмістом 360-градусного відео та вибирати шляхи дослідження залежно від поставлених завдань, їхніх потреб, інтересів та навчальних цілей.

Для розуміння різноманітних способів використання технології 360-градусного відео в умовах змішаного навчання, розглянемо *форми* цього використання на конкретних прикладах.

Віртуальні екскурсії. Вчителі можуть використовувати 360-градусне відео для віртуальних екскурсій до різних місць, подій або історичних моментів. Наприклад, учня можуть відвідати археологічні розкопки, музеї, історичні пам'ятники або географічні об'єкти, щоб поглибити свої знання з конкретної теми.

Проблемне навчання. Вчителі можуть використовувати 360-градусні відео для моделювання різних навчальних ситуацій, таких як процеси, процедури або взаємодії. Наприклад, відео з забрудненими водоймами або лісовими пожежами може послужити вихідним матеріалом. Вчитель може запропонувати учням розглянути можливі причини цих проблем та варіанти їх вирішення. Такий підхід дасть учням можливість застосувати свої знання про екологію, а також розвивати критичне мислення та пошукові навички, шукаючи рішення для реальних проблем.

Імерсивні навчальні ігри. Вчителі можуть використати ігрові сценарії з використанням 360-градусного відео, де учням потрібно розв'язувати завдання або проходити різні рівні, взаємодіючи з віртуальним оточенням. Наприклад, це може бути пригодницька гра або квест (з екології історії, біології, мистецтва та ін.), де учням потрібно досліджувати віртуальні місця та знаходити рішення на основі отриманих знань.

Розвиток критичного мислення та аналізу. Використання 360-градусного відео може допомогти учням виявляти та аналізувати різні події, дані. Наприклад, учні можуть аналізувати події з різних точок зору, розглядати різні варіанти історичних подій та намагатися зрозуміти, які фактори вплинули на їх розвиток, робити висновки та приймати обґрунтовані рішення на основі отриманої інформації.

Ці приклади ілюструють різноманітні можливості використання 360-градусного відео в умовах змішаного навчання для стимулювання активного навчання та забезпечення ефективного навчального досвіду. Розглянемо, яким чином ми можемо здійснити *оцінювання* навчальних досягнень учнів (формувальне, проміжне, контрольне) після перегляду 360-градусного відео.

По-перше – це тестування знань. Створення тесту з питань, що стосуються матеріалу відео, де учні можуть відповісти на питання про ключові факти, події або концепції, що були представлені у відео.

По-друге – написання есе або здійснення рефлексії. Запропонувати учням написати есе або здійснити рефлексію на основі відповідних питань, що стосуються теми відео. Вони можуть узагальнити свої враженнями, висловити думки та проаналізувати отримані дані.

По-третє – створення презентацій, проєктів або відео. Запропонувати учням створити презентації або відео, в яких вони поділяться своїми враженнями від відео, зазначать ключові моменти, зроблять висновки та можливо представлять свої власні дослідження або додаткові матеріали на тему.

По-четверте – дискусія або групова робота. Організувати дискусію в класі або групову роботу, де учні будуть обговорювати та аналізуватимуть важливі аспекти теми відео, висловлять свої думки та діляться ідеями з іншими учнями.

По-п'яте – творчі завдання. Запропонувати творчі завдання, такі як створення мапи, артефакту або сценарію, які відображають та розширюють тему відео.

Запропоновані види оцінювання навчальних досягнень учнів після використання 360-градусного відео в умовах змішаного навчання мають ключове значення для розвитку педагогічного процесу. Розглянемо приклад *технологічної карти уроку* з використанням 360-градусного відео, як науково-методичного інструменту проведення уроку (табл. 3.6).

Таблиця 3.6.

Технологічна карта уроку

Внутрішній світ картин Ван Гога. 7-8 клас	
Тема:	Мистецтво. Тема: «Імпресіонізм»
Цілі:	Ознайомити учнів з творчістю Вінсента Ван Гога. Допомогти учням відчувати емоції та глибину картин художника. Розвинути навички аналізу та інтерпретації творів мистецтва.
Обладнання	Комп'ютер, проєктор, мультимедійна дошка, VR-окуляри (необов'язково), 360-градусне відео https://youtu.be/G7Dt9ziemYA?si=fyIJ-RAkcCtHebsc
Хід уроку:	
1. Вступ (5 хвилин)	Повідомте учням тему уроку та його цілі. Запитайте учнів, що вони вже знають про Ван Гога та його картини. Запишіть їхні відповіді на дошці.
2. Перегляд 360-градусного	Запропонуйте учням подивитися 360-градусне відео "Внутрішній світ картин Ван Гога".

відео (10 хвилин)	Якщо у вас є VR-окуляри, дайте їх учням, щоб вони могли повністю зануритися у віртуальну реальність. Під час перегляду відео задавайте учням запитання, щоб стимулювати їхню увагу: Які кольори використовує Ван Гог у своїх картинах? Які емоції викликають у вас його картини? Як ви думаєте, що Ван Гог хотів передати своїми картинами?
3. Обговорення (10 хвилин)	Після перегляду відео проведіть дискусію з учнями. Запитайте їх: Що нового вони дізналися про Ван Гога та його картини? Яка картина їм здалась найцікавішою? Як Ван Гог використовує колір, світло та композицію у своїх картинах? Які теми та ідеї досліджує Ван Гог у своїх творах?
4. Закріплення знань (5 хвилин)	Запропонуйте учням виконати завдання: – Написати міні-есе про одну з картин Ван Гога. – Створити власну картину в стилі Ван Гога. – Порівняти картини Ван Гога з картинами інших художників-імпресіоністів.
5. Підсумок уроку (2 хвилини)	Узагальніть основні моменти уроку: • «Відкритий мікрофон» (2-3 коментаря учнів) • Подякуйте учням за активну роботу.
Додаткові матеріали	Музей Ван Гога: https://proffkom.lnu.edu.ua/archives/3711 Youtube: https://youtu.be/jBOL5yakREA?si=WndFfx8t_jw93aU
Важливо	Перед показом 360-градусного відео переконайтеся, що у учнів немає проблем з вестибулярним апаратом. Дайте учням час, щоб звикнути до VR-окулярів, перш ніж показувати їм відео.

Такий інструментарій дозволить вчителю систематизувати різноманітні матеріали, включаючи 360-градусні відео, та спланувати їх використання на протязі як одного уроку, та навчального року. Такі карти можуть включати в себе розподіл матеріалів за темами та уроками, що дозволить вчителю ефективно організувати навчальний процес і використовувати 360-градусне відео для досягнення навчальних цілей. Під час проєктування освітньої діяльності з учнями вчитель має враховувати такі аспекти, як особливості роботи з хмаро орієнтованим середовищем, управління освітньою діяльністю учня та безпекові аспекти в умовах використання інтернету на ін. [9; 7; 8].

Імерсивні технології, використані в умовах змішаного навчання, представляють собою потужний інструмент для покращення якості освіти,

залучення студентів та забезпечення їм нових можливостей для навчання та розвитку. За допомогою цих технологій вдається створити імерсивне навчальне середовище, яке сприяє глибокому засвоєнню матеріалу, розвитку креативного мислення та стимулює інтерес до навчання. Такий підхід відповідає сучасним вимогам до освіти та сприяє підготовці конкурентоспроможної молоді, готової до викликів сучасного світу.

Однак для впровадження 360-градусного відео в практику навчання необхідно провести додаткові дослідження щодо його впливу на навчальний процес та навчальні досягнення учнів. Це включає аналіз ефективності цієї технології для різних вікових груп та предметів, а також вивчення її впливу на розвиток критичного мислення та інших ключових навичок.

3.3. Форми використання 360-градусного відео в освітньому процесі ЗЗСО

Актуальність використання 360-градусного відео для організації віртуальних екскурсій в закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО) обумовлена стрімким розвитком цифрових технологій, засобів навчання, вимогами суспільства до якості організації освітнього процесу та довготривалими карантинами, зокрема воєнним станом в Україні

Для сучасного освітнього процесу, що здійснюється протягом чотирьох останніх років в умовах змішаного навчання важливими є: доступність освітнього контенту, забезпечення інклюзивності в навчанні, створення умов для реалізації дистанційної форми навчання, забезпечення ефективної комунікації в цифровому освітньому середовищі.

Зазначимо, що для успішного використання 360-градусного відео в закладах загальної середньої освіти необхідно дотримуватися таких умов:

- мати доступ до якісного обладнання для перегляду 360-градусного відео (зйомки);
- здійснити добір віртуальної екскурсії;
- розробити план проведення віртуальної екскурсії в класі;
- навчити вчителів використовувати 360-градусні відео в навчальному процесі.
- 360-градусні відео мають значний потенціал для покращення шкільної освіти.

Завдяки своїм перевагам, цей метод може стати невід'ємною частиною сучасного навчального процесу, а саме:

- віртуальні екскурсії з 360-градусним відео роблять екскурсії доступними для всіх учнів, включаючи тих, хто має обмежені фізичні можливості, проживають у віддалених районах та селах, не можуть брати участь в екскурсіях з інших причин;

– використання 360-градусного відео дозволяє учням: отримувати більш детальний та захоплюючий досвід, ніж при звичайних екскурсіях; відвідувати місця, які недоступні для реальних екскурсій, такі як історичні пам'ятки, музеї в інших країнах, або небезпечні місця; повторювати віртуальні екскурсії та досліджувати певні місця більш детально;

– віртуальні екскурсії з 360-градусним відео не потребують транспортування учнів до місця екскурсії, можуть бути організовані в будь-який час, коли це зручно для учнів та вчителів, знижують загальні витрати на організацію екскурсій.

Використання 360-градусного відео в освітньому процесі може відбуватися в різних формах, в залежності від потреб та конкретних цілей навчання.

Розглянемо основні **форми** використання 360-градусного відео в освітньому процесі (рис. 3.5):

– *віртуальні екскурсії та подорожі*: учні можуть подорожувати віртуально по різних місцях світу, вивчаючи історію, культуру та природу;

– *віртуальні лекції (уроки)*: вчителі можуть записувати лекції у форматі 360-градусного відео, щоб створити враження присутності для студентів під час дистанційного навчання;

– *наука онлайн*: відео може бути використане для створення віртуальних лабораторій чи експериментів, де учні можуть досліджувати різні явища та процеси;

– *практичні тренажери*: використання відео для створення віртуальних сценаріїв, де учні можуть відпрацьовувати навички у реальному середовищі на уроках природничого циклу;

– *вивчення іноземних мов*: створення віртуальних ситуацій для вивчення мови, де учні можуть реагувати на різні мовні ситуації;

– *проектна діяльність*: використання 360-градусного відео для створення вражаючих та інноваційних творчих проєктів;

– *інтерактивні ігри*: інтеграція 360-градусного відео в ігрові середовища або використання віртуальної реальності в інтерактивних навчальних іграх;

– *спортивна підготовка*: використання відео для відпрацювання техніки, проведення тренувань у різних видах спорту;

– *соціальна інтеграція та тренінг*: сценарії віртуальної взаємодії для тренування соціальних навичок та вирішення конфліктів;

– *професійна підготовка*: відтворення реальних робочих сценаріїв для навчання професійних навичок.



Рис. 3.5. Форми використання 360-градусного відео в освітньому процесі ЗЗСО

Ось кілька прикладів використання 360-градусного відео в різних предметах (рис. 3.6). Наприклад, на уроках історії можна відвідати віртуальну екскурсію по Стародавньому Риму; на уроках географії – піднятися по горі Еверест; на уроках природи – відвідати зоопарк «Геллабрунн» у Мюнхені (рис. 3.7).

Для перегляду 360-градусного відео необхідно мати базове обладнання:

- смартфон з гіроскопом: більшість сучасних смартфонів мають гіроскоп, який дозволяє їм відстежувати ваші рухи та обертати;
- картонні окуляри VR: недорогий спосіб отримати досвід перегляду 360-градусного відео (рис. 3.8).

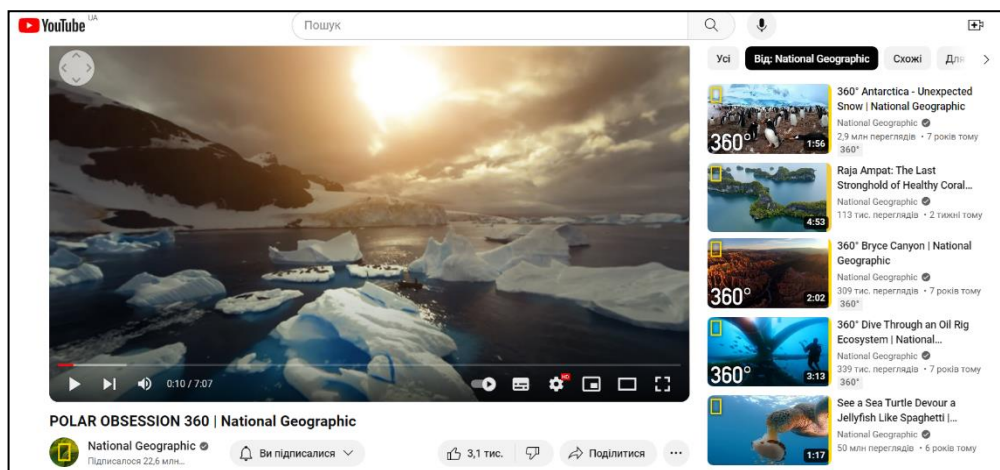


Рис. 3.6. Добір екскурсії в форматі 360-градусного відео на каналі Youtube

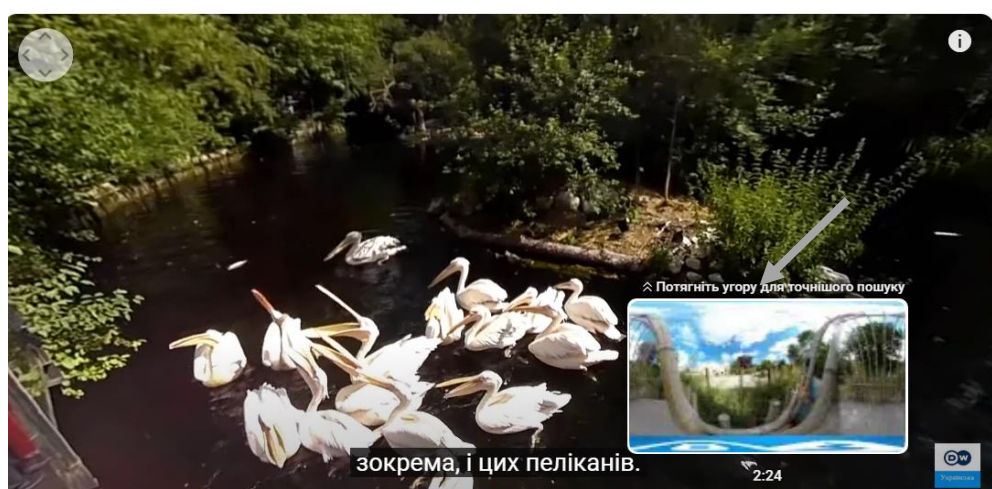


Рис. 3.7. Зоопарк «Геллабрунн» в м. Мюнхен в форматі 360-градусного відео



Рис. 3.8. Базова модель окулярів VR для перегляду 360-градусного відео (<https://bitkit.com.ua/>)

Розділ 4. ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ (AR) ДЛЯ ПІДТРИМКИ ВИКЛАДАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ПРЕДМЕТІВ

4.1. Засоби AR для підтримки навчання математики у профільній середній школі

Відповідно до проекту Державного стандарту профільної середньої освіти [17] здобуття профільної середньої освіти передбачає два спрямування:

академічне – профільне навчання на основі поєднання змісту освіти, визначеного цим стандартом, і поглибленого вивчення окремих предметів з урахуванням здібностей та освітніх потреб здобувачів освіти з орієнтацією на продовження навчання на вищих рівнях освіти;

професійне – орієнтоване на ринок праці профільне навчання на основі поєднання змісту освіти, визначеного цим стандартом, та професійно орієнтованого підходу до навчання з урахуванням здібностей і потреб здобувачів освіти.

Освітні програми профільної середньої освіти за обома спрямуваннями містять обов'язкові освітні компоненти, модельні навчальні програми/ навчальні програми з яких повністю охоплюють основні результати (орієнтири для оцінювання), визначені цим стандартом для всіх освітніх галузей.

Вимоги до обов'язкових результатів навчання визначено на основі компетентнісного підходу, де одними із вагомих компетентностей є:

– *математична компетентність*, що передбачає здатність розвивати і застосовувати математичні знання та методи для розв'язання широкого спектра проблем у повсякденному житті; моделювання процесів та ситуацій із застосуванням математичного апарату; усвідомлення ролі математичних знань і вмінь в особистому та суспільному житті людини;

– *інформаційно-комунікаційна компетентність*, що передбачає впевнене, критичне і відповідальне використання цифрових технологій для власного розвитку і спілкування; здатність безпечно застосовувати інформаційно-комунікаційні засоби в навчанні та інших життєвих ситуаціях, дотримуючись принципів академічної доброчесності.

Для забезпечення формування зазначених вище компетентностей у профільній середній школі доцільно організувати процес навчання математики через впровадження в процес навчання імерсивних технологій.

Платформи для вивчення математики в старшій профільній школі



AR Book. Платформа AR Book була створена в липні 2022 року в Україні і підтримується Міністерством освіти і науки України як

Вчителю для роботи на платформі AR Book необхідно зареєструватися на сайті (<https://arbook.info/>). Вхід можливий як за уведеним частина проекту з підтримки процесу навчання у період військових дій, що надає можливість стверджувати, що усі розроблені уроки, розміщені в додатку, відповідають чинним навчальним програмам закладів загальної середньої освіти України.

Працюючи в даній платформі кожен із користувачів отримує доступ до інтерактивних навчальних матеріалів з елементами імерсивних технологій.

Розроблені навчальні матеріали, що містяться в додатку, є легкими для розуміння *учнями* і надають їм можливість:

- вибудовувати персональну мобільну траєкторію навчання;
- візуалізувати навчальний матеріал під час самостійного опрацювання теми за допомогою засобів доповненої та віртуальної реальності;
- дрібнити структурно навчальний матеріал, відповідно до їх психологічних особливостей;
- отримувати підтримку вчителя під час проходження навчання та зворотній зв'язок для рефлексії.

Перевагами даного додатку для *вчителів* є:

- можливість якісної підготовки до уроків, не залежно від формату навчання;
- можливість створювати інтерактивні уроки з використанням конструктора уроків, що містить різноманітні шаблони та інструменти для налаштування чи користуватися розробками уроків, опитувальників та експериментів інших вчителів, розміщених в додатку;
- вбудований штучний інтелект додатку надає вчителям можливість аналізувати та адаптувати навчальний матеріал під потреби кожного учня в класі, розуміти степінь засвоєння навчального матеріалу учнем та його прогрес в опануванні теми чи розділу;
- інтегрувати додаток в будь-яку систему управління навчання, що використовують в закладах загальної середньої освіти України, сервіси відеозв'язку чи календарними додатками.

Для закладів загальної середньої освіти використання платформи для організації навчання забезпечує:

- можливість проведення моніторингу та аналізу навчальних досягнень учнів;
- легке адміністрування та можливість поєднання з іншими системами, що використовує заклад освіти для організації процесу навчання;

– широкий спектр інструментів для якісної підготовки вчителів до організації процесу навчання.

логіном та паролем так і за профілем, створеним в Google. Після реєстрації та уведення даних профіля вчитель обирає персональний простір вчителя і переходить до вкладки мій профіль в AR Book (рис. 4.1).

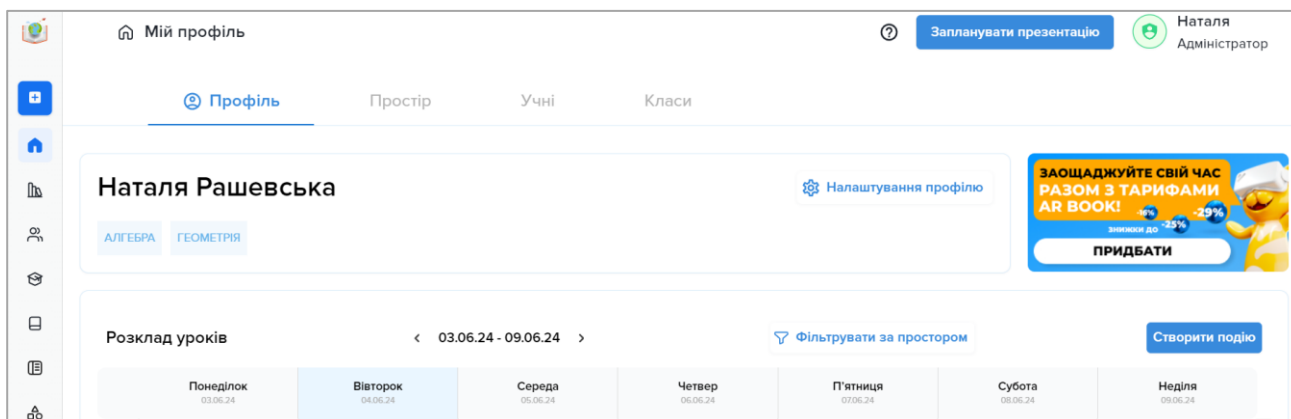


Рис. 4.1. Початок роботи в AR Book

Для організації роботи вчителя на платформі AR Book створено наступні пакети:

1) *базовий*, який є безоплатним і надає можливість підключити до 5 учнів, 50 Мб сховища та доступ до частини готових уроків;

2) *вчитель* за ціною 129 грн. за один місяць користування з можливістю навчати до 80 учнів, 1Гб сховища та доступ до готових уроків;

3) *вчитель+* за ціною 199 грн за один місяць користування з можливістю долучити до навчання до 150 учнів, 5 Гб сховища, доступ до готових уроків та технічна підтримка;

4) *школа*, доступ до якого відбувається індивідуально за оформленою заявкою і надає можливість організувати освітній простір більш ніж 100 учнів, надає від 10 Гб сховища, доступ до розширеної версії створених готових уроків, технічна підтримка, можливість проводити аналітичний аналіз навчальних досягнень учнів школи та повна підтримка адміністрування закладу освіти.

Розглянемо деякі елементи, з яким може ознайомитися кожен вчитель безкоштовно та опишемо можливості використання додатку AR Book при вивченні математики в старшій школі, доступні кожному учневі на мобільному пристрої, що підтримують операційні системи IOS або Android.

1. **Календар.** У вкладці «календар» вчитель може спланувати режим роботи з класом, відповідно до розкладу його занять (рис. 4.2).

Дата *
07.06.2024

9 : 0 до 10 : 0

Простір *
Наталія Рашевська

Предмет *
АЛГЕБРА

Навчальний план *
Алгебра | КТП | 11 клас

Урок *
Елементи комбінаторики. Комбінаторні...

Формат *
Online

Місце проведення

Зберегти

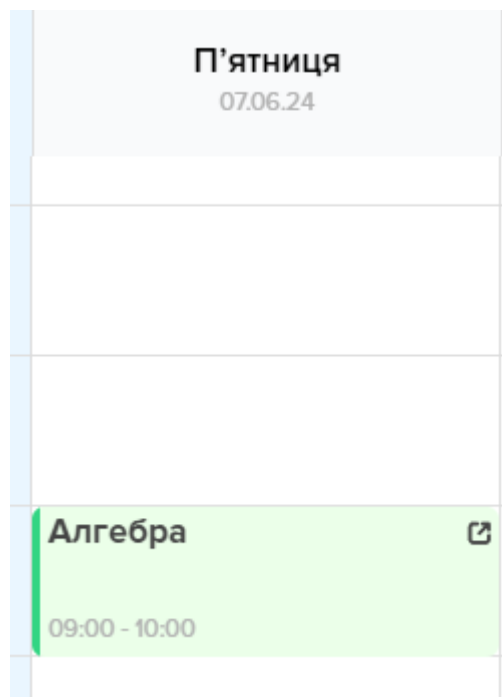


Рис. 4.2. Створення події в календарі

2. **Створення уроків.** Натиснувши на стрілочку події в календарі вчитель переходить до шаблонів створення уроків або обирає вже створений урок (рис. 4.3). При створенні уроку вчитель може додавати в презентацію такі елементи: зображення, зображення 360, текст, слайд, відео, експерименти, VR експерименти, тестові завдання.

← Елементи комбінаторики. Комбінаторні правила суми ...

← Елементи комбінаторики. Комбінаторні правила суми

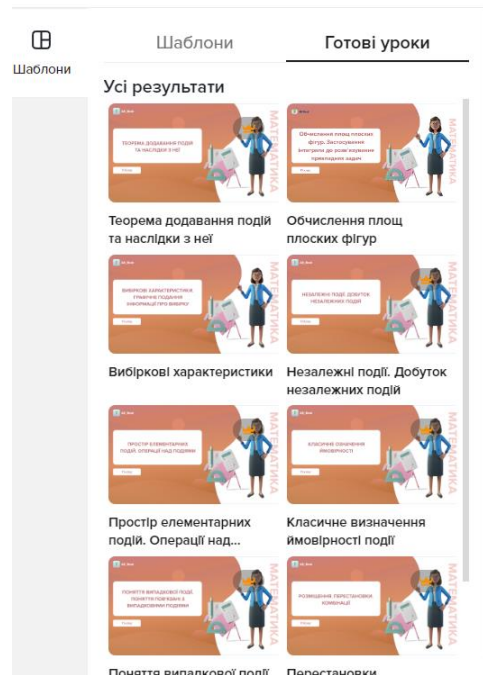
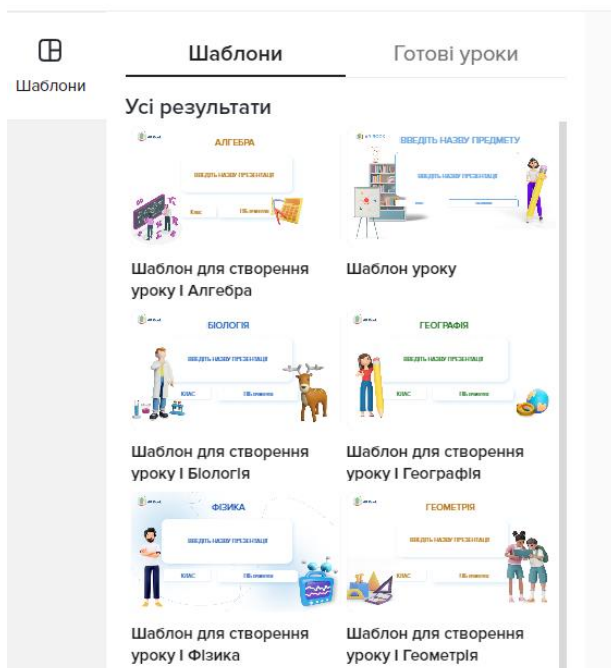


Рис. 4.3. Створення уроків

3. **Імерсивні навчальні матеріали** містяться у вкладці «усі типи контенту» (рис. 4.4). Оскільки даний додаток весь час наповнюється новими навчальними матеріалами, то треба зауважити, що для учнів старшої школи з предметів математичного циклу ще недостатньо розроблено навчальних матеріалів.

Одним із ключових недоліків даної платформи є те, що досить мала кількість матеріалу є безкоштовною, тому слід зауважити, що одним із шляхів вирішення проблеми якісної підготовки до уроків зі сторони вчителя є підключення всієї школи до даної платформи.

Усі типи контенту

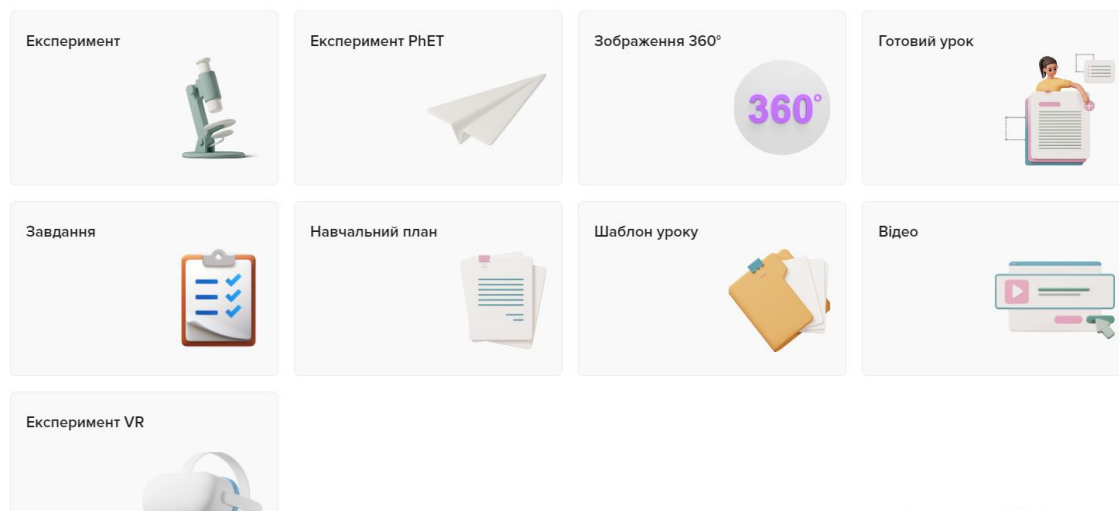


Рис. 4.4. Вікно переліку навчальних матеріалів

У вкладці «Експеримент», що відповідає практичній частині навчального матеріалу, на червень 2024 року вже створено навчальні матеріали у форматі AR та 3D з таких тем математичних предметів для старшої школи:

– **з теорії ймовірностей та математичної статистики**: комбінаторика, правила суми та добутку; статистика; комбінаторика, частота випадкової події;

– **вступ до стереометрії**: аксіоми стереометрії; основні поняття стереометрії; наслідки з аксіом стереометрії; зображення фігур в стереометрії;

– **основні поняття стереометрії**: точки, прямі, площини; перпендикуляр і похила; теорема про три перпендикуляри; взаємне розміщення прямих у просторі; перпендикулярність прямих у просторі; мимобіжні прямі; двогранний кут, перпендикулярність площин; паралельність площин у просторі; паралельне проєктування; вимірювання кутів в просторі; відстань у просторі; паралельні прямі у просторі; паралельність прямої і площини у просторі;

– **система координат в просторі**: система координат; декартові координати у просторі; побудова точки в просторі за заданими координатами; відстань між двома точками в просторі;

– **многогранники**: об’ємні геометричні фігури; призма; перерізи призми; піраміда; паралелепіпед; об’єм призми та паралелепіпеда, об’єм піраміди; правильні многогранники;

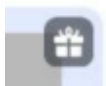
– *тіла обертання*: циліндр; перерізи циліндра; об’єм циліндра та площа поверхні циліндра; конус; конус, його об’єм та площі поверхонь; перерізи конуса площинами; сфера, куля; об’єм кулі, площа сфери.

Зазначений список не є статичним, теми додаються і видозмінюються. Кожна зазначена тема містить візуалізоване пояснення навчального матеріалу, тестові питання для самоперевірки, можливість переглядати пояснення декілька разів. Деякі теми доступні в безкоштовному пакеті платформи, але більшість доступна в розширених пакетах. Треба зазначити, що з початком запуску даного додатку в систему освіти України доступ до навчальних матеріалів у форматі AR та 3D був безкоштовним, тому, можливо з часом, ці матеріали будуть доступні для всіх вчителів та учнів України безкоштовно.

Для ідентифікації тем, що є доступними у платних пакетах увели спеціальні позначення для роботи на стаціонарних комп’ютерах та мобільних додатках:



Матеріал доступний в розширених пакетах



Матеріал доступний у безкоштовній версії



mozaBook. Платформа mozaBook – Mozaik Education з початком повномасштабного вторгнення є безкоштовною для вчителів та учнів з території України.

Завантажити даний додаток можливо на мобільний пристрій за посиланням <https://play.google.com> з операційними мобільними системами Android або IOS.

Після завантаження додатку необхідно зареєструватися на платформі або зареєструватися на сайті <https://ua.mozaweb.com/uk>. Під час реєстрації необхідно вказати регіон проживання, заклад освіти де працює вчитель і класи, в яких викладає. Після цього вчитель отримує власний персональний простір (рис. 4.5) в якому збережено достатню кількість навчального матеріалу для організації процесу навчання в різних форматах.

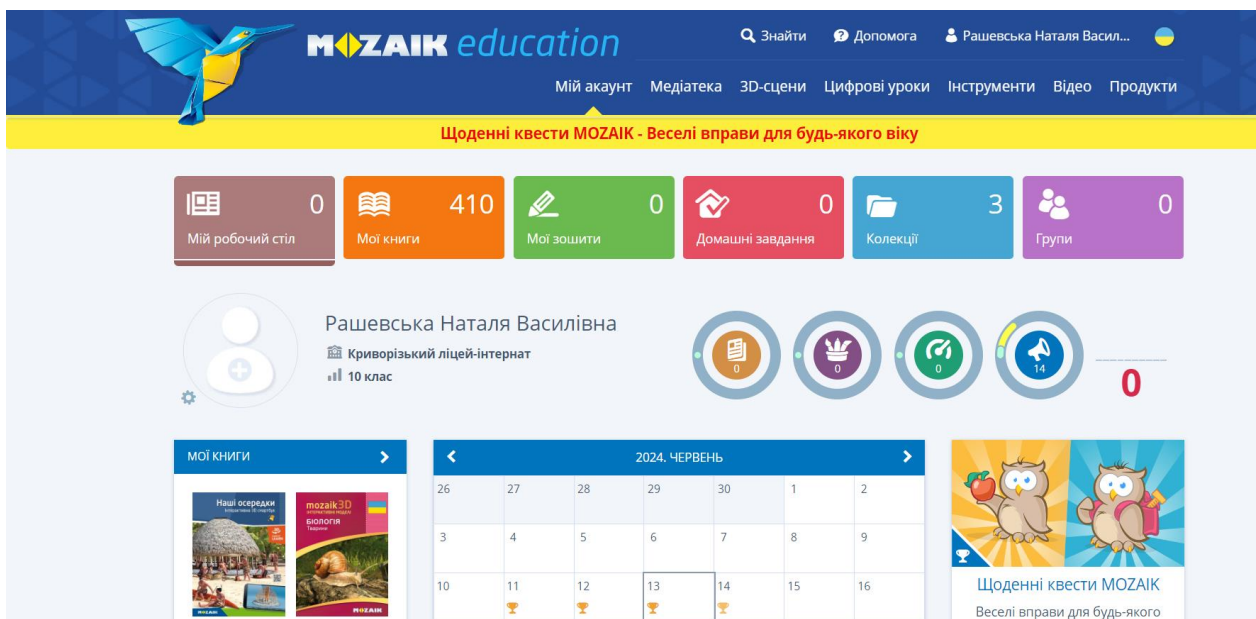


Рис. 4.5. Початкове вікно платформи

Розглянемо можливості даної платформи з точки зору імерсивності навчального матеріалу з математики для учнів старшої профільної школи. В папці «3D-сцени» розміщено відео додатки з таким тем:

– *з теорії ймовірностей та математичної статистики;*

– *основ стереометрії:* розташування площин в просторі, взаємне розміщення прямих і площин у просторі, класифікації геометричних тіл на основі різноманітних прикладів, кути в просторі, декартова система координат у просторі;

– *многогранники:* призми, піраміди, Платонові тіла, розгортки многогранників, побудова їх перерізів;

– *тіла обертання:* тіла обертання навколо осі симетрії, тривимірний пазл (гра для розвитку просторового сприйняття), куля, циліндричні тіла, конічні перерізи, різні види поверхонь, куля, площі повної поверхні;

– *додатково:* принцип Кавальєрі, цікаві поверхні, поліедри.

Обравши 3D-візуалізацію теми вчитель може дати посилання дітям для самостійного опрацювання теми або продемонструвати під час уроку, не залежно від формату навчання. Особливо це може бути актуальним при організації навчання за однією із моделей змішаного навчання – перевернутий клас.

Для того, щоб відбулася 3D-візуалізація необхідно на стаціонарний комп'ютер чи ноутбук встановити відео програвач, який запропонує платформа.

Розглянемо тему «Система координат у просторі». Після запуску демонстрації можливо переглянути систему координат у трьох варіантах: через осі, через координатні площини і градація через одиничну сітку (рис. 4.6). Робота в демонстрації дозволяє рухати координатні осі, візуалізувати надписи чи прибирати їх.

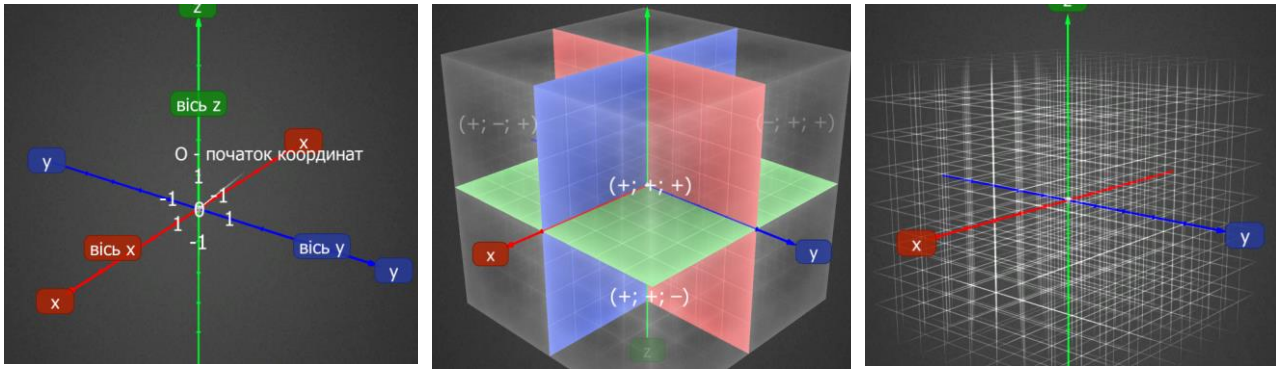


Рис. 4.6. Різноманітне подання системи координат у просторі

Також є повна демонстрація теоретичного матеріалу з теми і візуалізація побудови точки простору за указаними координатами (рис. 4.7) і система тестових завдань на перевірку отриманих знань з теми (рис. 4.8).

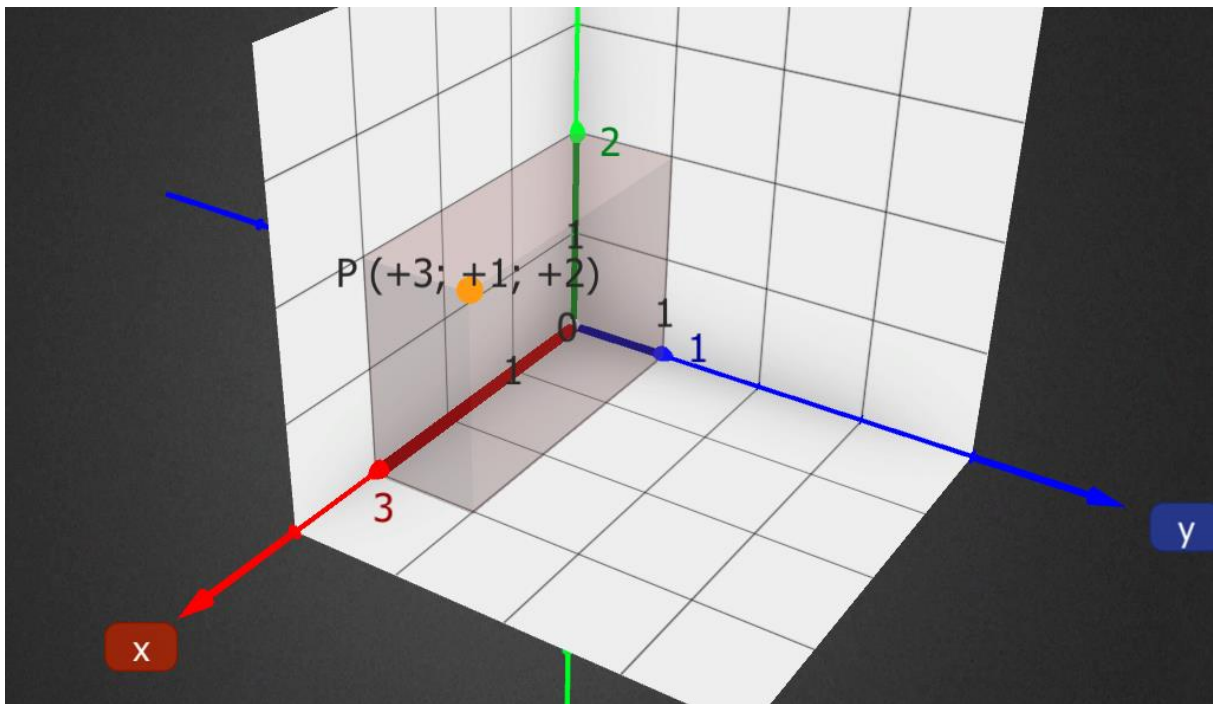


Рис. 4.7. Побудова точки простору

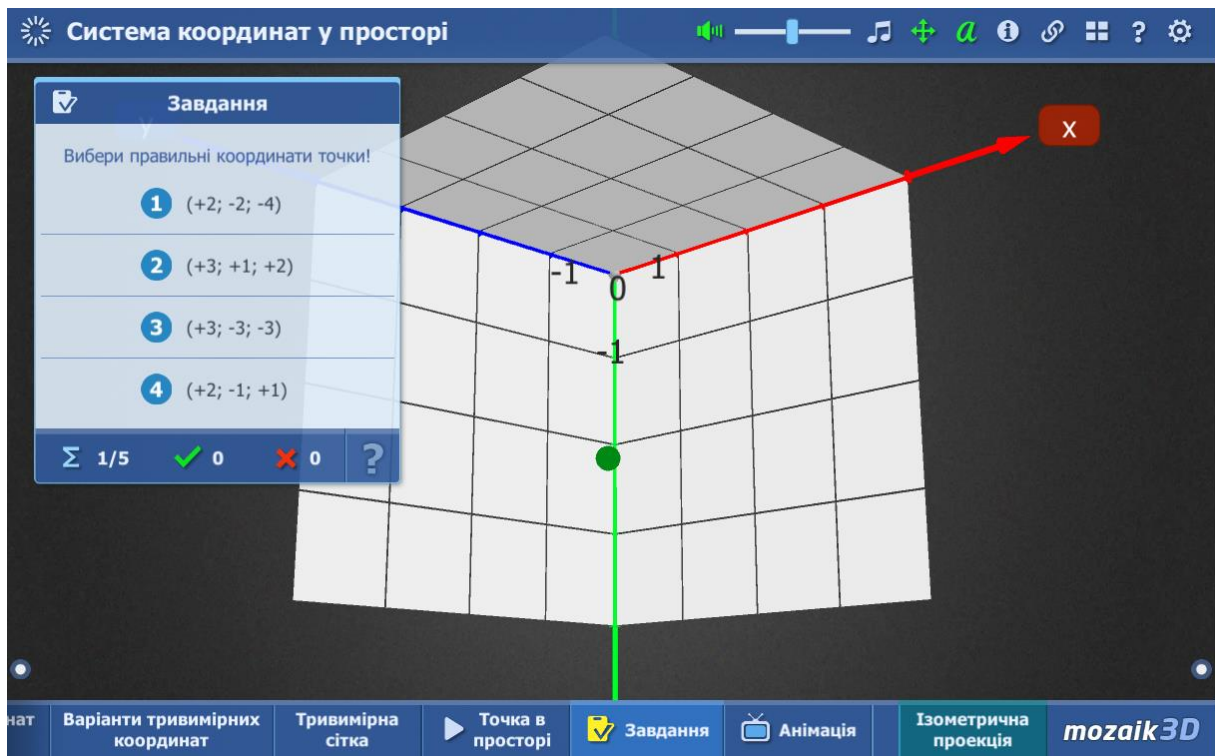
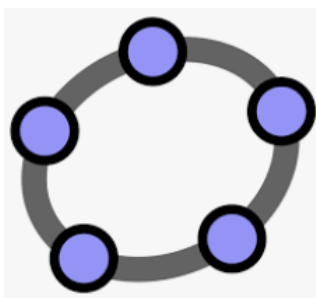


Рис. 4.8. Тестові завдання



GeoGebra 3D. GeoGebra 3D (<https://www.geogebra.org/3d>) є частиною системи комп'ютерної математики (СКМ) GeoGebra (<https://www.geogebra.org>), яка може бути як окремо завантажена додатком на мобільний пристрій, нею можна користуватися безпосередньо на стаціонарному комп'ютері без реєстрації, як за умови доступу до мережі Інтернет, так і завантаживши окремі додатки. Також можна

зареєструватися як користувач для того, щоб мати збережені тривимірні побудови чи інші приклади, що будуть зберігатися в хмарному середовищі. Реєстрація в СКМ GeoGebra надасть можливість не тільки зберігати готові побудови чи дослідження, а й можливість одночасної роботи вчителя та учнів над проектом.

Дана система комп'ютерної математики є досить відома в освітянській спільності і не потребує ґрунтовного розгляду.

При вивченні алгебри в 10-11 класі доцільним є використання побудови графіків функцій, їх дослідження або візуалізація знаходження площі плоскої фігури. Більш цікавим є використання GeoGebra 3D для побудови геометричних тіл, для побудови перерізів тіл, в цілому для розуміння стереометрії.

Початкове тло роботи з додатком містить тривимірну декартову систему координат і ліворуч набір інструментів (рис. 4.9).

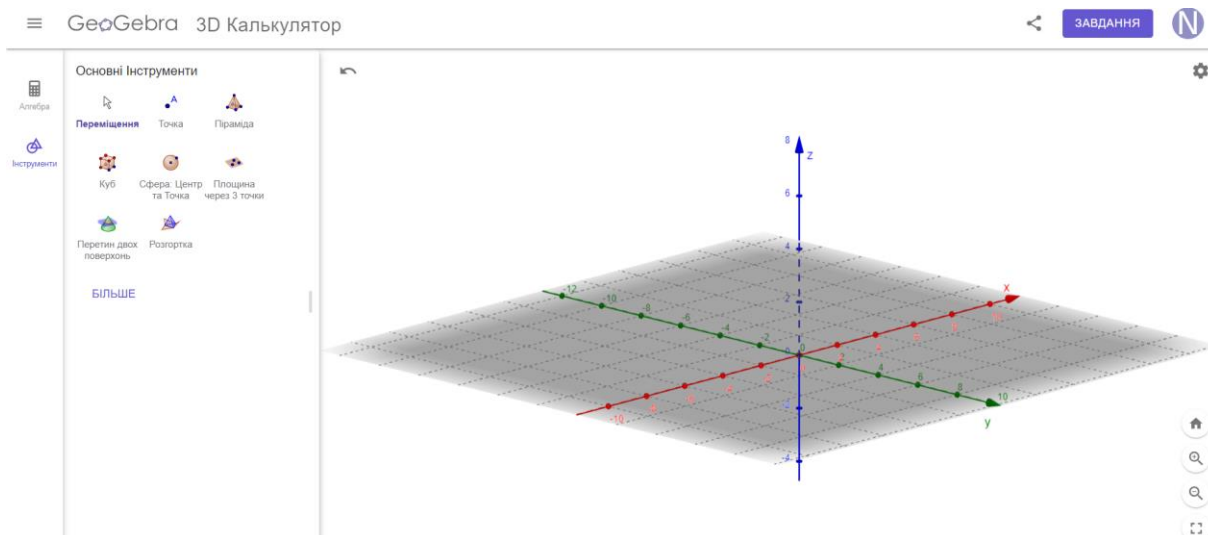


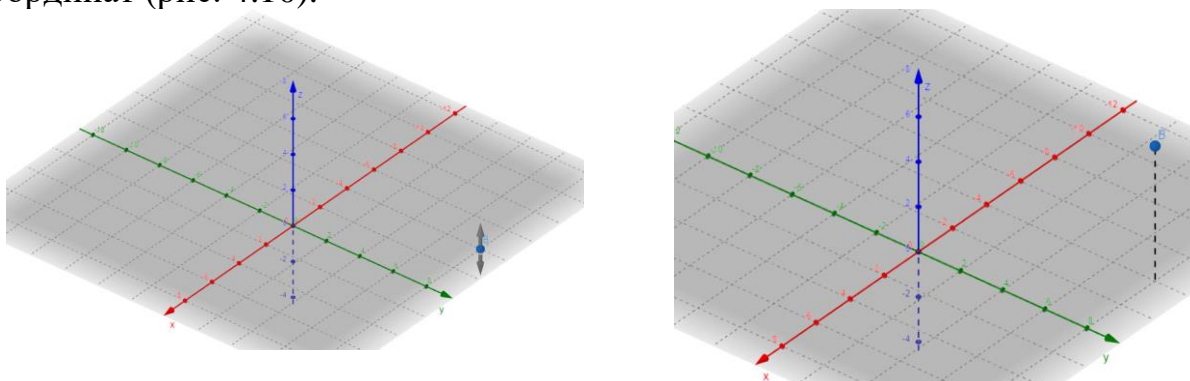
Рис. 4.9. Початок роботи в GeoGebra 3D

Система координат, як і зображені тіла може бути розглянута в діапазоні 360° .

В правому кутку знаходиться знак шестерні, що надає можливість обирати налаштування системи координат: показувати осі, показувати розмітку, обрати масштаб. Також можна обрати мову, задати масштаб шрифту визначити чи показувати підписи; задати діапазон при побудові геометричних тіл.

Розглянемо деякі можливості застосування додатку при вивченні окремих тіл геометрії в старших класах профільної школи.

Декартова система координат може бути використана для проведення дослідження із побудови точки. Наприклад, нехай необхідно побудувати точку $B(-4; 8; 6)$. Виконання побудови аналогічне побудові в класі: спочатку будуюмо проєкцію точки на площину xOy , а потім рухаємо точку вздовж осі Oz ; якщо точку побудувати на осі, то можна побачити рух точки вздовж осі та зміна її координат (рис. 4.10).



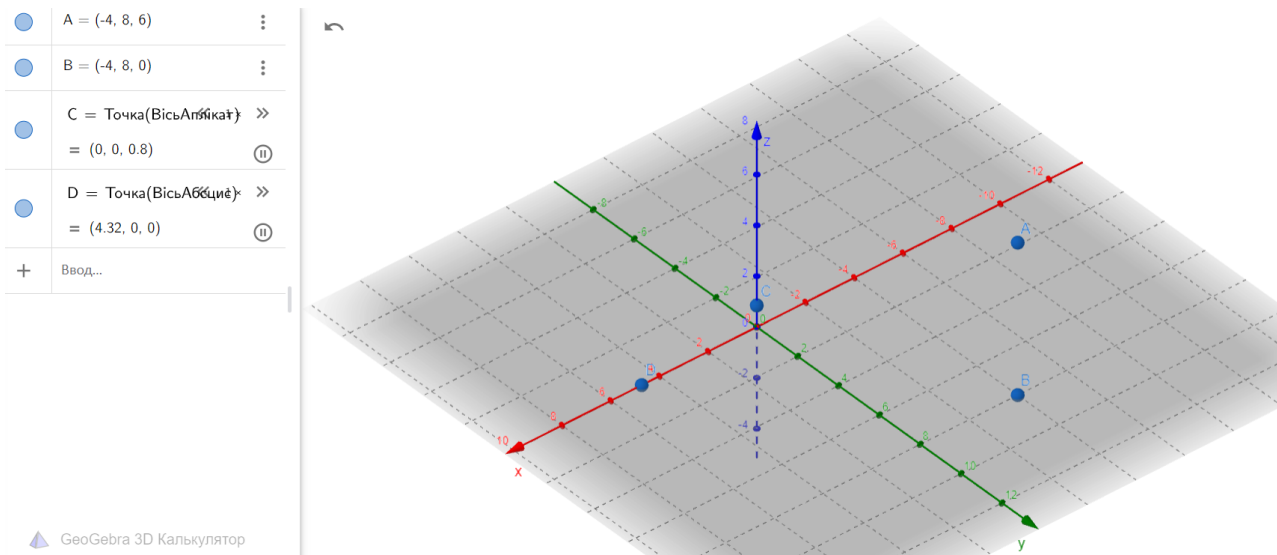


Рис. 4.10. Побудова точки на площині

Звичайно, що точку можна задати своїми координатами, якщо немає потреби відточувати навички побудови точки в просторі. Також можна будувати відрізки, знаходити їх довжини, проєктувати відрізки на площини.

Побудова площини можлива 1) за трьома точками, за точкою та прямою, за двома прямими, що перетинаються; 2) побудова площини, паралельної до даної; 3) побудова площини, перпендикулярної до даної (рис. 4.11).

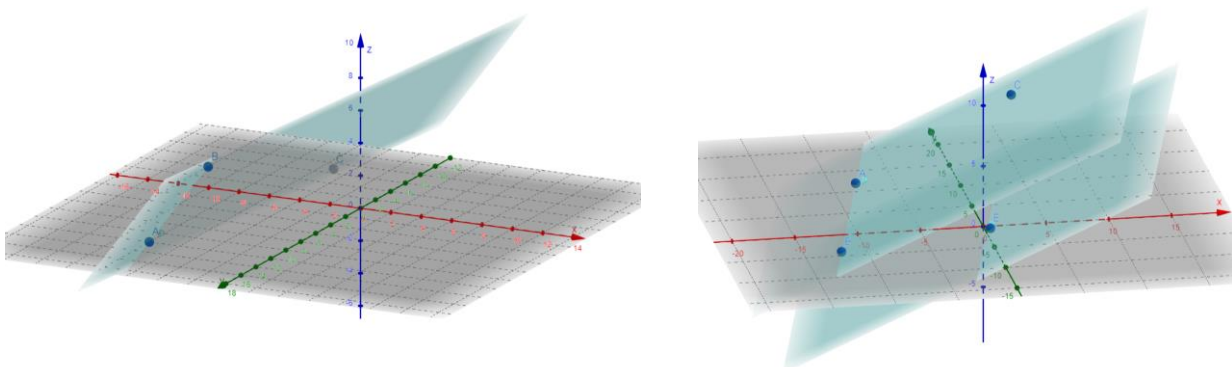


Рис. 4.11. Демонстрація побудованих площин

Побудова перерізів тіл – один із важливих моментів геометрії 10-го класу. За допомогою інструментів додатку можливо візуалізувати весь процес побудови, зробити цей процес динамічним і проілюструвати його з різних ракурсів (рис. 4.12).

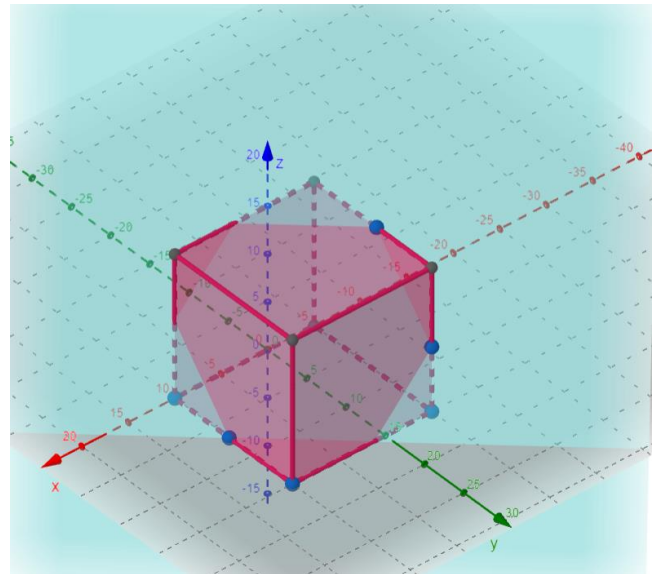
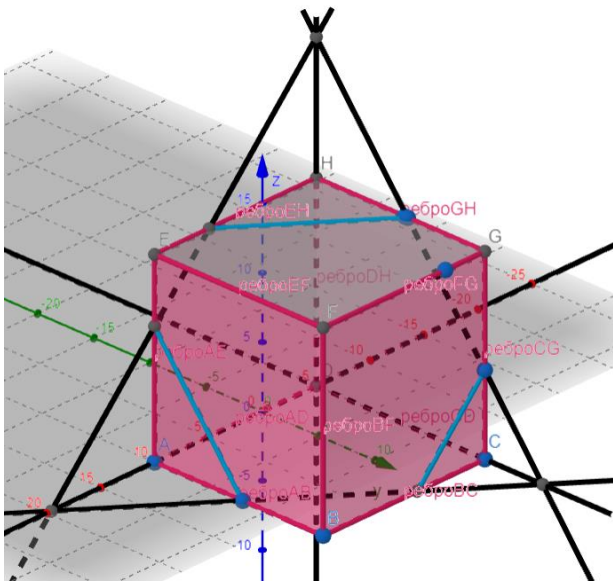


Рис. 4.12. Побудова перерізів

а) методом слідів

б) за допомогою інструменту додатку

Треба зазначити, що побудову перерізів можна робити за допомогою методів слідів (4 а) чи скориставшись готовим інструментом на панелі інструментів додатку (4 б).

Побудова геометричних тіл. В додатку можна побудувати різноманітні геометричні тіла, виконати їх перерізи, показати кути між гранями, між ребрами, провести дослідження геометричного тіла (рис. 4.13).

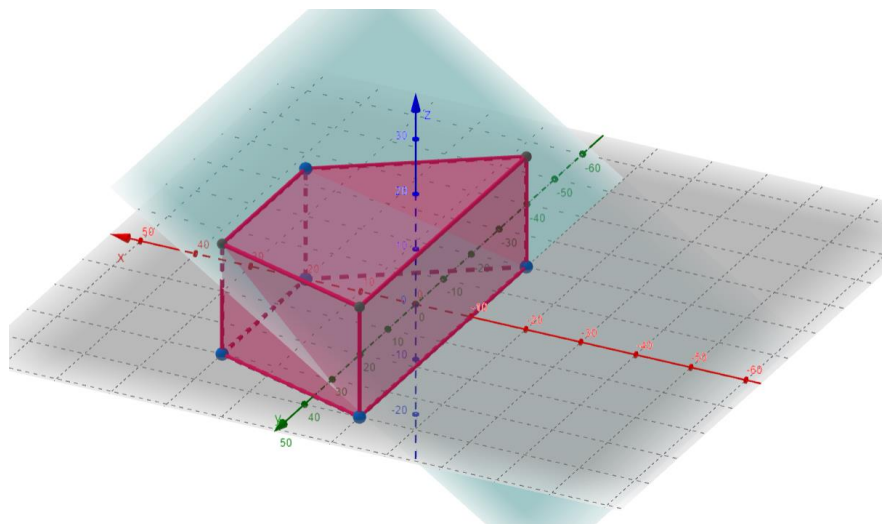


Рис. 4.13. Візуалізація геометричних тіл

Також треба зазначити, що даний додаток містить достатню кількість наробок, що можуть бути використані у процесі навчання учнів, що створює можливості для персоналізації їх навчання (<https://www.geogebra.org/t/solids?lang=uk> – рис. 4.14).

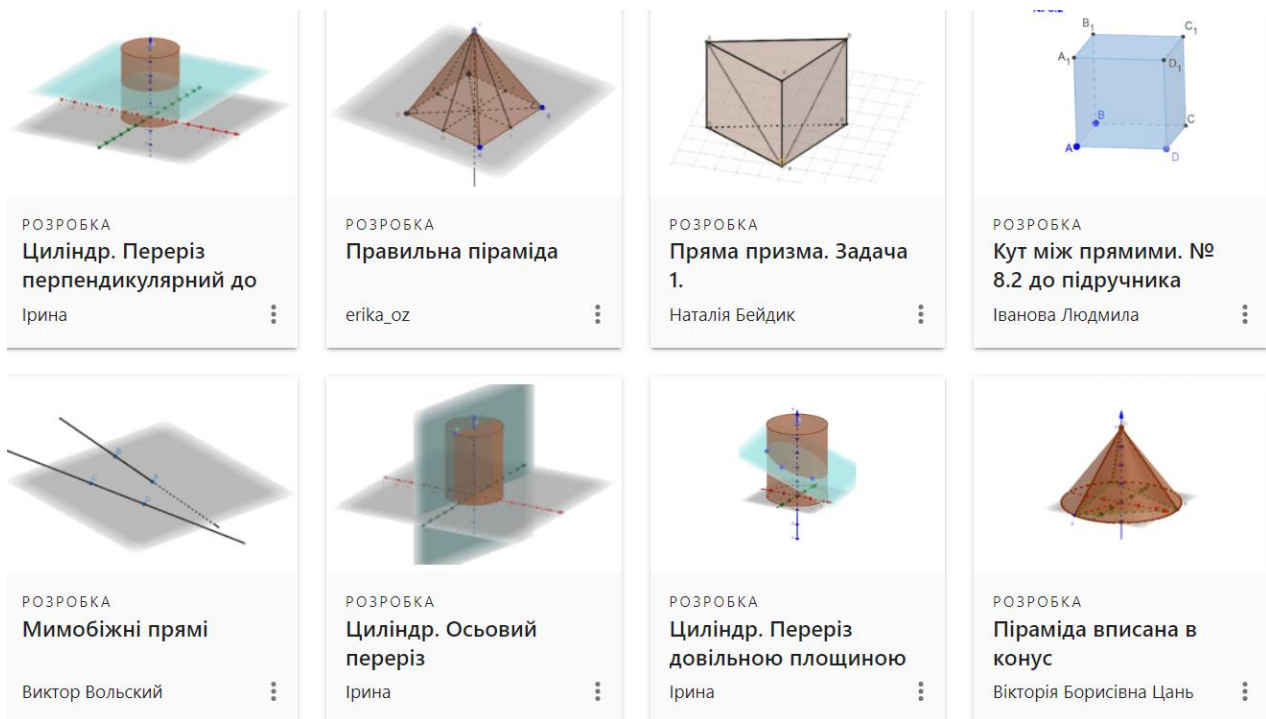


Рис. 4.14. Навчальні матеріали з 3D-візуалізацією

Для учнів з поглибленим вивченням математики даний додаток можна використовувати для роботи з різноманітними поверхнями. Можливість візуалізувати поверхню і провести дослідження створюють умови для формування просторового мислення і усвідомлення себе в просторі (рис. 4.15).

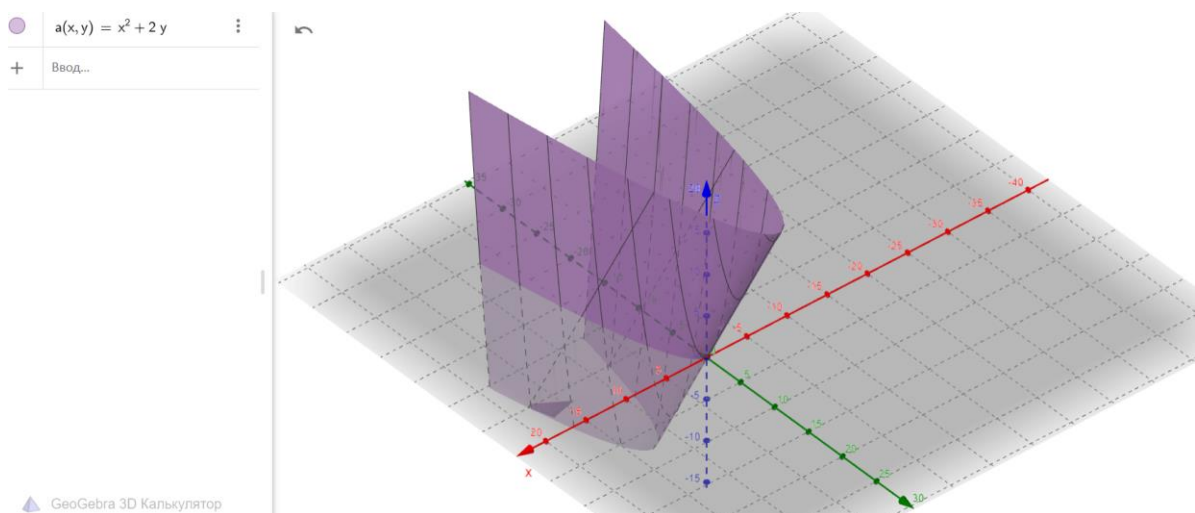


Рис. 4.15. Робота з поверхнями



Desmos. Для організації інтерактивного навчання в моделі змішаного навчання доцільно також використовувати графічний калькулятор Desmos, який на даний момент активно рекомендують використовувати для подолання освітніх втрат учнів.

Desmos – графічний калькулятор, доступний на будь-якому пристрої: мобільному чи стаціонарному (<https://www.desmos.com>), як реєструючись в програмі, так і працюючи онлайн.

Не зважаючи на те, що даний графічний калькулятор більше підходить для учнів середньої школи, розглянемо можливості його застосування в старшій профільній школі.

Такий розділ математики як «Функції, їх дослідження та побудова їх графіків» в курсі алгебри 10 класу завжди викликала в учнів проблеми з розумінням. Треба зазначати, що теми даного розділу активно використовують у процесі перевірки знань учнів як під час складання зовнішнього незалежного оцінювання так і під час складання національного мультипредметного тесту, а це означає, що вивчення тем цього розділу потребує максимальної візуалізації навального матеріалу та розуміння усіх властивостей функцій.

Зазначений графічний калькулятор містить набір деяких готових досліджень, які можна виконувати з функціями під час роботи з ним, так і можливість самостійно вибрати функцію для дослідження.

Більш цікавим для учнів старшої профільної школи буде Desmos 3D Calculator, використання якого надасть можливість створювати та досліджувати геометричні тіла, шляхом переходу від плоскої побудови до тривимірної.

Початкове тло програми містить тривимірний простір, який можна обертати в будь-якому напрямі та змінювати масштаб. Ліворуч на панелі задач можна обрати перехід до двовимірної площини (рис. 4.16).

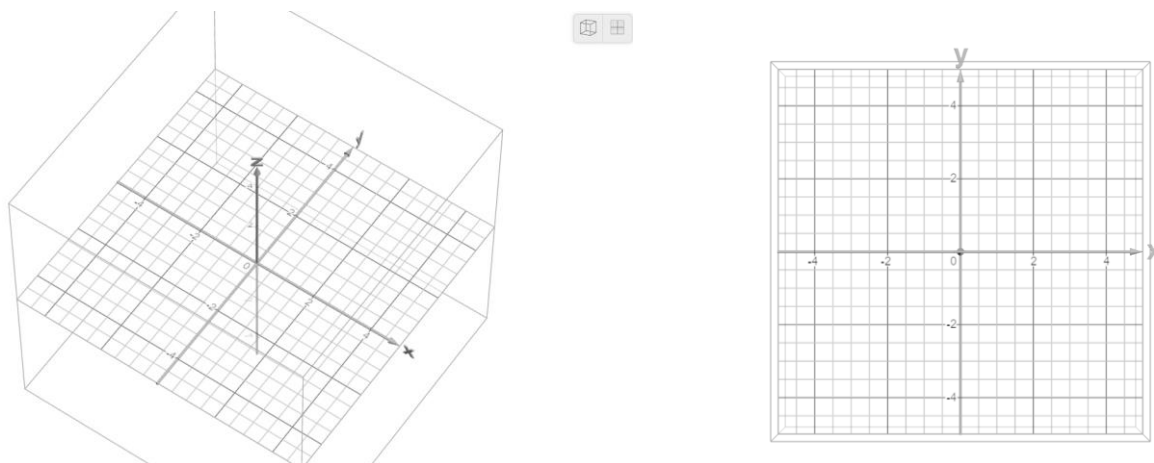


Рис. 4.16. Основне тло програми Desmos 3D

В лівій частині програми містить панель на якій треба вводити відповідні дані.

Наприклад, запишемо рівняння кола з радіусом, що буде змінюватися. По-перше, визначення радіусу кола потребуватиме від учнів розуміння в якому діапазоні воно знаходиться (рис. 4.17).

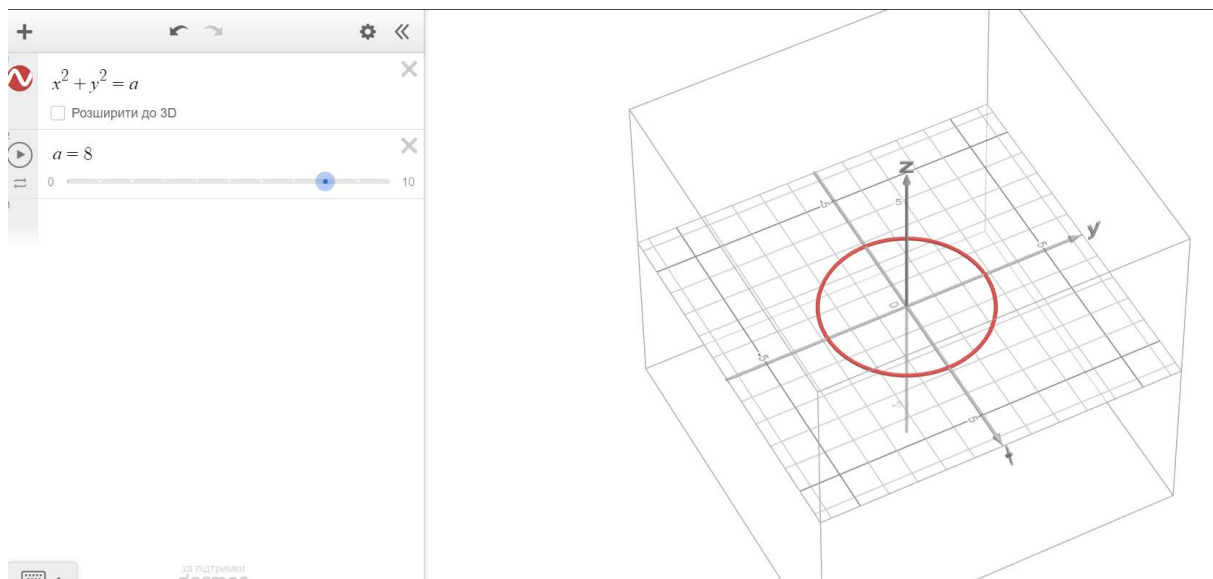
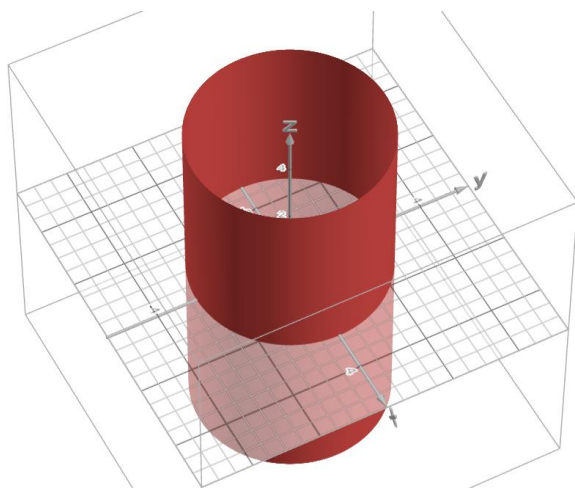
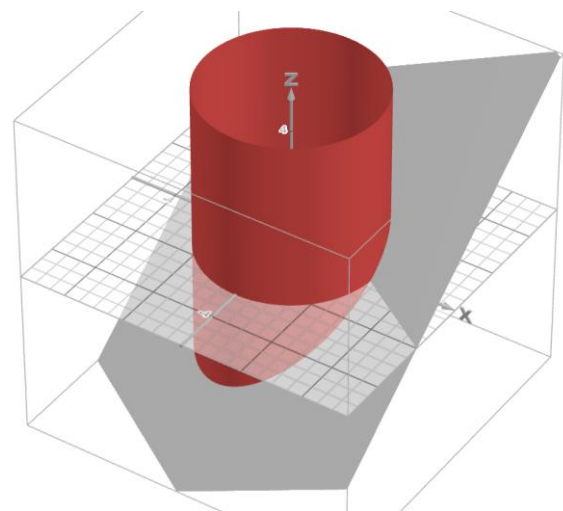


Рис. 4.17. Зображення кривої на площині

Обравши функцію «Розширити до 3D», учні отримають можливість зрозуміти яке геометричне тіло буде отримано. Задавши, наприклад, рівняння площини, можна побачити переріз отриманого циліндра, з'ясувати яка крива буде його перерізом, в залежності від положення площини (рис. 4.18).



перехід від кола до кругового циліндра



переріз циліндра площиною

Рис. 4.18. Візуалізація геометричного тіла

Програмні засоби для візуалізації стереометричних об'єктів

Одним із основних аспектів гармонійного розвитку учня є розвиток його просторового мислення, яке не можливе без уміння візуалізувати різноманітні об'єкти, зокрема і геометричні. Просторове мислення є основою розвитку геометричного мислення учня і визначає здатність учня до людської діяльності та критичного мислення. Саме тому розвиток просторового мислення через поглиблення геометричного мислення є важливим фактом при навчанні в закладах загальної середньої освіти.

Вивчення геометрії в середній школі, коли геометричні об'єкти вивчаються на площині, є для більшості учнів зрозумілою і потребує від них лише усвідомлення основних теорем та означень. Перехід до стереометричних об'єктів, коли розв'язання задач потребує не просто знаходження площі чи об'єму заданого тіла, а й уміння просторово мислити та геометрично моделювати розв'язок задачі й приводить до проблем з геометричним мисленням.

Одним із шляхів вирішення даної проблеми є створення технологічного навчального середовища для посилення просторової візуалізації, яка визначається як набір розумових навичок, що створюють умови для учня діяти в контексті математичних графічних уявлень, сприймаючи стереометричну задачу в більш широкому сенсі.

Geometria RA



Застосунок Geometria RA можна завантажити за посиланням <https://play.google.com>. Даний застосунок є умовно безкоштовним, тобто існує безкоштовна версія і розширена версія даного застосунку за ціною 0,99 \$, використання якого надає можливість застосовувати його на уроках з геометрії в старшій школі як під час дистанційного так і аудиторного навчання.

Вперше застосунок з'явився у серпні 2020 року і останнє оновлення відбулося у вересні 2023 року. Застосунок встановлюється на будь-який мобільний пристрій з мобільною операційною системою Android чи IOS, але не набув широкого розповсюдження в закладах загальної середньої освіти.

Суттєвих відмінностей між безкоштовною та умовно кошовною версіями немає. Умовно кошовна версія надає можливість візуалізувати сам процес утворення геометричних тіл шляхом обертання або за розгорткою.

Даний застосунок надає можливість створювати тривимірні моделі таких тіл як призма, піраміда, конус, циліндр та куля. За неможливістю вчителем продемонструвати макети цих тіл під час уроку з будь-яких причин або при

самостійному опрацюванні навчального матеріалу, візуалізація даних тіл створить умови для усвідомленого сприйняття навчального матеріалу та наступних побудов цих тіл безпосередньо учнем під час розв'язання геометричних задач.

До додатку входить набір карток, що містять мітки для візуалізації геометричних тіл, які потрібно роздрукувати (рис.4.19).

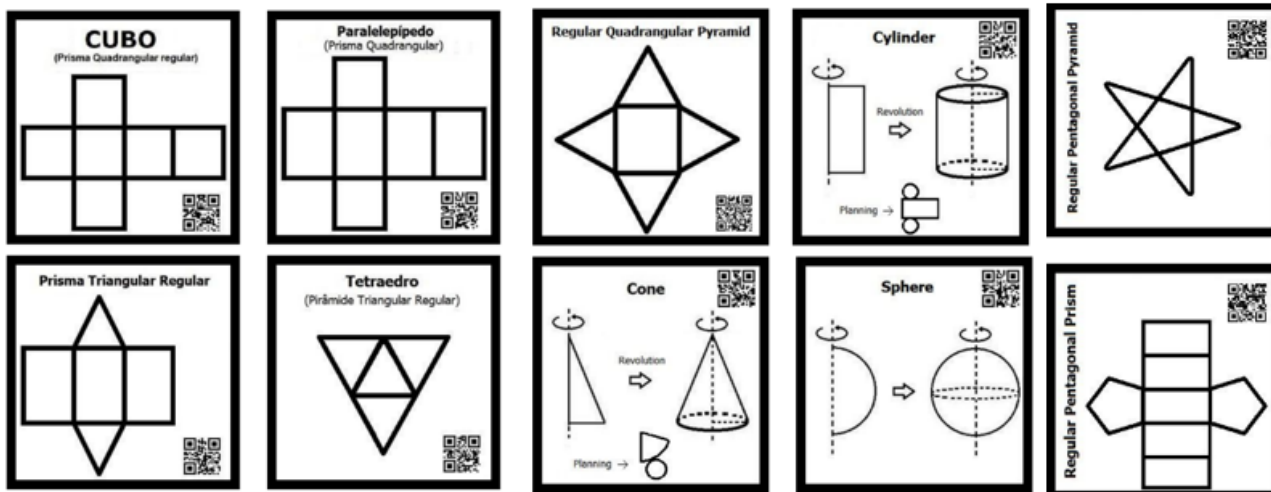


Рис. 4.19. Набір карток для візуалізації геометричних тіл

Навівши камеру смартфона на відповідну мітку, на екрані з'являється візуалізація даного геометричного тіла в тривимірному вигляді. Повертаючи камеру можна розглянути геометричне тіло згори, збоків і уявити як це тіло виглядає в навколишньому просторі.

Треба зазначити, що крім візуалізації геометричного тіла, в лівому кутку екрану з'являється підказка щодо знаходження площ основи, бічної поверхні та повної поверхні геометричного тіла, його об'єму (рис. 4.20).



RA Augmented Polyhedrons. Застосунок RA Augmented Polyhedrons можна безкоштовно завантажити з плей-маркету (<https://play.google.com>) на будь-який мобільний пристрій, що підтримується системою Android. Останнє оновлення даного застосунку відбулося у серпні 2022 року і, можливо, надалі не буде мати розвитку як мало затребуваний застосунок. Перевагою даного додатку є те, що його використання не потребує доступу до Інтернету.

Разом з програмою користувач отримує набір із 12 маркерів, кожен з яких надає можливість візуалізувати геометричне тіло (рис. 4.21).

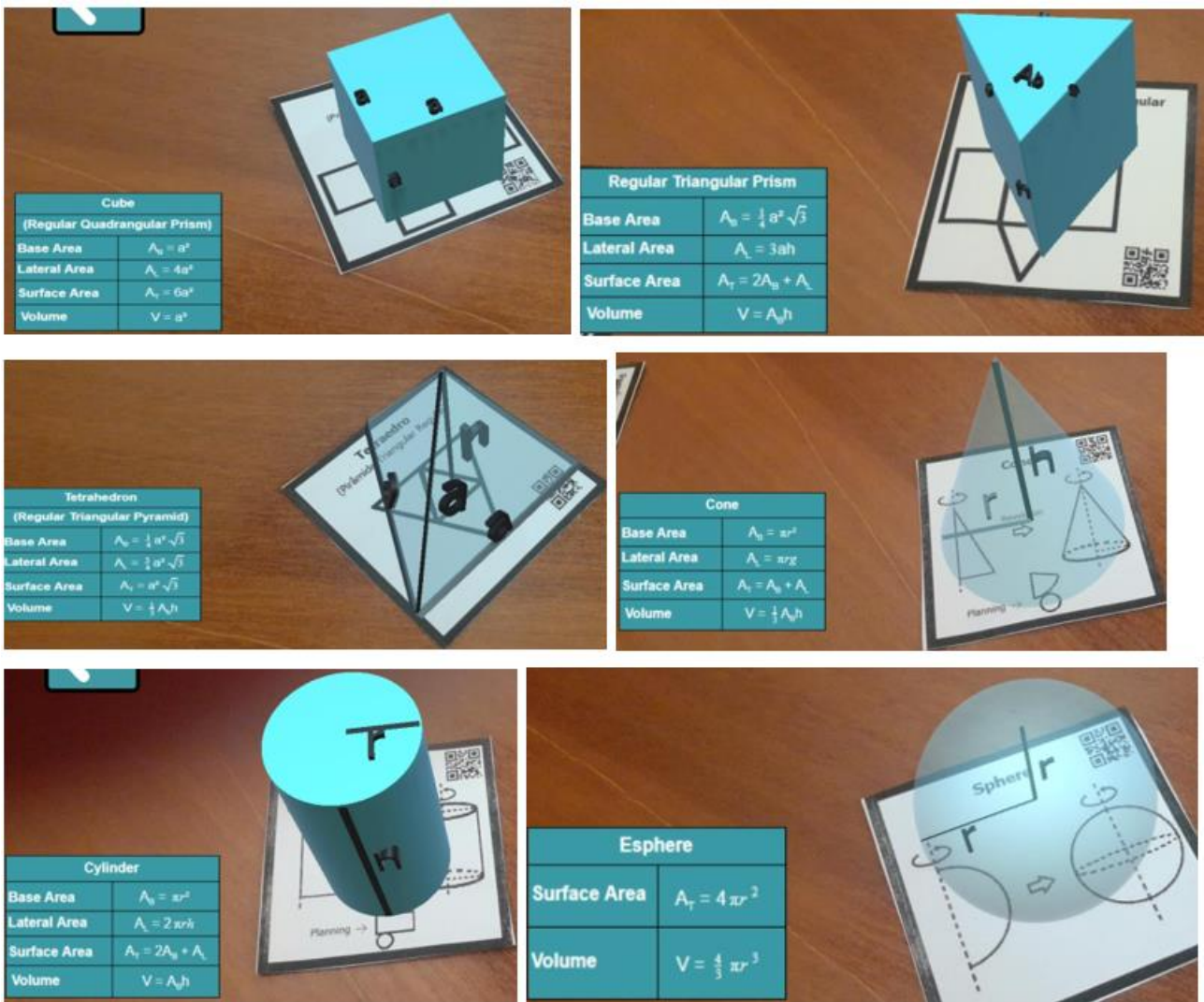


Рис. 4.20. Зображення деяких геометричних тіл за допомогою Geometria RA

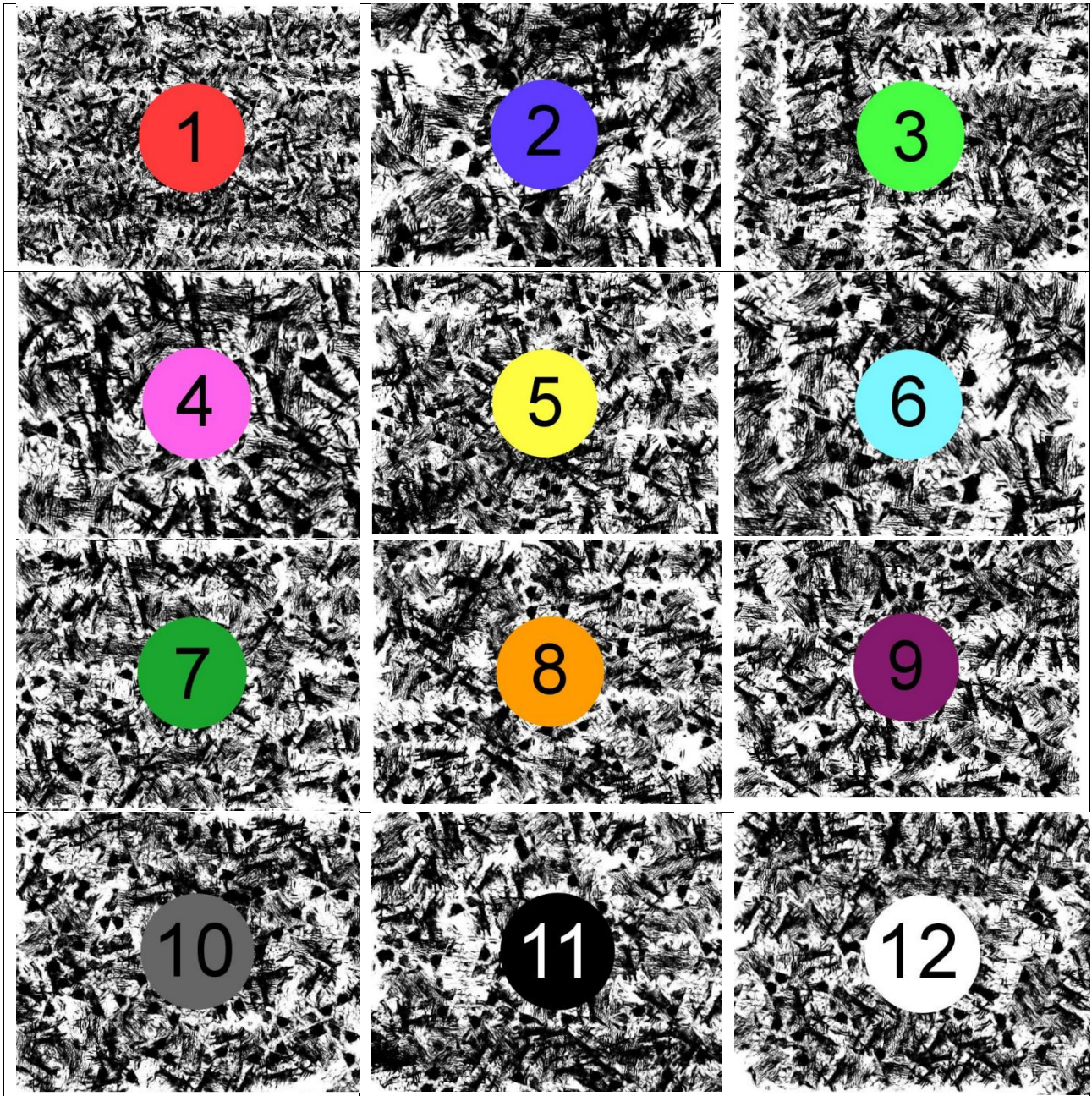


Рис. 4.21. Набір маркерів для візуалізації геометричних тіл

Серед тіл, наведених в програмі, можна отримати паралелепіпед, куб, призми з різними основами, піраміди, циліндр, конус та куля (рис. 4.22).

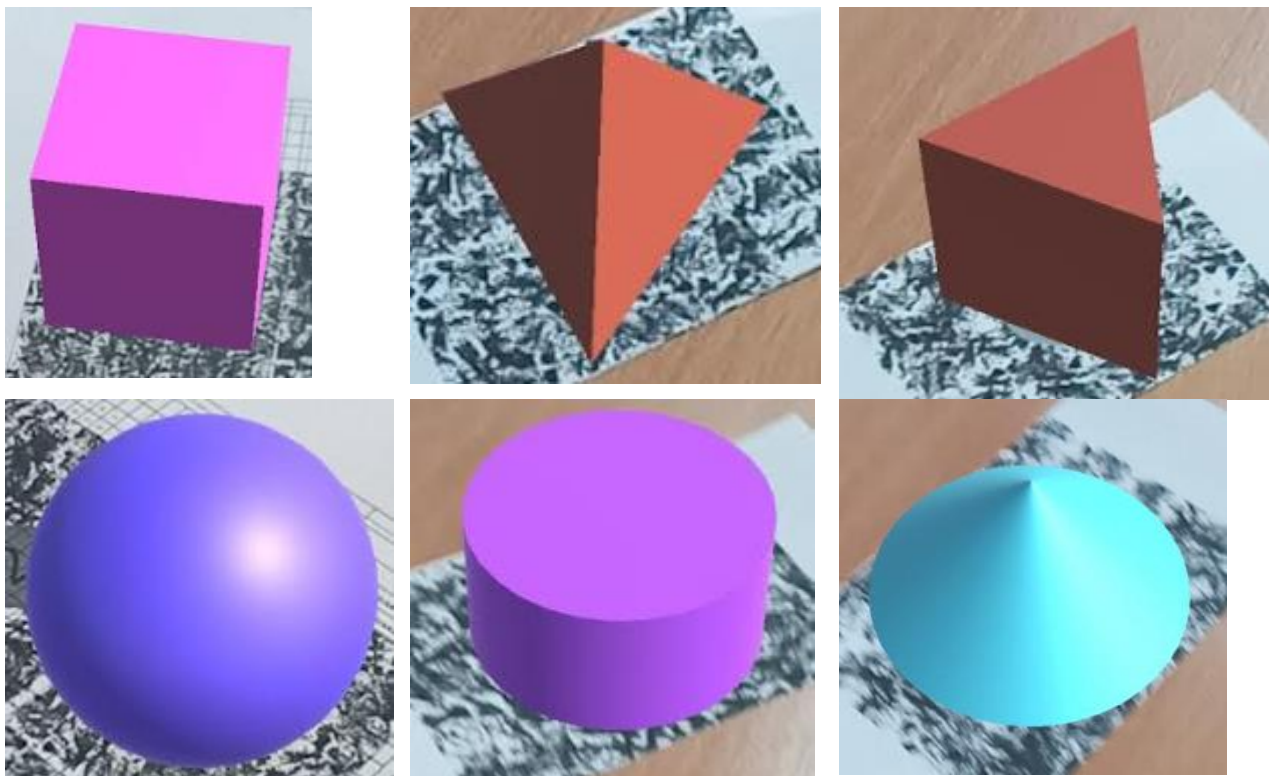


Рис. 4.22. Зображення деяких геометричних тіл



Sólidos RA. Sólidos RA – це додаток, спрямований на вивчення геометрії з елементами доповненої реальності.

Завантажити додаток можна безкоштовно з play.google.com. Оновлення додатку відбулося у червні 2022 року.

Після завантаження додатку на мобільний пристрій з мобільною операційною системою Android у програмі відкривається QR-код з посиланням (<https://drive.google.com/drive/folders/1aT9itWS8crbEn0b77xGEggbyZ-e7zLFe>) на посібник у двох форматах (word та pdf), що містить мітки, які необхідно роздрукувати. Перевагою даного додатку є те, що працювати в ньому можливо однією із п'яти запропонованих мов: іспанська, португальська, англійська, німецька та малаї.

Додаток містить п'ять модулів: візуалізація, планування, створення, моделювання та геоплан.

1. Візуалізація.

Додаток містить 42 QR-коди, кожен з яких надає можливість візуалізувати геометричне тіло. На екрані мобільного пристрою можна це геометричне тіло збільшувати, зменшувати та повертати, створювати ілюзію що тіло знаходиться на руці (рис. 4.23).

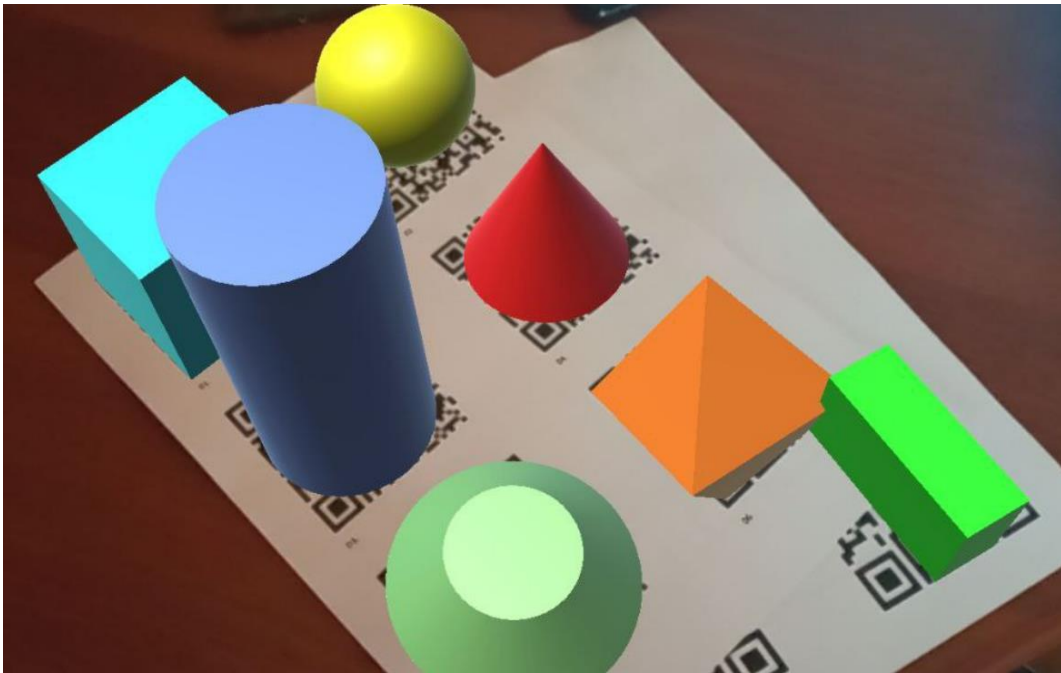


Рис. 4.23. Візуалізація геометричних тіл простору

За допомогою панелі, розташованої в лівій частині екрану можна розглянути окремо в кожному тілові основи, бічні грані многогранника, твірні тіл обертання, при цьому візуалізація тіла обертання є анімованою і учні чітко розуміють як отворилося кожне із розглянутих тіл обертання, бічні ребра (рис. 4.24).

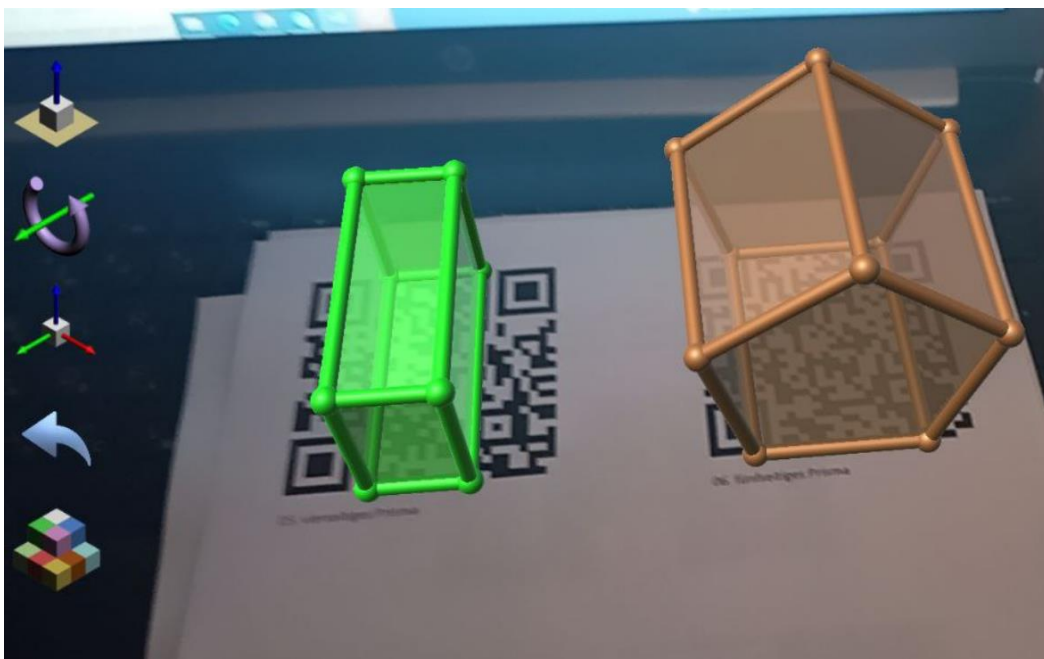


Рис. 4.24. Покрокове виокремлення елементів геометричних тіл

2. *Планування* містить шість геометричних тіл – куб, правильна чотирикутна піраміда, циліндр, трикутна, чотирикутна та п'ятикутна призма – кожне з яких можна розгорнути (рис. 4.25). Виконання даного виду роботи дозволить учням за плоскою розгорткою тіла вчитися бачити геометричні тіла простору.

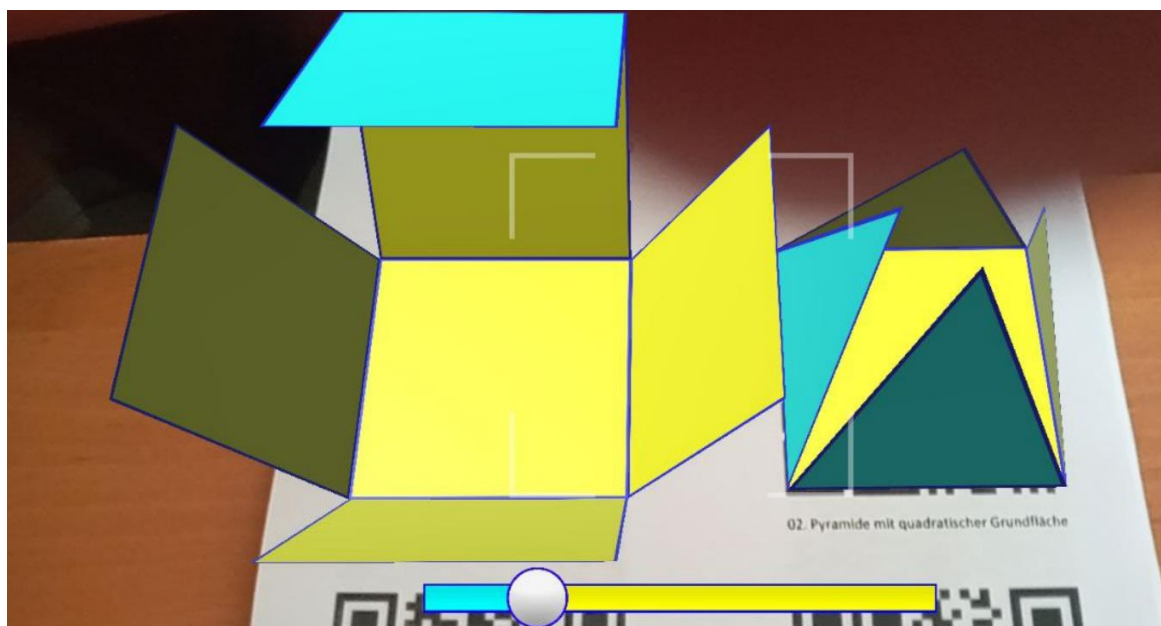
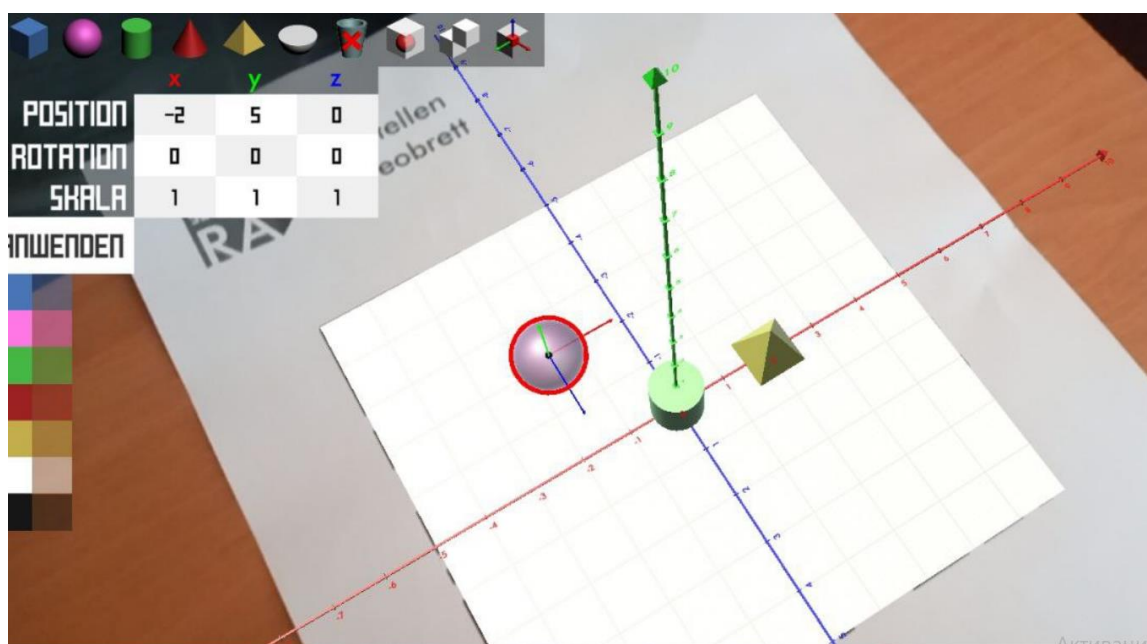


Рис. 4.25. Розгортка геометричних тіл

3. *Створення* надає можливість учням побачити тіла в тривимірній декартовій системі координат, рухати їх, змінюючи їх координати (рис. 4.26). Даний модуль є цікавим тим, що учні можуть за допомогою геометричних тіл створювати різноманітні комбінації, розуміти особливості комбінування геометричних тіл і навіть виконувати проекти для реалізації власного бачення застосування геометрії (рис. 4.27).



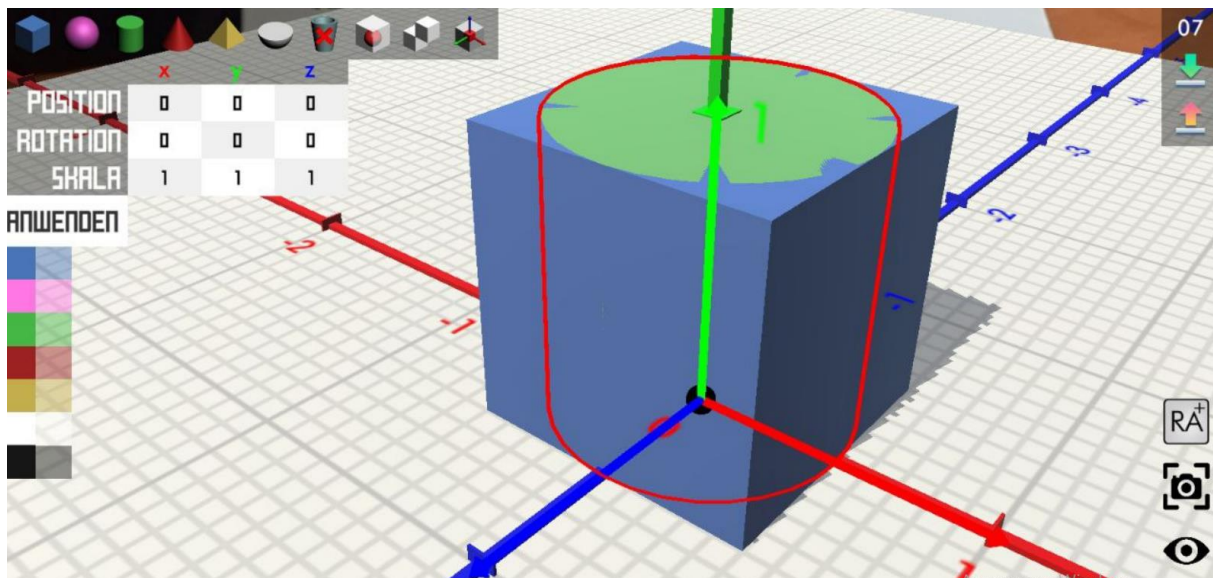


Рис. 4.26. Побудова геометричних тіл в декартовій системі координат

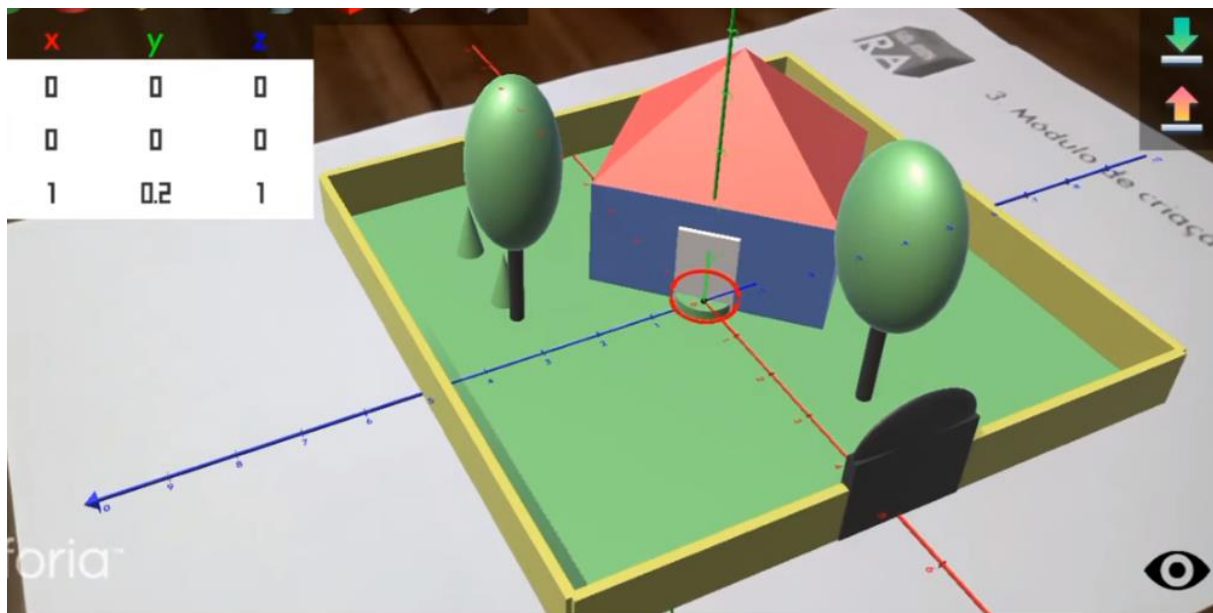


Рис. 4.27. Реалізація проєктної діяльності
<https://www.youtube.com/watch?v=LqvzpqgY5Xo>

4. *Модельовання* містить набір міток з буквами, кожна з яких візуалізується в точку. В даному випадку ці мітки можна використовувати як для роботи з плоскими геометричними фігурами (проводити дослідження на визначення властивостей багатокутників, оскільки кожна побудова ілюструється відстанями між точками та значеннями кутів) так і візуалізувати геометричні тіла, поклавши в основу будь-який багатокутник (рис. 4.28).

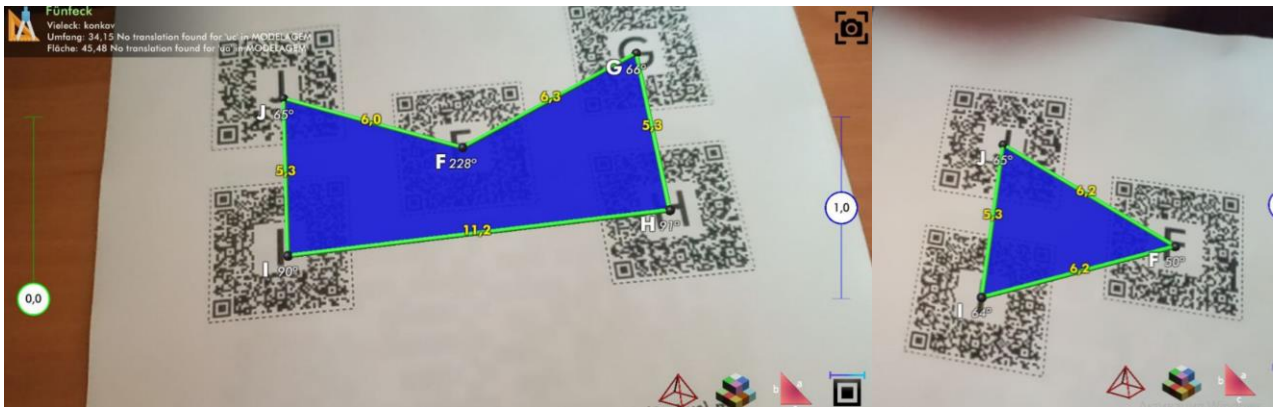


Рис. 4.28. Робота з плоскими багатокутниками

В лівій частині екрану знаходиться курсор, рух якого надає можливість перетворити плоске зображення багатокутника в многогранник, але при цьому зберігається візуалізація розмірів відрізків та кутів багатокутника (рис. 4.29).



Рис. 4.29. Перетворення багатокутника в многогранник

5. *Геоплан* надає можливість вибудовувати за точками довільні геометричні фігури га різноманітних основах (рис. 4.30).

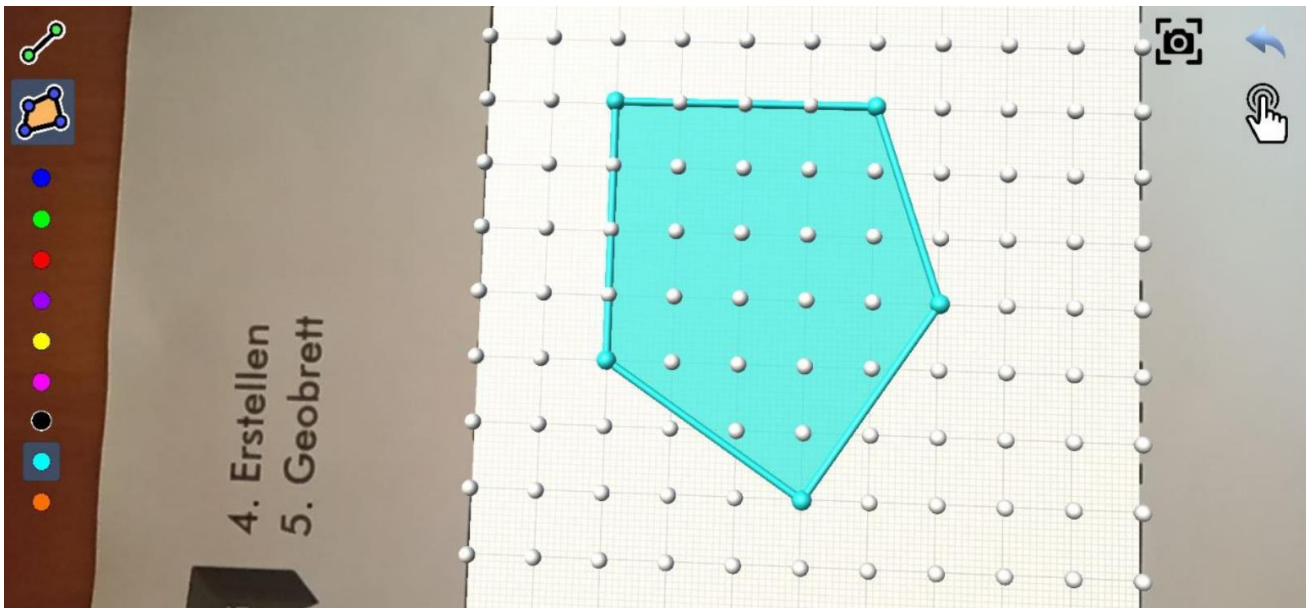
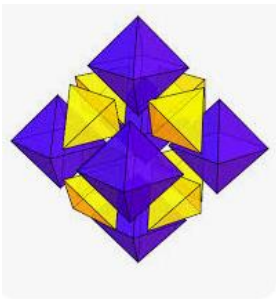


Рис. 4.30. Побудова плоских фігур за точками



Також схожі властивості мають програми **Geometria Realidad Aumentada** – безкоштовний додаток для візуалізації геометричних тіл. Додаток завантажується з Google Play на будь-який мобільний пристрій. Додаток часто оновлюється і останньою датою оновлення є червень 2024 року.

Основною перевагою даного додатку над іншими є візуалізація Платонових тіл і можливість побудови призм в основі якої лежить заданий власноруч n -кутник.



Arloon geometry – додаток, що є частиною освітнього середовища, яке містить, крім геометрії, такі блоки: анатомія, рослини, хімія, сонячна система, ментальна математика. Даний додаток не є безкоштовним і його ціна на червень 2024 року складає 99,99 грн.

В додатку геометрії міститься набір геометричних тіл: призма, піраміда, тіла обертання. Дані тіла є динамічними, можна побачити їх розгортку і отримати перелік формул загального виду для знаходження елементів геометричного тіла, що розглядають. Також в додатку є нескладні тестові завдання для перевірки отриманих знань, але лише англійською мовою.

4.2. Засоби AR при навчанні дисциплін природничо-математичного циклу та у дослідницькій діяльності

Організацію дослідницької діяльності в освітньому процесі Нової Української школи спрямовано на формування в учнів навичок самостійного пошуку нових знань та застосування їх в реальних умовах, а також на формування нових пізнавальних навичок, що є основою інтелектуального росту учнів та формування їх творчого потенціалу. Розглянемо деякі застосунки доповненої реальності, які можна використовувати для елементарних досліджень учнями середньої школи.

Arloopa – застосунок доповненої реальності, що містить кейси з готовими AR об'єктами, що структуровані за категоріями: освіта, тварини, мистецтво, наука і технології тощо. Працює як на IOS так і на Android, інтерфейс доступний на 5 мовах, дуже простий у використанні, достатньо натиснути «Сканер», навести на відповідний об'єкт та відсканувати його. Користувач бачить перед собою об'єкт, що «оживає». Додаток містить дуже багато рубрик, проте ми радимо використовувати Education, вона поєднує біологію, анатомію, астрономію, хімію, фізику тощо.

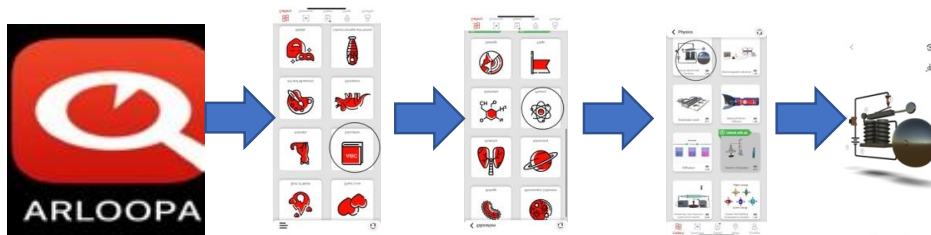


Рис. 4.31. Алгоритм використання застосунку Arloopa (фізика)

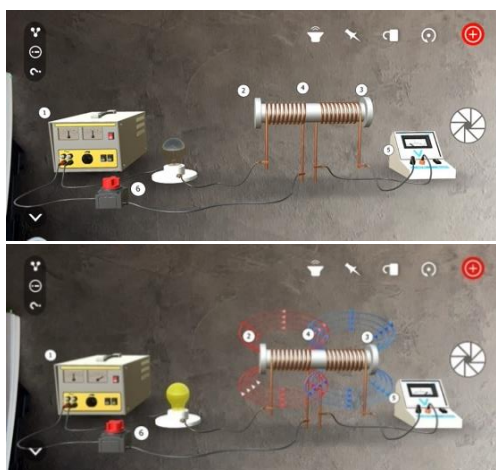


Рис. 4.32. Дослідження явища електромагнітної індукції у застосунку Arloopa

ArSolarSystem – застосунок, що дозволяє досліджувати небесні тіла, змодельовати небесне тіло поряд собою. Недоліком є те, що цей додаток *частково безкоштовний*, бо деякі моделі частини планет є заблокованими до моменту оплати.

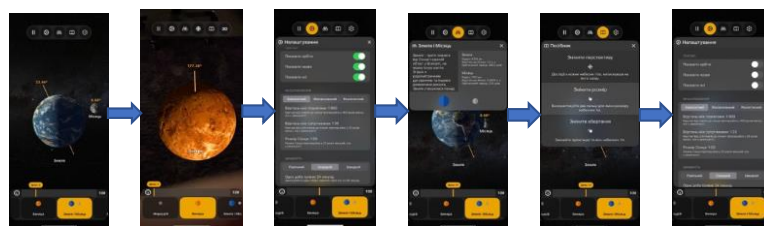


Рис. 4.33. Етапи роботи із застосунком ARSolarSystem

За небесними тілами у даному застосунку можна спостерігати у 3-D зображенні або інтегрувати їх у своє оточення. Україномовний інтерфейс з налаштуваннями, що дають можливість показати/прибрати орбіти, назви, вісі; масштабування у трьох форматах: компактно, збалансоване, реалістичне, а також можна обрати швидкість руху. Застосунок містить міні-довідник про кожну з планет, навігацію, посібник щодо використання застосунку та інструкцію щодо інтегрування небесних тіл у власне середовище. Наведемо приклади дослідницьких завдань, які можна виконувати в даному застосунку:

1. Дослідіть кожне небесне тіло, натиснувши на його назву.
2. Змініть параметри масштабування та швидкості відтворення. Зробіть висновки.
3. Інтегруйте зображення в оточуюче Вас середовище. Зробіть відео та завантажте в Classroom.

Використання доповненої реальності у дослідницькій діяльності учнів сприяє розвитку уяви, полегшує сприйняття та запам'ятовування матеріалу, поєднання різних видів цифрових даних (текст, відео, графіку) з відображенням об'єктів реального середовища на екрані гаджетів, дає можливість створення інформативно насиченого навчального середовища. Проте, не варто забувати, що вплив імерсивних технологій досліджений не достатньо, тому використання даних технологій має бути контрольованим (<https://www.kennisrotonde.nl/>)

Assemblr Edu – універсальна платформа для учнів та учителів, що дозволяє вивчати об'єкти в 3D форматі та доповненій реальності. Одразу варто зазначити, що ця платформа є «умовно безкоштовною», оскільки містить контент, який можна використовувати без оплати - вже готові анімації (бібліотека 3D), а створення власного контенту можливе за покупки розширеного пакету. Інтерфейс на 5 мовах, українська в тому числі, містить інтерактивні уроки, для входу необхідно зареєструватися, при реєстрації вказати, що Ви вчитель і створювати свої класи для комунікації з учнями, завантажувати матеріали, запрошувати учнів та обмінюватися готовими проектами. Використовуючи даний застосунок учні самостійно можуть створювати 3D об'єкти [2].

До переваг використання платформи можна віднести наступні:

Віртуальний класрум. В AssemblerEdu є можливість інтегрувати в єдиний простір - віртуальні кімнати - відповідні матеріали, створювати сумісні проекти, завантажувати веб-сайти, посилання, примітки, файли, зображення та проекти 3D або доповнену реальність. Кількість таких кімнат є необмеженою. Запросити учнів до класрум можна за допомогою відповідного коду або надіславши покликання чи залучити вже існуючих користувачів Assembler. Кількість користувачів є необмеженою. У безкоштовній версії платформи вчитель може використовувати готові 3D анімації, завантажувати та поширювати об'єкти з 3D бібліотеки. Наприклад, при вивченні теми «Об'ємні геометричні фігури» у 5 класі, учням дуже складно уявити просторові фігури, ідентифікувати грань, ребро, визначити видимі й не видимі елементи (особливо за умов дистанційного навчання). Тому ми пропонуємо використовувати об'єкти з 3D-бібліотеки AssemblerEdu, які легко трансформуються в об'єкти доповненої реальності (рис. 4.34)

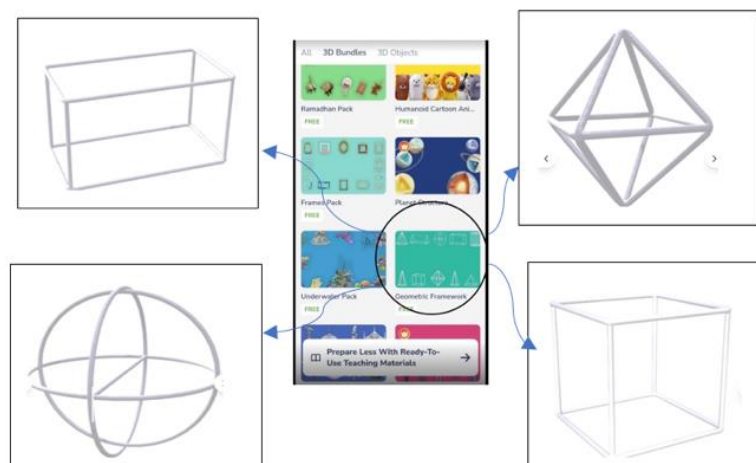


Рис. 4.34. Зразок 3D моделей із бібліотеки AssemblerEdu

В 3D-бібліотеці AssemblerEdu міститься більше 150 готових до використання навчальних матеріалів в доповненій реальності, які легко інтегруються як в офлайн так і в онлайн урок. Варто зазначити, що сховище охоплює 3D контент (більше 1000 елементів) з різних дисциплін, а саме з математики, біології, географії, історії, мистецтва та інше.

Технічні характеристики. Дана платформа працює як на мобільних пристроях так і на планшетах та ноутбуках, проте є певні особливості: для коректного відтворення відео матеріалів, створених у Canva, необхідно оновити свій браузер до останньої версії; слід зазначити, що остання версія Assembler в AppStore створена для iPad, на MacOS не працює. Що стосується Android та Windows працює без обмежень. Програма легко синхронізується на всіх пристроях, якщо зайти з одного аккаунта.

Як раніше зазначалося, платформа «умовно безкоштовна», тому для користувачів розробники пропонують окреме програмне забезпечення Assembler Studio, яке можна завантажити і встановити на свій гаджет та компонувати більш складні багатосарові об'єкти. За допомогою Assembler Studio є можливість створювати, переглядати та ділитися будь-яким продуктом 3D та доповненої реальності. Безкоштовний пакет містить 30МБ зберігання користувацьких 3D-об'єктів, доступ до безкоштовних 3D-пакетів та шаблонів, 1 спеціальний маркер, QR-маркери. Решта пакетів мають розширений функціонал до 1 ГБ зберігання користувацьких 3D-об'єктів, доступ до текстових шрифтів Pro 3D, 25 спеціальних маркерів (<https://www.assemblrworld.com/pricing>). Для створення власних уроків існує 2 типи програм: «простий» і «просунутий». У простій версії вчителі можуть безкоштовно використовувати готові моделі з бібліотеки, а «просунута» передбачає створення власного навчального контенту (платна версія).

Для вчителів, які цінують свій час є можливість використовувати вже готовий контент, який міститься на платформі в рубриці «Навчальні комплекти». Вчителю достатньо обрати відповідну рубрику і завантажити потрібну навчальну презентацію.



Рис. 4.35. Порядок використання 3Данімацій в Assembler

Отже, зазначимо, що AssemblerEdu – досить потужна платформа, що містить як безкоштовний так платний контент 3D та доповненої реальності. Матеріали охоплюють більшу частину дисциплін, що вивчаються в ЗЗСО. Як показує практика, використання цих технологій значно підвищує зацікавленість учнів навчальним матеріалом, а також сприяє розвитку творчих здібностей, абстрактного мислення та уяви.

Робота на платформі дає можливість поєднувати елементи реального середовища з тривимірним простором віртуального світу та сприяє зануренню чи перенесенню учнів у штучно створений світ, що розкриває нові можливості пізнання.

Для дисциплін природничо-математичного циклу залишається вимога проведення демонстраційного навчального експерименту, лабораторних й практичних робіт, виконання навчальних проєктів. Проведення експериментів є фундаментальною основою для розуміння сутності фізичних явищ та процесів. Важливою перевагою AR щодо вивчення фізики є те, що учні мають можливість спостерігати за віртуальними об'єктами під час дослідів у реальному оточенні,

що створює сприйняття їх реалістичності. Для природничих дисциплін мобільна навчальна система на основі технології AR дозволяє перенести частину лабораторних робіт у площину дистанційного та/або змішаного навчання.

Наразі існує цілий ряд сервісів, веб-студій та застосунків, що дозволяють створювати і використовувати доповнену реальність. Кожен з них має свої переваги та недоліки.

Оптимальним рішенням є технологія *HP Reveal* (колишня *Aurasma*).

Основними критеріями є простота в використанні, широке застосування, наявність безкоштовної версії (є платна версія з розширеними можливостями). Принцип роботи HP Reveal схожий з технологією розпізнавання QR кодів. Застосунок використовує камеру гаджета, GPS, Bluetooth, Wi-Fi, акселерометр та гіроскоп для ідентифікації різних об'єктів з навколишнього середовища. Ці об'єкти транслюються на екрані пристрою з накладеним поверх відео, картинками, фотографіями чи іншими накладеннями (Overlays) із файлів, так званих аур.

Для перегляду доповненої реальності на екрані пристрою необхідно заздалегідь встановити один раз застосунок HP Reveal. HP Reveal доступний для завантаження з AppStore та GooglePlay, тому його можна встановити на пристроях Apple і Android. HP Reveal використовує новітні технології розпізнавання зображень і потребує планшета або смартфона в якому: високопродуктивний процесор, задня камера, переважно з автофокусом, операційна система iOS або Android, версії для Android: Android 4.4+, версії, які підтримуються iOS: iOS 9.0+.

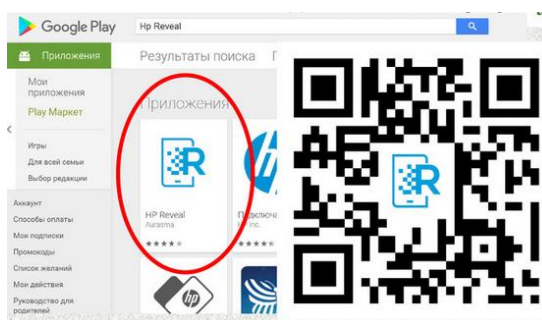


Рис. 4.36. HP Reveal для Android

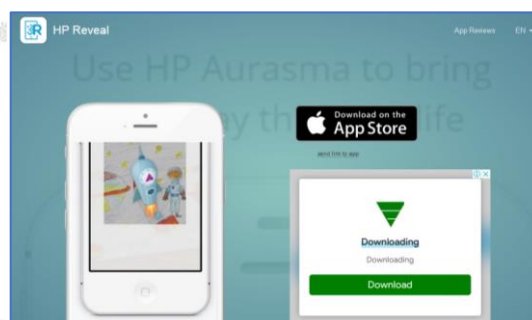


Рис. 4.37. HP Reveal для iOS

Для того, щоб переглядати AR, створені в безкоштовній версії програми, необхідно спочатку зареєструватись. Це можна зробити як на сайті, так і з мобільного додатка. Після створення профілю та входу необхідно здійснити підписку на канал, аури якого вибиратимуться для перегляду.

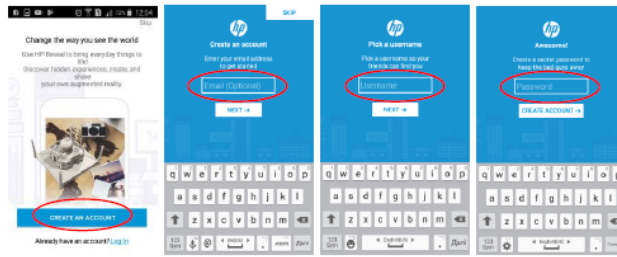


Рис. 4.38. Реєстрація та створення профілю

У полі пошуку (Discover Auras) необхідно ввести назву каналу, до прикладу – FizykaAR; у переліку каналів та аур вибрати FizykaAR’s Public Auras; натиснути клавішу для підписки та стеження Follow.

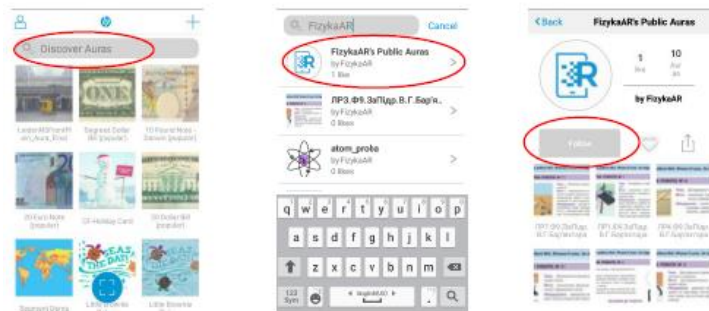


Рис. 4.39. Підписка на канал для перегляду аури

Повернувшись на початкову сторінку, натиснути клавішу внизу екрана для сканування тригера. Камера пристрою наводиться на зображення-тригер так, щоб рухомі маркери у вигляді кружечків охоплювали зображення повністю. Після розпізнавання тригера на екрані відтвориться доповнена реальність – поверх зображення з камери накладеться цифровий контент аури.

Цікавим є практичний досвід використання мобільних додатків з функцією доповненої реальності, які працюють без наявності постійного інтернет-підключення «Electricity AR». Мобільні додатки створено у системі Unity для роботи на Android.

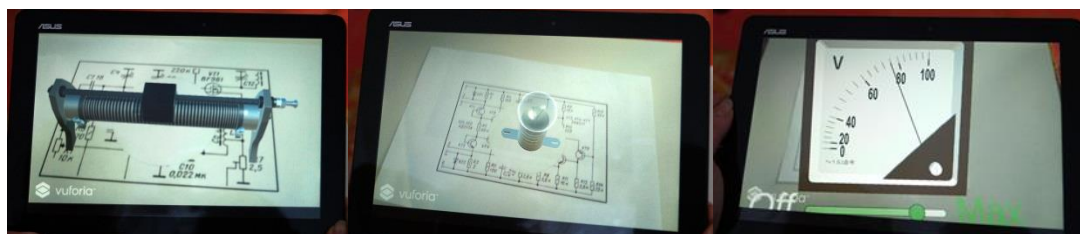


Рис. 4.40. Приклади моделей й практичних завдань у додатку «Electricity AR»

Для роботи з додатком потрібно:

- видрукувати зображення, які наведено на сторінці «Ключові зображення для програми Electricity AR»(http://kfk.biz.ht/android/Electricity/images_ukr.html.);
- завантажити мобільний додаток «Electricity AR» (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.d matsokin.electro>) на планшет або смартфон;
- увімкнути додаток та навести камеру на видрукуване зображення.

Цифровий освітній продукт «*Physics 3D VirtualExperiments*» компанії *LabInApp*. Розробниками створено крос-платформний програмний продукт у вигляді віртуальної лабораторії для проведення експериментів з природничих наук, фізики зокрема. *LabInApp Physics Demo* – це безкоштовна програма для Android (<https://labinapp-physics-demo.soft112.com/>).

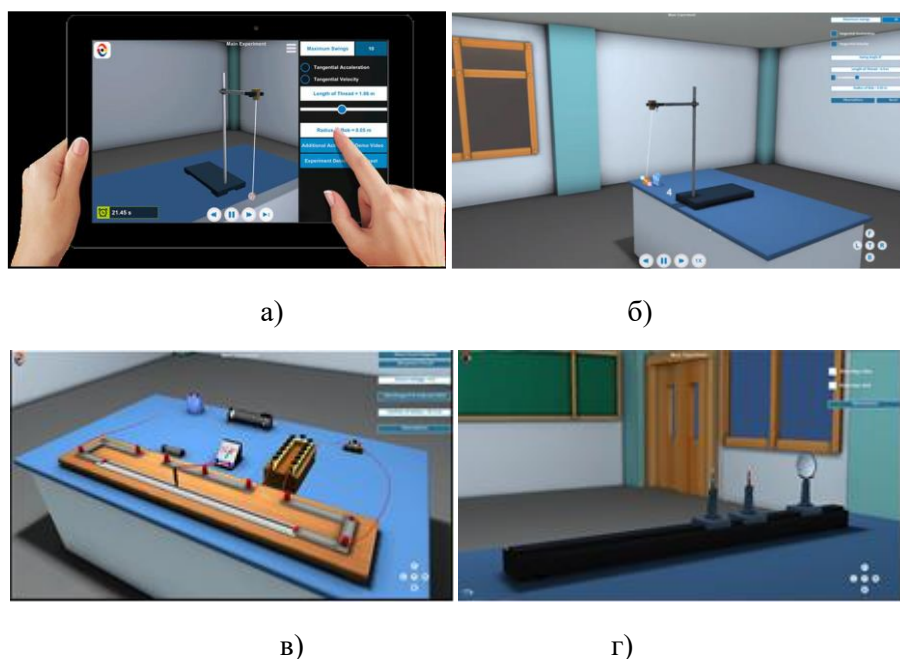


Рис. 4.41. Тривимірні інтерактивні моделі, що можуть бути використані під час вивчення розділів фізики: а)-б) «Механічні коливання»,

в) «Електрика», г) «Оптика»

(Physics 3D VirtualExperiments, компанія LabInApp)

Додаток *LabInApp simulations* (<https://labinapp-simulations-for-school.en.softonic.com/android>) фокусується на експериментальній діяльності, що і дозволяє учням отримати реальний досвід.

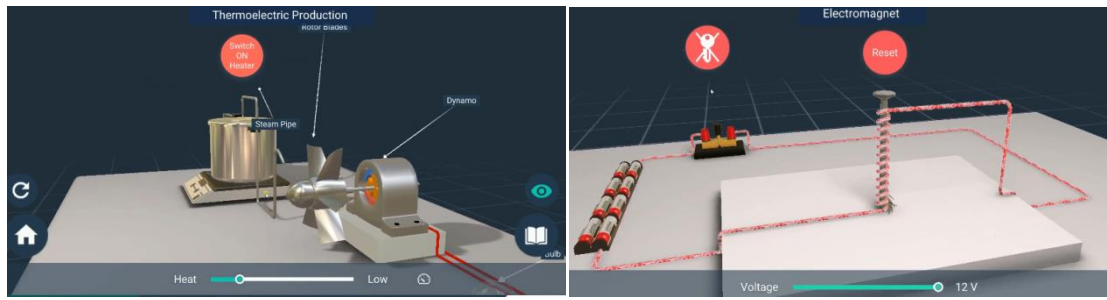


Рис. 4.42. Навчальні досліди розділу «Електродинаміка»

Освітня платформа віртуальної та доповненої реальності Book`VAR.

Це, зокрема, і VR-додатки для навчання фізиці й мобільний AR-застосунок, розроблений в рамках проекту на замовлення Міністерства освіти і науки України. Додаток розроблений для учнів середньої школи і дозволяє відтворити тривимірні процеси, явища і експерименти з прив'язкою до сторінок підручника фізики.

Додаток із використанням віртуальної реальності створений для шоломів віртуальної реальності. На сьогодні основним пристроєм для роботи з додатком є шолом Oculus Quest та Oculus Quest 2:

- користувачі потрапляють у повноцінне віртуальне середовище – лабораторію;
- відеоряд відтворює весь простір приміщення і створює враження перебування в справжній віртуальній лабораторії;
- повторювати будь-який експеримент можна скільки завгодно разів;
- керування процесами відбувається за допомогою маніпуляторів, які виглядають, ніби людські руки. Тож певні предмети з віртуальної реальності можна, нібито “брати в руки”;
- кожен експеримент має голосову українську озвучку й текстовий опис;
- під час самого експерименту докладно пояснюють, що саме відбувається, для чого це потрібно, що це за явище, із чого воно складається тощо.



Рис. 4.43. Навчальна лабораторія для вивчення природничих предметів, «Фізика», із використанням віртуальної реальності

Електронний додаток для вивчення природничих наук із використанням доповненої та віртуальної реальності BookVAR (рис. 4.44,а) розроблений для учнів середньої школи і дозволяє відтворити тривимірні процеси, явища і експерименти з прив'язкою до сторінок підручника фізики.

Для перегляду експерименту потрібно:

- обрати в додатку предмет, клас та назву експерименту (або сторінку, яка його описує) (рис. 4.44, б) ;
- навести камеру на сторінку підручника й на екрані гаджета з'явиться повноцінне 3D-відтворення експерименту (рис. 4.44,в);
- можна обрати перегляд експерименту зі звуковим поясненням або без нього (рис. 4.44, г);
- після виконання експерименту з'явиться тест з перевірки засвоєння знань(рис. 4.44, д).

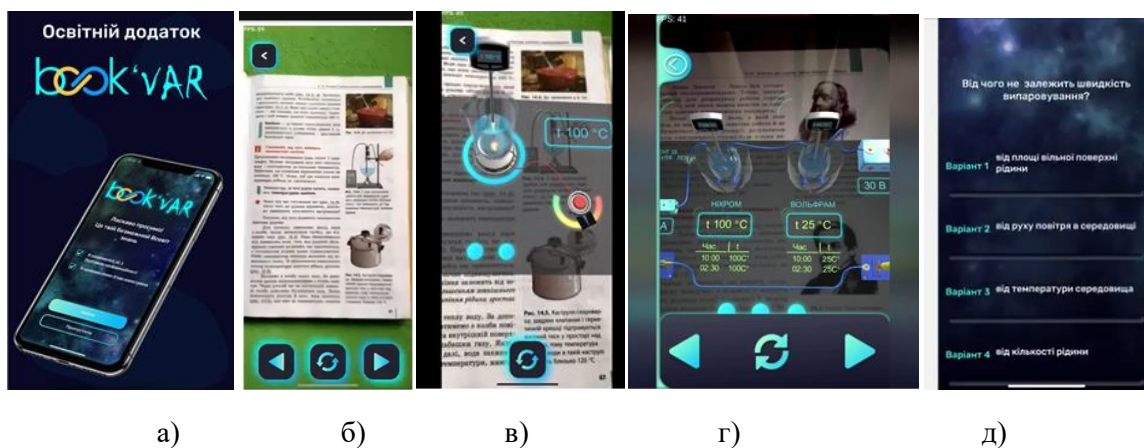


Рис. 4.44. Приклади AR-підтримки друкованого підручника з фізики

Отже, доповнена реальність в освіті має великий потенціал, дає можливість осучаснити методи навчання. AR – це універсальні технології, які можна і варто застосовувати при викладанні будь-яких дисциплін. Візуалізація абстрактних або недосяжних для людського ока явищ забезпечує захоплюючий досвід навчання, який може покращити творчі здібності учнів і розуміння складних концепцій.

Серед перешкод, які виникають в процесі освоєння та використання вище зазначених технологій є вартість і доступність пристроїв і контенту (не всі безкоштовні, не на кожному пристрої можуть працювати). Проте це нові технології, що продовжують розвиватися. Можна прогнозувати, що у найближчій перспективі доповнена реальність стане більш доступною та інтегрованою в освітню систему, надаючи учням персоналізований та змістовний досвід навчання.

4.3. Засоби AR для підтримки навчання іноземної мови

У сучасному світі імерсивні технології знаходять застосування в різних сферах життєдіяльності, відкриваючи нові горизонти, дозволяючи створювати унікальний досвід та розширювати можливості взаємодії з цифровими та реальними світами: у медицині (у підготовці хірургів, діагностиці, терапії, реабілітації), архітектурі та дизайні (візуалізація зовнішнього і внутрішнього вигляду будівель, приміщень перед їх будівництвом або ремонтом), маркетингу та рекламі (створення інтерактивних рекламних кампаній та презентацій продуктів), іграх та розвагах (створення віртуальних світів і реалістичного ігрового досвіду), а також освіті.

Імерсивні технології мають значний потенціал у сфері викладання іноземних мов:

- імітація занурення в мовне середовище – імерсивні технології дозволяють користувачам зануритися в автентичне мовне середовище, практикувати іноземну мову шляхом створення реалістичних ситуацій. На відміну від традиційних методів (відео-уроки, аудіо-курси), які лише частково імітують мовне середовище, імерсивні технології створюють віртуальну реальність, де користувачі взаємодіють з оточенням так, ніби вони безпосередньо перебувають у країні, де розмовляють цією мовою. Це сприяє подоланню мовного бар'єру, покращенню аудіювальних та комунікативних навичок;

- залучення різних органів чуття, стимулювання аудіо-візуального сприйняття – завдяки імерсивним технологіям, учні/студенти можуть одночасно використовувати різні канали сприйняття інформації – слух, зір, а іноді й тактильні відчуття. Це створює багатовимірний досвід, підвищує ефективність запам'ятовування нових слів та фраз (через те, що користувачі сприймають їх контексно, асоціюють із конкретними діями або ситуаціями), а також сприяє більш глибокому розумінню культурних особливостей;

- покращення комунікативних навичок – імерсивні технології створюють можливості для інтерактивної практики мовлення в реальних або змодельованих ситуаціях (наприклад, користувачі можуть тренуватися в розмові з віртуальними співрозмовниками, у різних життєвих чи професійних контекстах – від імітації робочої задачі до замовлення доставки по телефону);

- персоналізація навчання – імерсивні технології можуть бути налаштовані під різні особливості користувачів. Це дозволяє створювати індивідуальні траєкторії навчання, адаптовані до рівня знань, стилю навчання та особистих потреб кожного учня;

- зниження мовного бар'єру – користувачі можуть практикуватися у безпечному і контрольованому середовищі, помилятися без страху осуду. Це знижує рівень тривожності при практикуванні комунікативних навичок;

- мотивація і залученість – імерсивні технології дозволяють зробити процес навчання більш захопливим, динамічним, цікавим шляхом включення

інтерактивних елементів, гейміфікації, симуляції реалістичних ситуацій, безпечного і екологічного включення в будь-які процеси, що переслідують навчальні цілі.

Серед імерсивних технологій наразі найбільш поширеними у світі залишаються технології VR та AR. Однак, з огляду на реалії вітчизняної освіти, вважаємо, що впровадження AR, враховуючи її особливості, є більш доступним і доцільним, у т.ч. і для організації викладання іноземних мов (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1.

Порівняння характеристик технологій VR та AR з огляду на доступність і доцільність їх впровадження у викладання іноземних мов в Україні

Характеристика	VR	AR
Доступність та економічність	Для використання необхідне спеціальне обладнання (гарнітури VR, потужні комп'ютери), що вимагає значних витрат.	Для використання достатньо смартфона або планшета. Більшість сучасних смартфонів уже мають необхідні технічні можливості для запуску AR-додатків.
Легкість у використанні	Вимагає більше часу на налаштування і навчання, попередню підготовку, що може створити ускладнення для впровадження в освітні програми.	Простіша у впровадженні, оскільки не вимагає спеціальної підготовки чи налаштувань для використання. Навіть менш досвідчений користувач може швидко навчитися взаємодіяти з AR-контентом через інтуїтивно зрозумілі застосунки.
Інтеграція в реальне середовище	Повністю занурює користувача в штучне середовище, ізолюючи його від реального світу. Це може бути менш практичним для повсякденного використання в освітній діяльності.	Поєднує цифрові елементи з реальним світом, що дозволяє використовувати їх у звичних навчальних середовищах. Наприклад, AR дозволяє переглядати цифрові підказки, переклади, або додаткову інформацію безпосередньо на сторінках підручників.
Залученість у навчальний процес, можливість	Ізолює користувачів один від одного, що може обмежувати їхню взаємодію	Забезпечує можливість користувачам залишатися залученими у реальне навчальне середовище,

взаємодії з іншими користувачами	та комунікацію під час навчання.	водночас збагачуючи його інтерактивними елементами. Дозволяє реалізувати як індивідуальну, так і групову навчальну діяльність.
Гнучкість використання	Більш залежна від конкретного місця, оскільки потребує спеціально облаштований простір для безпечного використання технології.	Може бути використана як аудиторно, так і поза-аудиторно, що дозволяє інтегрувати навчання в різні аспекти повсякденного життя, що особливо важливо для мовної практики.
Можливість поступового впровадження	Вимагає цілісного підходу до впровадження, що потребує більше часу та ресурсів.	Може бути впроваджена поступово, інтегруючи окремі елементи в існуючі навчальні плани. Це дозволяє закладам освіти адаптуватися до нової технології без значних змін.
Підтримка контекстного навчання	Хоча забезпечує повне занурення, цей формат може бути менш зручним для контекстного навчання, оскільки вимагає попередньої підготовки та створення віртуальних сценаріїв.	Дозволяє легко додавати інформацію та контекст до реальних об'єктів, що може значно покращити розуміння і запам'ятовування нових слів та фраз. Наприклад, наведення камери на об'єкт може викликати появу перекладу або додаткової інформації.

Таким чином, AR має низку переваг для викладання іноземної мови, що сприяють більшій практичності та доступності цієї технології для широкого впровадження. AR забезпечує інтеграцію цифрового контенту в реальне навчальне середовище, що підвищує ефективність навчання і водночас знижує витрати. Це особливо важливо для умов України, де доступ до високотехнологічного обладнання може бути обмеженим, а гнучкість і економічність рішень мають велике значення.

Приклади AR-застосунків, що можуть бути використані для організації викладання іноземних мов. Нині існує обмежена кількість безкоштовних AR-застосунків з українською локалізацією, які спеціально розроблені для викладання іноземної мови. Однак існують універсальні AR-застосунки. Здійснивши аналіз понад 80 різних AR-застосунків, ми дібрали ті, що можна

рекомендувати до використання з урахуванням вітчизняних реалій. У таблиці 4.2 представлено опис цих застосунків за низкою характеристик.

Таблиця 4.2. AR-застосунки, що можуть бути використані для організації викладання іноземної мови

Назва AR-застосунку	Опис	Застосування	Локалізація	Вартість
Quiver	Дозволяє «оживляти» розмальовки, які учні можуть розфарбовувати. Коли учень наводить камеру на розфарбовану картинку, вона перетворюється на тривимірний об'єкт.	Для вивчення нових слів (напр., тварини, транспорт, їжа тощо), а також для розвитку творчих здібностей та мотивації до вивчення мови.	Застосунок підтримує українську мову.	Безкоштовний Деякі набори розмальовок можуть вимагати покупки.
Flippar	Універсальний AR-додаток, що дозволяє створювати власні AR-проекти або використовувати готові. Він підтримує різні формати контенту, від простих зображень до складних 3D моделей.	Учителі можуть створювати власні AR-уроки, додаючи до них тривимірні об'єкти, відео та інтерактивні завдання, що сприяє більш глибокому зануренню у вивчення мови.	Застосунок підтримує українську мову.	Є безкоштовна версія з обмеженими можливостями, також є платні функції для розширеного використання.
Google Lens	Застосунок, що дозволяє використовувати камеру смартфона для перекладу тексту, розпізнавання об'єктів, ідентифікації рослин та тварин	Використовується для миттєвого перекладу написів, вивісок або тексту, що дозволяє учням дізнаватися нові слова у	Застосунок підтримує українську мову.	Безкоштовний

	тощо. Додаток може перекладати текст в реальному часі, показуючи переклад на екрані.	реальному контексті.		
Arloora	Застосунок для створення і перегляду AR-контенту. Він дозволяє додавати тривимірні моделі в реальний простір через камеру смартфона.	Може бути використаний для вивчення нових слів, створення інтерактивних уроків, де учні взаємодіють з тривимірними об'єктами або персонажами.	Застосунок підтримує українську мову.	Безкоштовний Також є платні функції для розширеного використання.
3DBear	Дозволяє учням створювати свої власні AR-сцени, використовуючи бібліотеку тривимірних моделей. Можна розміщувати віртуальні об'єкти в реальному світі, фотографувати їх і навіть створювати відео.	Може використовуватися для створення тематичних проєктів (напр., «Моє рідне місто», «Подорож по уявному світу» та ін). Учні описують свої AR-сцени іноземною мовою.	Застосунок підтримує українську мову.	Є безкоштовна версія з обмеженими можливостями, а також платна підписка для розширених функцій.
Catchy Words AR	Гра в доповненій реальності, де учні ловлять слова, що «плавають» у повітрі, і вставляють їх у правильному порядку, щоб скласти слово або речення.	Можна використовувати для вивчення нової лексики, орфографії або складання простих речень.	Застосунок підтримує українську мову.	Безкоштовний
Wonder-scope	Перетворює читання в захоплюючий досвід доповненої реальності, де	Чудово підходить для молодших учнів для розвитку	Застосунок підтримує українську мову.	Є безкоштовна версія з обмеженим функціоналом

	учні можуть читати інтерактивні історії та спілкуватися з персонажами.	навичок читання іноземною мовою, а також для роботи з новими словами в контексті.		, а також платні опції з розширеними можливостями.
--	--	---	--	--

Добір AR-застосунку доцільно здійснювати з урахуванням цілей заняття, вікової категорії учнів/студентів, наявного обладнання.

Рекомендації для педагогів щодо використання AR при викладанні іноземної мови. Ці рекомендації зможуть допомогти ефективніше інтегрувати технології AR в освітній процес:

1. Ознайомитися з технологією AR:

- Перший крок: ознайомитися з базовими принципами роботи доповненої реальності та доступними інструментами (мобільні застосунки, платформи для створення AR-контенту).

- Ресурси для навчання: розглянути онлайн-курси або вебінари, що пояснюють, як використовувати AR на занятті.

2. Відібрати відповідні інструменти:

- Дослідження ринку: знайти інструменти та застосунки, що підтримують навчання іноземної мови через AR (до прикладу, ті, що представлені вище в табл. 2).

- Відповідність віку: обрати додатки та платформи, що підходять для відповідної вікової категорії. Наприклад, молодші учні можуть краще сприймати яскраві та інтерактивні матеріали, тоді як старшим можуть підійти більш складні застосунки.

3. Інтегрувати AR у навчальний план:

- Планування занять: включати елементи AR у свої заняття, але пам'ятати про баланс –AR не має замінити традиційні методи викладання, а лише доповнювати їх.

- Тематичні уроки: використовувати AR для вивчення тематичної лексики. Наприклад, при вивченні теми «Подорожі» учні можуть «подорожувати» різними країнами та знайомитися з новими словами через AR-контент.

4. Практичні вправи з AR:

- Лексика: створювати інтерактивні картки з новими словами, де учні можуть бачити тривимірні моделі предметів або об'єктів, що полегшує запам'ятовування.

- Граматика: використовувати AR для візуалізації граматичних структур, що допоможе учням краще зрозуміти складні правила.

5. Робота в групах:

- Колаборативні проєкти: організовувати проєкти, де учні в групах створюють власний AR-контент, наприклад, інтерактивні постери чи віртуальні тури.

- Інтерактивні завдання: використовувати AR для виконання групових завдань, де кожен учень має свій внесок, наприклад, створення AR-презентацій або інсценування діалогів.

6. Мотивація та залучення учнів:

- Гейміфікація: заохочувати учнів, використовуючи елементи гри в AR-застосунках. Це може бути збирання віртуальних нагород за виконання завдань або участь у квестах.

- Реальні ситуації: моделювати реальні життєві ситуації за допомогою AR, де учні можуть практикувати свої мовні навички в інтерактивному середовищі.

7. Оцінювання знань:

- AR-квізи: використовуйте AR для створення тестів і квізів, де учні можуть взаємодіяти з віртуальним контентом, відповідаючи на запитання або виконуючи завдання.

- Самооцінка: учні можуть самостійно перевіряти свої знання через інтерактивні завдання в AR-додатках.

8. Зворотній зв'язок:

- Використання AR для оцінки: учні можуть записувати свої відповіді чи презентації за допомогою AR-додатків, а педагог зможе надавати зворотний зв'язок у зручному форматі.

- Обговорення уроків: проводити обговорення після використання AR, щоб дізнатися, що саме сподобалося учням, і як вони можуть покращити своє навчання.

9. Залучення батьків:

- Демонстрація робіт: презентувати роботи учнів, створені з використанням AR, батькам на шкільних заходах або через шкільні веб-ресурси.

- Домашні завдання: запропонувати учням виконувати завдання з використанням AR вдома, де батьки можуть допомагати та залучатися до процесу.

10. Технічна підтримка:

- Забезпечення технічних ресурсів: переконатися, що у класі достатньо пристроїв (планшетів, смартфонів) для роботи з AR, і що вони мають доступ до необхідних застосунків.

- Навчання технічним аспектам: проводити попередню підготовку, інструктаж для учнів щодо використання технології, щоб забезпечити безперебійну роботу.

Запропоновані рекомендації сприятимуть ефективному впровадженню AR у викладання іноземних мов, активізуючи і підвищуючи зацікавленість, мотивацію учнів і якість навчального процесу.

Таким чином, застосування імерсивних технологій сприяє підвищенню ефективності вивчення іноземних мов, забезпечуючи інтерактивний, захоплюючий та індивідуалізований підхід до навчання. Ці технології забезпечують більш глибоке занурення в мовне середовище, що є ключовим фактором успішного засвоєння мови.

Враховуючи реалії освіти в Україні, а також характеристики засобів доповненої реальності (AR), вважаємо, що їх впровадження, як різновиду імерсивних технологій, є більш доступним і доцільним, у т.ч. і для організації викладання іноземної мови. Аналіз понад 80 AR-застосунків дозволив визначити ті, що доцільно рекомендувати до використання у вітчизняних закладах освіти. Добір AR-застосунку доцільно здійснювати з урахуванням цілей заняття, вікової категорії учнів/студентів, наявного обладнання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Давидюк М., Пащенко О. Імерсивне освітнє середовище: принципи побудови і практики успішної реалізації // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. 2021. № 59. С. 98–105. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2021-59-98-105>.
2. Імерсивні технології в освіті : збірник матеріалів IV Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 30 квітня 2024 р. / за заг. ред. Носенко Ю.Г. Київ : ІЦО НАПН України, 2024. 211 с. DOI: <https://doi.org/10.33407/lib.NAES.id/eprint/742688>.
3. Кузнецов О., Висоцька В., Власенко О. Інформаційна система віртуальної реальності з елементами повного занурення // Information Systems And Networks. 2022. Вип. 12. С. 52–78. DOI: <https://doi.org/10.23939/sisn2022.12.052>.
4. Литвинова С.Г. Готовність учнів закладів загальної середньої освіти до використання віртуальної реальності в освітньому процесі // Перспективи та інновації науки (Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»). 2022. Вип. 4(9). С. 218–230. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2022-4\(9\)-218-230](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2022-4(9)-218-230).
5. Литвинова С.Г. Етапи проектування імерсивного навчання // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. 2023. № 69. С. 55–61. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2023-69-55-61>.
6. Литвинова С.Г. Імерсивне середовище навчання: порівняльний аналіз // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота». 2023. Вип. 2 (53). С. 76–82. DOI: <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2023.53.76-82>.
7. Литвинова С.Г. Методика проектування хмароорієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу на рівні керівника // Комп'ютер у школі та сім'ї. 2015. № 2 (122). С. 5–11.
8. Литвинова С.Г. Методика проектування хмароорієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу на рівні вчителя-предметника // Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної та технологічної освіти. 2015. Вип. 7, частина 1. С. 48–54.

9. Литвинова С.Г. Модель використання системи комп'ютерного моделювання для формування компетентностей учнів з природничо-математичних предметів // Фізико-математична освіта : науковий журнал / Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка. 2019. Том 1 (19). С. 108–115. DOI: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2019-019-1-017>.

10. Литвинова С.Г. Організація дистанційної форми навчання в закладах загальної середньої освіти в період пандемії COVID-19 // Нова педагогічна думка. 2020. № 3 (103). С. 55–61. DOI: <https://doi.org/10.37026/2520-6427-2020-103-3-55-61>.

11. Литвинова С.Г., Сороко Н.В. Готовність учнів гімназій до використання доповненої реальності в освітньому процесі // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота». 2022. Вип. 1 (50). С. 158–164. DOI: <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2022.50.158-164>.

12. Лупаренко Л.А., Литвинова С.Г., Пінчук О.П., Соколюк О.М. Готовність вчителів до використання доповненої реальності в освітньому процесі // Вісник післядипломної освіти. 2022. Вип. 21 (50). С. 144–177. DOI: [https://doi.org/10.32405/2218-7650-2022-21\(50\)-144-177](https://doi.org/10.32405/2218-7650-2022-21(50)-144-177).

13. Мельник І. Доповнена та віртуальна реальність як ресурс навчальної діяльності студентів // Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання: матеріали статей. Івано-Франківськ, 2018. С. 61–65. URL: https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/25746/1/I_Melnyk_Virtyalna_realnist_FITU.pdf.

14. Мінтій І., Соловійов В. Доповнена реальність: український сучасний бізнес та освіта майбутнього // Освітній вимір. 2018. Вип. 51. С. 290–296. DOI: <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3676>.

15. Науково-методичне забезпечення цифровізації освіти України: стан, проблеми, перспективи : науково-аналітична доповідь / В.Ю. Биков, О.І. Ляшенко, С.Г. Литвинова, В.І. Луговий, Ю.І. Мальований, О.П. Пінчук, О.М. Топузов ; за заг. ред. В.Г. Кременя. Київ, 2022. 96 с. DOI: <https://doi.org/10.37472/v.naes.2022.4223>.

16. Підгорна А. Імерсивні технології: новий вимір наукової комунікації. URL: <https://arbook.info/imersyvni-tehnologiyi-novyj-vymir-naukovoyi-komunikacziyi>.

17. Проект Державного стандарту профільної середньої освіти. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/gromadske-obgovorennya/2023/10/30/HO-proyekt.Derzhstandartu.profilnoyi.serednoyi.osvity-30.10.2023.pdf>.

18. Соколюк О.М. Інформаційно-освітнє середовище навчання в умовах трансформації освіти // Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. 2016. Вип. 12 (3). С. 48–55.

19. Anderson, T., & Dron, J. (2011). Three generations of distance education pedagogy. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 12(3), 80–97. DOI: <https://doi.org/10.19173/irrodl.v12i3.890>.

20. Bailey, J. O., & Bailenson, J. N. (2017). Immersive virtual reality and the developing child. *Cognitive Development*, 49, 45–56. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809481-5.00009-2>.

21. Bernard, R. M., Borokhovski, E., Schmid, R. F., Tamim, R. M., & Abrami, P. C. (2014). A meta-analysis of blended learning and technology use in higher education: From the general to the applied. *Journal of Computing in Higher Education*, 26(1), 87–122. <https://doi.org/10.1007/s12528-013-9077-3>.

22. Blair, C., Walsh, C., & Best, P. (2021). Immersive 360° videos in health and social care education: A scoping review. *BMC Medical Education*, 21, 590. <https://doi.org/10.1186/s12909-021-03013-y>.

23. Boel, C., Rotsaert, T., Valcke, M., Rosseel, Y., Struyf, D., & Schellens, T. (2023). Are teachers ready to immerse? Acceptance of mobile immersive virtual reality in secondary education teachers. *Research in Learning Technology*, 31. <https://doi.org/10.25304/rlt.v31.2855>.

24. Brown, M., Skerritt, C., Shevlin, P., McNamara, G., & O'Hara, J. (2022). Deconstructing the challenges and opportunities for blended learning in the post emergency learning era. *Irish Educational Studies*, 41(1), 71–84. <https://doi.org/10.1080/03323315.2021.2022526>.

25. Cai, W., & Liu, Y. (2022). The value of immersive media in expanding Chinese public cultural participation and its realization path from the perspective of cultural education. *Frontiers in Psychology*, 13, 915913. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.915913>.

26. Chang, S. C., Hsu, T. C., Chen, Y. N., & Jong, M. S. yung. (2018). The effects of spherical video-based virtual reality implementation on students' natural science learning effectiveness. *Interactive Learning Environments*, 28(7), 915–929. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1548490>

27. Dziuban, C., Graham, C. R., & Moskal, P. D. (2018). Blended learning: The new normal and emerging technologies. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 15(3), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0087-5>.

28. Evens, M., & Empsen, M., & Hustinx, W. (2023). A literature review on 360-degree video as an educational tool: Towards design guidelines. *Journal of Computer Education*, 10, 325–375. <https://doi.org/10.1007/s40692-022-00233-z>.
29. Gault, J., & Cuevas, J. (2022). Uses of blended learning and its impact in a high school social studies classroom. *International Journal of Technology in Education (IJTE)*, 5(3), 383–410. <https://doi.org/10.46328/ijte.247>.
30. Gayevska, O., & Soroko, N. (2022). The pedagogical strategies with immersive technologies for teaching and learning the Japanese language. *Information Technologies and Learning Tools*, 92(6), 99–110. <https://doi.org/10.33407/itlt.v92i6.5133>.
31. Ghimire, B. (2022). Blended learning in rural and remote schools: Challenges and opportunities. *International Journal of Technology in Education (IJTE)*, 5(1), 88–96. <https://doi.org/10.46328/ijte.215>.
32. Graham, C. R. (2013). Emerging practice and research in blended learning. In M. G. Moore (Ed.), *Handbook of distance education* (pp. 333–350). Routledge.
33. Hrastinski, S. (2019). What do we mean by blended learning? *TechTrends*, 63(5), 564–569. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00375-5>.
34. Ibáñez, M., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109–123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>
35. Ibrahim, F., Padilla-Valdez, N., & Rosli, U. K. (2022). Hub-and-spokes practices of blended learning: Trajectories of emergency remote teaching in Brunei Darussalam. *Education and Information Technologies*, 27, 525–549. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10754-2>.
36. Kara, G., & Kaban, A. L. (2023). Experiences of elementary school teachers towards blended learning implementation. *International Journal of Learning Technology*, 18, 237–256. <https://doi.org/10.1504/ijlt.2023.132762>.
37. Lampropoulos, G., Barkoukis, V., Burden, K., & Others. (2021). 360-degree video in education: An overview and a comparative social media data analysis of the last decade. *Smart Learning Environments*, 8, 20. <https://doi.org/10.1186/s40561-021-00165-8>.
38. Lytridis, C. (2018). ARTutor – An augmented reality platform for interactive distance learning. *Education Sciences*, 8(1), 6. <https://doi.org/10.3390/educsci8010006>.
39. Makransky, G., & Lilleholt, L. (2018). A structural equation modeling investigation of the emotional value of immersive virtual reality in education.

Educational Technology Research and Development, 66(5), 1141–1164.
<https://doi.org/10.1007/s11423-018-9581-2>.

40. Mariam, S., Khawaja, K. F., Qaisar, M. N., & Ahmad, F. (2023). Blended learning sustainability in business schools: Role of quality of online teaching and immersive learning experience. *International Journal of Management in Education*, 21(2), 100776. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100776>.

41. Moreno, R., & Mayer, R. E. (2007). Interactive multimodal learning environments: Special issue on interactive learning environments: *Contemporary issues and trends*. *Educational Psychology Review*, 19(3), 309–326. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9047-2>.

42. Mukasheva, M., Kornilov, I., Beisembayev, G., Soroko, N., Sarsimbayeva, S., & Omirzakova, A. (2023). Contextual structure as an approach to the study of virtual reality learning environment. *Cogent Education*, 10(1), 2165788. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2165788>.

43. Orhak, S., & Çağiltay, K. (2024). Unlocking the potential of virtual reality in education: Insights from teachers and recommendations for integration. *Journal of Educational Technology and Online Learning*, 7. <https://doi.org/10.31681/jetol.1419279>.

44. Peng, Y., Wang, Y., & Hu, J. (2023). Examining ICT attitudes, use and support in blended learning settings for students' reading performance: Approaches of artificial intelligence and multilevel model. *Computers & Education*, 203, 104846. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104846>.

45. Pham, B., Nguyen, H., & TuNguyen, N. (2022). Blended learning for secondary schools in Nam Dinh province to satisfy new standards: The current situation and proposed models. *Journal for Educators, Teachers and Trainers*, 13(5), 10–27. <https://doi.org/10.47750/jett.2022.13.05.002>.

46. Pinchuk, O. P., Tkachenko, V. A., & Burov, O. Yu. (2019). AV and VR as gamification of cognitive tasks. *Proceedings of the International Workshop on the Challenges of ICT in Education*. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2387/20190437.pdf>.

47. Pirker, J., & Dengel, A. (2021). The potential of 360-degree virtual reality videos and real VR for education – A literature review. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 41(4), 76–89. <https://doi.org/10.1109/MCG.2021.3067999>.

48. Slater, M. (2018). Immersion and the illusion of presence in virtual reality. *British Journal of Psychology*, 109(3), 431–433. <https://doi.org/10.1111/bjop.12305>.

49. Stavroulia, K. E., & Lanitis, A. (2017). On the potential of using virtual reality for teacher education. In Zaphiris, P., & Ioannou, A. (Eds.), *Learning and collaboration technologies: Novel learning ecosystems* (pp. 138–147). *Lecture Notes*

in *Computer Science*, vol. 10295. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58509-3_15.

50. Terzopoulos, G., Kazanidis, I., & Tsinakos, A. (2022). Building a general purpose educational augmented reality application: The case of ARTutor. In Auer, M. E., & Tsiatsos, T. (Eds.), *New realities, mobile systems, and applications* (pp. 189–202). *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 411. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96296-8_16.

Наукове видання

**Використання імерсивних технологій вчителями
у процесі змішаного навчання
в закладах загальної середньої освіти**

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Матеріали надруковані в авторській редакції. За достовірність фактів, посилань, стилістичне та орфографічне оформлення відповідальність несуть автори публікацій.

Загальна редакція: Носенко Ю. Г.
Комп'ютерна верстка: Носенко Ю. Г.

Авторський колектив: Литвинова С. Г. (2.1, 3.1-3.3), Носенко Ю. Г. (вступ, 1.1, 1.2, 4.3), Рашевська Н. В. (4.1), Слободяник О. В. (4.2), Соколюк О. М. (4.2), Сороко Н. В. (2.2), Сухіх А. С. (2.3)

Інститут цифровізації освіти
Національної академії педагогічних наук України
м. Київ, вул. Максима Берлінського, 9
Свідоцтво про державну реєстрацію:
серія ДК №7609 від 23.02.2022 р.
електронна пошта (E-mail): iitlt@iitlt.gov.ua