

AR & VR TECHNOLOGY

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛЬНОЇ ТА ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

КУРС ЛЕКЦІЙ
ДЛЯ ЗДОБУВАЧІВ ДРУГОГО
(МАГІСТЕРСЬКОГО) РІВНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ЗА ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ
ПРОГРАМОЮ
«СЕРЕДНЯ ОСВІТА (ІНФОРМАТИКА)»

Харків
2024

Міністерство освіти і науки України
КОМУНАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ХАРКІВСЬКА ГУМАНІТАРНО-ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ»
ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ

**ВИКОРИСТАННЯ
ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛЬНОЇ ТА ДОПОВНЕНОЇ
РЕАЛЬНОСТІ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ**

**Курс лекцій
для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
«Середня освіта (Інформатика)»**

Харків
2024

УДК 378.016:004.946]-049.7(075)

В 92

Укладачі: **Хміль Н. А.**, д. п. н., доцент, професор кафедри інформатики Комунального закладу «Харківська гуманітарно-педагогічна академія» Харківської обласної ради;
Кисельова О. Б., к. п. н., доцент, доцент кафедри інформатики Комунального закладу «Харківська гуманітарно-педагогічна академія» Харківської обласної ради.

Рецензенти: **Щербак І. В.**, д. п. н., доцент, завідувач кафедри інформатики Комунального закладу «Харківська гуманітарно-педагогічна академія» Харківської обласної ради;
Кадубовський О. А., к. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри математики та інформатики Державного вищого навчального закладу «Донбаський державний педагогічний університет».

В 92 Використання технологій віртуальної та доповненої реальності в освітньої процесі : курс лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою Середня освіта (Інформатика) / уклад.: Н. А. Хміль, О. Б. Кисельова; Комунальний заклад «Харківська гуманітарно-педагогічна академія» Харківської обласної ради. – Харків, 2024. – 76 с.

Курс лекцій розроблено та структуровано відповідно до розділів силабуса освітнього компонента «Використання технологій віртуальної та доповненої реальності в освітньої процесі». У виданні міститься необхідний теоретичний матеріал для організації практичних і самостійних робіт здобувачів вищої освіти. Кожна тема представлена стислим і систематизованим викладом основних теоретичних положень, містить перелік запитань, що є обов'язковими для вивчення і підсумкового контролю знань.

Навчальне видання рекомендоване здобувачам другого (магістерського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми Середня освіта (Інформатика), а також викладачам закладів вищої освіти, учителям ЗЗСО, ЗФПО, слухачам курсів післядипломної освіти, а також для самоосвіти.

УДК 378.016:004.946]-049.7(075)

Рекомендовано до друку науково-методичною радою Комунального закладу «Харківська гуманітарно-педагогічна академія» Харківської обласної ради (протокол № від 06.03.2024 р.).

© Хміль Н.А., Кисельова О.Б., ХГПА, 2024

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	5
ЛЕКЦІЯ 1. Загальна характеристика технології доповненої реальності.....	7
ЛЕКЦІЯ 2. Особливості використання доповненої реальності в освітньому процесі	20
ЛЕКЦІЯ 3. Віртуальна реальність: властивості, види. Особливості застосування в освітньому процесі	36
ЛЕКЦІЯ 4. 3D-панорама та віртуальний тур. Технологія їх створення.....	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ТА РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	64
ДОДАТКИ	68
ГЛОСАРІЙ	74

ПЕРЕДМОВА

Можна із упевненістю сказати, що сьогодні застосування вчителем технологій віртуальної та доповненої реальності в освітньому процесі є професійною необхідністю. У цьому контексті важливо забезпечити випереджальну підготовку здобувачів вищої освіти педагогічного спрямування. Вкрай важливим є опанування засобами віртуальної та доповненої реальності й методами їх застосування в освітньому процесі; отримання навичок створювати навчальний контент із застосуванням відповідних технологій. Зазначимо, що здатність майбутніх учителів, зокрема й інформатики, використовувати технології віртуальної та доповненої реальності в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти необхідно розглядати як елемент їхньої професійної майстерності. З огляду на зазначене, ознайомлення з технологіями віртуальної та доповненої реальності є важливим напрямом професійної підготовки здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Середня освіта (Інформатика)» другого (магістерського) рівня вищої освіти.

Освітній компонент «Використання віртуальної та доповненої реальності в освітньому процесі» запропонований як вибірковий для підготовки здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Середня освіта (Інформатика)».

Запропонований курс лекцій має на меті формування фахових компетентностей майбутніх учителів, необхідних для проведення сучасного уроку з використанням технологій віртуальної та доповненої реальності. Для його підготовки пропрацьований великий обсяг інформації, розташованої на інформаційно-пошукових серверах Інтернет, також використовувалася література, наведена у списку рекомендованих джерел.

Навчальне видання містить чотири лекції. Перша лекція присвячується основним поняттям технології доповненої реальності,

пояснюється суть різних її видів. Розглядаються пристрої, що реалізують доповнену реальність. Охарактеризовано різні види застосунків доповненої реальності, наводяться приклади платформ для створення AR-застосунків.

У другій лекції висвітлюються особливості використання технології доповненої реальності в освітньому процесі. Розглядається їх педагогічний потенціал. Пояснюються переваги та проблеми впровадження цієї технології в освіту. Наводяться приклади освітніх мобільних додатків із підтримкою AR-технології. Увага приділена моделям використання AR-технології в освітньому контенті. Наводяться методичні рекомендації щодо використання доповненої реальності в освітньому середовищі.

У третій лекції розглядаються основні поняття технології віртуальної реальності, відмінності віртуальної та доповненої реальності, пояснюються особливості використання віртуальної реальності в освітньому процесі. Охарактеризовано її вплив на психічне та фізичне здоров'я людини.

Четверта лекція присвячена вивченню особливостей панорамної зйомки, її видів. Звертається увага на розгляд переваг та недоліків панорамної зйомки. Наводяться алгоритми створення 3D-панорами та віртуального туру, а також приклади відповідного програмного забезпечення.

Усі лекції мають загальну структуру: план, рекомендовану літературу, найбільш важливі теоретичні відомості, запитання для самоконтролю. Крім того, курс лекцій містить глосарій та фрагмент силабусу освітнього компонента «Використання віртуальної та доповненої реальності в освітньому процесі».

Представлені у виданні теоретичні відомості можуть бути застосовані на практиці під час виконання лабораторних, практичних і самостійних робіт, а також під час проходження педагогічної практики.

ЛЕКЦІЯ 1.

ТЕМА: ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЇ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

Мета: формувати знання основних понять та характеристик доповненої реальності (AR); розглянути пристрої, що реалізують доповнену реальність; охарактеризувати та навести приклади платформ для створення застосунків доповненої реальності.

План лекції

1. Основні поняття та характеристики доповненої реальності (AR).
2. Пристрої, що реалізують AR.
3. Платформи для створення AR-застосунків.

Рекомендована література [4; 5; 8; 11; 16; 22; 25]

1. Основні поняття та характеристики доповненої реальності (AR)

У сучасному світі технологічні інновації зачіпають практично всі галузі людської діяльності, не виключенням є й освіта. Серед найбільш помітних тенденцій у сучасних технологіях навчання є впровадження доповненої реальності.

Доповнена реальність – це технологія, за допомогою якої ми маємо можливість додати віртуальності до сприйняття користувачем об'єктів оточуючого світу, що дає йому змогу залишатися на зв'язку із навколишнім середовищем. Це абсолютно нова інтерактивна технологія, яка дозволяє накладати комп'ютерну графіку, відео, аудіо або текстову інформацію на об'єкти реального часу. Доповнена реальність вносить окремі штучні елементи в сприйняття світу реального [11; 16].



Доповнена реальність (augmented reality, AR, доповнена реальність) – результат введення в поле сприйняття будь-яких сенсорних даних з метою доповнення відомостей про оточення і поліпшення сприйняття інформації.



Доповнена реальність – технологія інтерактивної комп’ютерної візуалізації, яка дозволяє користувачам бачити в реальному світі впроваджені віртуальні об’єкти і маніпулювати ними в реальному часі за допомогою, наприклад, використання мобільного пристрою, додатків та браузерів доповненої реальності [22].



Рис. 1. Приклад доповненої реальності

Термін «доповнена реальність» (AR – augmented reality) вперше був запропонований в 1992 році дослідником Томом Коделом, який співпрацював з інженерами корпорації «Боїнг». Разом вони працювали над простою прозорою гарнітурою, що мала допомогти інженерам літаків в складних схемах електропроводки. Мета застосування такої доповненої реальності, полягала в тому, щоб забезпечити зниження витрат та підвищити ефективності в багатьох операціях, пов’язаних з участю людини в авіабудуванні [5].

Особливості доповненої реальності: об’єднання віртуального і реального; працює у 3D; існує в реальному часі [11].

Загальна схема відтворення доповненої реальності завжди така:

- камера пристрою AR знімає зображення реального об’єкта;
- програмне забезпечення (ПЗ) пристрою проводить ідентифікацію отриманого зображення, вибирає або обчислює відповідне зображення візуальне доповнення, поєднує реальне зображення з його доповненням і виводить підсумкове зображення на пристрій візуалізації.

За принципом роботи розрізняють чотири види доповненої реальності: маркерна, позиційна, доповнена реальність на основі проєкцій, доповнена реальність на основі суперпозиції.

Доповнена реальність на основі маркерів (маркерна AR) – технологія заснована на принципі розпізнавання зображень. Маркерна AR використовує камеру та спеціальний пасивний візуальний маркер – об’єкт, розташований в навколишньому просторі, який перебуває та аналізується спеціальним програмним забезпеченням для подальшого відображення віртуальних об’єктів. В якості маркерів може бути, наприклад, QR код (англ. Quick Response Code – код швидкої дії). При його скануванні смартфоном відповідна інформація відображається на екрані (див. рис. 2).



Рис. 2. Маркерна AR

Останні роки саме такий вид доповненої реальності набув популярності в освітньому процесі, зокрема маркери розміщують в посібниках, брошурах, підручниках, робочих зошитах, на плакатах та інших дидактичних матеріалах.

Позиційна доповнена реальність (координатно-орієнтована). Вона використовує систему розміщення предметів на будь-яких плоских поверхнях. Залежно від розташування, відображаються віртуальні зображення та дорожні посилання. До цього виду можна віднести функцію GPS смартфона (англ. Global Positioning System – «глобальна система позиціонування») – систему супутникової навігації, що визначає відстань, час та місцезнаходження по всьому світу. Найпоширеніші приклади

використання цього види доповненої реальності – це позначення напрямків та пошук потрібних місць, таких як кафе чи музей, у мобільних додатках (див. рис. 3).



Рис. 3. Позиційна доповнена реальність

Доповнена реальність на основі проєкцій. Такий тип технології працює на основі проєктування штучного світла на фізичні поверхні для створення реалістичних образів. Наприклад, можливість діяти з користувачем з’явиться після натискання певних клавiш на вкладці.



Рис. 4. Доповнена реальність на основі проєкцій

Доповнена реальність на основі суперпозиції. Цей тип додатку включає доповнення елементів у режимі реального часу, розпізнавання об’єктів. У реальному світі можна розміщувати віртуальні предмети та замінити їх за бажанням (див. рис. 5).



Рис. 5. Доповнена реальність на основі суперпозиції

Отже, доповнення до реального світу робляться шляхом додавання будь-яких зображень, звуків чи об'єктів. Для користувачів AR реальний світ та віртуальні об'єкти існують в одному полі зору. Створення доповненої реальності можливе не тільки за допомогою смартфонів, але й інших технічних засобів.

2. Пристрої, що реалізують AR

Доповнена реальність може бути реалізована за допомогою мобільних пристроїв, окулярів доповненої реальності, стаціонарних екранів, проєкційних пристроїв та інших девайсів (див. рис. 6).



Рис. 6. Пристрої, що реалізують AR

1. Мобільні пристрої (смартфони, планшети). Для послуговування ними має бути встановлене спеціалізоване програмне забезпечення, наприклад, Wikitude, Layar, Vlipar або інші спеціальні програми.



Рис. 7. Смартфон із відображенням доповненої реальності

2. Окуляри доповненої реальності – це окремий повноцінний пристрій, що виводить зображення перед очима користувача поверх об'єктів реального світу (див. рис. 8). Вони здебільшого вміють проєктувати голограми та інформацію в реальний простір, але не прив'язують їх до фізичних об'єктів. Фактично, це просто екран перед очима.



Рис. 8. Приклади окулярів доповненої реальності

Серед окулярів доповненої реальності найбільш відома AR-гарнітура Google Glass, яка з'явилася у відкритому продажі в травні 2014 року. Через специфіку управління і високу ціну вони не користувалися широким попитом. Нова версія Google Glass не продається звичайним користувачам. З цим гаджетом конкурують Vuzix Blade, Epson Moverio, Sony SmartEyeglass. Придбати їх можна на офіційних сайтах.

3. Стаціонарні пристрої. Це може бути телевізор, екран комп'ютера, ігровий комп'ютер типу Kinect.

На екран пристрою виводиться вже доповнене зображення, наприклад для комп'ютера – карти Google у режимі «Satellite», коли на супутниковий знімок накладаються назви вулиць та пам'яток. Іноді використовуються широкоформатні екрани, і навіть проєкційні системи, здатні накладати зображення як на екрани, так й на будь-які поверхні.

3. Платформи для створення мобільних AR-застосунків

У даний час існує достатньо платформ (AR-бібліотек), призначених для розробки засобів доповнено реальності. Серед них можна назвати такі, як: Adobe Aero, ARToolKit, Vuforia, EasyAR, ARCore, Wikitude, Kudan AR та інші. Коротко розглянемо їх функціональні можливості:

- **Adobe Aero** (<https://www.adobe.com/ua/products/aero.html>) – програма для створення та публікації доповненої реальності. Це інструмент, який дає змогу зручно створювати доповнену реальність, переглядати й надсилати захопливі динамічні оповідання в доповненій реальності на мобільних пристроях. Можна комбінувати 3D-, 2D- та аудіоматеріали для створення мультимедійного вмісту. Доступно як загальнодоступна бета-версія для настільних комп'ютерів macOS та Windows, так і на iOS.

- **ARToolKit** (<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>) – набір програмних бібліотек з відкритим кодом безкоштовна бібліотека трекінгу, тобто, визначення місця розташування об'єктів, що рухаються у часі за допомогою камери для доповненої реальності з відкритим вихідним. Програма дозволяє отримати інтерфейс доповненої реальності шляхом відстеження за допомогою камери мобільного пристрою задалегідь відомих маркерів об'єктів, їх подальшого розпізнавання та відтворення у

форматі 3D-кодом. Орієнтована на створення AR-додатків для Android, iOS, Linux, Windows, OS X та смарт-окулярів. ARtoolKit поширюється вільно.

– **Vuforia** (<https://vuforia.com/>) – одна з найпопулярніших програмних платформ для розробки додатків доповненої реальності. Реалізує наступні функціональні можливості: розпізнавання різних типів візуальних об'єктів (коробка, циліндр, площина), розпізнавання тексту і оточення, VuMark (комбінація зображення і QR-коду).

За допомогою Vuforia Object Scanner можна сканувати і створювати об'єкти-маркери. Процес розпізнавання може бути реалізований з використанням бази даних (локальне або хмарне сховище). Одна з основних переваг платформи – розробка сцен і сценаріїв на базі моделей практично без програмування.

Vuforia підтримує різні 2D- і 3D-типи маркерів, включаючи безмаркерні Image Target, тривимірні мішені Multi-Target, а також реперні маркери, які виділяють в сцені об'єкти для їх розпізнавання. Орієнтована на створення AR додатків для Android, iOS, UWP, сумісна з Unity.

– **EasyAR** (<https://www.easyar.com/>) – безкоштовна та проста у використанні альтернатива Vuforia, яка підтримує розпізнавання зображень та 3D-об'єктів, сприйняття навколишнього середовища, хмарне розпізнавання. Орієнтована на створення AR-додатків для Android, iOS, UWP, Windows, OS X, сумісна з Unity.

– **ARCore** (<https://developers.google.com/ar/>) – засіб від Google. Основні можливості: відстеження руху, розпізнавання навколишнього середовища, оцінка освітленості довкілля. ARCore вільно поширюється. Орієнтована на створення AR додатків для Android, Android NDK, iOS, сумісна з Unity і Unreal.

– **WikiTude SDK** (<https://www.wikitude.com/>) – функціонал програми дозволяє ідентифікувати 2D- та 3D-формати файлів; підтримує рендеринг та анімацію 3D-моделей; має можливість відстеження місцезнаходження об'єкта та впровадження об'єктів доповненої реальності у формат HTML. WikiTude SDK сумісний з операційними системами Android, iOS і підтримує роботу всіх сучасних пристроїв віртуальної реальності. Версія SDK для використання у некомерційних цілях накладає на зображення водяний знак.

– **Kudan AR** – це платформа, яка має більш потужний функціонал для створення AR-додатків. Відмінністю Kudan AR від інших засобів розробки є те, що вона дозволяє розпізнавати 3D-об'єкти різної складності, ідентифікувати маркери, що знаходяться на значній відстані, під різноманітними кутами та недостатнім освітленням. Крім цього, є можливість використання безмаркерного методу відстеження об'єктів, що не передбачає встановлення спеціальних міток, що дозволяє використовувати об'єкти реального світу як готові маркери. У цьому випадку немає необхідності застосування спеціальних візуальних ідентифікаторів для відображення даних об'єктів, що є явною перевагою при використанні цієї бібліотеки.

– **Spark AR** (<https://spark.meta.com/>) – платформа доповненої реальності, за допомогою якої можна створювати різноманітні AR-ефекти для мереж Facebook та Instagram. Spark AR орієнтована на взаємодію з руками та обличчям користувача. Найпотужнішим інструментом є відстеження обличчя (Face tracker), який дозволяє отримувати велику кількість інформації про обличчя користувача, а саме: відстеження положення, відстеження погляду очей, кліпання очей, відкривання рота та багато іншого. Spark AR підтримується усіма мобільними операційними системами і не потребує імпортування на іншу платформу.

Платформи створення AR без використання програмного коду

Нині існують платформи, за допомогою яких можна створювати додатки AR без використання програмного коду. Серед них можна назвати такі, як: myWebAR, PlugXR, Vliprbuilder та інші (див. додаток Б).

– **myWebAR** (<https://mywebar.com/>) – платформа, що дозволяє швидко створювати проекти доповненої реальності без навичок програмування (див. рис. 9). Для цього потрібно додати в проєкт 3D-моделі у форматах GLB, FBX, DAE або OBJ, відео та звуки та закріпити їх за об'єктом реального світу. Базова функціональність MyWebAR є у стартовому безкоштовному тарифі.

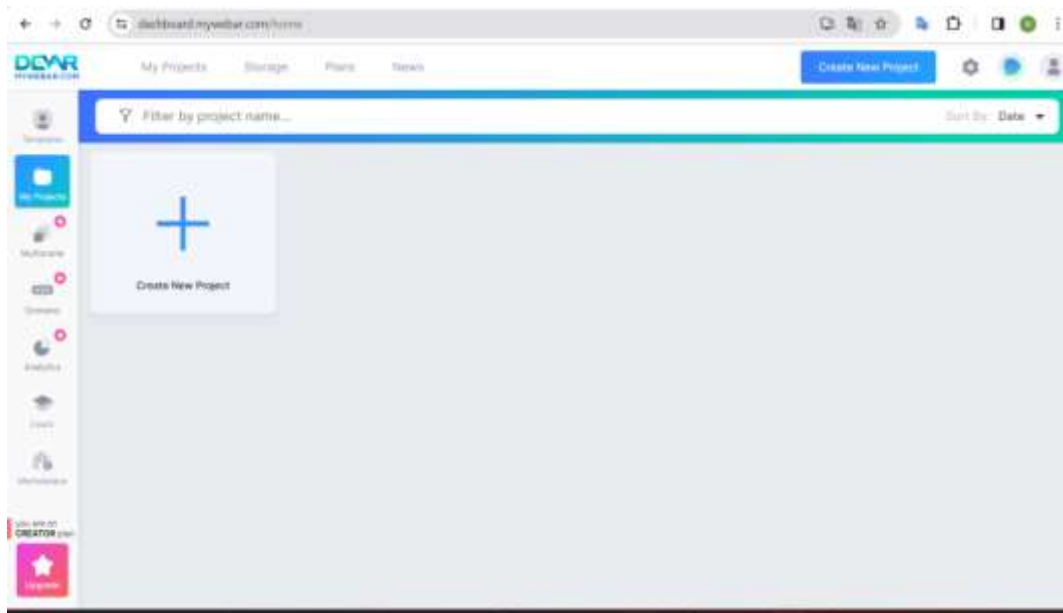


Рис. 9. Домашня сторінка середовища myWebAR

– **PlugXR** (<https://creator.plugxr.com/home>) – хмарна платформа, яка надає всі необхідні функції для створення AR-додатків. PlugXR також підтримує відстеження AR у всіх вимірах (див. рис. 10).

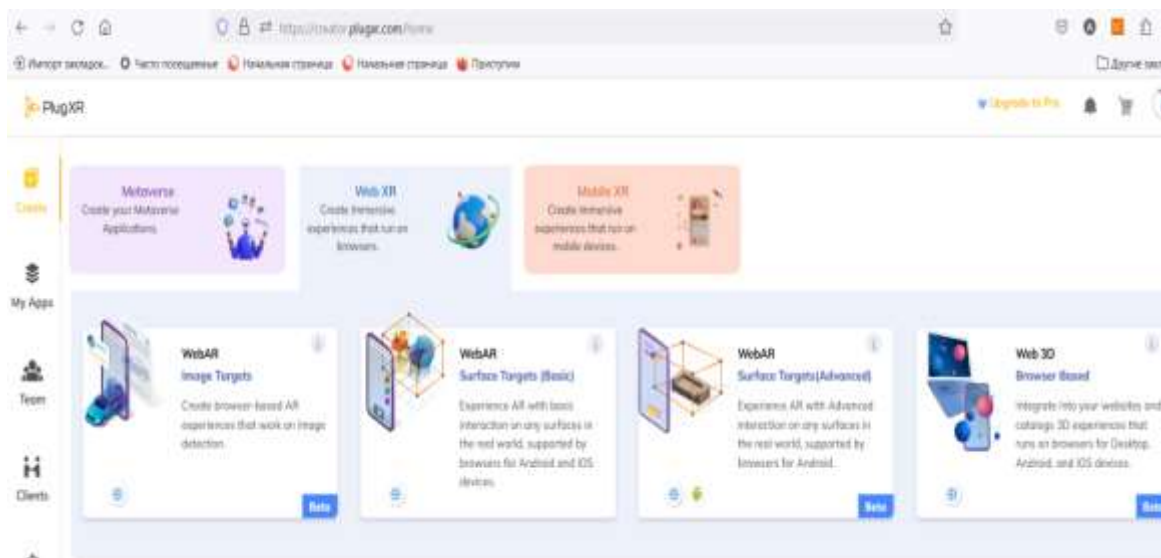


Рис. 10. Домашня сторінка середовища PlugXR

— **Blippbuilder** (<https://accounts.blippar.com/>) — безкоштовна потужна drag-and-drop платформа від Blippar з простим та зручним інтерфейсом, в якій можна створювати AR-рішення без попереднього досвіду програмування і налаштування додатків (див. рис. 11). За допомогою платформи можна створити такі навчальні матеріали для здобувачів освіти, як тести, проблемні завдання (ті, що потребують дослідження), наочний матеріал для пояснення складних тем (цікаве представлення навчального матеріалу), матеріал для проведення лабораторних робіт.

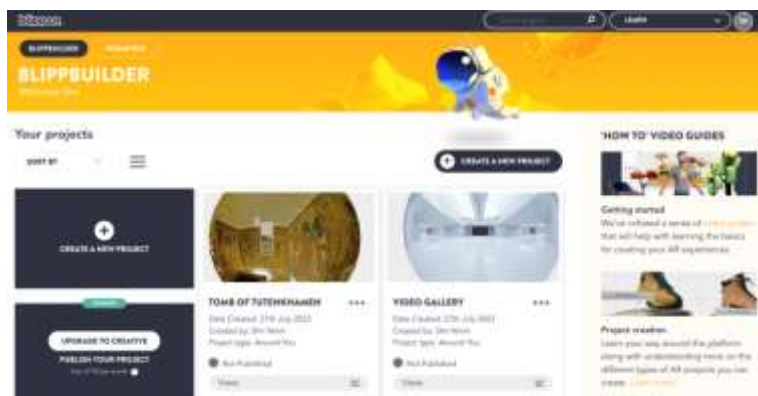


Рис. 11. Домашня сторінка середовища Blippbuilder

Платформа оснащена потужною системою розпізнавання образів, може працювати в дослідницькому режимі, намагаючись розпізнавати все,

що потрапляє в поле зору камери мобільного пристрою і відображаючи додаткову інформацію про те, що вдалося розпізнати. Існує бібліотека зображень, на які реагує мобільний додаток. Є доступ до технічних інструкцій. Програму можна використовувати як онлайн-редактор на комп'ютері, так і завантаживши мобільний додаток додаток Vliprag для Android та iOS [8; 16].

– **The RoAR** (<https://theroar.io/>). Це редактор – для створення власного високоякісного об'єкту доповненої реальності всього за пару кліків. Дана платформа підходить для створення доповненої реальності для освітян, бізнес-компаній, підприємств тощо. Вона проста та легка у використанні та не потребує особливих технічних навичок та знання якоїсь мови програмування для створення своєї продукції (див. рис. 12).

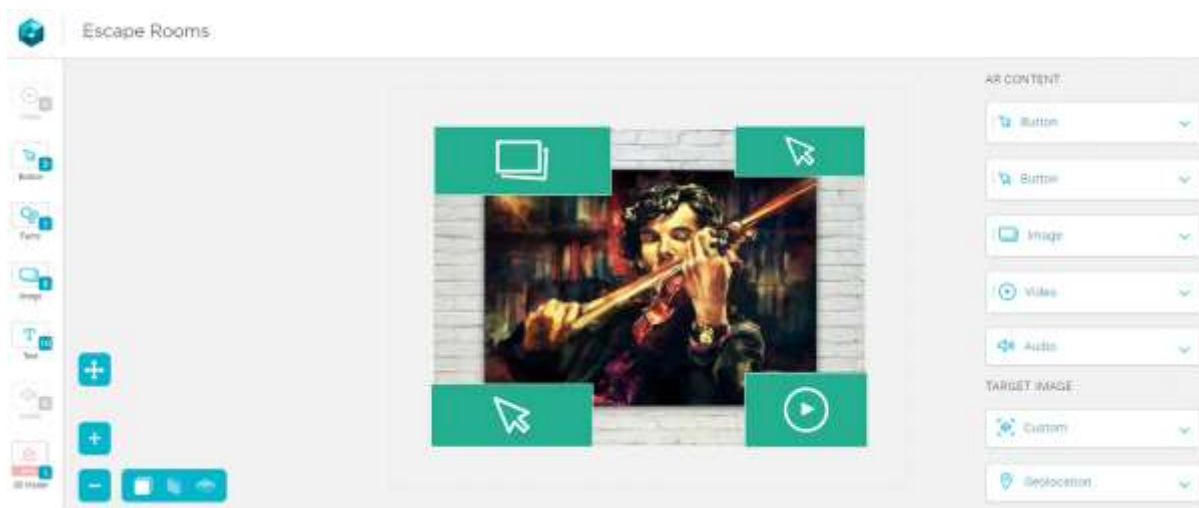


Рис. 12. Домашня сторінка середовища The RoAR

Редактор ROAR містить всі основні функції доповненої реальності, включаючи відео, аудіо, кнопки дій, зображення, текст, 3D-моделі тощо. Дана платформа дозволяє працювати з 3 варіантами створення елементів доповненої реальності – на основі зображення-маркеру, Web-AR та ARKit & ARCore. Приклади проєктів реалізованих з використанням даного редактору можна переглянути за посиланням <https://theroar.io/roar-gallery/>.

Підсумовуючи, зазначимо, що технологія доповненої реальності стає дедалі доступнішою. AR-програми успішно можуть бути розгорнуті на одному з найпоширеніших цифрових пристроїв – смартфоні. При цьому AR-проекти можна самостійно проєктувати та розробляти без знань та навичок програмування.

При правильному застосуванні дана технологія може сприяти створенню ефективного сучасного освітнього середовища, індивідуалізувати процес навчання, розширити можливості для навчання.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке доповнена реальність?
 2. Як перекладається з англійської мови «доповнена реальність»?
 3. Хто є автором терміну «доповнена реальність»?
 4. Які компоненти необхідні для функціонування системи доповненої реальності?
 5. Як називаються спеціально підготовлені зображення для розпізнавання системою доповненої реальності?
 6. Які види технологій доповненої реальності існують?
 7. Що таке маркерна доповнена реальність?
-

ЛЕКЦІЯ 2.

ТЕМА: ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

Мета: формувати розуміння педагогічного потенціалу технології доповненої реальності; познайомити з основними мобільними додатками з підтримкою доповненої реальності; розглянути можливості використання AR-технології в освітньому контенті; висвітлити методичні рекомендації щодо використання доповненої реальності в освітньому середовищі.

План лекції

1. Педагогічний потенціал технології доповненої реальності.
2. Освітні мобільні додатки з підтримкою AR-технології.
3. AR-технології в освітньому контенті.
4. Методичні рекомендації щодо використання доповненої реальності в освітньому середовищі.

Рекомендована література [3; 4; 7-10; 12; 13; 15; 16; 18; 22; 23; 25]

1. Педагогічний потенціал технології доповненої реальності

Певний досвід застосування AR-технології в освітньому процесі вже накопичений. Важливим аргументом на користь вибору й застосування викладачем / учителем AR-технології в освітньому процесі є врахування їх педагогічних переваг.

Використання цієї технології в освітньому процесі забезпечує:

Доступність. AR не вимагає спеціального обладнання для своєї реалізації. Цей навчальний ресурс доступний більшості цільової аудиторії та може бути використаним за допомогою звичайного планшета або смартфона. Постійний доступ до навчального електронного контенту та можливість працювати з ним із будь-якого пристрою, підключеного до мережі Інтернет (комп'ютер, ноутбук, нетбук, планшет, смартфон тощо) у будь-який час та будь-де.

Залученість. Застосування AR у навчанні спрямоване на особистісно орієнтований підхід, що дозволяє враховувати та реалізовувати індивідуальні здібності та потреби кожного здобувача освіти.

Співробітництво. Завдяки великим можливостям AR для інтерактивних занять, здобувачі освіти знаходять стимул для спільної роботи та розвивають навички колективної діяльності.

Інтерактивність. AR відкриває перед здобувачами освіти широкий багатовимірний простір вивчення, що дає можливість інтерактивно досліджувати навколишній світ. Завдяки візуалізації та можливості повного занурення у тему, що вивчається, здобувачі освіти досягають кращих результатів у навчанні та більш глибоко засвоюють матеріал.

Серед **переваг** використання технології доповненої реальності в освіті можна виокремити:

- легкість, портативність, можливість навчання з будь-якого цифрового пристрою (мобільний телефон або планшет);
- лаконічність, візуалізація та наочність освітнього контенту – полегшує процес запам'ятовування та розвиває абстрактну уяву; тривимірний підхід дає змогу дослідити прилад або явище у деталях, із різних боків;
- цікавість – «живі» зображення та 3D-моделі на сторінках підручника доповнюють навчальний матеріал;
- сучасність – опанування інноваційних технологій в освітньому процесі;
- увага здобувачів освіти – вчитель / викладач має змогу привернути увагу своєї аудиторії;
- портативні й майже безкоштовні навчальні матеріали – з доповненою реальністю потрібно вкладати менше коштів у фізичні матеріали та обладнання;

- перехід від традиційного навчання до інтерактивної взаємодії з навчальним контентом у реальному часі;
- практико-орієнтоване навчання;
- індивідуальне навчання – кожен здобувач освіти використовує власний гаджет, або такий, що надається закладом освіти;
- розширення уявлень про процеси, що відбуваються в навколишньому світі, розширення можливостей моделювання нетипових освітніх завдань;
- проведення наукових експериментів та дослідів, вивчення технічних пристроїв тощо, різних процесів та явищ без використання штатного лабораторного обладнання, без ризику для життя та здоров'я.

Отже, використання технології доповненої реальності в процесі навчання **сприяє**:

- покращенню доступу до навчальної інформації;
- кращому розумінню складних абстрактних явищ;
- індивідуалізації та диференціації;
- посиленню інтересу, збільшенню рівня зацікавленості та зосередженості учнів (здобувачів вищої освіти) при вивченні нового матеріалу та його повторенні;
- підвищенню мотивації та активізації навчально-пізнавальної діяльності, інтересу здобувачів освіти до навчання;
- гнучкості, інтерактивності, наочності та мобільності процесу навчання.

Наочність, орієнтація на матеріал, керованість, безпека, результативність (у порівнянні зі звичайною роботою на ПК) – фактори, що зміцнюють дидактичний потенціал технології доповненої реальності [15].

Інтерфейс доповненої реальності у поєднанні з виконанням просторових завдань створює новий вид навчального середовища, який надає унікальні режими подання 3D контенту, дозволяє учням винаходити, використовувати і змінювати просторові стратегії, розвиває їх просторові здібності та надає вчителям середовище для проєктування й розроблення нового інструментарію для візуалізації математичних понять [15].

Завдяки застосуванню технології доповненої реальності реалізується можливість проведення власних досліджень, експериментів, складних і небезпечних дослідів і спостережень без шкоди здоров'ю учнів (здобувачів вищої освіти). Під час виконання різноманітних навчально-дослідницьких завдань активізується усвідомлення й запам'ятовування навчального матеріалу, формуються практичні вміння, демонструються зв'язки теорії з практикою. Забезпечується можливість детального розгляду процесів та об'єктів порівняно зі звичними статичними ілюстраціями в підручниках, картах тощо [16; 25]. Експериментування та випробування різних сценаріїв учнями сприяє кращому засвоєнню навчального матеріалу.

Технологія доповненої реальності відкриває нові можливості для вивчення теорії та тренування практичних навичок. Практичне поєднання віртуального та реального досвіду збагачує особистісно-орієнтовану діяльність студентів. Відображення змодельованого простору та ефект власної участі у віртуальних подіях роблять технологію доповненої реальності актуальним педагогічним інструментом, універсальним для будь-яких вікових груп та всіх рівнях навчання. Крім цього, вона має потенціал зробити освіту більш ефективною, оскільки сприяє інтеграції знання з дійсністю. Системи для розробки та створення AR-проєктів стають все більш простими і не вимагають спеціальних знань про програмування, що дозволяє залучати учнів до спільного створення освітнього контенту з доповненою реальністю.

Використання технології доповненої реальності дозволяє створювати новий тип навчального об'єкта, що об'єднує в собі компоненти з комп'ютерного (цифрового) та реального світу, додавати цифрові об'єкти у сприйняття реального світу, створюючи ефект присутності здобувача освіти в сцені доповненої реальності, що відіграє важливу роль в опануванні знань [16].

Переваги використання доповненої реальності в навчальному процесі очевидні, проте, впровадження даної технології пов'язане з низкою обмежень:

- відсутність у частини учнів мобільних телефонів та планшетів;
- технічні обмеження цифрових пристроїв: малі екрани мобільних пристроїв, швидке розрядження батареї, застарілі моделі мобільних пристроїв можуть не підтримувати новітні технології;
- при всій інтерактивності, застосунки доповненої реальності не мають зворотного зв'язку з учнем/учнями, необхідного для контролю засвоєння знань і навичок;
- швидкий змінний ринок програмного забезпечення;
- нестача спеціалізованого контенту (контент має відповідати цілому набору вимог, у тому числі науковій достовірності);
- необхідність володіння навичками захисту персональних даних;
- відсутність контролю діяльності учнів під час використання мобільного телефону, відволікання учнів на інформацію розважального характеру;
- не для всіх дисциплін можна підібрати відповідний додаток з доповненою реальністю і не всі дисципліни можна вивчати за допомогою таких додатків;
- брак досвіду роботи з AR-проектами як у вчителів, так і в учнів;
- методична невідповідність овітян до застосування AR технології в освітньому процесі;

- трудомісткість створення програми з доповненою реальністю;
- низька якість відгуку моделей у додатках з доповненою реальністю та інші проблеми, пов'язані з недосконалістю технології, що розвивається;
- негативний вплив на здоров'я, психоемоційним напруженням;
- недостатній рівень сформованості в учнів компетентностей, набутих при вивченні змістовно-методичної лінії «Інформаційні технології»;
- використання технології доповненої реальності вимагає й значних ресурсів і спеціальної підготовки педагогів – в сучасних умовах цифровізації освіти педагог повинен брати на себе нові ролі, такі як інноватор, дизайнер, дослідник та куратор освітніх ресурсів, творець цифрового навчального контенту;
- відсутність єдиної методології [3].

Взаємодія учасників освітнього процесу в ЗЗСО із використанням технології доповненої реальності.

Освітній процес із використанням технології доповненої реальності вимагає проектування моделей взаємодії учасників (суб'єктів) цього процесу. У нашому випадку суб'єктами взаємодії виступають учні та вчителі ЗЗСО. Суб'єкти взаємодії визначають ланки взаємодії у навчальному середовищі, до яких слід віднести: учень-учень, учень-вчитель, вчитель-учень-учні, вчитель-об'єкт-учень.

Взаємодію в освітньому процесі необхідно розглядати як динамічну спільну діяльність вчителя та учнів спрямовану на досягнення поставленої мети, виконання завдань цього процесу, організацію діяльності учасників, шляхів та підходів до досягнення результатів цього процесу, підбір засобів навчання та ІКТ.

Зазначимо, що для технології доповненої реальності не потрібно особливого простору. Взаємодія учасників освітнього процесу в доповненій реальності полягає у правильно поставлених учителем завдань учням, наявність у всіх користувачів гаджетів, доцільно підібраний учителем дидактичний матеріал та спланована організація уроку або навчального проєкту з доповненою реальністю (час, завдання, вік учнів, результат навчання учнів, форми та методи навчання та ін.).

На рисунку 13 представлена модель взаємодії учасників освітнього процесу в ЗЗСО із використанням AR, що складається з чотирьох основних блоків: 1 – діяльність вчителя щодо організації взаємодії; 2 – організація взаємодії учнів із вчителем; 3 – основні види взаємодії учасників цього процесу; 4 – діагностика результативності взаємодії [22].

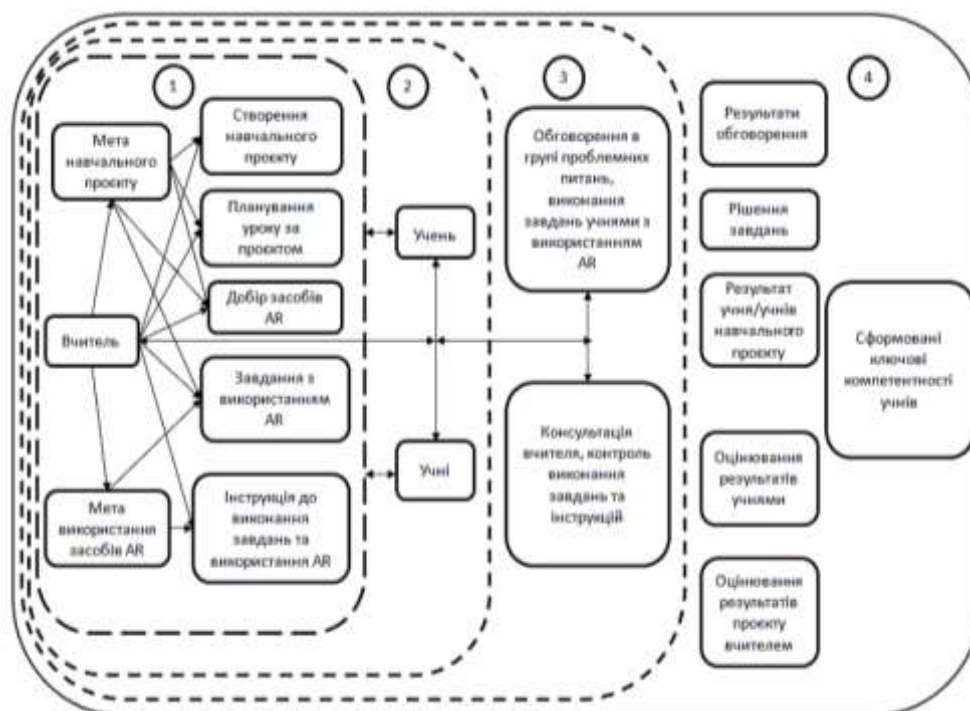


Рис. 13. Модель взаємодії учасників освітнього процесу в ЗЗСО із використанням AR [22]

Як видно з рисунку, модель взаємодії учасників освітнього процесу в ЗЗСО із використанням доповненої реальності складається з чотирьох блоків, а саме:

– перший блок – це організація вчителем взаємодії з учнями для здійснення мети навчального проєкту, загалом формування в них ключових компетентностей та використання доповненої реальності для реалізації цього проєкту;

– другий блок – організація взаємодії учнів із вчителем, що може охоплювати такі форми навчання як дистанційна, змішана, аудиторна, включає комунікацію учнів у групах під керівництвом вчителя, надання ним інструкцій, обговорення проблемних питань та ін.;

– третій блок – основні види взаємодії учасників цього процесу, що може включати в себе дискусії, мізкові штурми, роботу учнів із віртуальними об'єктами;

– четвертий блок – діагностика результативності взаємодії, яка охоплює представлення результатів обговорення та навчального проєкту, пояснення учнями рішення завдань, оцінювання учнями результатів проєкту, оцінювання результатів проєкту вчителем, оцінювання вчителем результату щодо рівня сформованості в учнів ключових компетентностей.







Отже, доповнена реальність є доступною, дозволяє реалізувати індивідуальні здібності здобувачів освіти, заохочує їх до спільної роботи та створює багатовимірний простір вивчення. Застосування віртуальної реальності – це ефективний інструмент, який вимагає належного використання для досягнення максимального результату.

2. Освітні мобільні додатки з підтримкою AR-технології

На цей час існують різноманітні AR-додатки для освітніх цілей. Використовуючи їх, вчителі можуть адаптувати освітні матеріали до рівня та інтересів кожного учня, що є особливо важливим для ефективного навчання. Розглянемо найбільш поширені освітні додатки, що функціонують за AR-технологією.

**Огляд найпопулярніших освітніх мобільних додатків
з підтримкою доповненої реальності [4; 25]**

Геометрія	
	<p>CleverBooksGeometry</p> <p>Програма містить AR 3D-моделі геометричних фігур, які широко використовуються в шкільному курсі. Можливість активної взаємодії з цими фігурами сприяє розвитку просторового мислення учнів та забезпечує більш ефективне засвоєння матеріалу</p>
	<p>Arloon Geometry</p> <p>У цьому додатку представлені 3D-моделі з доповненою реальністю для більшості геометричних фігур. Його використання в освітній практиці сприятиме покращенню просторової візуалізації.</p>
	<p>AR Geometry</p> <p>Додаток з використанням технології доповненої реальності до підручника з геометрії для 10-11 класів Л. С. Атанасян</p>
Архітектура	
	<p>BridgesAR</p> <p>Додаток містить інтерактивні 3D-моделі найвідоміших мостів світу. За допомогою режиму «Fly» учень може віртуально пройтися по мосту або здійснити політ над ним, детально досліджуючи його конструкцію та архітектурні особливості</p>
	<p>SkyscrapersAR</p> <p>Додаток, який дозволяє ознайомитися із відомими хмарочосами у світі, їх конструкцією та архітектурою</p>
	<p>AR Plan 3D</p> <p>Програма для вимірювання, яка використовує доповнену реальність (AR) для швидкого вимірювання кімнат. Технологія AR дозволяє розміщувати віртуальну рулетку на реальних поверхнях, що робить процес вимірювання та створення тривимірних планів поверхів будинку набагато простішим і швидшим</p>
Малювання	
	<p>Quiver Education</p> <p>Додаток, який дозволяє взаємодіяти із створеною особисто картиною, що оживає. Ця програма сприяє розвитку моторики рук, допомагає знизити рівень стресу та підтримує творчу самовиразність. Вона призначена для дітей віком від 3-х років</p>

	<p>Quiver - 3D Coloring App Додаток, що дозволяє «оживити» розфарбовані дитиною розмальовки. Окрім звичайних дитячих розмальовок, в базі є зображення рослинної та тваринної клітини, географічні карти, зображення морських істот, вулканів, що можуть бути використаними в межах навчального дослідження</p>
	<p>ARLOOPA AR Додаток доповненої реальності, який містить кейси з готовими AR-об'єктами, що розподілені за різними категоріями: освіта, тварини, мистецтво, наука і технології, історія і культура, архітектура тощо</p>
<p>Вивчення іноземних мов</p>	
	<p>Tagme3D Book (Book 1, 2, 3, 4) Словник англійської мови із 3D-зображеннями, що використовує технологію AR. Під час сканування зображення в книзі на смартфоні або планшеті з'являється 3D-елемент цього слова</p>
	<p>Mondly Додаток із доповненою реальністю для вивчення мов, який надає власного віртуального помічника</p>
<p>Анатомія, медицина</p>	
	<p>FLARE Atma Додаток доповненої реальності для детальнішого вивчення мозку та його функцій</p>
	<p>Anatomy Learning - 3D Anatomy 3D-додаток для вивчення анатомії людини, побудований на вдосконаленому інтерактивному 3D-сенсорному інтерфейсі. Є можливість повертати моделі в будь-який кут збільшувати і зменшувати; видаляти структури, щоб виявляти анатомічні структури під ними</p>
	<p>The Brain AR App (https://www.harmony.co.uk/project/the-brain-in-3d/) – містить монопредметні моделі, що дозволяють вивчати голову людини, починаючи від шкіряного покриву, м'язів та черепадо внутрішніх областей мозку. Програма має інтуїтивний інтерфейс, проте її використання передбачає пояснення вчителя. Учень залишається у ролі спостерігача. Адаптація українською мовою – відсутня</p>
<p>Астрономія</p>	
	<p>Space 4D+ Додаток, призначений для систематизації знань про космічний простір, дозволяє вивчати будову сонячної системи, планет, інших астрономічних об'єктів, а також супутники, місяцеходи, космічні місії. Охоплює 26 маркерів</p>

	<p>Star Walk 2 Додаток для пошуку і відстеження зірок, сузір'їв, планет, супутників та інших небесних тіл. Досить навести пристрій до неба і на екрані з'явиться карта зоряного неба з усіма об'єктами в їх реальному положенні</p>
<p>Біологія, хімія та фізика</p>	
	<p>AR-3D Science Інтерактивний освітній AR-додаток, призначений для вивчення деяких понять біології, хімії та фізики. Інтерфейс прости, англomовний. Маркери для завантаження даються на безкоштовній основі за адресами https://drive.google.com/drive/folders/1j2Ijv0_W_cuJPxmi20XZyVfxE2O13UfG?usp=sharing</p>
	<p>LiCo.Organic Мобільний додаток створений як програмний супровід до начального посібника «Органічні сполуки. АТЛАС-ДОВІДНИК». За допомогою програми можна зчитувати зображення органічних сполук, що наводяться в книзі та відтворювати їх тривимірне зображення в режимі доповненої реальності (Augmented Reality, AR), що дозволяє краще зрозуміти просторову будову молекул органічних речовин, а отже їх властивості</p>
	<p>Atom Visualizer Додаток, який дозволяє досліджувати атомні моделі у доповненій реальності за допомогою Google ARCore. Після вибору одного із 118 елементів періодичної системи хімічних елементів, створюється тривимірна анімована модель атома. Цю модель та інші можна розмістити на будь-яких об'єктах реального середовища</p>
	<p>MozaBook Колекція моделей для спостереження фізичних процесів, будови хімічних елементів, тіла людини, певної частини світу або історичних експонатів у тривимірному вигляді й прослуховування відомостей про них різними мовами. Учні мають змогу віртуально досліджувати імітаційні та ігрові моделі за допомогою смартфонів</p>
	<p>AR BOOK Україна Освітня система для навчання у школі. Вона призначена для того, щоб збільшити залученість школярів під час уроку. Система складається з декількох складових і у своїй роботі використовує такі технології як доповнена реальність (AR), 3D моделі, глибинна аналітика. Продукт розроблено українською компанією FlexReality. Навчальний мобільний застосунок, який засновано на базі технології доповненої реальності (AR) для відображення інтерактивних дослідів та проходження уроків</p>

3. AR-технології в освітньому контенті

Контент (content англ.) – це вміст, інформаційне наповнення, інформаційні ресурси, змістова частина даних. Може містити текст, зображення, відео, звук та інше [9].

Традиційним для освітнього процесу є контент: зміст підручників, опорні конспекти, плакати, карти, схеми, макети, навчальне відео, аудіозаписи [9].

Сучасний паперовий підручник не забезпечує можливість більшої деталізації контенту – учні повинні мати додаткові ресурси і засоби для навчання [9].

Звернемо увагу на такі особливості освітнього контенту як візуалізація, якість якої забезпечує значну кількість відповідей на запитання. Під візуалізацією будемо розуміти унаочнення змісту навчання, створення умов для візуального спостереження за явищами, об'єктами і предметами живої і неживої природи [9].

Технології доповненої реальності, дозволяють забезпечити візуалізацію освітнього контенту в паперових підручниках з використанням мобільних додатків (планшетів) на рівнях відтворення 3D-моделей, демонстрації відеофрагментів, відтворення звукового ряду, демонстрації анімації, зокрема роботи комп'ютерних моделей [9].

Як зазначає С. Литвинова нині реалізовані чотири основні технології доповненої реальності для візуалізації освітнього контенту в освітній практиці. Розглянемо їх детальніше.

Перша. Деталізація контенту. Ця технологія дозволяє безпосередню відтворити освітній контент. Наприклад, детальніше ознайомитися із зображенням в підручнику і відтворити його в 3D-форматі (рис. 14).

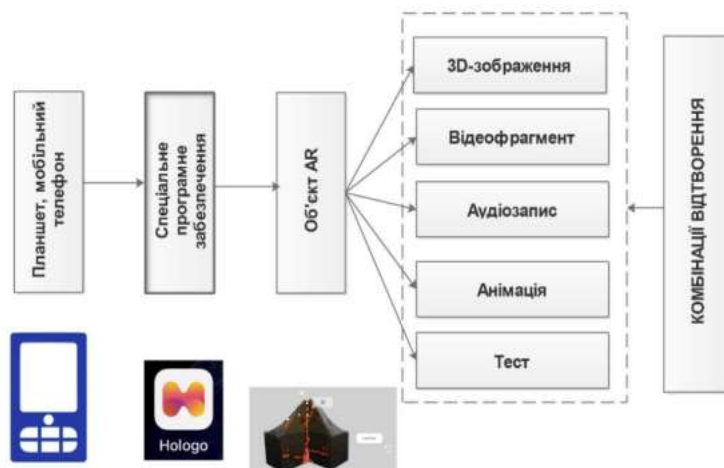


Рис. 14. Деталізація контенту з мобільного додатку [9]

Друга. QR-код. Відтворення контенту, візуалізація якого явно відсутня. Тобто учень заздалегідь не знає, що саме буде відтворено у процесі активації коду (рис. 15).

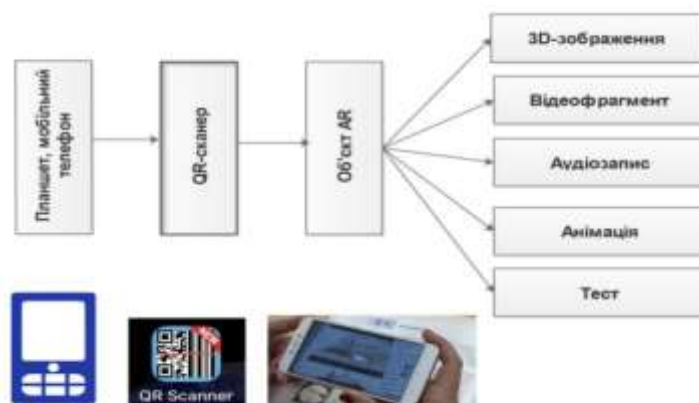


Рис. 15. Відтворення контенту за допомогою QR-кодів [9]

Третя. Маркер. Відтворення контенту за допомогою мобільного пристрою та відеокамери. Спеціальне програмне забезпечення розпізнає зображення у відеопотоці реального часу і відтворює анімаційні тривимірні об'єкти (рис. 16).

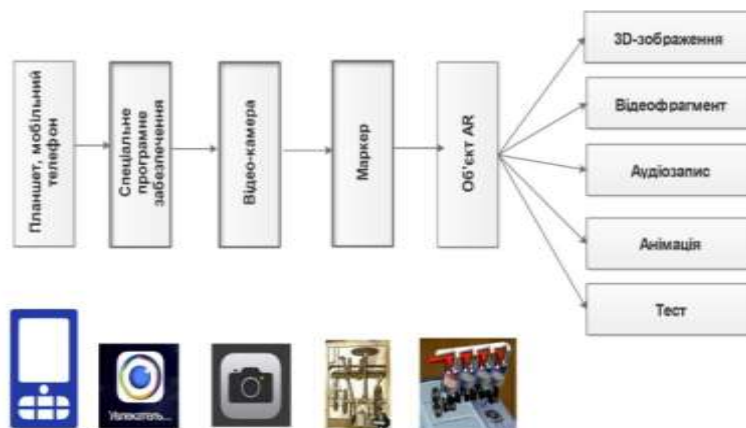


Рис. 16. Відтворення контенту за допомогою маркерів [9]

Четверта. MERGE Cub. Візуалізація освітнього контенту здійснюється за допомогою додаткового засобу – кубу (рис. 17).

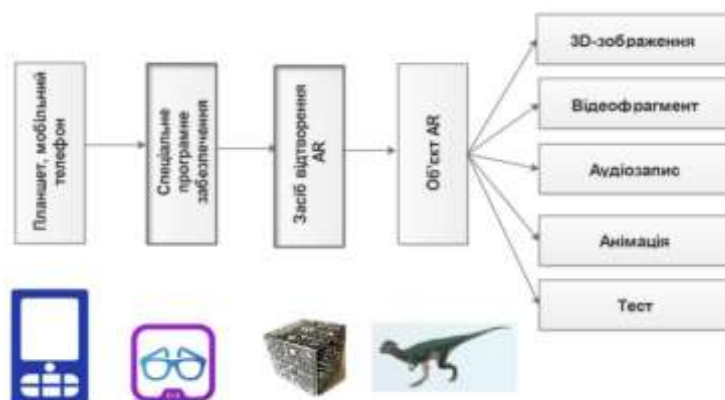


Рис 17. Відтворення контенту за допомогою MERGE Cub [9]

4. Методичні рекомендації щодо використання AR в освітньому середовищі

Розглянемо методичні рекомендації щодо використання AR в освітньому середовищі, спираючись на [3].

Технології доповненої реальності дають можливість зануритися в процес навчання або у виконання практичних і лабораторних робіт.

Розглянемо методичні аспекти використання доповненої (AR) реальностей в освітній практиці (див. рис. 18).

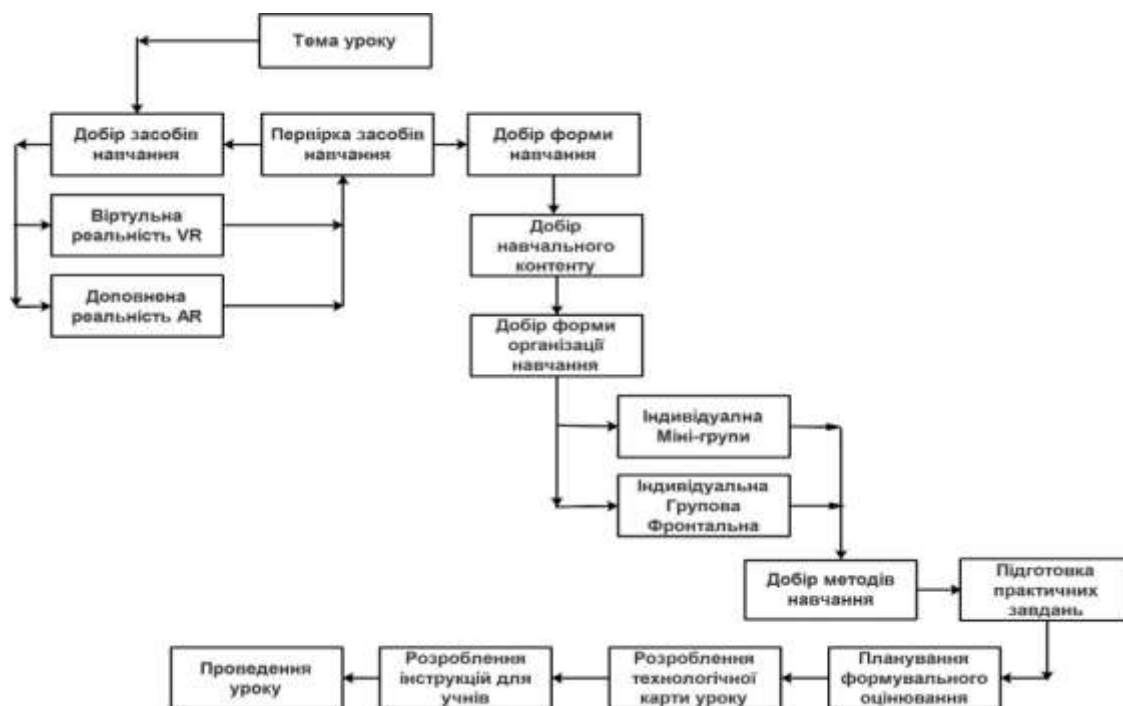


Рис. 18. Алгоритм підготовки вчителя до діяльності в освітньому середовищі з AR [3]

Для реалізації процесу занурення для доповненої реальності достатньо мати планшет або смартфон та відповідний освітній контент, що завантажується з мобільного додатка.

Для відтворення доповненої реальності врахування моделі смартфона є ключовим. Не всі моделі гаджетів можуть відтворювати доповнену реальність. Нині розробники створюють доповнену реальність для операційних систем: Android та iOS.

До початку уроку або практичної роботи необхідно:

- зарядити гаджети або, у разі використання власних гаджетів, нагадати учням про необхідність такої процедури;
- дібрати цифровий контент до уроку;
- розробити технологічну карту уроку;
- розробити інструкції для учнів;
- продумати форму зворотного зв'язку з учнями.

Під час освітнього процесу важливо дібрати такі форми навчання, які б дали змогу ефективно використання дидактичний потенціал доповненої реальності, а саме: індивідуальні або групові, що дають реалізувати такі форми роботи:

- аналіз та визначення характеристик об'єкта, зокрема 3D-моделей, цифрових симуляцій;
- виокремлення головного у процесі перегляду відео-фрагмента або анімації;
- опис або деталізація процесів;
- класифікація або узагальнення;
- тестування (формульальне оцінювання) та інші.

Можна виокремити одну з ефективну форм роботи з учнями – квест. Для реалізації такої форми роботи з учнями доречно застосувати завдання з доповненою реальністю.

Щодо методів навчання, то доцільно застосовувати як наочні (спостереження, демонстрація, 3D-зображення), так і практико орієнтовані (практична або лабораторна робота, відпрацювання навиків, проєктна робота, дослідження) та ін.

Запитання для самоконтролю

1. Яку роль виконують AR-технології в освітньому процесі?
 2. Назвіть переваги та недоліки використання технології доповненої реальності в освітньому процесі.
 3. Що таке контент, навчальний контент?
 4. Назвіть чотири AR-технології, що реалізуються для візуалізації навчального контенту в освітній практиці?
-
-

ЛЕКЦІЯ 3.

ТЕМА: ВІРТУАЛЬНА РЕАЛЬНІСТЬ: ВЛАСТИВОСТІ, ВИДИ. ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

Мета: формувати знання основних понять та характеристик віртуальної реальності (VR); здійснити порівняння віртуальної та доповненої реальності; висвітлити застосування технології віртуальної реальності в освітньому процесі; охарактеризувати вплив віртуальної реальності на психічне та фізичне здоров'я людини.

План лекції

1. Основні поняття та характеристики віртуальної реальності. Порівняння віртуальної та доповненої реальності. Змішана реальність.
2. Особливості застосування технології віртуальної реальності в освітньому процесі.
3. Вплив віртуальної реальності на психічне та фізичне здоров'я людини.

Рекомендована література [6; 20; 22; 24; 25]

1. Основні поняття та характеристики віртуальної реальності

Віртуальна реальність (англ. «virtual reality VR») сьогодні є однією із перспективних технологій XXI століття, сучасна 3D модель, що швидко розвивається. Вона стала доступною для користувачів завдяки наголосу на її технологічному розвитку та масовому виробництві.



Віртуальність – характеристика зімітованої реальності, а також світосприйняття суб'єкта: стан, в якому суб'єкт втрачає розбіжність між реальним і нереальним, сконструйованим, симульованим [24, с. 57].



Віртуальна реальність – квазіреальність, що вигадана, створена грою уяви, або штучно зімітована за допомогою новітніх інформаційних технологій [там же].

Віртуальна реальність (VR, virtual reality, VR, штучна реальність) –

це технологія, яка дозволяє створювати за допомогою технічних засобів віртуальні світи та ефекти тривимірного середовища, в якому користувач взаємодіє з віртуальними об'єктами, при відчутті тривимірної присутності [22, с. 64].

Це технологія, яка побудована на зворотному зв'язку між людиною та світом, який синтезований комп'ютером, а також спосіб, за допомогою якого людина візуалізує цифровий світ, маніпулює ним, взаємодіє з ним. Користувач має можливість впливати на ці об'єкти відповідно до конкретних законів фізики (гравітація, інерція, певні властивості води тощо), оживляючи світ фантазії, несумісний із реальністю.

Поняття «віртуальна реальність» (VR) ввів у 1989 році Ярон Ланьєр та створив її концепцію.



Віртуальний світ – штучно створене інтерактивне середовище, зімітоване засобами комп'ютерних технологій (і орієнтоване на споживача), яке породжує ілюзію суб'єктивної присутності, зануреності [24, с. 58].



Рис. 19. Приклад віртуальної реальності

«Занурення» у віртуальність, як правило, здійснюються за допомогою спеціальних гаджетів.

Гаджети віртуальної реальності бувають трьох видів (див. рис. 20):



Рис. 20. Типи віртуальної реальності

1. Проста модель VR дає користувачеві можливість перебувати у центрі віртуального тривимірного простору без взаємодії з навколишнім простором. Таке середовище ґрунтується на 360-градусних зображеннях або малюнках. Найбільш поширеним засобом, затребуваним на даний час, є віртуальні окуляри для смартфонів. Вони здатні симулювати різноманітні аудіовізуальні тривимірні простори. Складається з пластикового (рідше картонного) корпусу, екрана з перегородкою та асферичних лінз, які й фокусують зображення. Ефект присутності створюється завдяки передачі адаптивної картинки на кожне око окремо й відслідковування всіх рухів голови датчиком-гіроскопом та акселерометром. До них відносяться: *Cardboard*, *Gear VR*, *Daydream View*, *Xiaomi Mi VR Play*, *HOMIDO Grab*, *HIPER VRS*, *Xiaomi Mi VR 2*, *Homido VR V2*. Більшість окулярів працюють за допомогою вбудованого в них смартфона і лінз і дають можливість людині відчувати себе частиною того, що відбувається на екрані (див. рис. 21).



Рис. 21. Прості гаджети віртуальної реальності

Сьогодні на ринку представлено орієнтовно 1000 моделей VR-окулярів, тому вибрати є з чого. За призначенням усі вони поділяються на

4 типи: VR-окуляри для смартфонів; VR-окуляри для ПК та ноутбуків; VR-окуляри для ігрових приставок; автономні VR-окуляри.

2. 3D модель VR. 3D моделювання дозволяє користувачеві взаємодіяти з об'єктами через віртуальну реальність. Тобто користувач створює чи трансформує об'єкти. Створення програм віртуальної реальності 3D зразка потребує суттєвого фінансового та часового ресурсу. Однак воно цього варте, тому що відчуття будуть більш реалістичними. Сюди відносяться гаджети, що складаються з набору пристроїв із високим рівнем деталізації та швидкістю роботи, такі як Oculus Rift, HTC Vive (контролери, головний убір віртуальної реальності, джойстики та датчики руху). Поряд з цим, для більш реалістичного «занурення» у 3D модель віртуальної реальності існують спеціально обладнані приміщення (див. рис. 22).



Рис. 22. Гаджети віртуальної реальності 3D моделі

3. VR для кількох користувачів. Висока графіка, анімація, 3D моделювання, одним словом, середовище, що об'єднало передові функції. Такі програми можуть бути доступні в режимі онлайн для кількох користувачів (див. рис. 23). До них відносяться кілька онлайн рольових ігор: FreeStyle Online, Ultima Online, Ace Online, Anarchy Online, Dark Age of Camelot тощо.



Рис. 23. Середовище віртуальної реальності для кількох користувачів

Віртуальну реальність можна використовувати у різних галузях.

Навчання. Сьогодні віртуальна реальність дозволяє моделювати освітнє та тренувальне середовище у тих сферах, де необхідною та важливою є попередня підготовка як на рівні спостереження, так і на рівні набуття безпосередніх навичок. Це може бути хірургічна операція, управління різноманітною технікою та інші подібні сфери (рис. 24).



Рис. 24. Навчання

Наука. VR може значно прискорити дослідження як атомного, так і молекулярного світу. У середовищі віртуальної реальності людина здатна маніпулювати навіть атомами так, наче це конструктор (див. рис. 25).



Рис. 25. Наука

Медицина. За допомогою VR можна тренувати та навчати медичних фахівців: проводити операції, вивчати обладнання, покращувати професійні навички тощо (див. рис. 26).



Рис. 26. Медицина

Архітектура та дизайн. Якщо раніше для демонстрації нового будівельного об'єкта використовувалися ручні макети та уява, то зараз VR дозволяє створювати ці об'єкти у віртуальному просторі у повному масштабі. Це стосується не лише будівельних об'єктів, а й техніки (див. рис. 27).



Рис. 27. Архітектура та дизайн

Розваги. Віртуальна реальність популярна в ігровому середовищі. Причому попитом користуються як ігри, так і культурні заходи та туризм (див. рис. 28).



Рис. 28. Розваги

Не слід плутати віртуальну реальність із доповненою. Їх основна відмінність в тому, що віртуальна конструює новий штучний світ, а

доповнена реальність лише вносить окремі штучні елементи в сприйняття світу реального. Основні відмінності віртуальної та доповненої реальності наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Основні відмінності AR та VR [22]

Критерії	AR	VR
Мета	доповнювати середовище реального світу віртуальними об'єктами	імітувати реальне середовище, чи взагалі неможливі світи
Рівень занурення	користувачі частково занурені в VR	користувачі повністю занурені в VR
Віртуальний і реальний досвід	досвід на 25% віртуальний і 75% реальний	досвід на 75% віртуальний і 25% реальний
Контроль над почуттями	користувачі відчують себе в реальному світі	органи чуття знаходяться під частковим контролем системи віртуальної реальності
Пристрої для занурення	не обов'язково потрібні спеціальні AR пристрої (достатньо смартфон чи планшет загального призначення)	спеціальне VR-обладнання, наприклад, VR-окуляри, джойстики, рукавиці, костюми, спеціальні кімнати
Пропускна здатність	потребує каналу зв'язку з меншою пропускнуою здатністю	потребує каналу зв'язку з більшою пропускнуою здатністю
Обмеження використання	немає обмежень	для занурення у VR використовуються спеціалізовані пристрої, вплив яких на здоров'я користувачів значно більший (вплив використання пристроїв VR на органи зору та на вестибулярний апарат користувача), ніж при застосуванні AR
Тривалість сеансу	необмежений час використання	безпечна тривалість сеансу занурення у VR 15 хв з обов'язковим відпочинком у 15–30 хв, що добре корелюється з тривалістю навчальної сесії у 45 хв

Отже, різницею між VR і AR є різні рівні складності цих технологій. Але є значні перспективи, які можуть відіграти велику роль у розвитку цивілізації.

Технологія, яка поєднує віртуальну (VR) та доповнену реальність (AR) називається **змішаною реальністю (MR)**.

Змішана реальність – реальні об'єкти додані в віртуальний світ, або віртуальні об'єкти, додані в реальний світ, або просто віртуальні об'єкти в віртуальному світі. Таким чином, «змішана реальність» – це термін, який тільки набирає силу. MR стирає межу між реальними і віртуальними світом, народжуючи нові всесвіти для кожного користувача.

2. Особливості використання VR-технології в освіті

Використання систем віртуальної реальності (VR) в освіті представляє новий підхід до передачі та засвоєння науково-методичних знань у навчальних закладах. Завдяки VR-технологіям, користувачі можуть здійснити віртуальні візити до унікальних експериментальних лабораторій, будувати об'ємні діаграми та проводити хімічні досліди, спостерігати за історичними подіями та навіть активно брати участь у них, відправлятися у віртуальні космічні подорожі, відвідувати будь-яку точку земної кулі, досліджуючи різні міста та країни, а також взаємодіяти з іншими користувачами в науковому середовищі: спостерігати за експериментами та безпосередньо брати участь у наукових дослідженнях.

VR у навчанні дає можливість *підвищити ефективність* подачі матеріалу. Віртуальна реальність дозволяє учням формувати такі вміння, вироблення яких у реальних умовах може призвести до небезпек або стикається з іншими обмеженнями (доступність обладнання, висока вартість виконання робіт, небезпека для інших людей тощо).

Завдяки технології віртуальної реальності вчителі тепер можуть, не виходячи з класу, відвідати справжні музеї або перенестись на сотні чи тисячі років тому до місць, де відбувалися історичні події.

На сьогоднішній день вже існує значна кількість різноманітних додатків для віртуальної реальності, яка щодня збільшується.

Найбільш відомими засобами віртуальної реальності є наступні (див. табл. 2).

Таблиця 2

**Найпоширеніші засоби віртуальної реальності
та їх характеристика [20; 25]**

Засіб	Характеристика
Labster	Це інтерактивний 3D-проект, який був розроблений у співпраці з провідними закладами вищої освіти США, зокрема Массачусетським технологічним інститутом, Гарвардом і Стенфордом. Його основна особливість полягає у тому, що здобувачі освіти можуть здійснювати експерименти у наукових лабораторіях дистанційно, отримуючи доступ до повного комплексу лабораторного обладнання
Google expedition spioneer program	Ця програма дозволяє учням відправлятися у віртуальні екскурсії до екзотичних і зазвичай недоступних місць нашої планети. Платформа містить більше 100 таких екскурсій і забезпечується за допомогою Google Cardboard
Lecture VR	Платформи віртуальної реальності, такі як Oculus Rift, HTC Vive та PlayStation VR, надають можливість переглядати серію лекцій видатних науковців, супроводжених наочною візуалізацією. Ці лекції можуть бути доступні як для індивідуальних переглядів, так і для групових сеансів, наприклад, як доповнення до шкільних уроків
Human Body (Male) Educational Vr 3dc	У додатку представлені основні органи і системи людського організму. Ця програма дозволяє збільшувати і переглядати певні прошарки органів людського тіла з наперед заданими кутами. Більшість 3D-сцен включають розповіді та вбудовані анімації, а також містять підписи, розважальні анімаційні вікторини та інші візуальні елементи

Засіб	Характеристика
Virutali-Tee by Curiscope	Цей додаток допомагає виміряти пульс, а потім побачити, як серце б'ється в прямому ефірі свого тіла
Space 4D +	Додаток дає як цікаві, так і інформативні факти про космос, такі як Сонячна система, планети, космічні об'єкти, супутники, ровери, космічні місії тощо.

Звертаючи увагу на технічний аспект доступу до віртуальної реальності, важливо відзначити, що доступний бюджетний варіант окулярів віртуальної реальності Esperanza Glasses 3D VR доступний за суму близько 120 гривень. За допомогою таких окулярів є можливість зануритись у віртуальний світ лише за допомогою смартфона. Для цього необхідно:

- 1) завантажити один із додатків з Google Play або Apple Store, використовуючи ключові слова 3D VR 360;
- 2) після цього розмістити смартфон у спеціальному слоті окулярів;
- 3) запустити додаток;
- 4) вставити смартфон у шолом.

Після виявлення позитивного впливу використання VR-технологій в освітньому процесі, важливо не переоцінювати їх можливості. Віртуальна освіта представляє собою процес і результат взаємодії між викладачами та здобувачами освіти, який відбувається у віртуальному освітньому просторі, існування якого неможливе поза комунікацією учасників освітнього процесу. Навчальні віртуальні програми не можуть повністю замінити традиційне викладання у закладах освіти, оскільки вони лише імітують реальність та об'єкти у цифровому просторі. Однак їх широке використання є доречним при вивченні найбільш складних тем та надає додаткові можливості для поглибленого засвоєння матеріалу.

Переваги використання VR-технології в навчанні

Наочність. У віртуальному просторі без перешкод можна деталізовано розглянути будь-який процес або об'єкт, що значно цікавіше, ніж дивитися на картинки у підручнику. Наприклад, можна вивчити будову тіла, познайомитись з підводним світом, зануритись у вулкан тощо. Цей спосіб пізнання світу стане незамінним під час вивчення складних процесів і явищ в межах STEM-проектів.

Зосередженість. У віртуальному середовищі людина не відволікатиметься на зовнішні подразники, що дасть змогу повністю сфокусуватися на матеріалі.

Максимальне залучення. Технології віртуальної реальності надають можливість повністю контролювати та змінювати сценарій подій. Учень може стати свідком історичних подій, власноруч провести дослід з фізики чи хімії або ж вирішити задачу в ігровій та доступній для розуміння формі.

Безпека. За допомогою VR та AR технологій можна провести складну операцію, керувати спорткаром або навіть космічним шатлом, провести дослід з небезпечними хімічними речовинами і при цьому не завдати шкоди ні собі, ні оточенню [20].

Покращують просторове розуміння та запам'ятовування здобувачів освіти, дозволяючи їм відчувати навчання від першої особи, бачити все, що відбувається навколо них. Такі технології забезпечують візуальне навчання та сприяють загальному розумінню учнями більш складних предметів, теорій і мов.

Мотивація. Підвищення мотивації та зацікавленості учнів за рахунок побудови навчального середовища, що сприймається через органи чуття, залучення до досліджуваного процесу;

Щоб ця технологія стала дійсно дієвим освітнім інструментом, технології віртуальної реальності мають:

Створювати ефект присутності. Розробляючи UX та контент для eLearning застосунків віртуальної реальності. Дизайнерам варто пам'ятати, що ця технологія перш за все має повністю переносити користувачів в іншу реальність.

Бути доступними. Ані вчителі, ані студенти не мають опанувати складні навички, щоб користуватися цими технологіями.

Бути змістовними. Технології віртуальної реальності мають розповідати історії, як фільми, книги, чи ігри. Крім того, VR має допомагати нам освоювати знання, які можна використовувати у житті чи роботі.

Адаптуватись. Впроваджувати технології віртуальної реальності у кожному класі потрібно потрібно по різному. Вони мають адаптуватися до можливостей учнів та їхньої зацікавленості у нових гаджетах.

Демонструвати реальні результати. Як і в будь-якому іншому освітньому процесі, вчителям потрібно тестувати та оцінювати знання учнів, які ті отримують за допомогою технологій віртуальної реальності.

Сучасні технології електронного навчання, зокрема VR-технології, мають безліч переваг, але вони поступово призводять до зменшення безпосереднього спілкування між викладачем і здобувачем освіти. Викладач, як особистість, «замінюється» інтерактивним контентом, тому здобувач освіти взаємодіє не з живою особою, а з її віртуальним відображенням. З огляду на це впровадження технологій електронного навчання не повинно стати самоціллю. Застосування таких технологій може бути виправданим тільки у разі досягнення нової якості навчання та створення нових можливостей для учнів та здобувачів освіти.

Отже, технології VR у навчанні не використовуються досить широко через **низку причин:**

- недостатньо контенту для проведення повноцінних інтерактивних уроків;
- відсутність методики навчання та недостатня кількість учителів та учительок, які підготовлені до використання VR-технології в освітній сфері;
- висока ціна на обладнання VR-технології;
- невідповідність системи освіти до перебудови;
- необхідність повного переформатування навчальних планів;
- недостатня кількість навчальних програм;
- навчальні віртуальні програми не можуть повністю замінити традиційне викладання у закладах освіти, оскільки вони лише імітують реальність та об'єкти у цифровому просторі.

Моделі взаємодії учасників освітнього процесу в ЗЗСО із використанням VR

Важливими умовами для проектування моделей взаємодії учасників освітнього процесу в ЗЗСО із використанням VR. Крім цього слід звернути увагу на простір VR, який є особливим для організації такого процесу.

Вчені зазначають, що існують такі варіанти взаємодії вчителя із учнями у VR:

- один учень або вчитель у VR, а інші учасники навчальної діяльності є спостерігачами через монітор;
- учні взаємодіють у VR, а вчитель контролює та допомагає учням як фасілітатор в середині цього середовища;
- учні взаємодіють у VR, а вчитель контролює та допомагає учням поза VR, спостерігачами за учнями через монітор (див. рис. 29).

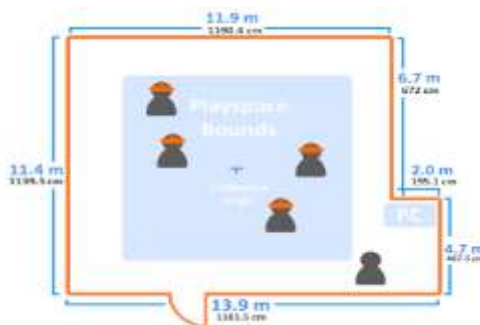


Рис. 29. Модель простору, коли учні взаємодіють у VR, а вчитель контролює та допомагає учням як фасілітатор поза VR, спостерігачами за учнями через монітор [22]

Простір призначений для використання VR наближений до максимальної площі відносно центру навчального класу, що приблизно дорівнює 135,65 кв.м (1139,5 см на 1190,4 см). Калібрування кожної гарнітури Oculus Quest до однієї точки в кімнаті повинно гарантувати, що всі користувачі спільно отримують відображення віртуального середовища. Мобільні акумулятори мають бути доступні як аварійні джерела живлення для малопотужних гарнітур. Крім вище зазначеного, вчені зауважують, що оптимальна бажана кількість учнів у VR – чотири особи.

При цьому, схема мережних з'єднань між пристроями користувачів VR може бути таким, як на рисунку 30.

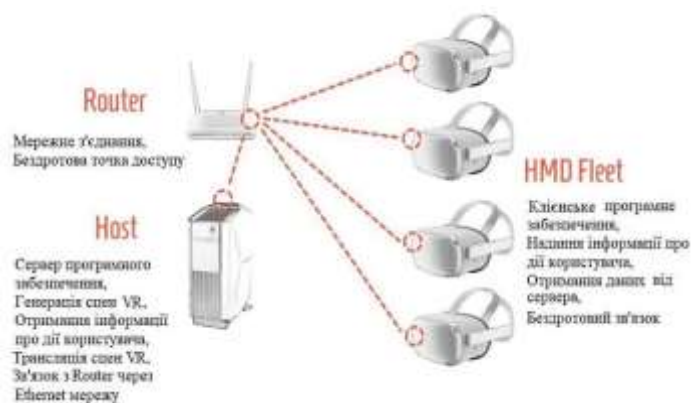


Рис. 30. Схема мережних з'єднань між пристроями користувачів VR [22]

Відповідно до схеми мережних з'єднань між пристроями користувачів VR у просторі (класі) обов'язковим є такі пристрої:

- Роутер (Router): забезпечує зв'язок всіх елементів комплексу за допомогою бездротового та кабельного зв'язку;
- Хост (Host): системний блок, що об'єднує пристрої у єдину систему, забезпечує роботу серверної частини програмного забезпечення, генерує сцени VR для кожного з користувачів, отримує інформацію про дії користувачів, та змінює і транслює сцени відповідно них (дій), забезпечує зв'язок з роутером через кабельну Ethernet мережу;
- Наголовні дисплеї (HMD Fleet): забезпечують роботу клієнтської частини програмного забезпечення, відстежують дії кожного користувача та надсилають інформацію про них серверу, отримують дані від сервера та забезпечує їх відображення на внутрішньому дисплеї, забезпечують бездротовий зв'язок з роутером.

Отже, застосування віртуальної реальності в освіті – це ефективний інструмент, який вимагає належного використання для досягнення максимального результату для навчання учнів.

3. Вплив віртуальної реальності на психічне та фізичне здоров'я людини

На сьогодні технології розвиваються з безпрецедентною швидкістю, звичайні комп'ютери стали звичними і навіть необхідними предметами. Ми знаємо про користь Інтернету, більшість людей використовують його не тільки для пошуку інформації, але й того, щоб вийти із реальності у віртуальний світ.

Вплив окулярів віртуальної та доповненої реальностей на людину

Нові технології віртуальної реальностей дозволяють створювати окуляри та шоломи для більшого занурення у віртуальний світ.

З медичної точки зору, шкода від віртуальних окулярів не дуже значна – очі від них втомлюються навіть менше, ніж від стандартного комп'ютерного монітора. Справа в тому, що тут око не концентрується на одній точці, а слідкує за рухом і не перебуває в спокої. Таким чином, окуляри віртуальної реальності завдають мінімальної шкоди зору і тому не становлять небезпеки в цьому контексті.

Вплив окулярів віртуальної реальності на психіку людини

Окуляри віртуальної реальності впливають на кожну людину по різному. Це залежить від емоційного стану людини, типу особистості та інших факторів.

Слід з обережністю використовувати шолом людям з психологічними порушеннями, такими як порушення сприйняття, проблеми в розумовому розвитку тощо. Варто відмовитися від використання шолома і тим, хто перебуває в депресії чи тривожному розладі.

Універсальні запобіжні заходи:

– варто утримуватися від віртуальної реальності вагітним жінкам, людям похилого віку та особам, які страждають серцево-судинними захворюваннями, епілепсією та іншими важкими психічними захворюваннями, а також порушеннями зору;

– не можна використовувати шоломи для ігор дітям до 13 років, або використовувати їх під контролем дорослих.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке віртуальна реальність?
2. Як перекладається з англійської мови «віртуальна реальність»?
3. Які пристрої необхідні для використання технології віртуальної реальності в освітньому процесі?
4. Назвіть переваги використання VR-технології в навчанні.

5. Які причини стримують використання технології VR у навчанні?
 6. Назвіть моделі взаємодії учасників освітнього процесу в ЗЗСО із використанням VR.
-
-

ЛЕКЦІЯ 4.

ТЕМА: 3D-ПАНОРАМА ТА ВІРТУАЛЬНИЙ ТУР. ТЕХНОЛОГІЯ ЇХ СТВОРЕННЯ

Мета: охарактеризувати поняття 3D-панорама та віртуальний тур; розглянути види 3D-панорам; звернути увагу на недоліки панорамної зйомки; навести алгоритми створення 3D-панорами та віртуального туру, а також приклади відповідного програмного забезпечення

План лекції

1. 3D-панорама. Види. Історія появи та розвиток технологій.
2. Створення 3D-панорами.
3. Віртуальний тур. Створення віртуального туру.

Рекомендована література [1; 2; 17]

1. 3D-панорама. Види. Історія появи та розвиток технологій

На сьогоднішній день дуже активно увійшли у віртуальне життя кожного освітянина так звані віртуальні тури, віртуальні екскурсії (подорож під час якої людина знаходиться в центрі деякого 3D-простору, де створюється ілюзія присутності) тощо. Вони представляють з себе набір цифрових панорам. Зазвичай, більшість людей змішує поняття «3D панорама», «панорамна фотографія», «сферична панорама», «цифрова панорама» ототожнюючи їх саме з віртуальними цифровими панорамами. Розглянемо ці поняття.



3D-панорама (панорама 360°) – це інтерактивне зображення, що дозволяє продемонструвати навколишній простір навколо певної точки зйомки з усіх боків. Це зображення пристосоване для перегляду на моніторі комп'ютера.

На 3D панорамі глядач може за власним бажанням змінити напрямок огляду, збільшити зображення, розглянути окремі деталі.



Рис. 31. Приклад 3D-панорами

Існують різні види 3D-панорам: сферична, циліндрична, площинна, кубічна.

Сферична 3D-панорама – один з видів панорамної фотографії, в основі якої лежить зібране з безлічі окремих кадрів зображення у сферичній проекції (див. рис. 32). Сферична панорама призначена в першу чергу для показу на комп'ютері (за допомогою спеціального програмного забезпечення). Характерною рисою сферичних панорам є максимально можливий кут огляду простору 360° по горизонталі та 180° по вертикалі, тобто дозволяють глядачеві дивитися не тільки вліво-вправо, але і під ноги і над головою. Часто сферичні панорами оснащені інструментами керування переглядом. Той, хто дивиться самостійно, регулює зображення: наближає, видаляє, повертає, обертає картину. Сферичний тип панорам найчастіше використовують для віртуальних турів та екскурсій.



Рис. 32. Сферичні 3D-панорами

Циліндрична 3D-панорама (циклорама) – також має охоплення 360 по горизонталі, але по вертикалі охоплення менше 180°. Такі панорами використовуються, як правило, тоді, коли не обов'язково показувати верхні та нижні межі зображень. Вони дозволяють відобразити весь доступний простір навколо, користувач отримує можливість повертатися на 360°, але не може подивитися вгору або вниз, тобто можна дивитись тільки вліво-вправо. Така панорама склеюється в кільце, утворюючи єдиний циліндр (див. рис. 33).



Рис. 33. Циліндричні 3D-панорами

Площинна 3D-панорама – це звичайне широкоформатне зображення, складене з декілька кадрів. Глядач рухається перед площиною або сам рухає її перед собою (див. рис. 34).



Рис. 34. Площинні 3D-панорами

Кубічна панорама. Панорама проєктується на внутрішність куба.



Рис. 35. Кубічна 3D-панорама

Перевагою кубічної панорами порівняно зі сферичною є простота виготовлення, зберігання, транспортування, оскільки доводиться працювати вже не з поверхнею складної форми, а лише з шістьма гранями куба – плоскими та квадратними.

При створенні 3D-панорам можуть проявитися такі **недоліки**, як:

- відсутність стелі (неба) або підлоги – панорама має вільно обертатися;

- завалений горизонт – всі горизонтальні об'єкти повинні бути горизонтальними, всі вертикальні об'єкти – вертикальними;

- не чітке з'єднання об'єктів – всі об'єкти повинні бути цілими;

- не чіткі місця на об'єктах – всі об'єкти повинні бути чіткими, природного кольору;

- зрізання об'єктів, що рухаються – під час зйомки на вулиці не повинно бути пів людини або автомобіля, листя та гілки не повинні роздвоюватися;

- неприродні тіні на стінах, стелі та підлозі, тіні від обладнання, що знімає – не повинно бути темних та світлих плям;

розпливчата панорама – при обертанні панорами, об'єкти не повинні занадто сильно витягуватися

3D-панорами можна застосовувати в різних сферах, зокрема:

- сфера комерційної та приватної нерухомості;
- віртуальний тур пам'ятками різних країн, музеями, гарними місцями;
- рекламний хід для привернення уваги до різних закладів, наприклад, кафе, готелю, університету тощо;
- спеціалізована система відеоспостереження 360° панорам для зовнішнього та внутрішнього застосування.

2. Створення 3D-панорами

Створення 3D-панорами відбувається в декілька етапів:

1 етап – фотозйомка 3D-панорами. Для виготовлення однієї віртуальної панорами робиться серія знімків під різними кутами нахилу камери.

2 етап – ретуш світлин. Після зйомки здійснюється ретушування світлин.

3 етап – «зшивання» 3D-панорами. «Зшивання» робиться за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.

4 етап – перетворення графічного файлу в панораму.

Програми для створення панорамного зображення

Фотопанорами – один з найкращих способів продемонструвати користувачам усі нюанси того, що відбувається, показати об'єкт «зсередини» та багато іншого.



Панорамне фото – це формат фото, зібраного з декількох фотографій, знятих з різних кутів.

Розглянемо спеціальні програми для створення фотопанорам:

Програма Kolor Autorano

Автоматично розставляє контрольні точки, що дозволяє отримати панорамне зображення. З'єднання між фото будуть незамітні. Але окрім панорами у програмі можна створювати віртуальний тур та експортувати його.

Програма PTGui Pro

Сама програма проста у користуванні. Має достатньо функціоналу для того щоб створювати та редагувати панораму. Необмежена кількість додаваних фото. Доступна функція попереднього перегляду. Є можливість створення контрольних точок власноруч, масок та коригування експозиції. Розширений список налаштувань проекту.


Програма AutoStitch


AutoStitch – це програмний інструмент для зшивання зображень для створення панорам. Зручний додаток, який підтримує Windows та macOS, також доступний для Android та iOS. Програму можна вільно використовувати для зшивання фотографій на смартфоні. Процес зшивання фотографій дуже простий. Все, що потрібно зробити, це імпортувати фотографії, і Autostitch автоматично зшиває їх та експортує готовий результат. Недоліком цієї програми для зшивання фотографій є те, що потрібно вручну обрізати фотографії, щоб зшити їх до однакового розміру.

Крім стаціонарного програмного забезпечення можна скористатися безкоштовними онлайн-інструментами для створення фотопанорам (див. табл. 3).

Таблиця 3

Безкоштовні онлайн-інструменти для створення фотопанорам

Онлайн-інструменти для створення фотопанорам	
	<p>Dermandar (https://www.dermandar.com/)</p> <p>Сервіс для створення різних панорам із фотографій, які завантажуються на сайт сервісу. Для початку роботи не потрібно реєструватися, але для того, щоб зберігати панорами, ділитися ними з учнями, колегами</p>

Онлайн-інструменти для створення фотопанорам	
	необхідна реєстрація. Можливе створення двох типів панорам: кругова та у вигляді кола. Цей сервіс можна використовувати для дослідницької, краєзнавчої діяльності, в оформленні віртуальних експозицій шкільного музею на сайті та багато іншого. Створеними панорамами легко ділитися один з одним. Цікаво, наприклад, виглядатимуть панорами свят у школі
	Hugin (https://hugin.sourceforge.io/) Вільна кросплатформна програма, що дозволяє автоматизувати процес «зшивання» панорамних фотографій. Підтримує зображення HDR. Працює в трьох режимах роботи: простий; просунутий; експертний. Це дозволяє працювати у програмі як новачку, так і професіоналу. Вона автоматично визначає тип лінзи, що сприяє найкращому зшиванню панорам. Програма містить інструменти роботи з кольором, масками та експозицією

3. Віртуальний тур. Створення віртуального туру

Один із найефективніших і сучасних способів візуалізації навколишнього середовища, що дозволяє особливим чином показати людям все, що знаходиться навколо з максимальною деталізацією та зручністю є **віртуальний тур** (онлайн-тур (On-line тур) або 3D тур). Це найкращий «ефект присутності» – яскраві, запам'ятовуючі зорові образи та деталі інтер'єрів та екстер'єрів.



Віртуальний тур (3D-тур, 360° тур, панорамний тур) — це інтерактивний віртуальний проєкт, презентація з ефектом присутності, створена на основі 3D панорам або 3D-візуалізації.

Віртуальний тур – це спосіб реалістичного відображення тривимірного багатоеlementного простору на екрані. Елементами віртуального туру, зазвичай, є сферичні панорами, з'єднані між собою інтерактивними посиланнями-переходами (хотспотами). Віртуальні тури також включають циліндричні панорами, віртуальні 3D-об'єкти. Їх можна доповнити різними інтерактивними елементами, такими як:

- впливаючі інформаційні вікна;
- фотографії;
- пояснюючі написи;

- анімовані елементи;
- звукові ефекти;
- фонове музичне оформлення;
- всілякі графічні клавiші управління та ін.

Під час перегляду 3D-туру глядач бачить весь простір навколо себе, може наближати та віддаляти зображення та переходити від панорами до панорами, від однієї точки зйомки до іншої, від приміщення до приміщення (див. рис. 36).

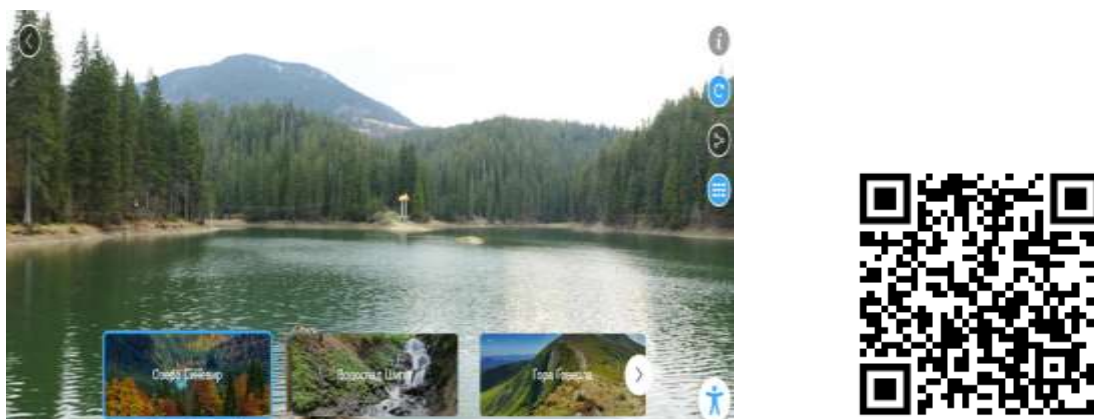


Рис. 36. Віртуальний тур «Озеро Синевир»

(URL: <https://discover.ua/virtual-tours/-zakarpatska-oblast>)

Перший віртуальний тур був створений у 1994 році у Великобританії. Саме тоді в музеї замка Дадлі було створено 3D-реконструкцію будівлі з можливістю «проходити» різні приміщення, оформлені в стилі 1550 рр. Розробив такий проєкт інженер Колін Джонсон. Дана новаторська презентація складалася з системи керування (на комп'ютері) та панорам (на диску). Однією з перших відвідувачів була королева Єлизавета II. Саме вона прийняла рішення для відкриття центру для відвідувачів, який згодом отримав назву «Віртуальний тур».

Своє практичне застосування віртуальні тури знайшли в освітньому процесі, поступово проводячи уроки з елементами віртуальної екскурсії.

Віртуальна екскурсія – це організаційна форма навчання, яка відрізняється від реальної екскурсії віртуальним відображенням реально

існуючих об'єктів (музеї, парки, вулиці міст, тощо) з метою створення умов для самостійного спостереження, збору необхідних фактів.

Використання віртуальних турів або екскурсій в освітньому процесі безперечно допоможе вчителю пояснити, а учням зрозуміти нову інформацію, сприятиме формуванню критичного мислення у дітей, стійких асоціативних рядів, які прості для запам'ятовування та розуміння, а також є легкими, доступними та зручними в індивідуальній та груповій роботі школярів.

Технології створення віртуальних турів дозволяють вдихнути нове життя та по-новому поглянути на процес навчання. Протягом одного уроку можна відвідати славнозвісні музеї світу. Входячи у віртуальний простір музею, школярі можуть не тільки прогулятися по залах за допомогою карти або, використовуючи навігатор, а й переглянути експонати з близької відстані, оцінити грандіозність експозицій, повною мірою насолодитися шедеврами мистецтва.

Процес створення 3D турів

Створюється віртуальний тур шляхом комбінації панорамних фото (сферичних або циліндричних), з використанням переходів від однієї панорами до іншої через побудову активних зон (їх називають точками прив'язки або точками переходу), що розміщуються безпосередньо на зображеннях, враховуючи план туру.

Для створення віртуального туру необхідно дотримуватися наступних етапів роботи:

- продумати структуру віртуального туру;
- визначити точки зйомки панорам;
- відзняти необхідну кількість панорам;
- створити панорами;
- провести корекцію готових панорам;
- об'єднати панорами у віртуальний тур;

- додати засоби навігації.

Дана технологія створення має ряд переваг, які дозволять зацікавити та привернути увагу, зокрема:

1. Доступність (можливість огляду будь-яких об'єктів без матеріальних витрат).
2. Економія часу.
3. Постійність (тур можна переглянути будь-де і будь-коли).
4. Багаторазовість (можливість багаторазового перегляду 3D-туру).
5. Простота у використанні.
6. Збільшення зацікавленістю.

Для створення віртуальних турів можна скористаєся спеціальним програмним забезпеченням (див. табл. 4).

Таблиця 4

Програми для створення віртуальних турів

Програми для створення віртуальних турів	
	OpenSpace3D https://www.openspace3d.com/
	Lapentor https://lapentor.com/
	Marzipano https://www.marzipano.net/
	Panoroo https://panoroo.com/
	TrueVirtualTours https://truevirtualtours.com/

Для перегляду готової роботи використовують спеціальні програми залежно від того, у якому форматі виконані панорами.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке 3D-панорама?
 2. Який вид 3D-панорам більш реалістичний?
 3. У чому різниця між сферичною, циліндричною та площинною 3D-панорамами?
 4. Назвіть переваги сферичної 3D-панорами.
 5. Як відбувається створення 3D-панорами?
 6. Які помилки можуть виникати під час 3D-панорамної зйомки?
 7. Що таке віртуальний тур?
 8. Яка основна мета створення віртуальних турів для освіти?
 9. Що таке віртуальна екскурсія?
 10. Назвіть етапи роботи яких необхідно дотримуватися для створення віртуального туру?
-
-

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ТА РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анненко І. П. Методика використання віртуальних лабораторій та технологій доповненої реальності у навчанні фізики в закладах загальної середньої освіти. Кваліфікаційна робота. 2022. URL : <http://surl.li/qlkrg>.

2. Бондар М. Віртуальні тури та цифрові панорами. Україна майбутнього : матеріали учасників міжнар. наук.-освітнього круглого столу (м. Суми, Україна, 15-17-вересня 2017 р.). С. 95–98. URL : <http://surl.li/odzqq>.

3. Використання засобів доповненої та віртуальної реальностей в навчальному середовищі закладів загальної середньої освіти : метод. рекомендації / С. Г. Литвинова, Н. В. Сороко, Ю. М. Богачков, О. О. Гриб'юк, Н. П. Дементієвська, О. М. Соколюк, О. В. Слободяник, П. С. Ухань / за наук. ред. С. Г. Литвиново. Київ : ІЦО НАПН України, 2022. 74 с.

4. Воронкін О.С. Мобільні додатки доповненої реальності в освітньому процесі. URL : <http://surl.li/qlkrb>.

5. Гончарова Н. Технологія доповненої реальності в підручниках нового покоління. *Проблеми сучасного підручника*. 2019. Вип. 22. С. 46–56. URL: <http://surl.li/qlkqm>.

6. Климнюк В. Є. Віртуальна реальність в освітньому процесі. *Зб. наук. праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2018. № 2. С. 207–212. URL: <http://surl.li/qlkqv>.

7. Литвинова С. Г. Використання віртуальної і доповненої реальності в STEM орієнтованому середовищі: методичні аспекти. URL : <http://surl.li/hfovs>.

8. Литвинова С.Г. Створення цифрового освітнього контенту з доповненою реальністю: сервіс Blippbuilder: посібник. Київ: ІЦО НАПН України, 2022. 96 с. URL : <http://surl.li/ktruf>.

9. Литвинова С. Г. Технології доповненої реальності в освітньому контенті. *Імерсивні технології в освіті*: зб. матеріалів І Наук.-практ. конф. з міжнар. участю / упоряд.: Н.В.Сороко, О.П. Пінчук, С.Г. Литвинова. Київ : ІТЗН НАПН України, 2021. С. 105–109. URL: <http://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/728532>.

10. Литвинова С. Г., Буров О. Ю. Семеріков С. О. Концептуальні підходи до використання засобів доповненої реальності в освітньому процесі. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми* : зб. наук. праць. Вінниця : ТОВ «Друк плюс», 2020. Вип. 55. С. 46–62. URL : <http://surl.li/qlkqc>.

11. Мацокін Д. В., Пахомова І. М. Платформи й мобільні додатки для створення та використання контенту із технологією доповненої реальності в освітньому процесі. *Проблеми сучасної освіти*. 2020. № 11. С. 153–160. URL : <https://periodicals.karazin.ua/issuesedu/article/view/17672>.

12. Мацокін Д. В., Пахомова І. М. Використання технологій доповненої реальності при викладанні фізики. *Проблеми сучасної освіти*. 2019. С. 151–154.

13. Мацокін Д. В., Пахомова І. М. Доповнена реальність в освітньому процесі у позашкільний час за темою «Винаходи Леонардо». *Електронні інформаційні ресурси: створення, використання, доступ*. 2018. С. 127–132.

14. Модло Є. О., Єчкало Ю. В., Семеріков С. О., Ткачук В. В. Використання технології доповненої реальності у мобільно орієнтованому середовищі навчання ВНЗ. *Наукові записки*. 2017. № 11 (1). Кропивницький. Україна. С. 93–100.

15. Пінчук О., Лупаренко Л. Дидактичний потенціал використання цифрового контенту з доповненою реальністю. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems*. 2022. Вип. 63. С. 39–57.

URL : <http://surl.li/qlkpi>.

16. Поясок Т. Б., Беспарточна О. І., Ченчева О. О., Ченчевой В. В. Використання додатку доповненої реальності Vliprag у процесі комбінованого навчання студентів технічних спеціальностей. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2022. Том 87. № 1. С. 111–123.

17. Скасків Г. М., Голдис В. М. Технології проектування віртуальних турів та віртуальних екскурсій. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи*, 12–13 листопада 2020. № 6. С. 49–51. URL : <http://surl.li/qlkrx>.

18. Слободяник О. В. Доповнена реальність в позаурочній роботі (підготовчий етап). *Імерсивні технології в освіті*. 2022. С. 152–157.

19. Слободяник О. В. Особливості роботи гуртка “Створення доповненої реальності” у дистанційному форматі. *Фізико-математична освіта*. 2023. № 38(1). С. 60–65. URL : <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-009>.

20. Слупська Я. О., Шкуренко О. В. Застосування віртуальної реальності (VR) у освіті. *Молодий вчений*. 2022. № 9(109). С. 82–88.

21. Соколюк О. М., Слободяник О. В. Застосування технології доповненої реальності у процесі навчання фізики. *Теорія і практика цифрового навчання в сучасних закладах освіти*. 2022. URL : <http://surl.li/qlkou>.

22. Сороко Н., Ткаченко В. Моделі взаємодії учасників освітнього середовища з використанням засобів доповненої та віртуальної реальностей у закладі загальної освіти. *Фізико-математична освіта*. 2023. № 38(3). С. 63–72. URL : <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-3-009>.

23. Тарангул Л., Ромаюк С. Використання технології доповненої реальності в освітньому процесі закладів вищої освіти. *Проблеми освіти*. 2022. Вип. 1(96). С. 187–204.

24. Філософія: словник термінів та персоналій / В. С. Бліхар,

М. А. Козловець, Л. В. Горохова, В. В. Федоренко, В. О. Федоренко. Київ : КВІЦ, 2020. С. 58.

25. Хміль Н. А., Галицька-Дідух Т. В., Цяньці В. Використання віртуальної та доповненої реальності в українській освіті. *Академічні візії*. 2023. № 22. URL : <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/505>.

ДОДАТКИ

Додаток А

Фрагмент силябусу освітнього компонента «Використання технологій віртуальної та доповненої реальності в освітньому процесі»

СХЕМА КУРСУ

	Тема	Форма навчального заняття	Рекомендована література	Завдання для самостійної роботи	Кількість балів
Змістовий модуль 1. Технологія доповненої реальності в освітньому процесі					
1.	Тема 1. Загальна характеристика технології доповненої реальності Основні поняття та характеристики доповненої реальності (AR). Маркерна та безмаркерна AR. Пристрої, що реалізують AR. Платформи для створення AR-застосунків <i>СП1. Історія розвитку AR. Застосування AR в різних галузях</i>	лекція 2 год. сам. роб. 6 год.	[3; 4; 5; 9; 10; 13; 18; 19]	1. Скласти інтелект-карту «Сфери використання доповненої реальності» 2. Скласти таблицю «Перспективи розвитку AR в різних сферах» 3. Створити інфографіку «Історія розвитку AR»	сам. роб. 2 б.
2.	Тема 2. Використання доповненої реальності в освітньому процесі Педагогічний потенціал технології доповненої реальності. Освітні мобільні додатки з підтримкою AR-технології. AR-технології в освітньому контенті. Методичні рекомендації щодо використання AR в освітньому середовищі. <i>СП2. Мобільні додатки доповненої реальності для STEM-проектів</i>	лекція 2 год. сам. роб. 6 год.	[2; 5; 8; 12; 13; 15; 17; 19]	1. Використовуючи пошукові ресурси мережі Інтернет, знайти приклади мобільних додатків доповненої реальності для STEM-проектів. Результати оформити у вигляді спільної таблиці або спільної онлайн дошки	сам. роб. 2 б.
3.	Тема 3. Створення цифрового освітнього контенту із використанням технології AR Технічні аспекти створення та реалізації освітнього AR-контенту: створення та зчитування QR-кодів, реєстрація на веб-платформах, встановлення додатків доповненої реальності, використання 3D-моделей з порталу	практ. зан. 10 год. сам. роб. 30 год.	[2; 5; 8]	1. Використовуючи інтерактивну дошку Lino It підготуйте огляд Інтернет-ресурсів для генерації QR-кодів (не менше 6-ти) за наступними вимогами: 1) Назва програми; 2) Посилання на сайт програми 3) Ціна; 4) Функціональні можливості; 5) Скріншот середовища	практ. зан. 5*8б.=40 б. сам. роб. 6 б

<p>Sketchfab. Платформа для створення AR-додатків Vuforia: встановлення та налаштування.</p> <p><i>ПП1. QR-коди в освітньому процесі</i> <i>ПП2. Створення навчального AR контенту за допомогою сервісу Blippbuilder</i> <i>ПП3. Створення навчального AR контенту за допомогою сервісів MyWebAR, PlugXR та The RoAR</i> <i>ПП4. Розробка ефектів доповненої реальності у Spark AR Studio</i> <i>ПП5. Плагін Vuforia. Створення бази даних маркерів</i></p> <p><i>СП3. QR-коди в освітньому процесі</i> <i>СП4. Можливості сервісів Blippbuilder, MyWebAR, PlugXR та The RoAR для створення освітнього AR-контенту</i> <i>СП5. Планування освітніх AR проєктів для реалізації сервісами Blippbuilder, MyWebAR, PlugXR та The RoAR: етапи та цілі</i> <i>СП6. Створити базу даних маркерів системою Vuforia для подальшого їх використання в освітніх AR проєктах</i></p>			<p>2. Дослідити можливості сервісів Blippbuilder, MyWebAR, PlugXR та The RoAR для створення освітнього AR-контенту. Скласти порівняльну таблицю. Критерії розробити самостійно.</p> <p>3. Під час опанування сервісів Blippbuilder, MyWebAR, PlugXR та The RoAR запропонувати план створення освітнього AR контенту для використання в освітньому процесі - визначити етапи та цілі. Результати оформити у вигляді текстового документа.</p> <p>4. Розробити таргет і відправити його до цільового диспетчера Vuforia</p>	
Змістовий модуль 2. 3D-моделювання для створення освітнього AR-проєкта				
<p>4 Тема 4. Основні поняття 3D-графіки. Принципи створення 3D-моделей. Моделювання простих об'єктів у Tinkercad Короткі відомості про тривимірну графіку. 3D-моделювання. 3D-простр. Програмне забезпечення для моделювання. Веб-ресурс Tinkercad. Реєстрація та основні можливості. Початкові налаштування профілю. Типи файлів експорту Tinkercad.</p> <p><i>СП7. Дослідити інтерфейс Tinkercad</i> <i>СП8. Дослідити онлайн середовище SculptGL для створення 3D-моделей</i></p>	<p>практ. зан. 2 год.</p> <p>сам. роб. 8 год.</p>	[11]	<p>1. Підготувати презентацію з алгоритмом роботи в Tinkercad</p> <p>2. Протестувати онлайн середовище SculptGL. Створити 3D-модель засобами SculptGL.</p>	<p>практ. зан. 5 б.</p> <p>сам. роб. 2 б.</p>

5	<p>Тема 5. Створення 3D-моделей-маркерів доповненої реальності в Tinkercad</p> <p>Створення нових проєктів. Робота з основними формами. Налаштування розмірів. Заливка. Дублювання об'єктів</p> <p><i>CP9. Дослідити конвертори 3D-об'єктів з OBJ на FBX</i></p>	<p>практ. зан. 2 год.</p> <p>сам. роб. 6 год.</p>	[11]	<p>1. Підготувати презентацію з алгоритмом конвертації 3D-об'єктів з OBJ на FBX. Конвертор обрати самостійно.</p>	<p>практ. зан. 6 б.</p> <p>сам. роб. 2 б.</p>
6	<p>Тема 6. Створення власної 3D-моделі та використання її для створення освітнього AR-проєкта</p> <p>Створення нового проєкту. Конвертація 3D-об'єкту з OBJ на FBX. Створення AR-проєкта із використання власної 3D-моделі</p> <p><i>CP11. Створення ескізу 3D-моделі для власного освітнього AR-проєкта.</i></p>	<p>практ. зан. 2 год.</p> <p>сам. роб. 10 год.</p>	[11]	<p>1. Створити ескіз 3D-моделі для власного освітнього AR-проєкта</p>	<p>практ. зан. 6 б.</p> <p>сам. роб. 2 б.</p>
Змістовий модуль 3. Технологія віртуальної реальності в освітньому процесі					
7.	<p>Тема 7. Віртуальна реальність: властивості, види, застосування в освітньому процесі</p> <p>Основні поняття та характеристики віртуальної реальності. Порівняння віртуальної та доповненої реальності. Змішана реальність. Особливості застосування технології віртуальної реальності в освітньому процесі. Вплив віртуальної реальності на психічне та фізичне здоров'я людини.</p> <p><i>CP12. Дослідити ризики застосування VR/AR/MR в освіті</i></p>	<p>лекція 2 год.</p> <p>сам. роб. 4 год.</p>	[16; 17; 18]	<p>1. Підготувати презентацію в якій відобразити ризики застосування VR/AR/MR в освіті</p>	<p>сам. роб. 2 б.</p>
8.	<p>Тема 8. 3D-панорама та віртуальний тур. Технологія їх створення</p> <p>3D-панорама. Види. Історія появи та розвиток технологій. Створення 3D-панорами. Віртуальний тур. Створення віртуального туру.</p> <p><i>CP13. Дослідити програмне забезпечення для створення тривимірних панорам та віртуальних турів</i></p>	<p>лекція 2 год.</p> <p>сам. роб. 4 год</p>	[1; 14]	<p>1. Підготувати порівняльну таблицю в якій необхідно відобразити порівняння та аналіз програмного забезпечення для створення тривимірних панорам та віртуальних турів за такими критеріями: обсяг, особливості, інтерфейс між користувачем, формат збереження</p>	<p>сам. роб. 2 б.</p>

9.	<p>Тема 9. Створення навчального контенту (VR проєктів) на базі Інтернет-технологій</p> <p><i>ПР9. Створення 3D панорами.</i></p> <p><i>ПР10-11. Проєкт розробки віртуального освітнього туру</i></p> <p><i>СР14. Створення відеопанорами</i></p>	<p>практ. зан. 6 год.</p> <p>сам. роб. 16 год.</p>	<p>[1; 14]</p>	<p>1. Використовуючи програму Image Composite Editor, створити відеопанораму «Мій заклад освіти».</p> <p>2. Протестувати програму TrueVirtualTours (або іншу) для створення 3D-турів. Створити свій 3D освітній тур. Алгоритм створення представте в презентації</p>	<p>практ. зан. 3*76.=21 б.</p> <p>сам. роб. 2 б.</p>
----	--	--	----------------	--	--

**QR-коди веб-адрес стартових сторінок платформ
для створення доповненої реальності
без використання програмного коду**

Назва платформи створення AR без використання програмного коду	QR-код веб-адреси стартової сторінки платформи
<p>myWebAR (https://mywebar.com/)</p>	
<p>PlugXR (https://creator.plugxr.com/home)</p>	
<p>Blippbuilder (https://accounts.blippar.com/)</p>	

Назва платформи створення AR без використання програмного коду	QR-код веб-адреси стартової сторінки платформи
<p data-bbox="325 510 600 591">The RoAR (<a data-bbox="325 551 600 591" href="https://theroar.io/">https://theroar.io/)</p>	

ГЛОСАРІЙ

Віртуальна екскурсія – це організаційна форма навчання, яка відрізняється від реальної екскурсії віртуальним відображенням реально існуючих об'єктів (музеї, парки, вулиці міст, тощо) з метою створення умов для самостійного спостереження, збору необхідних фактів.

Віртуальна реальність – квазіреальність, що вигадана, створена грою уяви, або штучно зімітована за допомогою новітніх інформаційних технологій.

Віртуальна реальність (VR, virtual reality, VR, штучна реальність) – це технологія, яка дозволяє створювати за допомогою технічних засобів віртуальні світи та ефекти тривимірного середовища, в якому користувач взаємодіє з віртуальними об'єктами, при відчутті тривимірної присутності.

Віртуальний світ – штучно створене інтерактивне середовище, зімітоване засобами комп'ютерних технологій (і орієнтоване на споживача), яке породжує ілюзію суб'єктивної присутності, зануреності.

Віртуальний тур (3D-тур, 360° тур, панорамний тур) — це інтерактивний віртуальний проєкт, презентація з ефектом присутності, створена на основі 3D панорам або 3D-візуалізації.

Віртуальність – характеристика зімітованої реальності, а також світосприйняття суб'єкта: стан, в якому суб'єкт втрачає розбіжність між реальним і нереальним, сконструйованим, симульованим.

Доповнена реальність – технологія інтерактивної комп'ютерної візуалізації, яка дозволяє користувачам бачити в реальному світі впроваджені віртуальні об'єкти і маніпулювати ними в реальному часі за допомогою, наприклад, використання мобільного пристрою, додатків та браузерів доповненої реальності.

Доповнена реальність (augmented reality, AR, доповнена реальність) – результат введення в поле сприйняття будь-яких сенсорних даних з метою доповнення відомостей про оточення і поліпшення сприйняття інформації.

Змішана реальність – реальні об'єкти додані в віртуальний світ, або віртуальні об'єкти, додані в реальний світ, або просто віртуальні об'єкти в віртуальному світі.

Контент (content англ.) – це вміст, інформаційне наповнення, інформаційні ресурси, змістова частина даних. Може містити текст, зображення, відео, звук та ін.

Панорамне фото – це формат фото, зібраного з декількох фотографій, знятих з різних кутів.

3D-панорама (панорама 360°) – це інтерактивне зображення, що дозволяє продемонструвати навколишній простір навколо певної точки зйомки з усіх боків. Це зображення пристосоване для перегляду на моніторі комп'ютера.

Навчальне видання

Укладачі:

**ХМІЛЬ Наталія Анатоліївна
КИСЕЛЬОВА Олеся Борисівна**

**Використання технології віртуальної та доповненої реальності
в освітньому процесі**

Курс лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
за освітньо-професійною програмою «Середня освіта (Інформатика)»

Редактор: *Хміль Н.А., Кисельова О.Б.*

Комп'ютерний набір і верстка: *Хміль Н.А., Кисельова О.Б.*

За достовірність викладеного матеріалу відповідають укладачі