

Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка

Фізико-математичний факультет

Кафедра інформатики

УДК 378.016:51:004

Бодарєва Єлизавета Олександрівна

**ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ
НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ**

Галузь знань: 01 Освіта

Спеціальність 014 Середня освіта (Інформатика)

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього рівня «Магістр»

Науковий керівник:

_____ А.О. Юрченко,
кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри інформатики

Виконавець:

_____ Є.О. Бодарєва

Суми – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП	3
Розділ 1. ТЕОРЕТИЧНИЙ АСПЕКТ ВИКОРИСТАННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ОСВІТІ	6
1.1. Історія розвитку технологій доповненої реальності	6
1.2. Сутність поняття доповнена реальність та її види	16
1.3. Засоби доповненої реальності в освіті	25
Висновки до розділу 1	32
Розділ 2. МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ІНФОРМАТИКИ	33
2.1. Застосування засобів доповненої реальності на уроках інформатики	33
2.2. Розробка додатків з доповненою реальністю для навчання	40
2.3. Оцінка ефективності використання технологій доповненої реальності	47
Висновки до розділу 2	53
ВИСНОВКИ	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	57
ДОДАТКИ	69

ВСТУП

Сучасний період розвитку суспільства характеризується великим впливом мобільних та комп'ютерних технологій на людину. Створюється глобальний інформаційний простір, який стає невід'ємною частиною багатьох сфер діяльності. Отже зміни відбуваються і в освітньому процесі школи. Однією з пріоритетних завдань вчителя стає створення інформаційно-освітнього середовища. Вносяться корективи у зміст технологій навчання, які мають бути адекватні сучасним технічним можливостям та повинні сприяти гармонійному входженню дитини до інформаційного суспільства.

Згідно з Н. Гнедько, Н. Гончаровою, Ю. Єчкало, С. Литвиною, Д. Мацокінім, О. Слободяник, Н. Сороко, А. Стрюк, у процесі організації навчальних досліджень суттєвим є використання технології доповненої реальності, завдяки якій підвищується навчальна мотивація, що дозволяє розвивати інформаційно-комунікативну компетентність учнів та вчителів. Дана технологія не тільки дозволяє привернути увагу до предмета, а й наочно показує учням, що неможливо використовувати на уроці у зв'язку з високою вартістю, небезпекою, недоступністю [42].

Доповнену реальність в освіті можна використовувати як яскравий приклад візуалізації, що запам'ятовується при поясненні складних тем. Це допоміжний засіб для максимальної інтерактивності, наочності предмета, глибшого вивчення.

В сучасній освіті використовується велика кількість різноманітних інформаційних технологій, але використання технології доповненої реальності не достатньо розвинена через певні фактори. Тому проблема розгляду та використання доповненої реальності в освіті є актуальною.

Об'єкт дослідження: технологія доповненої реальності в освітньому процесі ЗЗСО.

Предмет дослідження: використання засобів доповненої реальності на уроках інформатики.

Мета дослідження: описати та дослідити поняття технології доповненої

реальності, її засоби та проаналізувати можливості використання в освіті.

Поставлена мета дослідження обумовила вирішення низки завдань:

- 1) на основі аналізу науково-педагогічних джерел розглянути історію виникнення технології доповненої реальності;
- 2) охарактеризувати сутність понять «доповнена реальність», «засоби доповненої реальності»;
- 3) розглянути можливості використання засобів доповненої реальності в освітньому процесі;
- 4) охарактеризувати та описати етапи розробки додатків з доповненою реальністю для навчання та навести приклади таких додатків;
- 5) виявити практичний стан обізнаності учнів та вчителів ЗЗСО м. Суми та м. Охтирка в можливостях використання доповненої реальності для навчання.

Для досягнення мети використано низку **методів** дослідження:

теоретичні – аналіз і узагальнення науково-методичних джерел для обґрунтування актуальності роботи, характеристики доповненої реальності; термінологічний аналіз для уточнення основних понять дослідження;

емпіричні – опитування учнів та працюючих учителів інформатики щодо обізнаності їх в можливості використання засобів доповненої реальності в школах.

Практична значущість дослідження полягає в уточненні реалізації технології доповненої реальності та доповненні можливості її використання в освітньому процесі.

Апробація матеріалів дослідження здійснювалася на наукових заходах різних рівнів, серед яких: Міжнародна наукова конференція «Комплексний підхід до модернізації науки: методи, моделі та мультидисциплінарність» (18 серпня, 2023) [33] та на онлайн-семінарі Лабораторії використання ІТ в освіті (26 вересня 2022 року).

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, двох розділів, загальних висновків та списку використаних джерел.

У першому розділі «Теоретичний аспект використання доповненої реальності в освіті» висвітлено історичні аспекти виникнення технології доповненої реальності, розкрито сутність понять «доповнена реальність» та «засоби доповненої реальності», розглянуто область застосування технологій доповненої реальності в сучасному світі.

У другому розділі «Можливості використання доповненої реальності у процесі навчання інформатики» проведено аналіз можливостей застосування технології доповненої реальності в освітньому процесі, наведено опис етапів розробки мобільних додатків з доповненою реальністю, наведено приклади таких додатків та подано результати опитування учнів та учителів щодо обізнаності в можливості використання технології доповненої реальності в школах.

Загальний обсяг роботи 56 сторінка основного тексту. Список використаних джерел включає 65 одиниць. Робота містить 26 рисунків та 1 таблицю.

Робота буде цікавою працюючим і майбутнім учителям інформатики для впровадження в освітній процес технології доповненої реальності.

Розділ 1.

ТЕОРЕТИЧНИЙ АСПЕКТ ВИКОРИСТАННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ОСВІТІ

1.1. Історія розвитку технологій доповненої реальності

Сучасне суспільство немислимо без існування комп'ютерних технологій, що все глибше проникають у будь-який вид людської діяльності – виховання та освіти, трудову діяльність, відпочинок та розваги. Будь-яка сфера діяльності людини обов'язково пов'язана з використанням інформаційно-комунікаційних мереж та цифрових технологій, розвиток яких зумовлює, у свою чергу, прогресивний рух до появи нових форм комп'ютерних технологій та способів їх застосування. Сфера освіти чуйно реагує на появу нововведень та розглядає їх застосування як пріоритетне.

Технологія доповненої реальності (Augmented Reality, AR) є однією з найцікавіших і перспективних галузей інформаційних технологій, яка надає можливість об'єднувати реальний світ з віртуальним, розширюючи сприйняття оточуючого середовища користувачем. Історія розвитку технологій доповненої реальності свідчить про еволюцію від перших концепцій до сучасних інноваційних рішень.

Батьком AR вважається Мортон Хейліг. Він отримав це звання за дослідження та винаходи, зроблені в 1950-х та 60-х роках. 28 серпня 1962 року він запатентував симулятор Sensorama (рис.1.1). Сам Хейліг ще називав його театром занурення [80].

Перші згадки про технологію доповненої реальності відносяться до початку XX століття. У книзі «The Master Key» Л. Френк Баум знайомить читачів з персонажем, який має унікальну пару очок, завдяки якій він міг бачити на лобі інших персонажів букву, що характеризує їхню особистість [62].

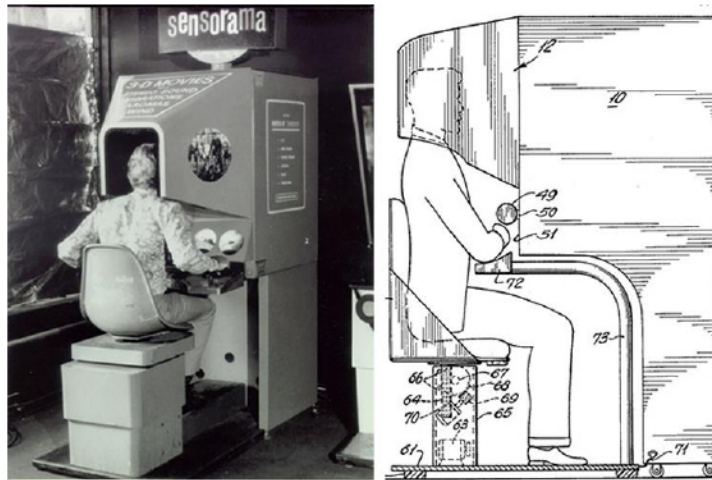


Рис.1.1. Симулятор з доповненою реальністю Sensorama

Однак реальне використання цієї технології датується кінцем 60-х років ХХ-го століття.

В ці роки вперше для потреб військових почали розробляти пристрої, що дають змогу бачити додаткові відомості у полі зору оператора. У цей час також було розпочато розробку навчальних ігор, і в 1965 р. створено першу гру із застосуванням ЕОМ (американською корпорацією «Rand Corporation»). Метою гри було навчання офіцерів американських ВПС із управління постачанням військово-повітряних баз. Гра називалася «Імітація рішень у вищій управлінській ланці» та вирішувала актуальні завдання у технологічному розвитку великих компаній США [56].

Технологія опису реальних та віртуальних об'єктів за допомогою маркерів була впроваджена у 1966 р. Джуном Рекімото та Юджі Аятцука, що дозволило додати віртуальні речі у реальний світ, просто переносячи мітки.

В 1968 році комп'ютерний фахівець та професор Гарварда Айван Сазерленд зі своїм студентом Бобом Спрауллом розробили першу в історії систему віртуальної і доповненої реальності під назвою «Дамоклов меч», – щось схоже на окуляри [59]. Окуляри були настільки важкими, що їх довелося кріпити до стелі (рис.1.2). На стереоскопічному дисплеї, розміщеному в окулярах, трансливалася просте зображення з комп'ютера. Перспектива

спостереження об'єктами змінювалася залежно від рухів голови користувача, тому знадобився механізм, що дозволяє відстежувати напрям погляду.

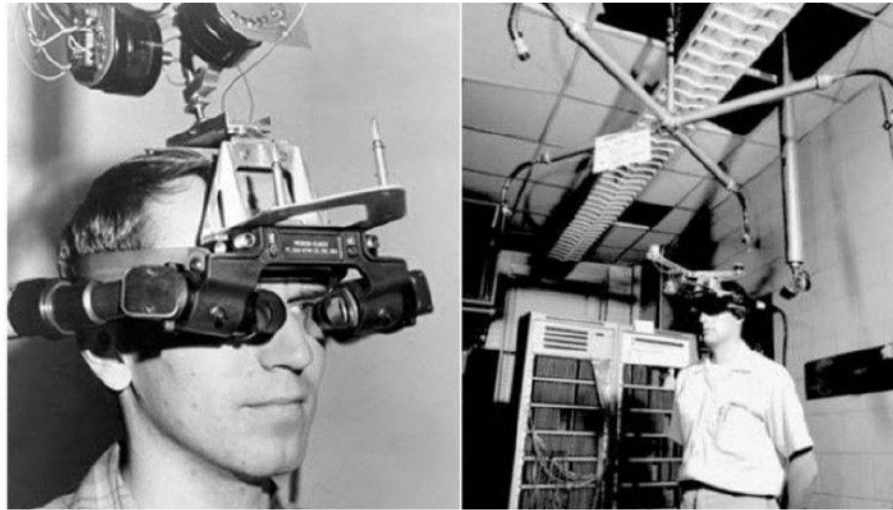


Рис.1.2. Окуляри доповненої реальності «Дамоклов меч»

У 1974 р. Майрон Крюгер створив лабораторію штучної реальності Videoplace. Її основною ідеєю було порятунок користувачів від спеціальних шоломів, окулярів та інших пристроїв, що дозволяють взаємодіяти з віртуальною реальністю [45]. У Videoplace використовувалися проєктори, відеокамери та інше обладнання. Люди, перебуваючи у різних кімнатах, могли взаємодіяти один з одним. Їхні рухи записувалися на відео, аналізувалися і переводилися в силуети штучної реальності (рис.1.3).



Рис.1.3. Лабораторія штучної реальності Videoplace

У 1978 році Стів Манн випустив перший пристрій з доповненою реальністю під назвою «Eyetar». Eyetar представляв системний блок, встановлений у рюкзаку, та дисплей – видошукач з камери, прикріпленої до шолома. Система записувала сцену, одержану з камери, а потім накладала на неї створені комп'ютером елементи [9].

Військова та авіаційна промисловість завжди визнавала потенціал AR у галузі навчання та ситуаційної обізнаності. У 1980-х роках ВПС США використовували Heads-Up Displays (HUD) для накладання критичних даних про політ на лобове скло літака, що підвищувало здатність пілотів обробляти інформацію під час польоту [4]. Це була переважно текстова інформація, і в повному розумінні назвати доповненою реальністю її було не можна – вона не поєднувала реальний та віртуальний світ.

Саме в дослідницькій лабораторії ВПС США (Armstrong Labs) було доопрацьовано платформу Virtual Fixtures — першу у світі систему доповненої реальності з ефектом занурення. Її автором став Луїс Розенберг [8].

Перше масове використання доповненої реальності стало можливим завдяки Дену Рейтону, який у 1982-му році використав радар та камери у космосі для того, щоб показати рух повітряних мас, циклонів та вітрів у телепрогнозах погоди (рис.1.4) [4]. Там AR досі використовується таким чином.

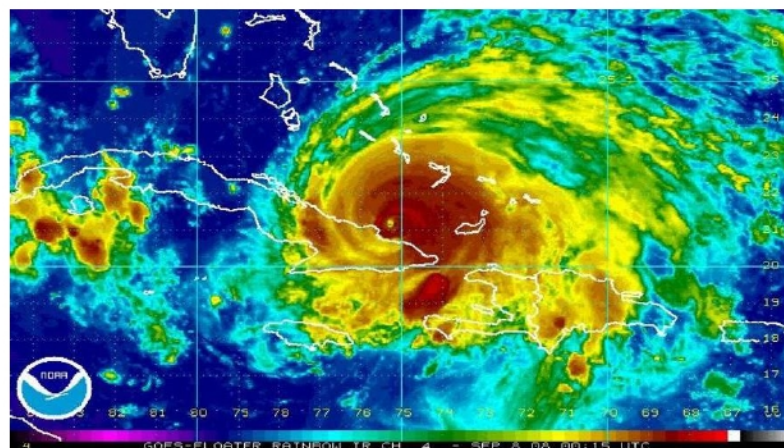


Рис. 1.4. AR-прогноз погоди

На початку 1990 року Том Коделл сформулював термін «доповнена реальність». З цього періоду прогрес у сфері доповненої реальності прискорився. Перед ним та його колегою поставили завдання: знизити витрати на дорогі діаграми, які використовували для розмітки заводських зон зі збирання літаків Boeing. І рішенням стала заміна фанерних знаків із позначками на спеціальні шоломи, які відображали інформацію для інженерів, що дозволило не переписувати позначення щоразу вручну, а просто змінювати їх у комп'ютерній програмі [24].

У 1993-му році в університеті штату Колумбія Стів Файнер представив систему KARMA (Knowledge-based Augmented Reality for Maintenance Assistance, перекладається приблизно як «Інтерактивний помічник з обслуговування»), що дозволяла через шолом віртуальної реальності побачити інтерактивну інструкцію з обслуговування [13].

95-го Джун Рекімото зібрав Navisam – прототип мобільного пристрою доповненої реальності, який зараз знають користувачі смартфонів. Navisam – переносний дисплей із закріпленою на звороті камерою, чий відеопотік оброблявся комп'ютером і при виявленні кольорової мітки виводив на екран інформацію про об'єкт.

У 96-му році Джуном Рекімото та Юджі Аяццука був розроблений Матричний Метод (або КіберКод). Він описує реальні та віртуальні об'єкти за допомогою плоских міток на кшталт QR-кодів. Це дозволяло вписувати віртуальні речі у реальний світ, просто переносячи мітки. Наприклад, покласти на підлогу листок із кодом, навести на кімнату камерою — і ось у кімнаті стоїть динозавр [25].

У 1997 році Рональд Азума, відомий дослідник у галузі доповненої реальності з HRL Laboratories оприлюднив знатну оглядову статтю під назвою "A Survey of Augmented Reality", в якій одним з перших у доступній формі виклав основні проблеми та потенціали, пов'язані з введенням розглянутої технології. Найбільш успішні проекти, що спеціалізуються на технології

«Доповнена реальність», локалізуються в Японії – це Mixed Reality Systems Lab, а також у Німеччині – Arvika [23].

Рональд Азума визначив AR як систему, в якій:

- Поєднується віртуальна та реальна дійсності;
- Процес взаємодії здійснюється у режимі online (реальний час);
- Працює з тривимірною комп'ютерною графікою [23]

У 1998-му році Національна Футбольна Ліга вперше використала доповнену реальність, розроблену компанією Sport Vision, у прямій трансляції спортивних ігор. Під час матчів на картинку з камери, що оглядово показує ігрове поле, додавалися технічні лінії та інформацію про рахунок.

А у 1999-му NASA застосувала систему доповненої реальності в панелі приладів космічного апарату Ікс-38, який навчився відображати об'єкти на Землі незалежно від погодних умов і реальної видимості [5].

На початку 2000-х ряд компаній почав розробляти та випускати мобільні AR-додатки. Ці програми дозволяли користувачам використовувати камери своїх телефонів для відображення віртуальних об'єктів та інформації на екранах. Це був перший випадок, коли технологія доповненої реальності стала доступною широкому загалу.

У 2000 році було запущено ARToolkit, першу у світі бібліотеку програмного забезпечення з відкритим вихідним кодом для створення додатків доповненої реальності [40].

Узагальнення усіх важливих дат розвитку технології доповненої реальності цих часів можна розмістити у табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Хронологічна таблиця розвитку доповненої реальності

<i>Назва прототипа AR</i>	<i>Рік створення</i>	<i>Автор</i>	<i>Елементи</i>
Sensorama	1962	Мортон Хейлинг	Візуальні образи, доповнені рухом повітря і вібрацією

<i>Назва прототипа AR</i>	<i>Рік створення</i>	<i>Автор</i>	<i>Елементи</i>
«Дамоклов Меч»	1968	Айван Сазерланд, Боб Спраулл	Важкі окуляри зі стереоскопічним дисплеєм, комп'ютер, механізм для відстежування напряму руху
Videoplace	1974	Майрон Крюгер	Проектои, відеокамери, декілька кімнат
EyeTap	1978	Стів Манн	Камера і дисплей, який доповнює середовище в режимі онлайн
AR-прогноз погоди	1982	Ден Рейтон	Радар і камери у космосі, що фіксують рух повітряних мас і циклонів
KARMA	1993	Стів Файнер	Шлем віртуальної реальності з показом інтерактивної інструкції по обслуговуванню принтера
Navicam	1995	Джун Рекімото	Прототип мобільного пристрою доповненої реальності
Матричний метод (КіберКод)	1996	Джун Рекімото, Южді Аятцука	Камера і плоскі мітки подібні QR-кодам
AR в НФЛ	1998	Sport Vision	Камера, на зображенні якої розміщуються технічні вказівки

<i>Назва прототипа AR</i>	<i>Рік створення</i>	<i>Автор</i>	<i>Елементи</i>
Панель приборів космічного апарата Ікс-38	1999	NASA	Панель приборів космічного апарата + AR-технології
ARToolKit	2000	Хіроказу Като	Система розпізнавання положення і орієнтацію камери в реальному часі

До 2005 року почали розповсюджуватися смартфони, а разом з ними і AR-технології для мобільних пристроїв. З'явилися перші ігри з Augmented Reality [49].

У 2009 році був запуск набір інструментів доповненої реальності Flash (FLARToolKit), бібліотека доповненої реальності, що найбільш широко використовується на основі Flash [37].

У 2010 р. журнал «Time» включив доповнену реальність до списку технологій майбутнього, внаслідок чого великі корпорації почали масово впроваджувати технологію у своїх цілях, проте всі вони поки що досить дорогі, через що поширення технології відбувається повільно. Внаслідок цього навчальні механізми та технології ще недосконалі, але необхідно їх адаптувати до навчального процесу та почати широко застосовувати в освітньому процесі [49].

У 2014 році світ побачив окуляри Google Glass, а через рік – шолом HoloLens від Microsoft.

У 2017 році Google запусив ARCore – комплект для розробки програм доповненої реальності для операційної системи Android, а Apple запустила аналогічний продукт ARKit для операційної системи iOS [56].

Розвиток технологій доповненої реальності можна розглядати з позиції чотирьох періодів (рис. 1.5).



Рис. 1.5. Періодизація історії розвитку доповненої реальності

Попередні кроки до AR (1960-1980). Перші кроки у напрямку AR можна відслідковувати в середині XX-го століття, коли науковці експериментували з візуальними проєкціями, а також створенням віртуальних об'єктів у реальному світі. Однак справжній розцвіт доповненої реальності прийшов у 1990-2000-х роках.

Комп'ютеризовані графічні системи (1990-2000). Перший реально великий крок у розвитку AR став можливим завдяки зростанню обчислювальної потужності комп'ютерів та появі потужних графічних карт. Програмісти розпочали створювати додатки, що використовували камери для розпізнавання реальних об'єктів і додавали до них віртуальні елементи.

Розвиток смартфонів та AR (2010-2020). З появою смартфонів, оснащених камерами, датчиками руху і великими дисплеями, AR став більш доступним для широкого загалу користувачів. Популярні додатки та ігри, які дозволяють додавати віртуальні об'єкти до реального світу, зробили технологію доповненої реальності відомою і популярною.

Сучасний стан і майбутнє (з 2020 року). Сьогодні технологія AR вже використовується в різних галузях, від ігор та розваг до медицини та промисловості. Сучасні AR-системи використовують нейромережі та штучний інтелект для кращої ідентифікації та інтеграції віртуальних об'єктів у реальне середовище.

На даний момент додатки доповненої реальності переходять із статусу лабораторних досліджень до додатків реального часу в різних сферах людського життя.

Використання технології доповненої реальності освіти залишається мало вивченим питанням. Причиною цього є кілька факторів:

- не бажання використовувати малодосліджену технологію,
- складність у розробці методичних матеріалів,
- необхідність використання додаткових технічних засобів для запуску додатків доповненої реальності [35].

За останні роки розвитку AR технологій, також з'явилися спроби інтеграції доповненої реальності з віртуальною реальністю (VR), створюючи так званий "змішаний" або "розширений" реальність. Це відкриває нові можливості для навчання, розваг, медицини та інших сфер.

Період пандемії позитивно вплинув на розвиток деяких напрямів ІТ, наприклад, стимулював активний розвиток доповненої реальності як засобу, що застосовується при організації дистанційної роботи, при віддаленому навчанні робочих процесів та наданні допомоги в роботі співробітників. Таким чином, ринковий потенціал технології доповненої реальності дуже значний. За даними експертів ABI Research, до 2025 р. сукупний обсяг ринку доповненої реальності перевищить \$140 млрд. Такі висновки вони зробили на основі аналізу ринку доповненої та змішаної реальності. Лідерами ринку на сьогоднішній день є Apple, Google, Facebook, PTC, Atheer, Microsoft, Lenovo, Teamviewer. Технологічні гіганти, залучені до AR, мають намір удосконалити апаратне забезпечення зазначеної технології протягом найближчих 2–3 років, що зрештою призведе до переорієнтування ринку доповненої реальності від підприємства до споживача. Зростання числа та якості моделей AR-обладнання та контенту в найближчі п'ять років буде підтримувати цю тенденцію [3; 14].

Усе більше компаній вкладає ресурси в розвиток AR технологій, спрогнозовуючи їхнє велике значення в майбутньому. Додатки AR вже стають невід'ємною частиною нашого повсякденного життя, а подальший розвиток цієї галузі обіцяє нам ще більше захопливих можливостей.

Сьогодні технологія доповненої реальності стала невід'ємною частиною повсякденного життя багатьох людей. Від відеоігор до покупок AR використовується в різних додатках. А з появою технології 5G AR стане ще більш скрізь. Оскільки технологія продовжує розвиватись, невідомо, що принесе майбутнє AR.

1.2. Сутність поняття доповнена реальність та її види

Технологія доповненої реальності (AR, англ. augmented reality) є суттєвим проривом у способі подачі та сприйняття освітнього матеріалу. Методологічною основою AR є розвиток віртуальної реальності (VR, англ. Virtual reality), тобто. цифрового імітованого середовища.

Сучасна AR, являє собою поєднання інформації про реальний та віртуальний світ, «вмонтоване» в єдине поле сприйняття. У термінах даного розгляду можна зазначити, що з допомогою одночасного на всі рецептори людини AR як пропонує розширений обсяг інформації, а й збільшує пропускну спроможність інформаційних каналів студента, інтенсифікуючи процес формування знань.

Доповнена реальність або Augmented Reality (AR) стала ключем до нових форм розваг, інструментом маркетологів та способом навчання. Розквіт AR припав на останнє десятиліття, хоча історія розвитку ефекту налічує вже понад півстоліття.

Доповнена реальність – це коли комп'ютерні можливості використовуються для розширення та доповнення фізичного світу графічними об'єктами, 3D-анімацією, звуками. Комп'ютер в режимі реального часу накладає зображення навколишнього простору на екрані різних пристроїв додаткові шари з віртуальними об'єктами [76].

Доповнена реальність (Augmented Reality, AR) – це технологічний підхід, який поєднує реальний світ і віртуальну реальність, надаючи користувачеві можливість сприймати реальний оточуючий світ, доповнюючи його інтерактивними, комп'ютерними об'єктами та інформацією. Сутність доповненої реальності полягає у створенні об'єктів або інформаційних шарів, які взаємодіють із реальним середовищем користувача, розширюючи його сприйняття світу [66].

Доповнена реальність – це нова 3D-технологія, яка поєднує фізичний та цифровий світ у реальному часі [72]. Дана технологія може бути хорошим практичним розширенням підручників і зошитів з вправами, оскільки з її допомогою даються віртуальні знання про досвід для кращого розуміння моделі в контексті навчання [72].

Під терміном «доповнена реальність» мається на увазі середовище із доповненням реального фізичного світу цифровими даними як реального часу. Тобто, це системи, у яких навколишня реальність доповнюється віртуальними об'єктами, у ролі яких можуть виступати тексти, фотографії, графічні об'єкти форматі 3D, звуки, відео, посилання на сайти тощо [50]. Причому ці об'єкти можуть бути не лише спостережуваними, а й інтерактивними – такими, що реагують на дії спостерігача. Доповнена реальність є основою нового інтерфейсу для звернення до інформації та переходу взаємодії з нею на новий інтерактивний рівень. Іноді як синонім використовують термін «розширена реальність».

Слід одразу визначитися з різницею між терміном «доповнена» та «віртуальна» реальність. Якщо віртуальна реальність – термін, який активно використовується у сучасному інформаційному просторі – це повністю штучний, створений цифровими технологіями світ, то доповнена реальність – це впровадження синтезованих цифрових технологій об'єктів у контент реального фізичного оточення в реальному часі [78].

Можна сказати, що технологія доповненої реальності полягає у накладенні цифрового контенту у середовище користувача. Цифровий контент

обробляється, щоб зробити його максимально невідмінним від реального середовища та представляється в режимі реального часу. Наступна ілюстрація (рис. 1.6) схематично показує, як створюється ефект доповненої реальності.

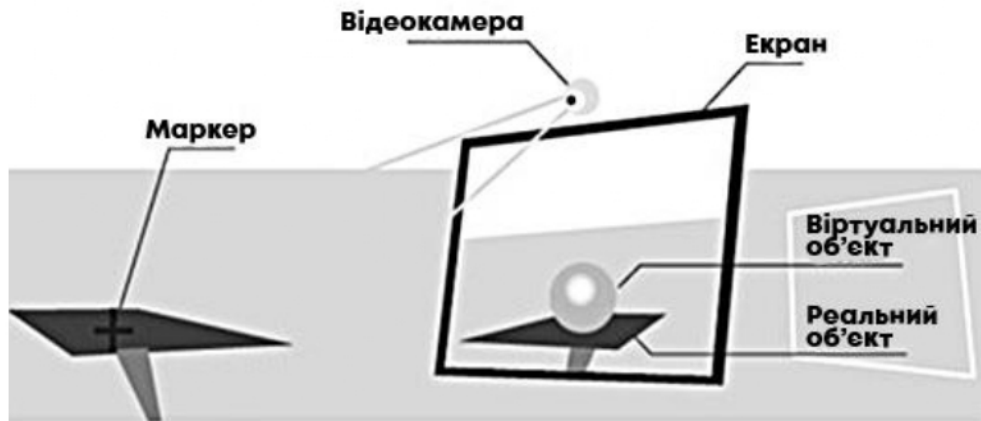


Рис. 1.6. Створення ефекту доповненої реальності

Як видно з наведеної ілюстрації для створення ефекту доповненої реальності, потрібно чотири основні складові: веб-камера, комп'ютер (планшет або смартфон із вбудованою веб-камерою), маркер і відповідна програма. Маркер (або мітка) є висококонтрастним (як правило, чорно-білим) зображенням геометричних фігур і служить для полегшення процедури розпізнавання. Неодмінною умовою для того, щоб зображення стало маркером, є наявність у базі даних програми, яка реалізує виведення на екран віртуального об'єкта. Спостерігаючи за допомогою камери за переміщеннями маркера у просторі, програма доповнює контент віртуальним об'єктом та реалізує його переміщення та повороти.

Принцип роботи технології, загалом, можна описати у наступному (рис.1.7).

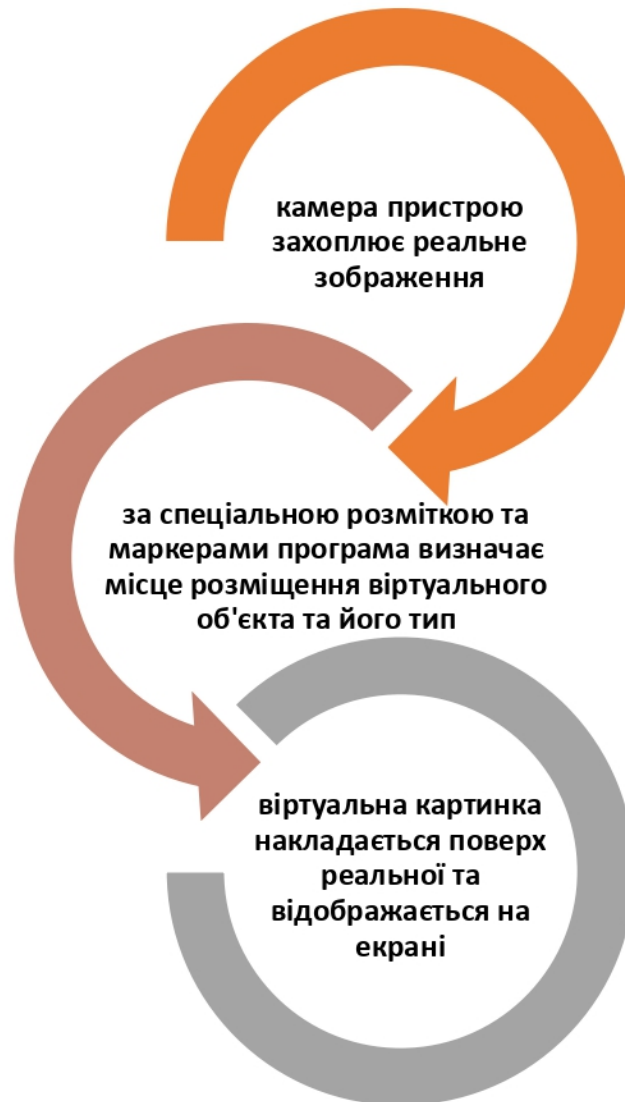


Рис.1.7. Принцип роботи технології доповненої реальності

Система доповненої реальності (AR) створює ефект занурення двома способами накладання об'єктів:

- конструктивним, коли елементи вбудовуються в навколишній простір;
- деструктивним, при якому природне середовище маскується предметами, що накладаються, і образами [38].

В рамках використання AR (через мобільний пристрій) необхідне виконання таких вимог:

- Режим AR повинен мати можливість відключення, з можливістю переведення у звичайний режим роботи, де навколишній простір замінюється на будь-яке «порожнє» тло або статичну 3D-сцену, а контент позиціонується так, щоб його зручніше можна було переглядати з пристрою.

- Текст повинен виводитися на підкладці, що забезпечує його контрастний та зручний для читання висновок. Довгий текст повинен мати можливість прокручування.

- Фотогалерея повинна виводитися на підкладці, яка забезпечує зручний для її перегляду висновок і мати елементи переходу до наступного/попереднього фото.

- Аудіозапис повинен відтворюватися через аудіосистему пристрою та візуально має відображатися панель керування відтворенням з можливістю паузи/відновлення програвання аудіо, а також переходу до довільного місця запису.

- Відеозапис повинен відтворюватися зі звуком (за його наявності) на підкладці, що забезпечує його зручний для перегляду висновок і мати панель керування відтворенням з можливістю паузи/відновлення відео, а також переходу до довільного місця запису.

- 3D-сцена спочатку готується виконавцем для коректного відображення у режимі може мати свої індивідуальні органи управління залежно від сценарію.

Вимоги до умов перегляду AR багато в чому подібні до умов формування VR, в тому

- Контент, що виводиться, повинен бути органічно «обрамлений» заднім фоном та іншими об'єктами другого плану, щоб природно виглядати в умовах 360-градусного огляду.

- Програма для відтворення презентацій повинна враховувати орієнтацію як самого VR-шолома, так і додаткових контролерів, які можуть використовуватись виконавцем.

- Весь контент, що спочатку є двовимірним, повинен бути належним чином візуалізований виконавцем, щоб його було зручно переглядати в режимі 3D у віртуальному просторі.
- Текст повинен виводитися на підкладці, що забезпечує його контрастний та зручний для читання висновок. Довгий текст повинен мати можливість прокручування.
- Фотогалерея повинна виводитися на підкладці, яка забезпечує її зручний для перегляду висновок і мати елементи переходу до наступного/попереднього фото.
- Аудіозапис повинен відтворюватися через аудіосистему пристрою та візуально має відображатися панель керування відтворенням з можливістю паузи/відновлення програвання аудіо, а також переходу до довільного місця запису.
- Відеозапис повинен відтворюватися зі звуком (за його наявності) на підкладці, що забезпечує його зручний для перегляду висновок і мати панель керування відтворенням з можливістю паузи/відновлення відео, а також переходу до довільного місця запису.
- 3D-сцена спочатку готується виконавцем для коректного відображення в режимі доповненої реальності та може мати свої індивідуальні органи управління залежно від сценарію.

Доповнену реальність розділяють на декілька видів (рис 1.8) [46].

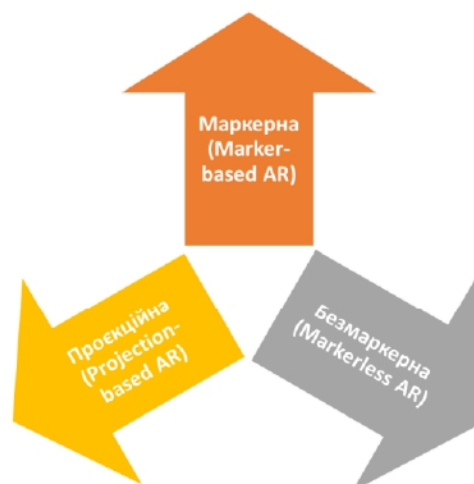


Рис.1.8. Види доповненої реальності

- Маркерна (Marker-based AR). Для виявлення місця розташування віртуального об'єкта потрібні спеціальні маркери – QR-код, колірна мітка та інші. Найпоширенішим прикладом є AR додатки, які вживають маркери для створення інтерактивних ігор або навчальних додатків.

- Безмаркерна (Markerless AR). Штучний інтелект виявляє розташування об'єкта по заданих точках і площинах, на які розділяється зафіксований раніше простір. Принцип заснований на використанні даних GPS, гіроскопа, компаса та інших пристроїв, що визначають положення користувача. В українському сегменті є інструменти, які дозволяють самостійно створювати програми з безмаркерною доповненою реальністю. Сервіс Visual Positioning System від Sber працює з цифровими зліпками локацій, у яких нейромережа запам'ятовує точки відеопотоку. Саме так працюють маски в соціальних мережах та сервіси з ефектом примірки одягу чи предметів інтер'єру.

- Проекційна (Projection-based AR). Відображає видимі людському оку світлові голограми. Цей тип AR використовує пристрої, які проєктують віртуальний контент на фізичні об'єкти. Відомий приклад – проєкційні камери, які використовуються в музеях або на виставках. Деякі AR пристрої, такі як HoloLens від Microsoft або Google Glass, є спеціалізованими окулярами, які надають можливість сприймати доповнений контент у реальному часі.

Технологія може працювати на смартфонах, планшетах, розумних екранах, а також через проєктори та окуляри доповненої реальності.

Відразу після появи на ринку інформаційних технологій доповнена реальність знайшла широке застосування у різних сферах людської діяльності. Найбільш розвиненою сферою застосування цих технологій є на сьогоднішній день комп'ютерні ігри. Найпопулярнішим прикладом гри з технологією доповненої реальності є гра Pokemon GO. Цю технологію активно використовували у маркетингових та рекламних цілях, у поліграфії, при проєктуванні та дизайні, в медицині та охороні здоров'я, в освіті [37].

Великою популярністю користуються інтерактивні макети, що дозволяють, наприклад, побачити в 3D-моделі планування квартири, будинку чи офісної будівлі, змодельовати посадку об'єкта на місце зведення до будівництва та під час будівництва, здійснити огляд об'єкту на місці будівництва в реальному масштабі. У поліграфії – це «живі» листівки, журнали та газети з анімацією, візитки з презентацією вашого продукту тощо.

Технологія доповненої реальності не замінює реальне середовище штучним, а лише вносить до нього те, чого насправді бути не може або недоступне зараз. Наприклад, по справжньому столу навряд чи пройде живий маленький динозавр, а на зоряному небі не буде стрілочок із зазначенням назв сузір'їв. Система AR втілює у життя будь-які творчі ідеї.

Основні компоненти доповненої реальності можна розбити на 4 категорії (рис.1.9) [53].

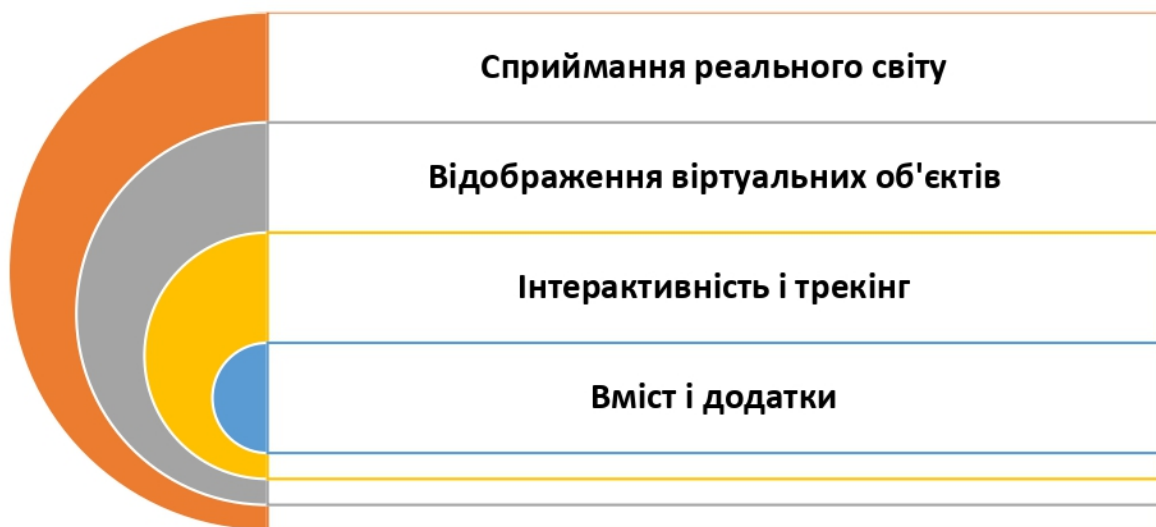


Рис.1.9. Основні компоненти доповненої реальності

1. Сприймання реального світу. Першим і ключовим компонентом доповненої реальності є здатність системи сприймати реальний світ, включаючи об'єкти, поверхні та середовище користувача. Для цього використовуються різні сенсори, такі як камери, сенсори руху і геолокації.

2. Відображення віртуальних об'єктів. Другим важливим аспектом є можливість відображення віртуальних об'єктів чи інформації в реальному світі. Це може відбуватися за допомогою спеціальних пристроїв, які проєктують зображення на скло (наприклад, HoloLens від Microsoft [15]), або на екрани смартфонів і планшетів.

3. Інтерактивність і трекінг. Для створення інтерактивних AR додатків використовується технологія трекінгу. Вона дозволяє системі визначати положення користувача в просторі та взаємодіяти з ним. Наприклад, відображення віртуального об'єкта на екрані смартфона та можливість взаємодіяти з ним за допомогою жестів або тачскріна.

4. Вміст і додатки. AR технології можна застосовувати у різних галузях, від ігор і розваг до навчання та промисловості. Відповідно до цього існують AR додатки та платформи, які надають можливість створювати різноманітний вміст для AR середовища.

У технології практично немає обмежень щодо змісту та принципів використання, тому вона зустрічається у різних галузях:

- Промислове виробництво – оцінка стану обладнання за датчиками, параметри яких відображаються на екрані мобільного пристрою під час наведення камери на об'єкт. Оптимізація виробництва спрощується завдяки підказкам, що випливають на екрані.

- Ретейл – навігація магазинами та торговими центрами, інформація про товари.

- Ігрова індустрія – поєднання реальності та віртуальних дій дарує користувачам новий ігровий досвід. Такі ігри як Ingress або Pokemon Go змушують людину рухатися, а не сидіти біля монітора.

- Реклама – демонстрація 3D-моделей продуктів та товарів, наприклад меблів та обладнання, на території замовника у прогнозованих умовах використання. Вибір дисків на автомобіль. Віртуальний показ об'єктів нерухомості потенційним покупцям.

- Бьюті-сфера – прикладка вбрання, кольору волосся, макіяжу перед фізичним перетворенням.
- Освіта – інтерактивні уроки з планетами, що плавають у повітрі, або морськими мешканцями.
- Розваги та користь – програми, які показують, як працює лікарський препарат на живій людині, за допомогою накладеної графіки та схем.
- Туризм та культура – маршрути, віртуальні гідів, анімовані концерти, оживаючі експонати музеїв.

Доповнена реальність дає безмежний простір креативної думки. Саме тому в найближчі 5-10 років технологія стане звичайним явищем.

Доповнена реальність є потужним інструментом, який перетворює спосіб, яким ми сприймаємо світ навколо нас. Вона знаходить застосування у багатьох галузях, від ігор і розваг до освіти та промисловості. Завдяки поєднанню реального і віртуального світу, доповнена реальність відкриває безмежні можливості для інтерактивного навчання, розваг та покращення робочих процесів.

1.3. Засоби доповненої реальності в освіті

Освіта завжди була однією з ключових сфер суспільства, і разом із розвитком технологій вона постійно змінюється та вдосконалюється. Однією з інноваційних технологій, що впроваджується в освітній процес, є доповнена реальність. Вона розширює можливості навчання, дозволяючи створювати інтерактивні навчальні середовища та надавати учням новий досвід навчання.

Згідно з Н. Гнедько, Н. Гончаровою, Ю. Єчкало, С. Литвиною, Д. Мацокінім, О. Слободяник, Н. Сороко, А. Стрюк та іншими, у процесі організації навчальних досліджень при створенні доповненої реальності підвищується навчальна мотивація, що дозволяє розвивати інформаційно-комунікативну компетентність учнів та вчителів, а також більш поглиблено формувати вміння та практичні навички [54]. Дана технологія не тільки

дозволяє привернути увагу до предмета, а й наочно показує те, що неможливо показати на уроці у зв'язку з високою вартістю, небезпекою або недоступністю [4].

Доповнену реальність в освіті можна використовувати як яскравий приклад візуалізації, що запам'ятовується при поясненні складних тем. Це допоміжний засіб для максимальної інтерактивності, наочності предмета, глибшого вивчення [51].

Технологія доповненої реальності має великий потенціал можливостей для вдосконалення процесу навчання як для шкільної, так і для вищої освіти. Ця технологія дозволяє урізноманітнити способи донесення освітнього контенту до учнів, зробити заняття привабливішими, а інформацію – дохідливішою. Однією з основних цілей педагога є зацікавленість його предметом. Інтерес учня до досліджуваної галузі знань є одним із найсильніших мотиваторів та гарантів успішного освоєння матеріалу.

За роботами [48; 58; 71] можна виліпити деякі можливі застосування AR-технологій освіти.

Технологія доповненої реальності дає можливість візуалізувати об'єкти, які важко собі уявити, перетворює їх на 3D-моделі, полегшуючи розуміння абстрактного і складного контенту. Додавання таких даних, як, наприклад, коротка біографія людини, цікаві факти, історичні дані про події, візуальні 3D-моделі сприяють поліпшенню сприйняття та полегшують розуміння навчального матеріалу. У багатьох випадках теоретичних знань недостатньо для здобуття відповідних навичок та компетенцій у професійних галузях, тому доповнена реальність може слугувати меті подолання розриву між теоретичними знаннями та практикою. Так, наприклад, студенти технічних факультетів особливо потребують практики та практичного досвіду у своїх галузях.

Завдяки можливостям технологій доповненої реальності можна створити віртуальну практику з доповненими навчальними посібниками, цифровим моделюванням та симуляцією. Доповнена реальність дозволяє

безпечно виконувати лабораторні експерименти, а додатки доповненої реальності можуть бути одним із способів вивчення анатомії людини та інструментом поєднання теоретичних знань та застосування їх на практиці.

Доповнена реальність може бути використана при виконанні курсових проєктів та випускних кваліфікаційних робіт в ЗВО для візуалізації результатів роботи, вносячи до результатів максимум інтерактивності.

Засоби доповненої реальності в освіті представляють собою різноманітні технології та додатки, які дозволяють доповнювати реальний світ віртуальними об'єктами, інформацією або елементами навчання. Серед основних засобів доповненої реальності в освіті можна виділити наступні (рис. 1.10).

Смартфони та планшети	<ul style="list-style-type: none"> Багато сучасних мобільних пристроїв обладнані AR-технологіями та камерами, що дозволяє використовувати їх для створення AR-додатків для навчання.
Спеціальні AR-додатки	<ul style="list-style-type: none"> Існують спеціалізовані додатки для AR-навчання, такі як "Google Expeditions," які надають можливість вивчати різні предмети за допомогою віртуальних екскурсій і моделей.
Спеціалізоване AR-обладнання	<ul style="list-style-type: none"> Деякі освітні заклади можуть використовувати спеціалізовані AR-системи, такі як HoloLens від Microsoft або Magic Leap, які надають більше можливостей для навчання.
Віртуальні та доповнені підручники	<ul style="list-style-type: none"> Засоби AR можуть бути використані для створення віртуальних або доповнених підручників, які дозволяють учням вивчати матеріал більш інтерактивним способом.
Віртуальні лабораторії та експерименти	<ul style="list-style-type: none"> AR може бути використана для створення віртуальних лабораторій, де учні можуть проводити наукові експерименти безпечно та ефективно.
Відкритий доступ до AR-ресурсів	<ul style="list-style-type: none"> Деякі освітні програми та ресурси надають відкритий доступ до AR-матеріалів, які можна використовувати для самостійного навчання.
Віртуальні тури	<ul style="list-style-type: none"> AR-технології дозволяють створювати віртуальні тури, що розширюють знання учнів про історичні події, архітектуру та інші об'єкти.
Засоби для розвитку AR-додатків	<ul style="list-style-type: none"> Для створення власних AR-додатків для освіти існують спеціалізовані інструменти та платформи, такі як ARCore від Google, ARKit від Apple і Unity3D.
3D-моделі та інтерактивні симуляції	<ul style="list-style-type: none"> Засоби AR дозволяють створювати інтерактивні 3D-моделі та симуляції, що полегшують вивчення складних концепцій.

Рис.1.10. Засоби AR, які використовуються в освіті

Прикладами використання технологій доповненої реальності в освіті можуть бути навчальні програми, тренінги та проєкти (рис.1.11) [64].

Навчальні програми	Тренінги:	Проєкти
<ul style="list-style-type: none"> • AR-технології можна використовувати для створення навчальних програм, які дозволяють учням вивчати нові теми в цікавий і інтерактивний спосіб. Наприклад, учні можуть використовувати AR-технології, щоб вивчати будову людського тіла або відвідувати історичні місця. 	<ul style="list-style-type: none"> • AR-технології можна використовувати для створення тренінгів, які дозволяють учням відточувати свої навички в безпечному середовищі. Наприклад, учні можуть використовувати AR-технології, щоб навчитися надавати першу допомогу або керувати літаком. 	<ul style="list-style-type: none"> • AR-технології можна використовувати для створення проєктів, які дозволяють учням застосовувати свої знання в реальному світі. Наприклад, учні можуть використовувати AR-технології, щоб створити віртуальний тур історичним місцем або розробити гру для вивчення певної теми.

Рис.1.11. Приклади використання технологій доповненої реальності в освіті

Область застосування технологій доповненої та віртуальної реальності вже зараз досить велика і буде тільки розширюватися. Розглянемо більш конкретні можливості її застосування в освіті [41].

- навчальні ігри: Second Life (онлайнні уроки, демонстрації, обговорення, лекції, презентації, дебати та інші заходи); Reliving the Revolution (в основі гри – битва при Лексінгтоні); MITAR Games (екологічні детективи); FETCH! Lunch Rush (навчання математики дітей 6-8 років); Scimorph (екологія);
 - віртуальні лабораторії: Augmented Reality Development Lab (з геометрії); PhysicsPlayground (з фізики); Sky Map та Star Walk (за астрономії);
 - програми навчання англійської мови: New Horizon (з японської); Mentira (з іспанської); Геотеггінг (міжкультурна взаємодія в режимі реального часу);

- у професійній освіті: Occupational Safety Scaffolding (будівництво); Dow Day (події Вісконсінського університету у 1967 році); Project Glass (глобальний проєкт Google);
- віртуальні екскурсії: AR-екскурсії (з можливістю екскурсу до історичного минулого); School in the Park (музеї та зоопарк); Imaginary Worlds (освітня екскурсія у власній школі);
- тестові: AR-тест-драйв (для автошкіл).

Про ефективність застосування технологій доповненої реальності в освіті йдеться у багатьох джерелах. Наведемо фрагмент статті: «Доповнена реальність в освіті: інтерв'ю з EligoVision»: «...Є дані від однієї з міжнародних дослідницьких агенцій, яка запустила проєкт наприкінці 2010 року; у цьому проєкті брало участь близько семи країн. Проводилося тестування під час уроків з використанням 3D-контенту та звичайного 2D-контенту, результатом якого стали дані щодо реакції на ці типи матеріалів. В одних контрольних групах навчання йшло з використанням 2D, а в інших – 3D. 100% вчителів, що брали участь в опитуванні, відзначили наступне: коли починалася частина уроку присвячена експерименту, зростала дисципліна – як побічний ефект, а відсоток засвоєння матеріалу для груп з 3D становив близько 86%, тоді як у групах з 2D ледве дотягував до 52%» [8].

Можна з упевненістю стверджувати, що доповнена реальність на сьогоднішній день є найрезультативнішим способом пізнання навколишнього середовища та отримання знань.

Способи застосування технологій доповненої реальності в освіті знайшли своє відображення у методології MARE (Mobile Augmented Reality Education) [46]. Запропонована структура MARE складається з трьох ієрархічних шарів (рис. 1.12): основа, функції та результати. В основу покладено аналіз різних способів навчання від здобуття теоретичних знань до вироблення практичних навичок. Яка б теорія навчання не була прийнята в освітній установі, наприклад, асоціативно-рефлекторна теорія навчання або

теорія проблемно-діяльнісного навчання, для вищої школи основним критерієм оволодіння знаннями є їхнє застосування на практиці. Функціональний рівень залежить від особистого підходу та дій учня та їх взаємодії з освітніми ресурсами.



Рис. 1.12. Схематичне уявлення методології MARE

Як видно з представленої схеми, до сфери технологій доповненої реальності належать передусім освітні ресурси. Ці ресурси та їхня сукупність, що становить освітнє середовище, покликані заповнити прогалини між необхідними компетенціями та отриманими результатами навчання.

Розглянемо практичні можливості застосування технологій доповненої реальності у освітньому процесі. Оскільки понад 90% усіх учнів мають гаджети: планшети, смартфони або комп'ютери із вбудованими відеокамерами – технічне питання використання доповненої реальності не є проблемою. Незважаючи на те, що на даний момент відсутня уніфікована платформа, на якій будуватиметься процес впровадження AR-технологій в освіті, у цьому напрямку все більше з'являється розробок та програмних рішень для освітніх програм.

На рис. 1.13 показаний приклад підручника з доповненою реальністю, що дозволяє побачити 3D-модель фізичного процесу.



Рис. 1.13. Приклад підручника з доповненою реальністю

Одними із оптимальних освітніх ресурсів можуть вважатися книги з доповненою реальністю, які значно розширюють функції традиційного підручника, дозволяючи передавати інформацію у вигляді об'ємної анімації та звуку. У цьому напрямку слід відзначити розробки компанії Lab24 (<http://laboratory24.com>), яка запатентувала кілька десятків базових технологій, що забезпечують підготовку навчальних посібників з доповненою реальністю, серед них такі, як «жива абетка», рух Землі в Сонячній системі, посібник з хімії та інші [60].

Виходячи з вищевикладеного, можна дійти висновку, що доповнена реальність може бути величезним проривом у подачі освітнього матеріалу та сприяти якіснішому засвоєнню як теоретичного навчального матеріалу, і відпрацюванню практичних навичок. Справедливість цього твердження підтверджується численними дослідженнями та експериментами, що показали посилення навчального ефекту при використанні технологій доповненої реальності в освітньому процесі.

Засоби доповненої реальності в освіті розширюють можливості навчання та сприяють підвищенню зацікавленості учнів у навчальному процесі. Вони дозволяють створювати інтерактивні, захоплюючі та ефективні навчальні досліді.

Висновки до розділу 1

У першому розділі «Теоретичний аспект використання доповненої реальності в освіті» висвітлено історичні аспекти виникнення технології доповненої реальності, періодизацію її розвитку, розкрито сутність понять «доповнена реальність» та «засоби доповненої реальності», розглянуто область застосування технологій доповненої реальності в сучасному світі.

Доповнена реальність, або AR, представляє собою потужний інструмент для покращення навчання і навчального процесу.

Перш за все, технологія доповненої реальності відкриває нові можливості для створення інтерактивних навчальних середовищ, де учні можуть взаємодіяти з віртуальними об'єктами та інформацією в реальному часі. Це робить навчання більш захоплюючим та зрозумілим.

Доповнена реальність також сприяє індивідуалізації навчання, оскільки вчителі можуть створювати персоналізовані матеріали для кожного учня, враховуючи його потреби та рівень знань.

У розділі було висвітлено важливі теоретичні концепції та підходи до використання доповненої реальності. Відомо, що вона сприяє активізації пізнавальної діяльності учнів та сприяє поглибленню їх знань через практичний досвід.

Необхідно відзначити, що доповнена реальність є динамічним і швидкозмінним полем, де постійно з'являються нові розробки та додатки. Тому важливо забезпечувати постійне оновлення знань вчителів та розробників навчального контенту.

Усе це робить доповнену реальність потужним інструментом для досягнення більш ефективного та захопливого навчання в сучасних освітніх установах. Але важливо пам'ятати, що успіх впровадження доповненої реальності в освіту залежить від грамотного планування, підготовки вчителів і відповідної інфраструктури.

Розділ 2.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ІНФОРМАТИКИ

2.1. Застосування засобів доповненої реальності на уроках інформатики

Трансформація сучасної системи шкільної освіти з інформатики та інформаційно-комунікаційних технологій стала актуальним завданням сучасності. Вчені (Т. Вакалюк, О. Воронкін, А. Досенко, М. Жалдак, Н. Морзе, О. Фонарюк, Л. Шевчук та ін) активно виступають за розширення предметної галузі шкільної інформатики за рахунок вивчення таких технологій, як хмарні технології, штучний інтелект, віртуальна та доповнена реальність, робототехніка для досягнення більш серйозних досягнень учнів у школах [74].

Сучасні уроки повинні відповідати рівню технічного прогресу, що, як довели вчені, дає змогу покращити загальноосвітній потенціал [63; 75]. Одним із засобів досягнень науково-технічного прогресу є доповнена реальність, як середовище, що доповнює реальний фізичний світ віртуальними об'єктами, створеними на комп'ютері, в режимі реального часу. У порівнянні з віртуальною реальністю доповнена реальність додає окремі штучні елементи у сприйняття реального світу, а віртуальна реальність створює новий штучний світ [80].

Про великий дидактичний потенціал систем доповненої реальності вже заявляють вчені [23; 32; 37; 40; 73; 69], водночас доповнена реальність поки залишається досить екзотичним засобом навчання у школі.

Доповнена реальність як об'єкт вивчення сприяє розвитку просторової уяви, логічного та конструкторського мислення, виробленню навичок освоєння засобів сучасних інформаційних технологій [57].

Ефективність процесу повністю залежить від рівня його організації. При правильній організації освітнього процесу можливе досягнення найкращих та найстійкіших навчальних результатів [72]. Такий оптимальний рівень

організації досягається за рахунок чіткої, послідовної, логічно пов'язаної побудови всіх елементів структури різних видів діяльності вчителя та учнів, а також за суворого обґрунтування необхідності кожного елемента цієї структури та правильного обліку можливостей вчителя, учнів засобів та форм навчання [81].

Засоби навчання завжди використовувалися з метою спонукання інтересу до предмета, поліпшення наочності та концентрації уваги учня на найважливішому чи складному навчальному матеріалі [76].

До традиційних засобів навчання можна віднести підручники та навчальні посібники, макети, плакати, таблиці, моделі, навчально-технічні засоби, лабораторні обладнання та багато іншого. Ці кошти поділялися коштом пояснення нового матеріалу, кошти закріплення і повтору, і навіть контролю. Використання в навчальному процесі всіх цих засобів дозволило тією чи іншою мірою впливати на мотивацію, успішність навчання та розумовий розвиток учнів, проте жоден із цих засобів не мав унікальних дидактичних можливостей, які мають засоби інформаційно-комунікаційних технологій [79].

Виділимо основні дидактичні можливості використання 3D технології при організації навчання інформатики:

1. Реалізація інтерактивного діалогу – забезпечується негайним зворотним зв'язком між користувачем та програмним середовищем. Інтерактивність у перекладі з англійської означає взаємодію, вплив, вплив один на одного. Інтерактивність діалогу надає учневі можливість активної взаємодії з системою, кожен його запит викликає дію системи у відповідь, і, навпаки, репліка останньої вимагає реакції користувача.

2. Візуалізація навчальної інформації про об'єкт, що вивчається, - передбачає наочне статичне подання на екрані комп'ютера об'єкта, що вивчається, і його складових частин, будь-якого процесу або його моделі з можливістю просування в глиб екрану, більш детального розгляду об'єкта, стенду або агрегату, що вивчається. У деяких програмах можуть бути

представлені процеси, що протікають у мікро- та макросвітах, а також процеси, які неможливо отримати за допомогою навчальних лабораторних стендів.

3. Моделювання реальних і віртуальних процесів або явищ, інтерпретація інформації про об'єкти, що вивчаються або досліджуються, у вигляді таблиць, графіків (наприклад, моделювання процесів і явищ, що протікають при високих або низьких температурах, у космічному просторі).

4. Зберігання великих обсягів інформації в цифровому форматі з можливістю швидкого доступу до неї, тиражування, передачі на будь-які відстані, автоматизації збору, накопичення, зберігання, обробки інформації.

5. Автоматизація процесів обчислювальної діяльності, а також обробки результатів навчального експерименту, з можливістю виводити на екран отримані в ході експерименту дані та проводити їхню обробку, будувати графіки, таблиці, діаграми.

6. Автоматизація управління навчальною діяльністю та контролю за результатами засвоєння, просування у навчанні, тренування, тестування, автоматизації інформаційної діяльності інформаційної взаємодії між учасниками освітнього процесу у локальних та глобальних комп'ютерних мережах з метою покращення управління освітнім процесом у навчальному закладі [18].

У сучасних програмних середовищах, призначених для освіти, вже реалізуються тією чи іншою мірою перелічені раніше унікальні дидактичні можливості засобів тривимірного моделювання. Це дозволяє підвищувати ефективність навчання, насамперед за рахунок посилення наочності демонстрації навчального матеріалу, індивідуалізації та диференціації процесу навчання, забезпечення об'єктивності контролю, оцінки знань, умінь та навичок [66].

Що стосується використання технології «Доповнена реальність» як засобу навчання інформатики, слід зазначити, що всі перелічені можливості ІКТ присутні в різних варіантах її реалізації (1-4 пункти). Інтерактивний діалог

реалізується за рахунок схем інтерфейсу користувача, в якому користувач має повну можливість контролювати поведінку як використовуваної для демонстрації або інших цілей тривимірних моделей, так і параметрів вікна перегляду. Таким чином, відбувається безпосередній діалог користувача та програми, що зумовлює комфорт при використанні розглянутої технології, високий ступінь інтерактивності та наочності [45].

Однією з першочергових завдань доповненої реальності, ще на етапі проєктування була потреба розширення видимого простору людини, вгамування постійної потреби у інформації, і зробити її простий сприйняття. Вирішення цієї проблеми знайшлося у створенні візуальних об'єктів з високим ступенем інформативності. Урок інформатики, є на наш погляд найбільш видовищним щодо можливостей демонстрації та візуалізації матеріалу, що вивчається [42]. Одним із найважливіших факторів, що сприяють розумінню учнями процесів, є можливість простежити за зміною параметрів досліджуваного процесу чи явища [85].

Але, на жаль, через недостатній рівень кваліфікації вчителя та технічної оснащеності кабінетів інформатики процес подачі матеріалів в об'ємній формі є неможливим. У зв'язку з цим падає інтерес учнів, падає рівень мотивації на подальше загальне та поглиблене вивчення предмета. На наш погляд, використання тривимірної графіки в організації освітнього процесу з інформатики дозволить підняти рівень засвоєння інформації під час уроку необхідного рівня [82].

Звичніше використання об'єктів/моделей (глобусів, карт, схем) має ряд недоліків:

- Нестійкість моделі до пошкоджень;
- Нemoжливiсть видозмiни чи модернiзацiї моделi;
- Недостатня кiлькiсть екземплярiв для iндивiдуальної роботи школярiв [95].

Даних недоліків позбавлені моделі, що використовуються у технологіях «Доповнена реальність»:

- Неможливо їх пошкодити, т.к. відсутній фізичний контакт учня чи вчителя з моделлю;
- Точність комп'ютерної тривимірної моделі вища;
- Є можливість вносити корективи до моделі;
- З моделями кожен учень може працювати індивідуально [34].

Використання інформаційно-комунікаційних технологій має повною мірою відповідати сучасному рівню технічного розвитку, зоровим, інтелектуальним, конструктивним і що немало важливо програмним можливостям сучасних досягнень у сфері ІКТ [38]. Найчастіше результат діяльності учня залежить від цього, наскільки інформативно і цікаво збудований процес передачі знань, якою мірою реалізовані його потреби у пізнанні і якими засобами досягнуто його подальшу спрямованість на поглиблення своїх знань [66]. Таким чином, описана технологія «Доповнена реальність» є інструментом, що надає можливість вчителю демонструвати школяреві, що вивчаються об'єкти, що значною мірою полегшує розуміння навчального матеріалу, об'єктів і явищ. Склад та властивості програмного середовища дозволяють застосовувати її для вирішення широкого кола задач [62].

Технологію доповненої реальності (AR) можна успішно впроваджувати на уроках інформатики в школах для того, щоб навчання більш інтерактивним, практичним та цікавим. Ось кілька способів використання AR на уроках інформатики:

- Віртуальні лабораторії. Створення віртуальних лабораторій для експериментів з програмування, дизайну веб-сайтів, аналізу даних тощо. Учні можуть взаємодіяти з віртуальними об'єктами та навчатися практичним навичкам.
- Візуалізація коду. Використання AR для візуалізації програмного коду. Учні можуть переглядати власний код у 3D-просторі, що сприяє зрозумінню його структури та функціонування.

- Програмування в AR-середовищі. Використання AR-середовищ для навчання програмування. Учні можуть створювати AR-додатки та ігри, що дозволяє їм навчатися програмуванню через практичний досвід.
- Інтерактивні завдання. Створення інтерактивних завдань та головоломок у форматі AR, які стимулюють логічне мислення та розв'язання завдань на базі інформатики.
- Симуляції алгоритмів. Використання AR для створення симуляцій алгоритмів та структур даних, що спрощує процес їх розуміння та використання.
- Розробка AR-додатків. Залучення учнів до розробки AR-додатків, що може сприяти їхньому творчому та практичному розвитку в галузі програмування та дизайну.
- Історичні та культурні екскурсії. Організація віртуальних історичних чи культурних екскурсій, під час яких учні можуть досліджувати історичні об'єкти або культурні пам'ятки в AR-форматі.
- Вивчення роботи апаратного забезпечення. Використання AR для демонстрації та вивчення роботи комп'ютерних компонентів та пристроїв.
- Географічне навчання. Використання AR для вивчення географії та геології, де учні можуть досліджувати географічні об'єкти в реальному часі.
- Віртуальні довідники. Створення віртуальних довідників та довідкових систем з питань інформатики, які учні можуть використовувати під час навчання.

Д. Карпенко [50] виділяє кілька конкретних прикладів того, як можна використовувати технології доповненої реальності на уроках інформатики в ЗЗСО (рис.2.1).



Рис. 2.1. Приклади використання доповненої реальності на уроках інформатики

- Вивчення основ інформатики – AR-технології можна використовувати для створення інтерактивних навчальних програм, які дозволяють учням вивчати основи інформатики в цікавий і захоплюючий спосіб. Наприклад, учні можуть використовувати AR-технології, щоб вивчати будову комп'ютера або створювати власні програми.

- Вивчення програмування – AR-технології можна використовувати для створення навчальних програм, які дозволяють учням вивчати програмування в інтерактивному та практичному вигляді. Наприклад, учні можуть використовувати AR-технології, щоб створювати власні віртуальні ігри або додатки.

На даний момент додатки доповненої реальності переходять із статусу лабораторних досліджень до додатків реального часу в різних сферах людського життя.

Можна виділити декілька порад для вчителів щодо використання технології доповненої реальності на уроках інформатики в школах:

- Оберіть правильні AR-додатки – в мережі доступні різні AR-додатки для шкільного використання. Важливо вибрати додатки, які відповідають віковій групі учнів і навчальним цілям уроку.

- Плануйте урок з урахуванням AR-технологій – важливо продумати, як AR-технології будуть використовуватися на уроці. Це допоможе забезпечити ефективне і цікаве навчання.

- Надавайте учням достатньо часу для практики – AR-технології можуть бути новими для учнів. Важливо надати їм достатньо часу для практики, щоб вони могли освоїти їх.

Застосування засобів доповненої реальності на уроках інформатики відкриває перед сучасною освітою безмежні можливості. Ця інноваційна технологія не тільки зробила навчання більш цікавим та ефективним, але й відкрила нові горизонти для вчителів і учнів у світі комп'ютерних наук.

На уроках інформатики, засоби доповненої реальності дозволяють учням не лише читати про абстрактні концепції, але і взаємодіяти з ними у вигляді тривимірних об'єктів [57]. Це сприяє кращому засвоєнню матеріалу, розвиває творче мислення та практичні навички.

Для вчителів, доповнена реальність відкриває можливості для створення цікавих інтерактивних уроків, де учні можуть брати участь у віртуальних лабораторних роботах, розв'язувати завдання в AR-середовищі, та розробляти власні проекти.

Однак, використання засобів доповненої реальності в освіті вимагає адекватної підготовки вчителів та доступу до необхідного обладнання. Крім того, необхідно ретельно обирати зміст уроків та додатків, щоб вони відповідали навчальним цілям і стандартам.

То ж, застосування засобів доповненої реальності в навчанні інформатики є сучасним та перспективним підходом, який стимулює інтерес до предмету, сприяє засвоєнню знань та підготовці молодого покоління до викликів цифрового світу. Ця технологія має потенціал змінити освіту і підготувати нову генерацію інформаційно грамотних та технологічно компетентних громадян.

2.2. Розробка додатків з доповненою реальністю для навчання

Використання технології доповненої реальності освіти залишається мало вивченим питанням. Причиною цього є кілька факторів: не бажання використовувати малодосліджену технологію, складність у розробці

методичних матеріалів, необхідність використання додаткових технічних засобів для запуску додатків доповненої реальності [49]. Розглянемо один із можливих шляхів розробки методичних рекомендацій для дисципліни «Інформатика» з використанням елементів доповненої реальності.

Інформаційні технології зараз є однією з найбільш затребуваних галузей для вивчення. Однак для деяких областей знань, ця дисципліна не є пріоритетною для вивчення. Тому під час навчання інформатики вчитель зустрічається з низкою труднощів – відсутність мотивації та зацікавленості учнів щодо предмета. Класичні методи викладання стають менш ефективними. Однак впровадження в освітній процес іммерсивної технології доповненої реальності як засобу навчання дозволить підвищити мотивацію та залученість учнів до вивчення інформатики, додаючи до звичних методичних матеріалів елементи інтерактивності [35].

Застосування технології доповненої реальності в освіті спирається на поширення смартфонів. Саме цей факт дозволив дорогій лабораторній технології стати інструментом підвищення мотивації учнів до навчання [83]. Однак для впровадження технології доповненої реальності в освіті необхідні відповідні знання щодо розробки мобільних додатків з боку викладацького складу. Оптимальне середовище розробки мобільного додатка з елементами доповненої реальності має бути візуальним. Найпоширенішим таким середовищем розробки є середовище Unity, яке підтримує інструментарій розробника доповненої реальності Vuforia.

Редактор Unity (<https://unity.com/>) – це популярна та корисна авторська платформа для створення передового досвіду доповненої реальності як для портативних пристроїв, так і для цифрових окулярів (рис.2.2).

Vuforia Engine (<https://developer.vuforia.com/>) – це комплект розробки програмного забезпечення (SDK) для створення додатків доповненої реальності. За допомогою SDK можна додати розширену функціональність комп'ютерного бачення до програми, дозволяючи їй розпізнавати зображення,

об'єкти та простори з інтуїтивно зрозумілими параметрами щоб налаштувати мобільний додаток для взаємодії з реальним світом.

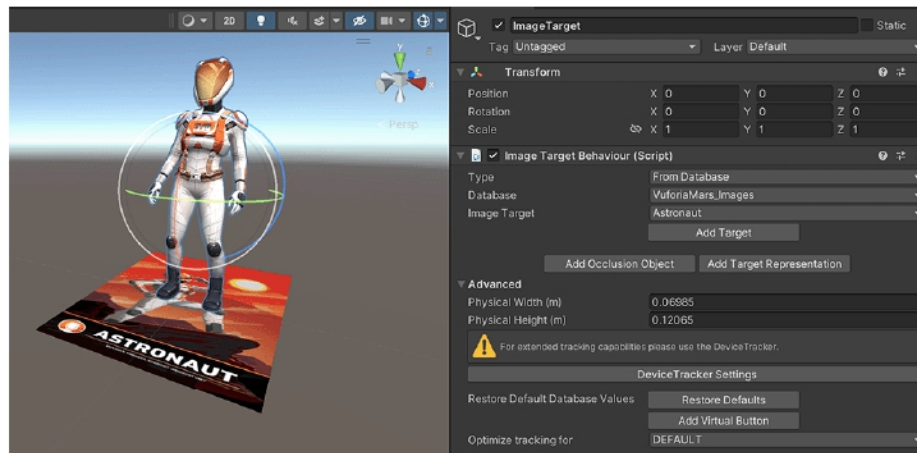


Рис.2.2. Інтерфейс ПЗ Unity з інструментарієм Vuforia

Розглянемо докладніше на прикладі додатка для операційної системи Android.

Розробка додатка доповненої реальності починається з друкованих методичних матеріалів та визначення у них об'єктів-таргетів. Таргети (мітки або маркери) – це об'єкти, при наведенні на які видошукача камери мобільного додатка активується елемент доповненої реальності, пов'язаний із цим націленням. Таргети можуть бути як тривимірними, так і двовимірними – зображення, QR-коди, текстові елементи тощо. У друкованих методичних рекомендаціях можна використовувати набір графічних об'єктів-міток, до яких буде прив'язаний набір відеороликів.



Рис. 2.3. Приклад доповненої реальності в смартфоні після наведення камери на таргет

Image targets – базовий вид міток, що є звичайною картинкою, наприклад, обкладинкою журналу, фотографією або схемою тощо. Картинка виконує роль свого роду двовимірного штрих-коду. Нею можна визначити, яка саме картинка потрапила в об'єктив камери, а також її розташування в просторі та масштабі. Варто зазначити, що не будь-яке зображення підійде для створення мітки. Хорошими таргетами є ті, у яких багато контрастних деталей. Саме на цих деталях і будується опорна матриця для подальшого розпізнавання міток.

Simple 3D targets (Cube and Cuboid) – це мітки у вигляді прямокутних паралелепіпедів (включаючи куб). Наприклад, такою міткою може бути упаковка з-під подарунків, сірникова коробка або щойно куплена настільна гра. Як і кожна коробка, така мітка складається з шести площин, і щоб створити її, треба шість зображень для кожної з них.

Cylinder targets – цей вид міток, незважаючи на назву, є усіченим конусом з можливістю задавати діаметри основ. Звичайно якщо вибрати однакові діаметри, то вийдуть якраз циліндри, але все ж таки це окремий випадок. Для того, щоб створити таку мітку необхідно не тільки вказати діаметри основ і висоту, але також додати три зображення – по одному для кожної з двох основ, і ще одну для бічної поверхні.

Frame markers – ця мітка у вигляді спеціально підготовленої рамки, яка вже куди більше схожа на штрих-код. У таку рамку можна помістити будь-яке зображення. Даний вид міток відмінно підходить у випадку, якщо зображення не було достатньо деталізованим і створити з нього image target не вдалося.

Text (word targets). У бібліотеку Vuforia вбудовано ще й розпізнавання тексту, тому будь-яке слово або їхнє поєднання може бути міткою. На жаль, на даний момент підтримується тільки латиниця.

До вибору міток застосовують три основні правила, яким вони мають відповідати (рис. 2.4).

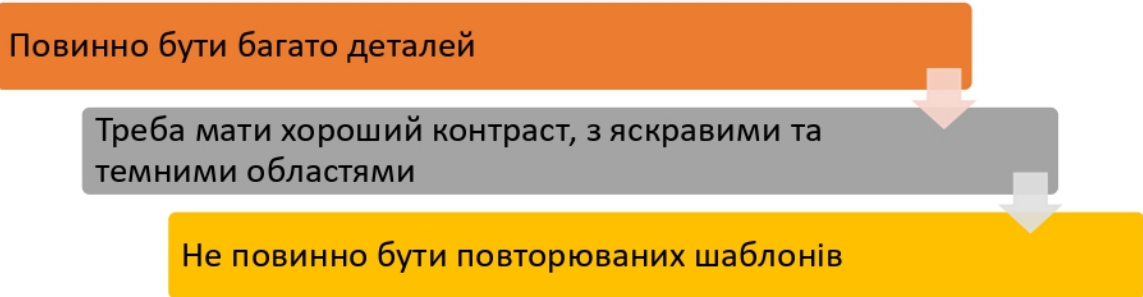


Рис. 2.4. Правила до підбору міток

Другий етап – це завантаження таргет-зображень у середовище розробки Vuforia. Vuforia використовує технології комп'ютерного зору, а також відстеження плоских зображень та простих об'ємних реальних об'єктів у реальному часі.

Портал розробника Vuforia (<https://developer.vuforia.com/>) дозволяє згенерувати ліцензійний ключ для програми безкоштовно. Також Vuforia дозволяє створити базу об'єктів-таргетів, де визначаються опорні точки для майбутнього накладання доповненої реальності. Для кожного таргет-об'єкта визначено рейтинг від 0 до 5 зірок – можливість накладання доповненої реальності [87]. Чим вищий рейтинг, тим стабільнішим буде відображатися накладена доповнена реальність. Після формування бази цільових зображень Vuforia дозволяє її завантажити, формуючи пакет для подальшого імпорту до проєкту Unity.

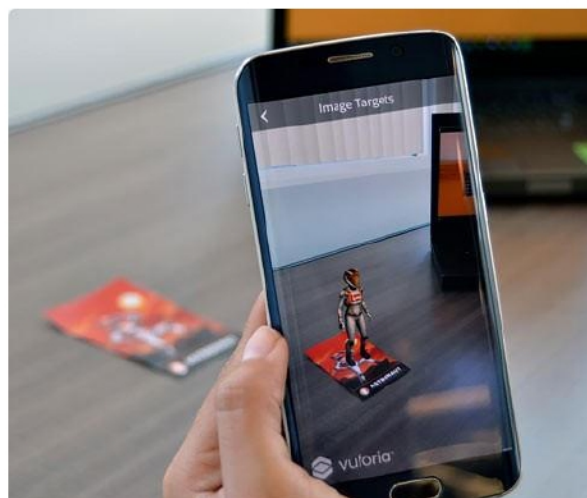


Рис. 2.5. Приклад доповненої реальності в смартфоні після наведення камери на таргет

Далі розробка програми вже ведеться в Unity, куди додається спеціальний об'єкт AR Camera, який і визначає той факт, що програма, буде додатком з доповненою реальністю. Здійснюється імпорт бази даних таргет-об'єктів, на які накладається інформація, що відображається на екрані мобільного пристрою під час наведення на них камери.

Третій етап – упаковка всіх об'єктів у додаток для операційної системи, імпорт його на мобільний пристрій та подальше встановлення.

За даним алгоритмом дій можна виокремити приклади використання доповненої реальності, які можуть бути використані з Vuforia.

Статичні та динамічні 3D моделі. Можна додати будь-який 3D об'єкт, починаючи від звичайної геометричної фігури і закінчуючи складною анімацією. Обмеження щодо об'єктів є лише фантазією та потужністю смартфонів/планшетів.

Віртуальні кнопки взаємодія з якими буде цілком реальною. Наприклад, це може бути кнопка на мітці, натискання на яку запускає віртуальну ракету земля-повітря з робочого столу розглянути яку можна тільки через екран смартфона або кнопка при натисканні на яку запускається той чи інший фізичний дослід тощо.

Відео та зображення, які дозволяють замінити мітку або зробити її трішки більш «живою».

Зміна фону, крім іншого, можна змінювати і саме зображення отримане з камери. Інакше кажучи, є можливість як доповнювати картинку, так й оперувати із нею самою.

Розробка додатків з доповненою реальністю для навчання – це захоплива та перспективна галузь, яка активно розвивається та знаходить своє застосування в сучасній освіті. Створення цих додатків відкриває безмежні можливості для покращення навчального процесу, зробивши його більш цікавим, ефективним та доступним.

Процес успішної розробки додатків з доповненою реальністю вимагає не лише технічних знань, але й ретельного аналізу потреб учнів та навчальних

цілей. Розробка додатків з доповненою реальністю для навчання є обіцяючою та інноваційною галуззю, яка може покращити якість освіти та підготувати учнів до викликів сучасного світу. Вона поєднує технологічну креативність з педагогічною ефективністю, роблячи навчання більш захопливим та результативним.

Наведемо декілька прикладів розроблених додатків з доповненою реальністю, які можна використовувати для навчання.

Google Expeditions (<https://artsandculture.google.com/project/expeditions>). Додаток дозволяє вчителям створювати і надавати учням екскурсії та уроки в доповненій реальності на різні теми, включаючи науку та технології.

Merge Cube (<https://mergeedu.com/>) – це фізичний об'єкт, який можна використовувати з додатком Cube Explorer для вивчення графіки та програмування в AR-середовищі.

CoSpaces Edu (<https://play.google.com/store/apps/details?id=delightex.cospaces.edu>) – додаток дозволяє створювати інтерактивні AR-проекти, включаючи інтерактивні інформатичні демонстрації.

Zappar (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.zappar.Zappar>) – додаток дозволяє створювати AR-проекти для навчання та демонстрації інформації.

Metaverse AR (<https://play.google.com/store/apps/details?id=io.spoton.viewer>) – додаток можна використовувати для створення інтерактивних AR-сценаріїв для навчання інформатики.

SketchAR (<https://play.google.com/store/apps/details?id=ktech.sketchar>) – додаток, який може бути корисним для навчання комп'ютерної графіки та створення малюнків в AR-середовищі.

Важливо пам'ятати, що ринок додатків і технологій доповненої реальності постійно змінюється, і нові додатки можуть виникати з часом.

Використання таких додатків під час навчання дисципліни «Інформатика» дозволяє учню самостійно вибирати, який формат викладу матеріалу йому краще: комусь достатньо подивитися відеоролик для

виконання завдання, комусь лише прочитати методичні рекомендації, а комусь потрібна їхня сукупність. Таким чином підвищується інтерес та мотивація щодо предмета «Інформатика» для учнів.

Технології доповненої реальності мають потенціал для революціонування освіти. Вони можуть зробити навчання більш ефективним, цікавим і адаптованим до індивідуальних потреб учнів.

2.3. Оцінка стану використання технологій доповненої реальності в навчанні

Для визначення проблеми використання та зацікавленості в доповненій реальності на уроках було проведено опитування серед учнів 7-11 класів та вчителів ЗЗСО.

В опитуванні прийняло участь 22 учні та 15 вчителів інформати, фізики та математики шкіл міста Суми та міста Охтирка, а саме: КУ Сумська загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів №4 імені Героя України Олександра Аніщенка Сумської міської ради, КУ Сумська спеціалізована школа І-ІІІ ступенів №17, м. Суми, Сумської області, Охтирська загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів № 4 імені Остапа Вишні Охтирської міської ради Сумської області та Охтирська загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів № 1 Охтирської міської ради.

Для опитування було розроблено дві окремі анкети – для учнів та вчителів. Метою опитування було дізнатися стан використання доповненої реальності в освіті на даний час та зацікавленість і можливість використання засобів доповненої реальності в майбутньому.

Запитання анкет були як з відкритою відповіддю, так і з вибором однієї із запропонованих. Опитування проводилось в дистанційній формі за допомогою Google-форми.

Розглянемо та проаналізуємо відповіді на анкету учнів. У анкеті міститься 10 запитань (додаток А).

1. Чи знаєте ви що таке «доповнена реальність»?

На дане запитання 77% учнів відповіли, що вони знайомі з даним поняттям і розуміють про що воно. І лише 23% не знайомі з цією технологією.

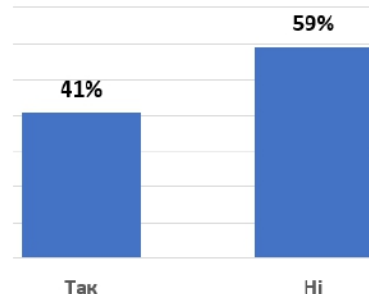
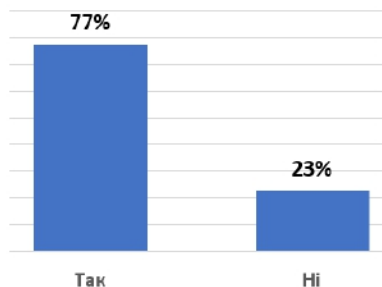


Рис. 2.6. Відповіді на запитання 1 **Рис. 2.7. Відповіді на запитання 2**

2. Чи зустрічались ви з доповненою реальністю у житті?

Тільки 41% учнів мали можливість знайомитись із доповненою реальністю в житті, а 59% ні разу не працювали з нею.

3. Як ви ставитесь до доповненої реальності?

- Позитивно, подобається
- Негативно
- З обережністю

73% опитаних вказали, що позитивно відносяться до технологій доповненої реальності, їм подобається вона. І лише 9% вказали на негативне відношення.

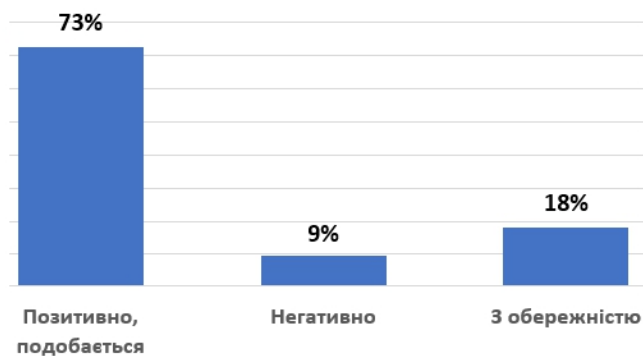


Рис. 2.8. Відповіді на запитання 3

4. Чи використовується в вашій школі технологія доповненої реальності на уроках інформатики?

- Так
- Ні
- Не впевнений(на)

Майже усі учні однозначно відповіли, що такі технології не використовуються (91%), 9% не впевнені (рис.2.9).

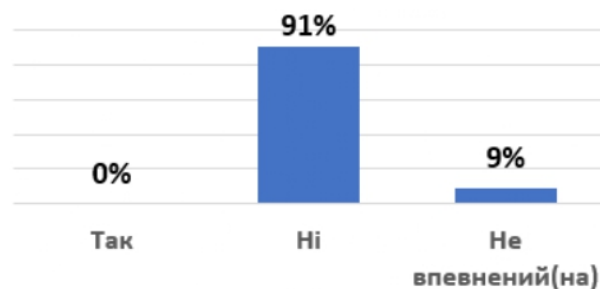


Рис. 2.9. Відповіді на запитання 4

Запитання 5-7. Які саме засоби доповненої реальності ви використовуєте на уроках інформатики? Як часто ви використовуєте доповнену реальність на уроках інформатики? Які конкретні завдання або проекти з використанням доповненої реальності ви вже робили на уроках інформатики?

Ці запитання залишились без відповідей, зважаючи на відповідь учнів на перше питання.

8. Чому на Вашу думку використання доповненої реальності на уроках інформатики було б цікаве? (Оберіть всі, що підходять)

- Вона робить навчання цікавішим.
- Вона допомагає краще розуміти складні матеріали.
- Вона розвиває мої технологічні навички.
- Вона готує мене до майбутніх інформаційних технологій.

Тут перевагу у використанні бачать майже усі учні. 86% опитаних вважає, що доповнена реальність зробить зробити навчання цікавішим, 95% впевнені, що вона може допомогти краще зрозуміти складний навчальний

матеріал, 68% вказали, що доповнена реальність розвиває технологічні навички, а 59% – що доповнена реальність готує до використання у майбутньому різних інформаційних технологій.

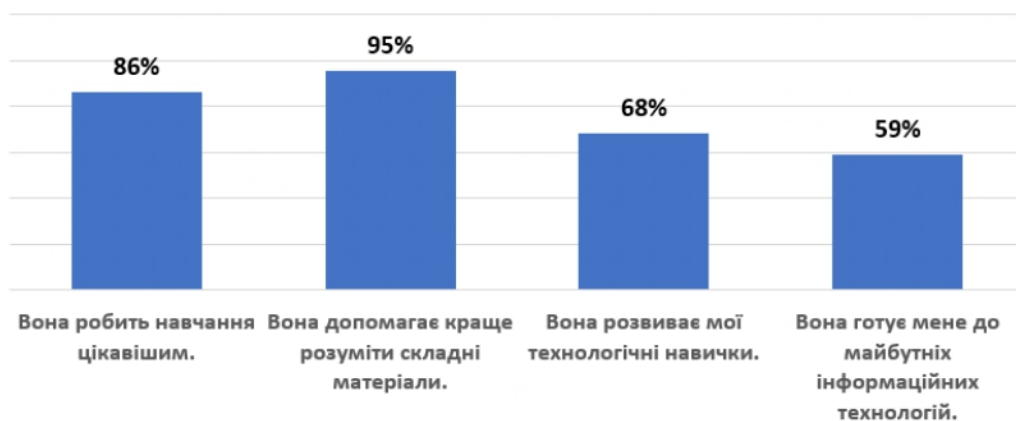


Рис. 2.10. Відповіді на запитання 8

Запитання 9-10 в анкеті були з відкритою відповіддю.

9. Які б ви хотіли бачити можливості доповненої реальності на уроках інформатики у майбутньому?

10. Чи маєте ви якісь ідеї або пропозиції щодо покращення використання доповненої реальності на уроках інформатики?

На ці запитання учні надавали різні відповіді, які можна об'єднати в наступні:

- Розширення можливостей для навчання (можливість створювати власні AR-додатки та ігри)
- Взаємодія зі складними концепціями (можливість відобразити абстрактні або складні математичні концепції у формі візуалізацій через доповнену реальність)
- Спільне навчання (можливість взаємодії та спільного навчання з іншими учнями за допомогою доповненої реальності)

- Розвиваючі ігри (використання на уроках ігор, які сприяють розвитку логічного мислення, математичних навичок та проблемного вирішення завдань)

Таким чином, можна зробити висновок, що діти не знайомі з технологією доповненої реальності, особливо з її можливостями для навчання.

Розглянемо та проаналізуємо відповіді на анкету вчителів. У анкеті міститься 7 запитань (додаток Б).

1. Ви використовуєте технологію доповненої реальності на уроках?

Учителі розподілились майже порівну – 47% відповіли «так», а 53% – «ні».

2. Які конкретні засоби доповненої реальності ви використовуєте на уроках?

Незважаючи на перелік різних засобів для вибору (AR-додатки для смартфонів; AR-окуляри; AR-системи для навчання), 100% вчителів обрали перший варіант – використовували тільки різні додатки доповненої реальності.

3. Чи помітили ви покращення в засвоєнні матеріалу учнями завдяки використанню доповненої реальності?

Більшість вчителів не впевнена і відповіли «важко сказати» – 53%. 27% вчителів зазначили про успіх доповненої реальності в покращенні знань.

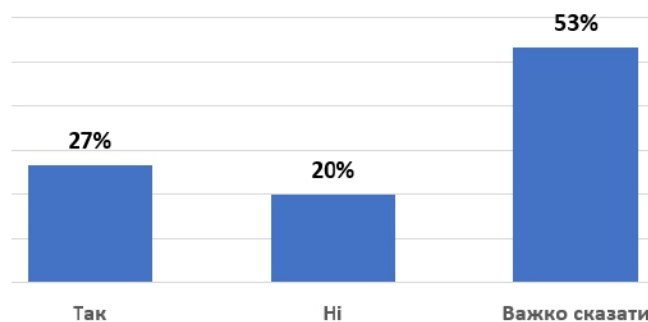


Рис. 2.11. Відповіді на запитання 3

4. Чи маєте ви доступ до необхідного обладнання для використання доповненої реальності на уроках?

Тут, вчителі під обладнанням розуміють смартфони у них та дітей, то 100% погодились, що мають необхідне обладнання.

5. Які переваги ви бачите у використанні доповненої реальності для навчання?

Серед переваг виокремимо: підвищення зацікавленості учнів до навчання (93% вчителів), краще засвоєння навчального матеріалу (80%), розвиток креативності та уяви в учнів (87%) та зручність для вчителя (40%). Низький відсоток останнього варіанту вказує на те, що вчителі вбачають у доповненій реальності більше підготовчої роботи та розробки уроків, що є не зручним для них.

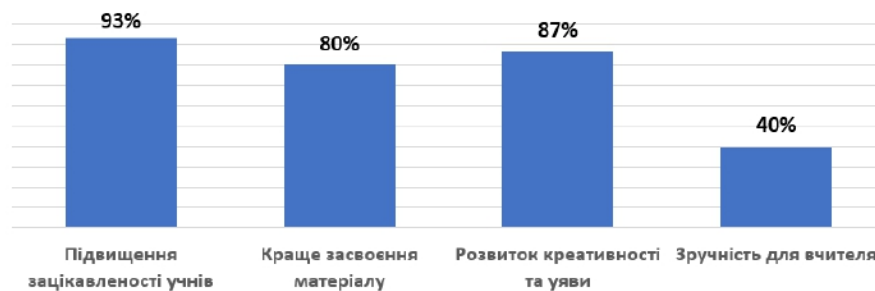


Рис. 2.12. Відповіді на запитання 5

6. Які перешкоди або обмеження ви відчуваєте у використанні технології доповненої реальності на уроках?

Так вчителі вказали на: недостатнє обладнання в школах (87%), відсутність підготовленого контенту (93%), відсутність навчальних програм, які підтримують AR (93%) та технічні проблеми (67%).



Рис. 2.13. Відповіді на запитання 6

7. Чи були б ви зацікавлені в участі у навчанні та підтримці використання доповненої реальності на уроках інформатики та інших предметів?

Преважна більшість зацікавлена у опануванні нових технологій (93%).

Таким чином, можна зазначити, що вчителі не є зацікавленими у використанні технології доповненої реальності через недостатнє розроблене методичне забезпечення та низький рівень знань в цьому напрямі. Хоча у більшості вчителів є бажання до навчання та розвитку, щоб використовувати можливості технології доповненої реальності на уроках впровадження якої в навчання є перспективним і важливим напрямом у сучасній освіті. Ця інновація може покращити якість навчання, сприяти розвитку креативності та підготувати нове покоління учнів до майбутніх викликів.

Висновки до розділу 2

У другому розділі «Можливості використання доповненої реальності у процесі навчання інформатики» проведено аналіз можливостей застосування технології доповненої реальності в освітньому процесі, наведено опис етапів розробки мобільних додатків з доповненою реальністю, наведено приклади таких додатків та подано результати опитування учнів та учителів щодо обізнаності в можливості використання технології доповненої реальності в школах.

У цьому розділі було досліджено та проаналізовано можливості використання доповненої реальності у процесі навчання інформатики. Висновки здійснені на основі проведеного аналізу та досвіду застосування доповненої реальності в освіті свідчать про те, що ця технологія має значний потенціал для покращення навчання та підвищення якості освіти у сучасному світі.

AR дозволяє створювати інтерактивні навчальні середовища, де учні можуть взаємодіяти з віртуальними об'єктами та інформацією в реальному часі. Це робить навчання більш захоплюючим, а також допомагає зрозуміти складні концепції та абстрактні ідеї.

Описано етапи розробки додатків з доповненою реальністю для навчання, що є захопливою та перспективною галуззю, яка активно розвивається та знаходить своє застосування в сучасній освіті. Створення цих додатків відкриває безмежні можливості для покращення навчального процесу, зробивши його більш цікавим, ефективним та доступним.

Процес успішної розробки додатків з доповненою реальністю вимагає не лише технічних знань, але й ретельного аналізу потреб учнів та навчальних цілей. Розробка додатків з доповненою реальністю для навчання є обіцяючою та інноваційною галуззю, яка може покращити якість освіти та підготувати учнів до викликів сучасного світу.

Усі можливості використання доповненої реальності в освіті свідчать про те, що вона може стати важливим інструментом у сучасному освітньому процесі. Проте важливо враховувати, що успішна її імплементація вимагає не лише технологічного забезпечення, але й підготовки вчителів до роботи з цією технологією та розробки відповідного навчального контенту. Але технологія доповненої реальності може значно покращити процес навчання і підготовку учнів до цифрового суспільства.

ВИСНОВКИ

В роботі висвітлено проблему використання засобів доповненої реальності на уроках інформатики.

Проведене дослідження засвідчує досягнення мети, вирішення поставлених завдань та уможлиблює такі висновки.

1. На основі аналізу науково-педагогічних джерел встановлено, що початок зародження доповненої реальності відбувся ще у 60-х роках при створенні Мортонем Хейлігом симулятора Sensorama. Після цього були індивідуальні спроби розробки та впровадження елементів доповненої реальності різними науковцями, але перше масове використання доповненої реальності стало можливим завдяки Дену Рейтону, який у 1982-му році використав радар та камери у космосі для використання у телепрогнозах погоди. Умовно періоди розвитку доповненої реальності поділяють на: попередні кроки до AR (1960-1980), комп'ютеризовані графічні системи (1990-2000), розвиток смартфонів та AR (2010-2020) та сучасний стан і майбутнє (з 2020 року). На даний момент додатки доповненої реальності переходять із статусу лабораторних досліджень до додатків реального часу в різних сферах людського життя.

2. Охарактеризовано сутність понять «доповнена реальність» (технологічний підхід, який поєднує реальний світ і віртуальну реальність, надаючи користувачеві можливість сприймати реальний оточуючий світ, доповнюючи його інтерактивними, комп'ютерними об'єктами та інформацією), «засоби доповненої реальності» (різноманітні технології та додатки, які дозволяють доповнювати реальний світ віртуальними об'єктами, інформацією або елементами навчання).

3. Розглянуто можливості використання засобів доповненої реальності в освітньому процесі, серед яких варто виділити: навчальні ігри; віртуальні лабораторії; програми навчання англійської мови; навчання у професійній освіті; віртуальні екскурсії; тестування тощо.

4. Охарактеризовано, що технологію доповненої реальності можна

успішно впроваджувати на уроках інформатики в школах для того, щоб навчання було більш інтерактивним, практичним та цікавим. Тут можна виділити кілька способів використання AR на уроках інформатики: віртуальні лабораторії; візуалізація коду; програмування в AR-середовищі; інтерактивні завдання; симуляції алгоритмів; розробка AR-додатків; історичні та культурні екскурсії; вивчення роботи апаратного забезпечення; географічне навчання; віртуальні довідники та ін.

Зважаючи, що застосування технології доповненої реальності в освіті спирається на поширення смартфонів в роботі описано етапи розробки додатків з доповненою реальністю, на прикладі ПЗ Unity та Vuforia для навчання та навести приклади таких додатків (Merge Cube, CoSpaces Edu, Zappar, Metaverse AR та ін.).

5. Практичний стан обізнаності учнів та вчителів ЗЗСО м. Суми та м. Охтирка щодо можливостей використання доповненої реальності для навчання виявив, що більшість респондентів знають про доповнену реальність, але не використовували і не мали змоги використовувати її в освіті. В учнів є цікавість до такої технології та бажання використовувати її під час навчання. Вчителі ж також зацікавлені, але зважаючи на деякі фактори (технічні можливості, вивчення нових технологій, розробка методичних матеріалів тощо) не дуже поспішають використовувати можливості доповненої реальності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 10 Augmented Reality books that will blow your kid's mind. URL: <https://appeal-vr.com/blog/10-best-augmented-reality-books/>.
2. A new twist on «Electronic» text books: The Augmented Reality textbook. URL: <https://www.emergingedtech.com/2017/11/new-electronic-textaugmented-reality-textbook/>. Title from the screen.
3. ABI Research: рынок дополненной реальности переключится с предприятий на потребителя. URL: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/244276194>.
4. Caudell T. P., Mizell D. W. Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes // System Sciences, 1992. Proceedings of the twentyfifth Hawaii international conference on, vol. 2. IEEE, 1992, pp. 659–669.
5. Design of Mobile Augmented Reality in Health Care Education: A Theory-Driven Framework. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27731839>
6. Drushlyak M., Sabadosh Yu., Mulesa P., Diemientiev E., Yurchenko A. and Semenikhina O. QR code as a modern educational tool for implementing the BYOD approach. 2023 45th International Convention on Information, Communication and Electronic Technology, MIPRO 2023 – Proceedings, 2023. Pp. 584-589.
7. Drushlyak M., Semenikhina O., Proshkin V., Puchno S., Yurchenko A. Mnemonic Techniques and Formation of Teachers' Ability to Use Them. In Proceedings of the 2nd Myroslav I. Zhaldak Symposium on Advances in Educational Technology (AET-2021), SciTePress, 2023. pp. 529-541.
8. Education with augmented reality: AR textbooks released in Japan (Video). URL: <http://digital-textbooks.blogspot.com/2012/04/education-withaugmented-reality-ar.html>.

9. Giasiranis S., Sofos L. Production and Evaluation of Educational Material Using Augmented Reality for Teaching the Module of «Representation of the Information on Computers» in Junior High School. *Creative Education*. 2016. Vol.7. Pp. 1270–1291.
10. Google Glass: A brief history. URL: <https://www.pocket-lint.com/ar-vr/news/google/132399-google-glass-a-brief-history>
11. HoloLens (1st gen) hardware. URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/hololens/hololens1-hardware>
12. Imagina books: Human body augmented reality educational book. URL: <https://www.kickstarter.com/projects/1418527006/imagina-books-humanbody-augmented-reality-educati>. Title from the screen.
13. Kečkeš A.L., Tomicic I. Augmented Reality In Tourism – Research And Applications Overview. *Interdisciplinary Description of Complex Systems*. 2017. № 15 (2). P. 157-167
14. Lobo M. J., Christophe, S. Opportunities and challenges for augmented reality situated geographical visualization. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. 2020. Vol. 4. P. 163–170. <https://doi.org/10.5194/isprs-annalsV-4-2020-163-2020>.
15. Microsoft HoloLens | Mixed Reality Technology for Business URL: <https://www.microsoft.com/en-us/hololens>
16. Mulesa P., Yurchenko A., Semenikhina O. Diagnostic apparatus of researching the results of preparing teachers to use virtual visibility tools in professional activities. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*, 2023. Вип. 2(53). С. 94-99.
17. Ostroha M., Drushlyak M., Shyshenko I., Naboka O., Proshkin V., Semenikhina O. On the use of social networks in teachers' career guidance activities. *E-learning in the Time of COVID-19*. Vol. 13, 2021. Pp. 266-277.
18. Rudenko Y., Naboka O., Petrenko S., Ostroha M., Pronikova M., Semenikhina O. Using Web Quests in Professional Training Student-Managers. *45th Jubilee International Convention on Information, Communication and*

Electronic Technology, MIPRO 2022 - Proceedings (May 23–27, 2022), Opatija, Croatia, 2022. Pp. 770-775.

19. Semenikhina O. V., Drushlyak M. G., Shishenko, I. V. STEM project as a means of learning modeling for pre-service mathematics and computer science teachers. *Information Technologies and Learning Tools*, 2022. Vol. 90, Is. 4. Pp. 46–56.

20. Semenikhina O., Drushlyak M., Dehtiarova N., Bondarenko Yu., Kondratiuk S. Cloud-based Service GeoGebra and Its Use in the Educational Process: the BYOD-approach. *TEM Journal*. Vol. 8, Iss. 1, Pp. 65-72.

21. Semenikhina O., Yurchenko K., Shamonii V., Khvorostina Y., Yurchenko A. STEM-Education and Features of its Implementation in Ukraine and the World. Paper presented at the 2022 45th Jubilee International Convention on Information, Communication and Electronic Technology, MIPRO 2022 – Proceedings, 2022. Pp. 690-695.

22. Semenikhina O.V., Drushlyak M.G., Bondarenko Yu.A., Kondratiuk S.M., Ionova I.M. Open Educational Resources as a Trend of Modern Education. 42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO 2019 - Proceedings (May 20-24, 2019), Opatija, Croatia, 2019. Pp. 779-782.

23. Soroko N. The augmented reality functions to support the STEAM education at general education institutions. *Physical and Mathematical Education*. 2021. Issue 3(29). P.24-30.

24. Ventana Research. Augmented reality in marketing and sales. 2018. URL: <https://bit.ly/2ne79Ci>.

25. Wu H.-K., Lee S., Chang H.-Y., Liang, J.-C. Current Status, Opportunities and Challenges of Augmented Reality in Education. *Computers & Education* 62. 2013. P. 41–49.

26. Yurchenko A., Drushlyak M., Sapozhnykov S., Teplytska S., Koroliova L., Semenikhina O. Using online IT-industry courses in the computer

sciences specialists' training. *International Journal of Computer Science and Network Security*. Vol. 21 No. 11. 2021. pp. 97-104.

27. Yurchenko A., Mulesa P., Semenikhina O. Individual educational trajectory building as a successful teacher skill in the digital age. *Pedagogy and Education Management Review*, 2023. No 2. Pp. 64–72.

28. Yurchenko A., Rozumenko A., Rozumenko A., Momot R., Semenikhina O. Cloud technologies in education: the bibliographic review. *Informatyka, Automatyka, Pomiary W Gospodarce I Ochronie Środowiska*, 2023. Vol. 13, No 4. Pp. 79–84.

29. Yurchenko A., Shamonina V., Udovychenko O., Momot R., Semenikhina O. Improvement of teacher qualification in the field of computer animation: Training or master class? Paper presented at the 2021 44th International Convention on Information, Communication and Electronic Technology, MIPRO 2021 - Proceedings, 2021. Pp. 631-635.

30. Yurchenko A., Yurchenko K., Proshkin V., Semenikhina O. World Practices of STEM Education Implementation: Current Problems and Results. *International Journal of Research in E-Learning*, 2022. Vol. 8, No 2. Pp. 1-20.

31. Безуглий Д. С., Юрченко А. О., Удовиченко О. М. Огляд засобів комп'ютерної візуалізації для підтримки навчального матеріалу. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*, VI (63), Issue: 153, 2018. Pp. 11-14.

32. Биков В. Ю. Мобільний простір і мобільно орієнтоване середовище Інтернет-користувача: особливості модельного подання та освітнього застосування. *Інформаційні технології в освіті*, 2013. №17. С. 9–37.

33. Бодарева Є.О., Юрченко А.О. Використання AR на уроках інформатики. Комплексний підхід до модернізації науки: методи, моделі та мультидисциплінарність: матеріали III Міжнародної наукової конференції, м.Житомир, 18 серпня, 2023р. / Міжнародний центр наукових досліджень. Вінниця: Європейська наукова платформа, 2023. С. 198-199.
<https://doi.org/10.36074/mcnd-18.08.2023>

34. Божко Л.Д. Віртуальний туризм: нові віяння. Культура України. 2015. Вип. 49. С. 151-160.
35. Бондаренко, В., & Гранчак, Т. (2021). Бібліотечні проекти доповненої реальності (AR): зарубіжний досвід. Український журнал з бібліотекознавства та інформаційних наук, (7), 100–114. <https://doi.org/10.31866/2616-7654.7.2021.233305>
36. Вода А., Юрченко А., Острога М. Діяльність вчителя інформатики в закладі загальної середньої освіти у парадигмі нормативних вимог до її реалізації. Фізико-математична освіта, 2022. Том 37, №5. С. 25–30.
37. Волинець, В. О. (2021). Віртуальна, доповнена і змішана реальність: сутність понять та специфіка відповідних комп'ютерних систем. Питання культурології, (37), 231–243. <https://doi.org/10.31866/2410-1311.37.2021.237322>
38. Гайдар-Цимбал К. А. Технології доповненої реальності для організації віддаленого ознайомлення з лабораторіями кафедри комп'ютерних систем та мереж : дипломна робота магістра за спеціальністю „123 комп'ютерна інженерія“ / К. А. Гайдар-Цимбал. Тернопіль : ТНТУ, 2020. 73 с.
39. Гнедько Н.М. Формування готовності майбутніх учителів до використання засобів віртуальної візуалізації у професійній діяльності : автореф. доктор філософії пед. наук : 13.00.04. Рівне, 2015. 292 с.
40. Гончарова Н. О. Використання ігрових технологій в STEM-освіті. Нові технології навчання: наук.-метод. зб. / Інститут інноваційних технологій і змісту освіти МОН України. К., 2016. Вип. 88. частина 2. С. 160–163.
41. Гончарова Н. О. Візуалізація навчальної інформації через використання технології доповненої реальності. Інформаційні технології в культурі, мистецтві, освіті, науці, економіці та бізнесі: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 18–19 квітня 2019 року / М-во освіти і науки України; М-во культури України; Київ. нац. ун-т культури і мистецтв. Київ: Видавничий центр КНУКіМ, 2019.

42. Грунтова Т., Єчкало Ю., Стрюк А., Пікільняк А. Інструменти доповненої реальності у навчанні фізики у закладах вищої технічної освіти. Педагогіка вищої та середньої школи, 2018. №51. С. 47–57. URL: <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3655>

43. Дегтярьова Н., Петренко С., Удовиченко О. Робота з графічними віджетами при вивченні мови програмування Python в закладах загальної середньої освіти. Освіта. Інноватика. Практика, 2023. Том 11, №4. С. 26-34.

44. Дегтярьова Н.В., Петренко С.І., Удовиченко О.М., Макарова В.В., Вернидуб Г.О. Навчання програмуванню мовою Python учнів старших класів при роботі з графічними об'єктами. Наука і техніка сьогодні. Серія «Педагогіка», Серія «Право», Серія «Економіка», Серія «Фізико-математичні науки», Серія «Техніка», 2023. № 3(17) 2023. С. 316-326.

45. Доповнена реальність в повсякденному житті. URL: <https://brandoptics.com.ua/information/articles-ua/donobheha-peajibhictb-b-nobcrkdehhomy-xntti>

46. Доповнена реальність у мобільному додатку Smartum! URL: <https://smartum.com.ua/news/dopolnennaya-real-nost-v-mobil-nomprilozhenii>

47. Друшляк М. Г., Юрченко А. О., Розуменко А. М., Розуменко А. О., Семеніхіна О. В. Ефективні форми навчання для підвищення кваліфікації вчителів. Електронне наукове фахове видання “Відкрите освітнє Е-середовище сучасного університету”, 2021. №10. С. 77-88.

48. Друшляк М.Г., Шамоля В.Г. Засоби формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики. Фізико-математична освіта, 2021. Випуск5(31). С. 28-35

49. Енциклопедії з доповненою реальністю IEXPLORE. URL: <https://shop.talantbooks.com.ua/uk/catalog-ukr/yentsikloped/encikloped%D1%96%D1%97-dopovненоju-realn%D1%96stju-iexplore/>

50. Карпенко Д.І., Дослідження технології доповненої реальності та розробка інтерактивного музейного AR-додатку. Харківський національний

університет радіоелектроніки. URL: https://openarchive.nure.ua/bitstream/document/11967/1/Karpenko_DI_2019.pdf

51. Климнюк В. Є. Віртуальна реальність в освітньому процесі. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил, 2018. № 2. С. 207–212. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZKhUPS_2018_2_30

52. Ковальчук Л.О. Педагогічна взаємодія викладачів і студентів під час використання нових інформаційних технологій навчання у процесі вивчення педагогічних дисциплін. Вісник Львівського університету. Серія педагогічна, 2005. № 19. С. 17–25

53. Ковальчук О.І., Бондаренко М.П., Охрей А.Г., Прибитько І.Ю., Решетнік Є.М. Особливості використання імерсивних технологій (віртуальної і доповненої реальності) в медичній освіті та практиці. Morphologia. 2020. 14(3). С.158-64.

54. 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 в підготовці фахівців. 2020. Вип. 55. С. 46-62.

55. Лукашова Т.Д., Удовиченко О.М., Шищенко І.В. Навчальні відео як ефективний освітній інструмент професійної підготовки майбутніх бакалаврів середньої освіти. Інноваційна педагогіка. Одеса, 2022. № 53, том 2. С. 85-88.

56. Мацокін, Д. В., & Пахомова, І.М. (2019) Використання технологій доповненої реальності при викладанні фізики. Проблеми сучасної освіти, 151-154.

57. Мацокін, Д.В., & Пахомова, І.М.(2018). Доповнена реальність в освітньому процесі у позашкільний час за темою «Винаходи Леонардо».Електронні інформаційні ресурси: створення, використання, доступ»,127 -132.

58. Маягіна Н., Ханікіна Н. Віртуальна та доповнена реальність у сучасному освітньому процесі. Актуальні питання гуманітарних наук. Вип 36, том 2, 2021. С. 241-247.

59. Мельник, І. Ю., Нефьодова, Г. Д., Задирей, Н. М. (2018) Доповнена та віртуальна реальність як ресурс навчальної діяльності студентів Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 61-64.

60. Мерзликін О., Тополова І., Тронь В. Розвиток ключових компетентностей засобами доповненої реальності на уроках CLIL. Освітній вимір, 2018. №51. С. 58–73. URL: <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3656>

61. Мінтій І., Соловійов В. Доповнена реальність: український сучасний бізнес та освіта майбутнього. Augmented reality: Ukrainian modern business and education of the future. Освітній вимір, 2018. Вип.51, С. 290–296. URL: <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3676>

62. Міронова Т. В. Віртуальна і доповнена реальності в творчості українських мистців. Art and Design. 2021. № 2 (14). С. 141-151.

63. Модло Є. О.б Єчкало Ю. В., Семеріков С. О., Ткачук В. В. Використання технології доповненої реальності у мобільно орієнтованому середовищі навчання ВНЗ. URL: <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/NZPMFMTO/article/viewFile/1115/1094>.

64. Нечипуренко П., Старова Т., Селіванова Т., Томіліна А.. Використання доповненої реальності в хімічній освіті. Освітній вимір, 2018. Вип. 51. С. 25–36. URL: <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3650>

65. Притика О., Юрченко А. Формування навичок організації циклічних обчислень на уроках інформатики старшої школи. Освіта. Інноватика. Практика, 2022. Том10, No2. С. 30-37.

66. Рашевська Н. В. Перспективи застосування засобів доповненої реальності у процесі навчання майбутніх інженерів. Науковий вісник Ужгородського університету. серія: «Педагогіка. Соціальна робота». 2018. Вип.2 (43). С. 226–228. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuuped_2018_2_45

67. Семеніхіна О., Юрченко А. Уміння візуалізувати навчальний матеріал засобами мультимедіа як фахова компетентність учителя. Науковий вісник Ужгородського національного університету: Серія «Педагогіка. Соціальна робота». Ужгород : Видавництво УжНУ «Говерла». Випуск 33. 2014. С. 176-179.

68. Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г. Про використання доповненої реальності в освітньому процесі. Міжнародна дистанційна науково-методична конференція «Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ -2018». 8-9 листопада 2018 р. Суми. С.256-266.

69. Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г., Безуглий Д. С. Інтерактивні аплети як засоби комп'ютерної візуалізації математичних знань та особливості їх розробки у GeoGebra. Комп'ютер в школі і сім'ї, 2016, №1. С. 27-30.

70. Семеніхіна О.В., Юрченко А.О., Сбруєва А.А., Кузьмінський А.І., Кучай О.В., Біда О.А. Відкриті цифрові освітні ресурси у галузі ІТ: кількісний аналіз. Інформаційні технології і засоби навчання, 2020. Том 75. №1. С. 331-348.

71. Слободяник О. Особливості роботи гуртка «Створення доповненої реальності» у дистанційному форматі. Фізико-математична освіта, 2023. Том 38. №1. С. 60-65. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-1-009

72. Слободяник, О.В. (2022). Доповнена реальність в позаурочній роботі (підготовчий етап). Імерсивні технології в освіті, 152-157.

73. Слупська, Я., & Шкуренко, О. (2022). Застосування віртуальної реальності (VR) у освіті. Молодий вчений, 9 (109), 82-88. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2022-9-109-19>

74. Соколюк О. М. Інформаційно-освітнє середовище навчання в умовах трансформації освіти. Наукові записки. Серія: Проблеми методики проблеми освіти, 2016. Вип.12(III). С. 48–55. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/84274356.pdf>

75. Соколюк, О.М., & Слободяник, О.В. (2022). Застосування технології доповненої реальності у процесі навчання фізики. Матеріали всеукраїнської вебконференції “Теорія і практика цифрового навчання в сучасних закладах освіти” (присвячується 110-річчю Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського) Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, м. Вінниця, Україна. URL: https://ito.vspu.net/konferenc/konf_digital_education/2022/digital_education-2022.htm

76. Сороко Н., Ткаченко В. Моделі взаємодії учасників освітнього середовища з використанням засобів доповненої та віртуальної реальностей у закладі загальної освіти. Фізико-математична освіта, 2023. Том 38. № 3. С. 63-72. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-3-009.

77. Тарангул Л., Романюк С. Використання технології доповненої реальності в освітньому процесі закладів вищої освіти. Проблеми освіти, Випуск 1 (96), 2022, С.187-204.

78. Ткачук В.В., Семеріков С.О., Єчкало Ю.В., Маркова О.М., Мінтій М.М. Засоби розробки доповненої реальності для Web: порівняльний аналіз. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 2(24). С. 159-167.

79. Трач Ю. VR-технології як метод і засіб навчання. Освітологічний дискурс. 2017. № 3-4 (18-19). С. 309–322.

80. Усатенко В. Д., Особливості застосування сучасних технологій для створення віртуального освітнього середовища. КПІ імені Ігоря Сікорського URL: https://openarchive.nure.ua/bitstream/document/11967/1/Karpenko_DI_2019.pdf

81. Фільми майбутнього будуть виконані в доповненій реальності. URL: <https://vrgeek.ru/budushhee-sozdaniya-filmovpri-pomoshhi-dopolnenoj-realnosti/>

82. Шмиголь М. Ф., Юшкевич Ю. С. Віртуальна реальність як феномен інформаційного суспільства: світоглядний аспект. Гілея: науковий вісник. 2019. Вип.142(2). С. 212–215.

83. Що таке віртуальна реальність: визначення, пристрої та приклади.
URL: <https://www.marxentlabs.com/what-is-virtual-reality/>
84. Що таке доповнена реальність – технології, приклади та історія.
URL: <https://uk.myservername.com/what-is-augmented-reality-technology>
85. Що таке доповнена реальність? URL: <https://www.fi.edu/what-is-augmented-reality>
86. Що таке змішана реальність? URL: <https://www.adobe.com/products/substance3d/discover/mixed-reality.html>
87. Що таке розширена реальність (XR): віртуальна (VR), доповнена (AR) і змішана (MR)? URL: <https://gsminfo.com.ua/43036shho-take-rozshyrena-realnist-xr-virtualna-vr-dopovnena-ar-i-zmishana-mr.html>
88. Юрченко А, Мулеса П., Лобода В., Острога М. Соціальні сервіси як майданчик для супроводу освітнього процесу і навчання інформатики. Фізико-математична освіта, 2022. Том34. №2. С. 63-70.
89. Юрченко А. О., Юрченко К.В. Реалізація компетентнісного підходу в умовах використання ІКТ. Збірник наукових праць «Актуальні питання природничо-математичної освіти», 2017. №1. С. 184–189.
90. Юрченко А., Удовиченко О., Шершень О. Особливості вивчення 3D-графіки в умовах неформальної освіти. Освіта. Інноватика. Практика, 2022. Том 10, № 5. С. 48-57.
91. Юрченко А., Хворостіна Ю. Особливості навчання комп'ютерному моделюванню на уроках інформатики. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Педагогіка. Соціальна робота, 2022. Випуск 1(50). С. 333-336.
92. Юрченко А., Хворостіна Ю., Шамоня В., Семеніхіна О. Цифрові технології у викладанні фізики: аналіз існуючих практик. Фізико-математична освіта, 2023. Том 38. № 5. С. 53-59.

93. Юрченко А.О. Організації та проведення гурткової роботи з інформатики в основній школі. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота»: зб.наук. пр. / Ред.кол. : Козубовська І.В. (гол.ред.) та ін. Ужгород: Видво УжНУ «Говерла», 2019. Випуск 1 (44). С. 214-218.

94. Юрченко А.О., Семеніхіна О.В., Хворостіна Ю.В., Удовиченко О.М. Навчання програмувати в старшій школі крізь призму чинних навчальних програм. Фізико-математична освіта. 2019. Випуск 2(20). Ч.2. С. 47-54.

95. Ярошенко Т., Чуканова С. Роль цифрової гуманітаристики у модернізації сучасного бібліо-текознавства. Український журнал з бібліотекознавства та інформаційних наук. 2018. Вип. 1. С. 10–17.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Анкета для учнів щодо використання доповненої реальності в школі

1. Чи знаєте ви що таке «доповнена реальність»?
 - Так
 - Ні
2. Чи зустрічались ви з доповненою реальністю у житті?
 - Так
 - Ні
3. Як ви ставитесь до доповненої реальності?
 - Позитивно, подобається
 - Негативно
 - З обережністю
4. Чи використовується в вашій школі технологія доповненої реальності на уроках інформатики?
 - Так
 - Ні
 - Не впевнений(на)
5. Які саме засоби доповненої реальності ви використовуєте на уроках інформатики? (Оберіть всі, що підходять)
 - AR-додатки на смартфоні або планшеті
 - AR-окуляри або гарнітура
 - AR-додатки на комп'ютері
 - Інше (вказіть, які)
6. Як часто ви використовуєте доповнену реальність на уроках інформатики?
 - Регулярно

- Час від часу
 - Надто рідко
 - Ніколи
7. Які конкретні завдання або проекти з використанням доповненої реальності ви вже робили на уроках інформатики? (Оберіть всі, що підходять)
- Вивчення геометрії
 - Вивчення історії
 - Вивчення біології
 - Вивчення програмування
 - Інше (вказіть, які)
8. Чому на Вашу думку використання доповненої реальності на уроках інформатики було б цікаве? (Оберіть всі, що підходять)
- Вона робить навчання цікавішим.
 - Вона допомагає краще розуміти складні матеріали.
 - Вона розвиває мої технологічні навички.
 - Вона готує мене до майбутніх інформаційних технологій.
 - Інше (вказіть, які)
9. Які б ви хотіли бачити можливості доповненої реальності на уроках інформатики у майбутньому? (Відкрита відповідь)
10. Чи маєте ви якісь ідеї або пропозиції щодо покращення використання доповненої реальності на уроках інформатики?

Анкета для вчителів щодо використання доповненої реальності в школі

Питання 1: Ви використовуєте технологію доповненої реальності на уроках?

- Так
- Ні

Питання 2: Які конкретні засоби доповненої реальності ви використовуєте на уроках?

- AR-додатки для смартфонів
- AR-окуляри
- AR-системи для навчання (наприклад, HoloLens)
- Інші (вказати)

Питання 3: Чи помітили ви покращення в засвоєнні матеріалу учнями завдяки використанню доповненої реальності?

- Так
- Ні
- Важко сказати

Питання 4: Чи маєте ви доступ до необхідного обладнання для використання доповненої реальності на уроках?

- Так
- Ні

Питання 5: Які переваги ви бачите у використанні доповненої реальності для навчання?

- Підвищення зацікавленості учнів
- Краще засвоєння матеріалу
- Розвиток креативності та уяви
- Зручність для вчителя

- Інші (вказати)

Питання 6: Які перешкоди або обмеження ви відчуваєте у використанні технології доповненої реальності на уроках?

- Недостатньо обладнання
- Відсутність підготовленого контенту
- Відсутність навчальних програм, які підтримують AR
- Технічні проблеми
- Інші (вказати)

Питання 7: Чи були б ви зацікавлені в участі у навчанні та підтримці використання доповненої реальності на уроках інформатики та інших предметів?

- Так
- Ні