

української системи охорони здоров'я, дослідження досвіду «Healthy.me» та його порівняння з європейськими аналогами може стати основою для подальшого розвитку цифрової медицини як в Україні, так і в інших країнах, що стикаються з подібними проблемами в галузі охорони здоров'я.

Вивчення функціональних можливостей та особливостей застосування МІС є надзвичайно важливим елементом підготовки майбутніх фахівців у галузі охорони здоров'я. Знання структури, функціоналу та принципів роботи таких систем дасть змогу не лише впевнено орієнтуватися у цифровому медичному середовищі, а й ефективно застосовувати інформаційні технології у щоденній майбутній клінічній практиці. З огляду на постійну цифрову трансформацію медицини, опанування МІС є не просто актуальним, а й необхідним для побудови майбутньої ефективної та пацієнтоорієнтованої системи охорони здоров'я в Україні.

### Список використаних джерел

1. General Data Protection Regulation. URL: <https://gdpr.eu> (available at: 02.03.2025).
2. Helsi.me – єдина медична інформаційна система України. URL: <https://helsi.me> (дата звернення: 02.03.2025).
3. EU4Digital Initiative. E-health activities. URL: <https://eufordigital.eu> (available at: 02.03.2025).
4. Top 10 Global EHR Vendors by Market Share. Healthcare IT News. URL: <https://www.healthcareitnews.com> (available at: 02.03.2025).
5. European Commission. European Health Data Space. URL: <https://health.ec.europa.eu> (available at: 02.03.2025).

## ВИКОРИСТАННЯ AR-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РОЗРОБКИ ІНТЕРАКТИВНИХ ІГОР

### Якименко Артем Олександрович

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності Комп'ютерні науки,  
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка,  
[yakymenko\\_ao@fizmat.tnpu.edu.ua](mailto:yakymenko_ao@fizmat.tnpu.edu.ua)

### Василенко Ярослав Пилипович

викладач кафедри інформатики та методики її навчання,  
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка,  
[java@fizmat.tnpu.edu.ua](mailto:java@fizmat.tnpu.edu.ua)

Доповнена реальність (AR) – це сучасна технологія, яка дозволяє інтегрувати цифровий контент у реальний світ, створюючи унікальний досвід взаємодії для користувачів. Завдяки розвитку апаратного забезпечення та програмних платформ AR-технології стають все більш доступними і знаходять широке застосування в різних сферах, зокрема в індустрії інтерактивних ігор.

Використання AR у геймдеві відкриває нові можливості для розробників, надаючи гравцям змогу взаємодіяти з ігровим середовищем у реальному часі та просторі. Інтерактивні AR-ігри поєднують віртуальні об'єкти з фізичним світом, що значно підсилює ефект занурення та робить ігровий процес більш динамічним і захоплюючим.

У цьому дослідженні розглядаються ключові особливості AR-технологій, їхні переваги у розробці інтерактивних ігор, а також основні виклики та перспективи їхнього використання в ігровій індустрії.

Розвиток AR-технологій суттєво змінює індустрію інтерактивних ігор, відкриваючи нові можливості для взаємодії гравців із цифровим контентом. Популяризація мобільних пристроїв із підтримкою AR, зокрема смартфонів та AR-окулярів, сприяє швидкому зростанню ринку AR-ігор. Такі ігри, як Pokémon GO та Harry Potter: Wizards Unite, продемонстрували високий рівень залученості користувачів і потенціал цієї технології у сфері розваг.

Значущість дослідження зумовлена також тим, що AR-ігри не лише розширюють межі традиційного геймплею, а й сприяють розвитку соціальної взаємодії, навчання та фізичної активності гравців. Крім того, інноваційні підходи до використання AR у геймдеві можуть стати рушієм для створення нових бізнес-моделей та вдосконалення методів взаємодії з користувачами.

Однак, незважаючи на швидкий розвиток технологій, розробка AR-ігор залишається складним процесом, що потребує врахування технічних обмежень, оптимізації продуктивності та створення інтуїтивних механік взаємодії. Це робить дослідження використання AR у розробці інтерактивних ігор надзвичайно актуальним для індустрії та академічного середовища.

Доповнена реальність (AR) – це технологія, яка доповнює реальний світ віртуальними елементами, інтегруючи цифровий контент у фізичне середовище в режимі реального часу. На відміну від віртуальної реальності (VR), яка створює повністю штучне середовище, AR взаємодіє з реальною обстановкою, використовуючи камери, датчики, GPS та штучний інтелект для розпізнавання об'єктів і простору.

Принципи роботи AR у геймдеві [1; 3]:

Взаємодія з реальним середовищем. AR-ігри використовують камери мобільних пристроїв, AR-окуляри або спеціальні датчики для аналізу навколишнього простору та розміщення віртуальних об'єктів у ньому. Наприклад, у Pokémon GO гравці можуть бачити покемонів у реальному світі через екран смартфона.

Просторове відстеження та розпізнавання об'єктів. Використання SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) для картографування навколишнього середовища та точного розміщення AR-об'єктів.

Розпізнавання маркерів (QR-кодів, зображень, поверхонь) або markerless-технології для більш природної інтеграції контенту.

Реалістична інтеграція цифрових об'єктів. Фізично коректне освітлення та тіні, які адаптуються до реального середовища.

Взаємодія віртуальних об'єктів з реальними, наприклад, зіткнення або зміна перспективи при русі користувача.

Інтерактивність. Використання жестів, голосових команд, сенсорного керування або контролерів для взаємодії з AR-об'єктами.

Динамічне оновлення контенту на основі геолокації, як у Ingress, де об'єкти з'являються у певних точках світу.

Поєднання з іншими технологіями. AR ефективно працює у зв'язці з AI (штучним інтелектом), що дозволяє адаптувати віртуальні об'єкти до поведінки користувача.

Інтеграція з IoT (Інтернетом речей) дає змогу створювати розумні ігрові середовища, які реагують на зовнішні умови.

Таблиця 1

**Порівняння та особливості популярних AR-ігор**

| Гра                                                        | Розробник  | Основні особливості                                                                               | Переваги                                                                                   | Недоліки                                                                                              |
|------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Pokémon GO</b> (2016)                                   | Niantic    | Геолокаційний AR-геймплей<br>Колекціонування та розвиток покемонів<br>Соціальні та командні битви | Висока інтерактивність<br>Мотивація до фізичної активності<br>Регулярні оновлення та події | Залежність від GPS та Інтернету<br>Витрати заряду батареї<br>Обмежений AR-функціонал у деяких режимах |
| <b>Harry Potter: Wizards Unite</b> (2019)                  | Niantic    | Магічні битви та заклинання в AR<br>Взаємодія з реальним світом<br>Кооперативні завдання          | Глибокий сюжет та всесвіт<br>Використання жестового керування                              | Високі вимоги до пристрою<br>Відносно низька база гравців, що призвело до закриття гри у 2022         |
| <b>Ingress</b> (2013)                                      | Niantic    | Геолокаційні битви між фракціями<br>Вплив на реальні локації                                      | Стратегічний геймплей<br>Висока соціальна взаємодія                                        | Складний для новачків<br>Не дуже виражений AR-елемент                                                 |
| <b>The Walking Dead: Our World</b> (2018)                  | Next Games | AR-битви із зомбі<br>Використання реального світу як ігрового поля                                | Динамічні бої<br>Співпраця з іншими гравцями                                               | Монотонність геймплею<br>Високі системні вимоги                                                       |
| <b>Minecraft Earth</b> (2019, закрито 2021)                | Mojang     | Створення та взаємодія з блоковим світом у реальному середовищі                                   | Креативний підхід<br>Мультиплеєр у реальному світі                                         | Високе енергоспоживання<br>Складність реалізації масштабних проєктів                                  |
| <b>Five Nights at Freddy's AR: Special Delivery</b> (2019) | Illumix    | Жахи в AR<br>Взаємодія з аніматроніками у реальному світі                                         | Атмосферність та реалістичність                                                            | Одноманітний геймплей<br>Вимоги до потужного пристрою                                                 |

Найуспішнішими є геолокаційні AR-ігри (Pokémon GO, Ingress), оскільки вони заохочують соціальну взаємодію та активний спосіб життя. Ігри з сюжетною або кооперативною складовою (наприклад, Harry Potter: Wizards Unite, The Walking Dead: Our World) можуть страждати від недостатньої бази гравців та складного геймплею. Ігри з креативним підходом (Minecraft Earth) мають потенціал, але можуть бути обмежені технічними ресурсами та складністю реалізації. Жанр жахів у AR (Five Nights at Freddy's AR) є

перспективним, проте обмежується вузькою аудиторією. Ці спостереження допомагають краще зрозуміти, які механіки та підходи є ефективними при розробці нових AR-ігор.

Інтеграція AR у геймдев базується на використанні різних технологій та механік, що забезпечують реалістичну взаємодію гравця з віртуальним світом [2]. Наступна таблиця демонструє основні методи інтеграції AR у геймдев, їхні переваги та обмеження, а також приклади ігор, що використовують ці технології.

Таблиця 2

### Методи інтеграції AR у ігровий процес

| Метод                                             | Опис                                                                                      | Приклад ігор                              | Переваги                                                          | Недоліки                                                      |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>Маркерна (Marker-Based AR)</b>                 | Використовує спеціальні маркери (QR-коди, зображення) для розміщення віртуальних об'єктів | AR-ігри з картками, навчальні AR-програми | Точне розміщення об'єктів<br>Низьке навантаження на пристрій      | Потребує маркерів<br>Обмежена мобільність гравця              |
| <b>Безмаркерна (Markerless AR, SLAM)</b>          | Виявляє поверхні та розміщує віртуальні об'єкти без маркерів                              | Pokémon GO, Angry Birds AR                | Висока гнучкість<br>Можливість використання у будь-якому просторі | Високе навантаження на процесор<br>Швидке розрядження батареї |
| <b>Геолокаційна (Location-Based AR)</b>           | Використовує GPS, Wi-Fi, мобільні дані для інтеграції гри в реальний світ                 | Pokémon GO, Ingress                       | Реальна інтеграція у світ<br>Соціальна взаємодія                  | Залежність від сигналу GPS<br>Можливі ризики безпеки гравця   |
| <b>Взаємодія через жести, дотики та голос</b>     | Управління AR-об'єктами за допомогою дотику, жестів або голосових команд                  | Harry Potter: Wizards Unite               | Інтуїтивне керування<br>Реалістична взаємодія                     | Помилки розпізнавання<br>Потребує точного алгоритму жестів    |
| <b>AR-окуляри та пристрої змішаної реальності</b> | Використання спеціальних пристроїв для AR-інтерації                                       | Microsoft HoloLens, Magic Leap            | Повне занурення<br>Вільні руки для взаємодії                      | Висока вартість<br>Обмежена доступність для гравців           |
| <b>AR + Штучний інтелект (AI)</b>                 | AI аналізує поведінку гравця та адаптує AR-елементи                                       | Five Nights at Freddy's AR                | Персоналізований досвід<br>Динамічна адаптація ігрового процесу   | Високі вимоги до ресурсів<br>Складність реалізації            |

AR-технології мають величезний потенціал для розвитку ігор, забезпечуючи захоплюючий досвід взаємодії з реальним світом. Однак для успіху важливо поєднувати технічні інновації з інтуїтивністю, безпекою та

персоналізацією, що дозволить створити привабливий та доступний продукт для широкої аудиторії.

Доповнена реальність відкриває нові можливості для розробки інтерактивних ігор, поєднуючи реальний та віртуальний світи. Завдяки інтеграції AR в ігровий процес можна створювати більш захоплюючі та реалістичні практики, що значно покращує взаємодію гравців з контентом і мотивує до активної участі.

Аналіз показав, що найпоширенішими методами AR у геймдеві є маркерні та безмаркерні технології, геолокація, а також інтеграція з іншими технологіями, такими як штучний інтелект та пристрої змішаної реальності (AR-окуляри). Кожен метод має свої переваги і недоліки, але їхнє поєднання може створювати унікальні ігрові механіки.

Важливими проблемами, що виникають під час впровадження AR в ігри, є високе навантаження на пристрій, проблеми з енергоспоживанням, а також необхідність точного відстеження та обробки реального світу. Крім того, залежність від GPS-сигналу та обмеження в точності розпізнавання поверхонь можуть ускладнити реалізацію високоякісних AR-практик.

Інтеграція геолокації та соціальних функцій дозволяє AR-іграм досягати високої залученості гравців. Ігри, які мотивують до взаємодії з іншими людьми та фізичної активності, стають більш популярними, але також вимагають уваги до безпеки і конфіденційності даних користувачів.

Для досягнення успіху в розробці AR-ігор розробникам слід зосередитися на оптимізації продуктивності та енергоспоживання, а також приділяти увагу інтуїтивному управлінню та персоналізації досвіду. Важливим є також інтегрування соціальних аспектів, що залучають гравців, а також турбота про безпеку і конфіденційність користувачів.

Таким чином, AR-технології мають значний потенціал для трансформації ігрової індустрії, дозволяючи створювати більш інтерактивні, реалістичні та захоплюючі ігри для користувачів. Успіх розробки AR-ігор залежить від вмілого поєднання інноваційних технологій, інтуїтивного управління та врахування потреб і переваг гравців.

### Список використаних джерел

1. Schmalstieg D., Höllerer T., Augmented reality : Principles and practice. 2017 IEEE Virtual Reality. Los Angeles, CA. USA, 2017. P. 425–426.
2. Patricia Muñoz Mencia. Augmented Reality with Unity 3D and Vuforia. URL: <https://www.scribd.com/document/217696524/Augmented-Reality-pdf> (available at: 30.03.2025).
3. Linowes, Jonathan, and Krystian Babilinski. Augmented Reality For Developers. URL: <https://pdfcoffee.com/augmented-reality-for-developers-5-pdf-free.html> (available at: 30.03.2025).