



ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ТА ІНТЕРАКТИВНІ МУЛЬТИМЕДІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

VISUALIZATION AND INTERACTIVE MULTIMEDIA TECHNOLOGIES

УДК 004.8:[794.088:004.946.5]:004.032.26

DOI: 10.31866/2617-796X.7.1.2024.307012

Олександр Ткаченко,

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри інформаційних технологій,
Державний університет інфраструктури та технологій,
Київ, Україна
aatokg@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6911-2770>*

Антон Мамаєв,

*магістрант,
кафедра інформаційних технологій,
Державний університет інфраструктури та технологій,
Київ, Україна
anton.mamaiev18@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0008-3904-3370>*

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПІД ЧАС ФОРМУВАННЯ ПРОСТОРУ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР

На сьогодні стрімко зростає індустрія комп'ютерних ігор, збільшується кількість користувачів цих ігор (гравців). Усе це впливає на сучасне суспільство. Розробка нових комп'ютерних ігор передбачає постійну еволюцію, що відбувається в таких напрямках, як технологічні інновації, розвиток жанрів ігор, аналіз ринкових тенденцій у сфері розваг. Розвиток штучного інтелекту та його застосування в розробці комп'ютерних ігор сприяють динамічній зміні ландшафту, розширенню простору та жанрів ігор.

Метою статті є дослідження та аналіз стану сучасної індустрії комп'ютерних ігор з урахуванням основних жанрів і трендів використання штучного інтелекту під час їх розробки та формування відповідного простору ігор, оцінка технологічних інновацій, аналіз ринку й прогнозування майбутнього розвитку game-індустрії.

Методами дослідження є основні методологічні підходи й технологічні засоби штучного інтелекту для розробки комп'ютерних ігор і формування відповідного простору ігор. Такими методами, зокрема, є системний і порівняльний аналізи для виявлення особливостей комп'ютерних ігор різних жанрів та видів, метод експертних оцінок, який передбачає аналіз літературних джерел та інформаційних ресурсів, проведення інтерв'ю і опитування експертів з game-індустрії.

Новизною проведеного дослідження є комплексний аналіз сучасних технологій, зокрема генеративного штучного інтелекту, їх використання в розробці комп'ютерних ігор і тенденцій щодо формування простору таких ігор.

Висновки. Виявлено основні тенденції розвитку комп'ютерних ігор. Визначено фактори, що впливають на їхній ринок, та зроблено прогнози щодо майбутнього розвитку цієї галузі. У роботі проведено аналіз використання штучного інтелекту, зокрема генеративного, під час розробки комп'ютерних ігор (для оптимізації створення ігор та зменшення бюджетів) та формування відповідного ігрового простору, генеративний штучний інтелект відкрив нову еру розробки простору комп'ютерних ігор. Визначено вплив штучного інтелекту на баланс між інтеграцією та зануренням у реальний світ. Проаналізовано поточний стан ігор у віртуальній реальності з їх досягненнями та проблемами, що має вирішальне значення для уявлення про їхню майбутню траєкторію розвитку. Розглянуті нові тенденції та технології вказують на майбутнє простору комп'ютерних ігор.

Ключові слова: штучний інтелект; генеративний штучний інтелект; нейронні мережі; комп'ютерні ігри; жанри; віртуальна реальність; game-індустрія; простір комп'ютерних ігор.

Вступ. Сучасні інформаційні технології постійно змінюють наше сприйняття світу розваг, відкриваючи нові можливості для індустрії розваг і розширюючи простір комп'ютерних ігор.

На сьогодні стрімко зростає індустрія комп'ютерних ігор, збільшується кількість користувачів цих ігор (гравців). Усе це впливає на сучасне суспільство, особливо на молодь.

Розробка нових комп'ютерних ігор передбачає постійну еволюцію, що відбувається в таких напрямках, як технологічні інновації, розвиток жанрів ігор, аналіз ринкових тенденцій у сфері розваг. Нові технології оптимізації розробки ігор стали частиною індустрії ігор (Gómez-Maureira et al., 2014).

Розвиток штучного інтелекту та його застосування в розробці комп'ютерних ігор сприяють динамічній зміні ландшафту, розширенню простору та жанрів ігор (Helping you thrive in the games market, n.d.). Крім того, поява додаткових ігрових пристроїв, таких як Nintendo Switch (Game Developer, n.d.) і Steam Deck (Game Developer, n.d.), змінює правила взаємодії гравців як між собою, так і з іграми.

Розробка нових комп'ютерних ігор передбачає, зокрема, вирішення таких проблем, як:

- удосконалення геймплею та взаємодії з гравцем;
- розширення можливостей онлайн-ігор.

Вирішенню цих проблем має передувати ретельно проведений аналіз стану індустрії комп'ютерних ігор та основних тенденцій як безпосередньо розвитку жанрів, стилів, тематики (сюжетів) комп'ютерних ігор, так і розвитку їх технологічного забезпечення (розробки нових ігрових рушіїв (Byshonkov, 2024), застосування штучного інтелекту (Klingler, 2024), використання 3D-простору для поля гри (Siwek, 2017) тощо). Важливим аспектом індустрії комп'ютерних ігор є використання когнітивної психології (Game Developers Conference, 2024).

Сучасний простір комп'ютерних ігор насичений різноманітними технологічними можливостями, проте є виклики, пов'язані з постійним попитом на новітні ігрові розробки, з високими витратами на їх створення та з конкуренцією на ринку.

Метою є дослідження та аналіз стану сучасної індустрії комп'ютерних ігор з урахуванням основних жанрів і трендів використання штучного інтелекту під час розробки комп'ютерних ігор та формування відповідного простору ігор, оцінка технологічних інновацій, аналіз ринку та прогнозування майбутнього розвитку game-індустрії.

Завданнями дослідження, зокрема, є:

- аналіз статистичних даних щодо простору комп'ютерних ігор (жанрів та уподобань гравців);
- аналіз технологічного забезпечення індустрії комп'ютерних ігор;
- аналіз трендів використання штучного інтелекту під час формування простору комп'ютерних ігор;
- аналіз трендів розвитку комп'ютерних ігор у віртуальному просторі.

Результати дослідження. Більш ніж половина гравців світу припадає на такі країни, як Індія, Китай, Японія та Південна Корея. На країни Північної Америки та Європи – лише 21 % гравців (рис. 1). У країнах Близького Сходу, Африки та Латинської Америки ці показники значно менші (Helping you thrive in the games market, n.d.). Але в цих країнах спостерігається тенденція до зростання кількості гравців, що обумовлено, зокрема (Investing in the frontier of gaming, 2024):

- покращенням інтернет-інфраструктури;
- доступним і недорогим (мобільним) інтернетом;
- зростанням чисельності так званого середнього класу;
- використанням ігор як доступної (іноді безкоштовної) розваги;
- зростанням кількості користувачів смартфонів.

У 2023 р. світовий ринок ігор, незважаючи на складну економічну ситуацію, збільшив свій дохід, отримавши 184 млрд \$. У 2023 р. доходи мобільного сегмента впали (Vyshonkov, 2024) через проблеми монетизації та залучення нових користувачів, що тісно пов'язано з політикою конфіденційності. Але мобільні ігри й досі залишаються найзначнішим сегментом ігрового ринку, на який припадає трохи менше половини всього світового ринку.

Сегмент консолей стає другим за величиною сегментом ринку, який у 2023 р. становив 29 % усього ринку завдяки величезній кількості популярних ігор (Bradshaw, 2020). До цих ігор можна зарахувати, зокрема, такі: Hogwarts Legacy, The Legend of Zelda: Tears of the Kingdom та Final Fantasy XVI (Bernevega and Gekker, 2021).

Також популярними серед гравців є Marvel's Spider-Man 2 для PlayStation 5 (Siwek, 2017), Forza Motorsport і Starfield для Xbox (Siwek, 2017), оригінальна гра про Маріо у 2D від Nintendo (Super Mario Bros. Wonder) (Smith, 2019).

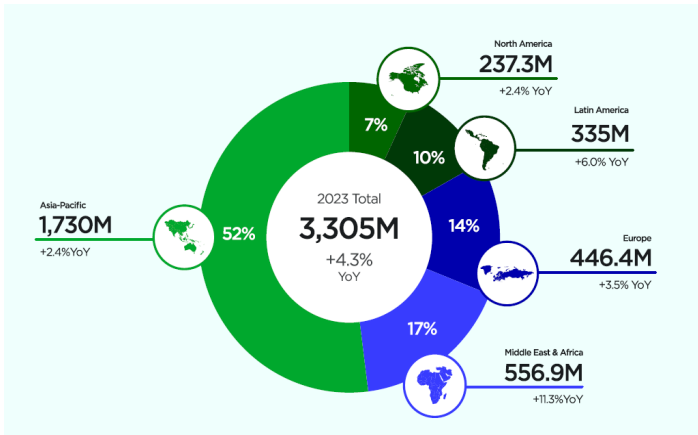


Рис. 1. Кількість гравців за регіонами (Helping you thrive in the games market, n.d.)

Залишаються популярними й такі ігри, як Call of Duty (Bernevega and Gekker, 2021), EA Sports FC (раніше відома як FIFA) (Bernevega and Gekker, 2021), Assassin's Creed (Bernevega and Gekker, 2021).

Зростання популярності цих ігор відбувається завдяки успіху таких сервісів, як Fortnite, Rocket League (Vyshonkov, 2024). Такі хіти, як Hogwarts Legacy, Diablo IV (Helping you thrive in the games market, n.d.) та інші, мають велику кількість своїх поціновувачів.

Деякі гравці, які орієнтуються на платформу, віддають перевагу консольним версіям сторонніх ігор (Helping you thrive in the games market, n.d.), але й ПК-ексклюзивні хіти залишаються такими ж популярними, як і раніше. На рис. 2 продемонстровані основні компанії-розробники комп'ютерних ігор.

	Company	Revenues
1.	Tencent	\$7,442M
2.	Sony	\$3,410M
3.	Apple	\$3,652M
4.	Microsoft	\$3,284M
5.	NetEase	\$2,814M
6.	Google	\$2,418M
7.	Electronic Arts	\$1,914M
8.	Activision Blizzard	\$2,093M
9.	Nintendo	\$1,260M
10.	Take-Two Interactive	\$1,129M

Рис. 2. Найкращі компанії-розробники ігор (Helping you thrive in the games market, n.d.)

Основні тренди 2023 року в ігровій індустрії. Ринки комп'ютерних та консольних ігор постійно зростають. Виробники ігор застосовують кілька нових стратегій збільшення загального ринку, який вони можуть охопити. Серед них – вихід на мобільний ринок, експерименти з послугами підписки на контент, live-сервіси (Наші послуги, б.д.).

На сьогодні в game-індустрії відбуваються суттєві зміни та новації, обумовлені тим, що зростає використання технологій штучного інтелекту. Це відкриває перед розробниками нові можливості щодо швидкості й ефективності процесів розробки комп'ютерних ігор.

У разі зростання популярності game-пристроїв, таких як Nintendo Switch та Steam Deck, виникає й інший тренд – перенесення простору комп'ютерних ігор на мобільні пристрої, а саме смартфони, мобільні телефони тощо.

Набувають популярності й ігри у віртуальній реальності (VR) (Faisal, 2017). З новими технологіями та тенденціями у сфері VR, такими як розширена реальність, що поєднує VR з доповненою та змішаною реальністю, цей сегмент ігор може стати в майбутньому найбільш потрібним у середовищі гравців. Розглянемо ці тренди детальніше.

Тренд 1. Застосування генеративного штучного інтелекту в розробці ігор. Генеративний штучний інтелект (*Generative Artificial Intelligence, GenAI*) (Global Generative, 2024) сприяє створенню нових форм контенту ігор (текстового, аудіо та візуального). Основою використання генеративних моделей є навчальні послідовності.

GenAI може створити малюнок, де людина йде дорогою, обганяючи автомобіль, генеруючи новий контент на основі здобутої інформації та безперервно продовжуючи процес навчання.

Моделі GenAI можуть виконувати, наприклад, перетворення тексту в текст, тексту у 2D- чи 3D-зображення, управляти діями, наприклад такими, як відповіді на питання або аналіз даних.

Моделі, на яких ґрунтується штучний інтелект, є поширеними, вони полегшують виконання різноманітних завдань за допомогою складних алгоритмів. Моделі штучного інтелекту (штучні нейронні мережі):

- використовують алгоритми виявлення закономірностей у даних;
- об'єднують кілька алгоритмів, утворюючи цілісні системи;
- здатні навчатися та ухвалювати рішення.

Типи моделей штучного інтелекту:

1. *Фундаментальні моделі*, такі як ChatGPT від OpenAI (Semrush Team, 2023) та Bing Chat від Microsoft (Semrush Team, 2023), є попередньо навченими моделями машинного навчання, які можуть виконувати різні завдання, обробляти завдяки самонавчанню широкий спектр даних (Klingler, 2024).

2. *Мультимодальні моделі* вміють працювати з різними типами даних, такими як зображення, аудіо, відео й текстові дані. Одним з підтипів є моделі мови зору, які можуть аналізувати візуальну інформацію за допомогою методів так званого «комп'ютерного зору».

3. *Великі мовні моделі*, такі як BERT від Google (Global Generative, 2024), спеціалізуються на розумінні та створенні тексту за допомогою обробки природної мови (*Natural language processing, NLP*) (Global Generative, 2024). Навчаючись на великих масивах даних, ці моделі можуть виконувати переклад, категоризацію, аналіз емоцій.

4. *Дифузійні моделі* здатні фрагментувати та реконструювати зображення, полегшуючи створення контенту, згенерованого штучним інтелектом. Фрагментуючи зображення та рекомбінуючи ознаки, ці моделі створюють нові візуальні результати (образи).

2022 р. OpenAI випустила ChatGPT (Helping you thrive in the games market, n.d.). Генеративний штучний інтелект використовує нейронні мережі для виявлення закономірностей і структур в даних під час створення оригінального, у тому числі й ігрового, контенту. Використання великих мовних моделей та генеративного штучного інтелекту дасть змогу створювати цілі ігри з «нуля» (Helping you thrive in the games market, n.d.).

Шанувальники негативно відреагували на використання Cyan Worlds (Game Developer, n.d.) створеного за допомогою штучного інтелекту контенту (журналів, історій, пісень, віршів і шпалер у грі). Але це не зменшує ролі штучного інтелекту як доповнення зусиль з розробки ігор.

Термін розробки ігор класу AAA (відеоігор, створюваних середніми та великими компаніями-розробниками) (Bernevega and Gekker, 2021) може перевищувати 5–7 років (наприклад, 7 років для гри Perfect Dark від Xbox) (Bernevega and Gekker, 2021). Основну частину витрат на розробку гри становлять витрати, що пов'язані з технологіями, необхідними для створення гри (Ball, 2024).

Уже 87 % з 243 опитаних студій використовують штучний інтелект, а 99 % планують це робити в майбутньому. 64 % студій планують створити власні моделі (подібно до інструменту Blizzard Diffusion (Helping you thrive in the games market, n.d.)) швидшого створення артресурсів як спосіб використання машинного навчання для перетворення текстур з низькою точністю у високоякісні ресурси, придатні для гри класу AAA. Така технологія спростить завдання для художників, які працюють в ігровій індустрії (Global Generative, 2024). Тенденції щодо використання штучного інтелекту в розробці комп'ютерних ігор зображено на рис. 3.

GenAI допомагає у створенні прототипів дизайну гри. Художник лише підбирає результати, які відповідають темі гри, використовуючи результат GenAI як джерело натхнення. Найближчим часом очікують, що більшість розробників використовуватимуть GenAI під час прототипування дизайну та створення зображень персонажів гри. Тож компаніям не доведеться шукати фахівців з досвідом роботи в нішевих жанрах (Semrush Team, 2023). Це може дати менш досвідченим художникам перевагу на ринку праці.

Усе частіше в іграх присутні голоси, згенеровані штучним інтелектом. Ця тенденція спостерігається в грі 2022 р. High on Life від Squanch Games (Game Developer, n.d.).

Такі ігри, як The Last of Us і God of War (Lugris, 2020), використовують захоплення руху та озвучення, як у Голлівуді, а в інших іграх (Cyberpunk 2077 (Lugris, 2020)) беруть участь такі знаменитості, як Ідріс Ельба та Кіану Рівз.

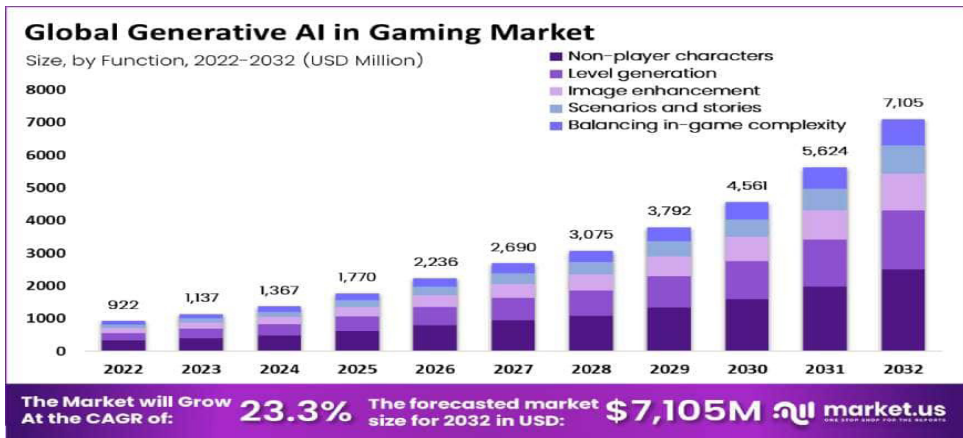


Рис. 3. Прогноз ринку GenAI в гейміндустрії за типом застосування

Ситуація інша для невеликих ігор (High on Life), інді-назв і модів з меншим бюджетом. Уже зараз моддери інтегрують ChatGPT та інші інструменти в Skyrim, щоб забезпечити NPC (*Non-Player Character*, неігровий персонаж) органічним і нескінченним списком нових коментарів (Game Developers Conference, 2024). Це зробить світ гри більш живим і дозволить NPC реагувати на те, як відбуваються події в грі.

Найближчим часом GenAI можуть замінити значну частку 3D-зображень та відео в іграх. Невеликі групи художників, які використовують GenAI, зможуть створювати такі відео ефективніше, ніж команди, що спеціалізуються на створенні CGI (*Computer Generated Imagery*, зображення, згенеровані комп'ютером).

Незабаром розробники й навіть непрофесіонали зможуть створювати ігри за допомогою GenAI (Styhre and Remneland-Wikhamn, 2021). Оскільки інструменти стають простішими у використанні, бар'єри між розробниками та геймерами руйнуються, і контент, створений користувачами, уже стає частиною стратегій компаній. Epic, Roblox і PlayStation працюють над власними іграми, орієнтованими на UGC (*User-Generated Content*, контент, створений користувачами) (R. Baltezarevic, B. Baltezarevic and V. Baltezarevic, 2018). Roblox працює над тим, щоб дозволити кожному користувачеві почати створювати контент в ігровому середовищі (Helping you thrive in the games market, n.d.).

GenAI здатен перетворювати рольові ігри (наприклад, MMORPG (Bernevega and Gekker, 2021)) у численні живі світи, які органічно розвиваються разом з гравцем. Кожного разу, коли гравець потрапляє в такий світ, може бути зовсім інша історія з різними результатами. Однак не всім гравцям подобається така варіативність. Є розробники, що зацікавлені у створенні наративних ігор (наприклад, Spiritfarer, Journey (Styhre and Remneland-Wikhamn, 2021)).

GenAI використовує величезні набори даних, щоб створювати оригінальний вміст. Виникає проблема захищеності авторських прав. Відмова від розробників і геймерів може супроводжувати появу відповідних судових позовів (Game Developer, n.d.). Інструменти GenAI стають усе більш складними, гравці можуть

створювати власні ігри, тому для використання GenAI у створенні відеоігор потрібно здійснювати відповідне правове регулювання.

GenAI допоможе демократизувати розробку ігор, прискорити такі тренди, як UGC і живі сервіси (завдяки оптимізованому створенню контенту), і призведе до появи багатого ігрового досвіду (як гравців, так і розробників).

Тренд 2. Переносні ігрові консолі стають усе більш помітними. Інноваційна консоль Switch від Nintendo у 2017 р. поєднала домашній і портативний геймплей (Siwek, 2017). На сьогодні спостерігається тенденція надання геймерам можливості брати ігри в будь-яке місце. Цю тенденцію підтримують:

- *спеціалізовані хмарні ігрові пристрої* (наприклад, Logitech G Cloud (Наші послуги, б.д.);

- *локальна віддалена гра через Wi-Fi* (наприклад, Sony Project Q (Наші послуги, б.д.) дозволяє геймерам транслювати ігри з PlayStation 5 на портативний пристрій);

- *портативні ігрові ПК* (наприклад, Steam Deck від Valve, Asus ROG Ally (R. Baltezarevic, B. Baltezarevic and V. Baltezarevic, 2018)).

Ключовими моментами, які роблять указаний тренд значущим, зокрема, є:

- зростання популярності мобільних ігор;

- технологічні інновації (наприклад, бездротові технології, хмарні технології, портативні апаратні засоби);

- зміна поведінки геймерів, які шукають гнучкість і можливість грати в улюблені ігри де завгодно.

Тренд портативних ігрових пристроїв динамічно розвивається і має значний вплив на ігрову індустрію.

Тренд 3. Ігри у віртуальній реальності стають більш доступні та популярні. Віртуальна реальність (VR) наповнює потенціал та інновації комп'ютерних ігор (Faisal, 2017). З появою більш складних і доступних гарнітур VR почала втілюватися в життя ідея занурення гравця в «реальний світ» гри.

Сучасний ландшафт VR характеризується набором гарнітур для різних потреб і бюджетів (від високоякісних Valve Index до більш доступних Oculus Quest 2). Пристрої VR пропонують усе більш реалістичний і захопливий досвід гри завдяки вдосконаленню відповідного апаратного забезпечення.

Заразом удосконалюється й програмне забезпечення VR-ігор. Beat Saber, Half-Life (Alyx і The Elder Scrolls V), Skyrim VR (Kirsch, 2019) розширили межі VR. Ці ігри демонструють передову графіку, інтуїтивно зрозумілі моделі взаємодії, що використовують унікальні можливості VR. Наприклад, Beat Saber перетворює гравців на віртуальних диджеїв, які нарізають ритми світловими мечами. Half-Life (Alyx) встановила новий стандарт оповідань VR-ігор.

Розвиваються також багатокористувацькі та соціальні аспекти VR. Такі платформи, як VRChat, пропонують користувачам віртуальний простір для взаємодії, гри та спільного дослідження. Це додає багато до досвіду VR, пропонуючи не тільки ігри, а й простір для спільноти та творчості (Kirsch, 2019).

Апаратне забезпечення VR має, зокрема, такі перспективи для подальшого розвитку:

- поява легких бездротових VR-гарнітур з вищою роздільною здатністю (відстеження погляду та рендеринг у вигляді ямок підвищать продуктивність і досвід гравця);

– тактильний зворотний зв'язок, що забезпечить більш реалістичні тактильні відчуття у VR (тактильні костюми, удосконалене відстеження рук створять більш захопливу та природну взаємодію);

Крім VR розвивається й розширена реальність (XR) (Kirsch, 2019), яка поєднує VR з доповненою та змішаною реальністю, відкриваючи нові шляхи в іграх. XR створює унікальний досвід, який поєднує реальний і віртуальний світи.

Роль GenAI в покращенні VR-ігор визначається, зокрема, таким:

– створенням реалістичних неігрових персонажів (динамічних, адаптивних середовищ);

– розробкою хмарних VR-ігор, які забезпечують високоякісні враження без дорогого обладнання);

– соціальною та багатокористувацькою еволюцією, що посилює соціальний вимір VR-ігор, зробивши їх простором для спільноти та взаємодії.

Розвиток цих інновацій змінить значення гри у VR.

Майбутній ландшафт VR Gaming передбачає, зокрема:

1. *Інтеграцію GenAI та персоналізованого досвіду* – адаптацію ігор до індивідуальних стилів гри та вподобань, пропонуючи для кожного гравця унікальну подорож.

2. *Розмивання реальності (змішана реальність) ігор* – гравці можуть використовувати ігри, що містять їхнє фізичне оточення.

3. *Досягнення у взаємодії (поза межами контролерів)* – VR-ігри з передовими методами керування, охоплюючи тактильний зворотний зв'язок, пропонуючи більш природну та інтуїтивно зрозумілу взаємодію з віртуальним світом.

4. *Соціальний зв'язок у віртуальних просторах* – VR-ігри стають соціальною платформою, центрами співпраці, побудови спільноти, обміну досвідом.

5. *Вирішення проблем етики та доступності.*

6. *Модерацію вмісту й етичний дизайн*, що передбачають створення привабливого контенту, гарантуючи, що він є соціально відповідальним і не пропагує негативну поведінку.

Технічні обмеження потребують забезпечення сталої продуктивності в різних системах і підвищення доступності VR для широкої спільноти гравців через зниження вартості апаратного забезпечення VR та розробки систем з меншою обчислювальною потужністю (Faisal, 2017).

Майбутні розробки ігор мають бути зосереджені на створенні безпечніших і комфортніших умов VR для здоров'я та психологічного стану людини.

Висновки. У роботі виявлено ключові тенденції розвитку комп'ютерних ігор, визначено фактори, що впливають на їхній ринок. Зроблено прогнози щодо майбутнього розвитку цієї галузі.

Проведено аналіз використання штучного інтелекту, зокрема генеративного, під час розробки комп'ютерних ігор (для оптимізації створення ігор та зменшення бюджетів) і формування відповідного ігрового простору. Генеративний штучний інтелект відкрив нову еру розробки простору комп'ютерних ігор.

Визначено вплив інструментарію штучного інтелекту на баланс між інтеграцією та зануренням у реальний світ. Зазначено, що важливим моментом під час

перебування в просторі VR-ігор є те, що ці ігри доповнюють, а не відвертають від реального світу, досвіду й обов'язків гравців.

Проаналізовано поточний стан ігор у віртуальній реальності з їх досягненнями та проблемами, що має вирішальне значення для уявлення про їхню майбутню траєкторію розвитку.

Розглянуті нові тенденції та технології вказують на майбутнє простору комп'ютерних ігор, де VR-ігри стануть не тільки більш захопливими та реалістичними, а й більш доступними та соціально значущими.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Наші послуги, б.д. *DOU.ua*. [online] Доступно: <<https://dou.ua/adv/>> [Дата звернення 11 березня 2024].
- Ball, M., 2024. The Tremendous Yet Troubled State of Gaming in 2024. *Matthewball.co*, [online] 24 January. Available at: <<https://www.matthewball.co/all/gaming2024>> [Accessed 17 March 2024].
- Baltezarevic, R., Baltezarevic, B. and Baltezarevic, V., 2018. The video gaming industry (from play to revenue). *International Review*, [e-journal] 3-4, pp.71-76. DOI:10.5937/IntRev1804071B
- Bernevega, A. and Gekker, A., 2021. The Industry of Landlords: Exploring the Assetization of the Triple-A Game. *Games and Culture*, [e-journal] 17 (1), pp.47-69. <https://doi.org/10.1177/15554120211014151>
- Bradshaw, T., 2020. How «hyper-casual» games are winning the mobile market. *Financial Times*, [online] 07 August. Available at: <<https://www.ft.com/content/55f64cfe-125e-4529-b16e-ad77f8cd8710>> [Accessed 22 March 2024].
- Byshonkov, D., 2024. GDC & Game Developer: The State of the Gaming Industry in 2024. *GameDev Reports*, [online] 24 January. Available at: <<https://gamedevreports.substack.com/p/gdc-and-game-developer-the-state>> [Accessed 17 March 2024].
- Faisal, A., 2017. Computer science: Visionary of virtual reality. *Nature*, [e-journal] 551 (7680), pp.298-299. <https://doi.org/10.1038/551298a>
- Game Developer, n.d. [online] Available at: <<https://www.gamedeveloper.com/>> [Accessed 10 March 2024].
- Game Developers Conference, 2024. *Video Games Europe*. [online] Available at: <<https://www.videogameseurope.eu/event/game-developers-conference/>> [Accessed 12 March 2024].
- Global Generative AI in Gaming Market By Technique (Deterministic and Nondeterministic), By Function (Image Enhancement, Non-Player Characters & Others) By End-User, By Region and Companies – Industry Segment Outlook, Market Assessment, Competition Scenario, Trends, and Forecast 2023-2032, 2024. *Market.us*. [online] Available at: <<https://market.us/report/generative-ai-in-gaming-market/>> [Accessed 22 March 2024].
- Gómez-Maureira, M.A., Westerlaken, M., Janssen, D.P., Gualeni, S. and Calvi, L., 2014. Improving level design through game user research: a comparison of methodologies. *Entertainment Computing*, [e-journal] 5 (4), pp.463-473. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2014.08.008>
- Helping you thrive in the games market, n.d. *Newzoo International B.V.* [online] Available at: <<https://newzoo.com/>> [Accessed 8 March 2024].
- Investing in the frontier of gaming, 2024. *Konvoy*. [online] Available at: <<https://www.konvoy.vc/>> [Accessed 14 March 2024].

- Kirsch, B., 2019. Virtual Reality: The Next Big Thing for Libraries to Consider. *Information Technology and Libraries*, [e-journal] 38 (4), pp.4-5. <https://doi.org/10.6017/ital.v38i4.11847>
- Klingler, N., 2024. The Ultimate Guide to AI Models (2024). *viso.ai*. [online] Available at: <<https://viso.ai/deep-learning/ml-ai-models/>> [Accessed 20 March 2024].
- Lugris, M., 2020. New ESA Report Shows Gaming Is No Longer a Niche Market. *The Gamer*, [online] 25 July. Available at: <<https://www.thegamer.com/esa-gaming-niche-popular-die-mad-gamers/>> [Accessed 22 March 2024].
- Semrush Team, 2023. AI Models: Everything You Need to Know. *Semrush*, [blog] 08 December. Available at: <<https://www.semrush.com/blog/ai-models/>> [Accessed 22 March 2024].
- Siwek, S.E., 2017. *Video Games in the 21st Century: The 2017 Report*. Entertainment Software Association.
- Smith, A., 2019. *They Create Worlds The Story of the People and Companies That Shaped the Video Game Industry*. Boca Raton: CRC Press, Vol. I: 1971-1982.
- Styhre, A. and Remneland-Wikhamn, B., 2021. The video game as agencement and the image of new gaming experiences: the work of indie video game developers. *Culture and Organization*, [e-journal] 27 (6), pp.476-489. <https://doi.org/10.1080/14759551.2021.1919893>

REFERENCES

- Ball, M., 2024. The Tremendous Yet Troubled State of Gaming in 2024. *Matthewball.co*, [online] 24 January. Available at: <<https://www.matthewball.co/all/gaming2024>> [Accessed 17 March 2024].
- Baltezarevic, R., Baltezarevic, B. and Baltezarevic, V., 2018. The video gaming industry (from play to revenue). *International Review*, [e-journal] 3-4, pp.71-76. DOI:10.5937/IntRev1804071B
- Bernevega, A. and Gekker, A., 2021. The Industry of Landlords: Exploring the Assetization of the Triple-A Game. *Games and Culture*, [e-journal] 17 (1), pp.47-69. <https://doi.org/10.1177/155541202111014151>
- Bradshaw, T., 2020. How «hyper-casual» games are winning the mobile market. *Financial Times*, [online] 07 August. Available at: <<https://www.ft.com/content/55f64cfe-125e-4529-b16e-ad-77f8cd8710>> [Accessed 22 March 2024].
- Byshonkov, D., 2024. GDC & Game Developer: The State of the Gaming Industry in 2024. *GameDev Reports*, [online] 24 January. Available at: <<https://gamedevreports.substack.com/p/gdc-and-game-developer-the-state>> [Accessed 17 March 2024].
- Faisal, A., 2017. Computer science: Visionary of virtual reality. *Nature*, [e-journal] 551 (7680), pp.298-299. <https://doi.org/10.1038/551298a>
- Game Developer, n.d. [online] Available at: <<https://www.gamedeveloper.com/>> [Accessed 10 March 2024].
- Game Developers Conference, 2024. *Video Games Europe*. [online] Available at: <<https://www.videogameseurope.eu/event/game-developers-conference/>> [Accessed 12 March 2024].
- Global Generative AI in Gaming Market By Technique (Deterministic and Nondeterministic), By Function (Image Enhancement, Non-Player Characters & Others) By End-User, By Region and Companies – Industry Segment Outlook, Market Assessment, Competition Scenario, Trends, and Forecast 2023-2032, 2024. *Market.US*. [online] Available at: <<https://market.us/report/generative-ai-in-gaming-market/>> [Accessed 22 March 2024].
- Gómez-Maureira, M.A., Westerlaken, M., Janssen, D.P., Gualeni, S. and Calvi, L., 2014. Improving level design through game user research: a comparison of methodologies. *Entertainment Computing*, [e-journal] 5 (4), pp.463-473. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2014.08.008>

- Helping you thrive in the games market, n.d. *Newzoo International B.V.* [online] Available at: <<https://newzoo.com/>> [Accessed 8 March 2024].
- Investing in the frontier of gaming, 2024. *Konvoy.* [online] Available at: <<https://www.konvoy.vc/>> [Accessed 14 March 2024].
- Kirsch, B., 2019. Virtual Reality: The Next Big Thing for Libraries to Consider. *Information Technology and Libraries*, [e-journal] 38 (4), pp.4-5. <https://doi.org/10.6017/ital.v38i4.11847>
- Klingler, N., 2024. The Ultimate Guide to AI Models (2024). *viso.ai.* [online] Available at: <<https://viso.ai/deep-learning/ml-ai-models/>> [Accessed 20 March 2024].
- Lugris, M., 2020. New ESA Report Shows Gaming Is No Longer a Niche Market. *The Gamer*, [online] 25 July. Available at: <<https://www.thegamer.com/esa-gaming-niche-popular-die-mad-gamers/>> [Accessed 22 March 2024].
- Nashi posluhy [Our services], n.d. *DOU.ua.* [online] Available at: <<https://dou.ua/adv/>> [Accessed 11 March 2024].
- Semrush Team, 2023. AI Models: Everything You Need to Know. *Semrush*, [blog] 08 December. Available at: <<https://www.semrush.com/blog/ai-models/>> [Accessed 22 March 2024].
- Siwek, S.E., 2017. *Video Games in the 21st Century: The 2017 Report.* Entertainment Software Association.
- Smith, A., 2019. *They Create Worlds The Story of the People and Companies That Shaped the Video Game Industry.* Boca Raton: CRC Press, Vol. I: 1971-1982.
- Styhre, A. and Remneland-Wikhamn, B., 2021. The video game as agencement and the image of new gaming experiences: the work of indie video game developers. *Culture and Organization*, [e-journal] 27 (6), pp.476-489. <https://doi.org/10.1080/14759551.2021.1919893>

UDC 004.89:[37.091.33-027.22:793.7]:37.018.43

Oleksandr Tkachenko,

*PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Information Technologies,
State University of Infrastructure and Technology,
Kyiv, Ukraine
aatokg@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6911-2770>*

Anton Mamaiev,

*Master's Student,
Department of Information Technologies,
State University of Infrastructure and Technology,
Kyiv, Ukraine
anton.mamaiev18@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0008-3904-3370>*

ARTIFICIAL INTELLIGENCE USAGE IN FORMING COMPUTER GAMES SPACE

The computer games industry is growing rapidly today, and the number of users of these games (players) is increasing. All of this has an impact on modern society. The development of new computer games involves constant evolution in such areas as technological innovations, the development of game genres, and analysis of market trends in the entertainment sector.

The development of artificial intelligence and its application in the development of computer games contribute to the dynamic change of the landscape and expansion of the space and genres of games.

The purpose of the article is to study and analyse the state of the modern computer games industry, taking into account the main genres and trends in the use of artificial intelligence in their development and the formation of the corresponding game space, to assess technological innovations, to analyse the market and to forecast the future development of the game industry.

The research methods are the main methodological approaches and technological means of artificial intelligence for the development of computer games and the formation of the corresponding game space. Such methods include, in particular, systematic and comparative analyses to identify the features of computer games of various genres and types, the method of expert assessments, which involves the analysis of literary sources and information resources, interviews and surveys of game industry experts.

The novelty of the study is a comprehensive analysis of modern technologies, in particular generative artificial intelligence, their use in the development of computer games and trends in the formation of the space of such games.

Conclusions. The main trends in the development of computer games have been identified. The factors that influence their market are identified and forecasts are made for the future development of this industry. The paper analyses the use of artificial intelligence, in particular generative artificial intelligence, in the development of computer games (to optimise game creation and reduce budgets) and the formation of the corresponding game space, generative artificial intelligence has opened a new era of development of the computer game space. The impact of artificial intelligence on the balance between integration and immersion in the real world is determined. The current state of virtual reality games with their achievements and problems is analysed, which is crucial for understanding their future development trajectory. The new trends and technologies considered point to the future of the computer games space.

Keywords: artificial intelligence; generative artificial intelligence; neural networks; computer games; genres; virtual reality; game industry; computer games space.

22.03.2024