

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені В. Н. КАРАЗІНА
БАХМУТСЬКИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ПРОФЕСІЙНО-
ПЕДАГОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ

**ІХ МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«АКТУАЛЬНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ОСВІТИ,
НАУКИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ»**

07 травня 2026 р.

Частина 1

м. Харків

Актуальні тенденції розвитку освіти, науки та технологій : матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 07 травня 2026 р.): у 2-х ч. / За заг. ред. Г. Г. Михальченко. [Електронний ресурс]. Харків : БННППІ Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, 2026. Ч. 1. 134 с.

Збірник містить тези доповідей науково-педагогічних працівників, науковців, здобувачів освіти та фахівців, присвячені актуальним проблемам інженерно-педагогічної освіти, психології, формування національної самосвідомості в умовах європейської інтеграції, а також цифрових та інформаційних технологій.

Частина 1. Інженерно-педагогічна освіта: виклики часу, інноваційні та психолого-педагогічні практики, шляхи розвитку
Культурна ідентичність, національна свідомість та гуманітарні виклики в умовах європейської інтеграції
Цифрові та інформаційні технології в освіті та промисловості: інтеграція, ефективність, безпека

Рекомендовано до друку Вченою радою Бахмутського навчально-наукового професійно-педагогічного інституту Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна (протокол № 11 від 29.05.2026 року)

© БННППІ Харківського національного
університету імені В. Н. Каразіна, 2026
© Колектив авторів, 2026

ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ МАШИННОГО НАВЧАННЯ В ІГРОВИХ СИСТЕМАХ

Задерейко О.В., к.т.н.

Національний університет «Одеська юридична академія»

Ігрові системи вже протягом десятиліть слугують полігоном для випробування алгоритмів штучного інтелекту. Складність і різноманітність ігрових середовищ - від повністю спостережуваних настільних ігор до тривимірних стратегій у реальному часі з неповною інформацією - роблять їх ідеальною платформою для послідовного ускладнення інтелектуальних систем. Сучасний етап характеризується активним вбудовуванням систем штучного інтелекту в процеси розробки, тестування та експлуатації ігор. У 2025 році, за даними конференції розробників ігор, понад 60% студій повідомили про використання інструментів на основі машинного навчання у виробничих процесах. Експоненти Global Gaming Expo 2025 демонстрували практичні впровадження штучного інтелекту для персоналізації ігрового досвіду, предиктивної аналітики та автоматизації маркетингових кампаній [1].

Мета дослідження - аналіз еволюції алгоритмів навчання ігрових агентів із підкріпленням, їх архітектурних особливостей та адаптації до тривимірних середовищ із частковою спостережуваністю.

Ігрові агенти, навчені методами глибокого навчання з підкріпленням, пройшли шлях від найпростіших аркадних ігор на платформі Atari 2600 до складних тривимірних середовищ, що вимагають просторового мислення, довгострокового планування та часткової спостережуваності. Цей прогрес став можливим завдяки як вдосконаленню базових алгоритмів, так і розробці спеціалізованих архітектур для різних типів ігрових завдань.

Історично першою значущою віхою стала поява алгоритму Deep Q-Network (DQN), який використовував конволюційні нейронні мережі для апроксимації функції цінності, обробляючи безпосередньо пікселі ігрового екрана. Архітектура DQN включала два або три конволюційні шари, за якими слідували повнозв'язні шари, що формують оцінки цінності для кожної можливої дії [2]. Такий підхід дозволив значно підвищити існуючий рівень у багатьох іграх, однак залишався обмеженим двовимірними середовищами з повною спостережуваністю.

Подальші вдосконалення архітектури DQN були спрямовані на усунення фундаментальних обмежень базового алгоритму. Подвійне Q-навчання вирішувало проблему переоцінки цінності дій за рахунок розділення механізмів вибору дії та оцінки її цінності. Пріоритетне відтворення досвіду підвищувало ефективність навчання, приділяючи більше уваги переходам з високою похибкою часової різниці. Дуельні мережі представляли функцію цінності як комбінацію цінності стану та переваги дії, що покращувало навчання у ситуаціях, де вибір дії не має істотного впливу на результат. Багаторічне навчання прискорювало поширення інформації про винагороди на більш ранні стани. Інтегрована архітектура Rainbow об'єднала шість таких удосконалень в єдину систему, досягнувши результатів, що перевершують кожен з компонентів окремо.

Принципово важливим напрямом розвитку стало створення алгоритмів для розподіленого навчання з підкріпленням. Архітектура IMPALA замінила традиційну тришарову конволюційну мережу на глибшу рекурентну мережу з п'ятнадцяти шарів, що дозволило значно поліпшити якість навчання агентів за наявності великих обсягів даних [3]. Для підвищення ефективності використання даних алгоритм Data-regularized Q-learning інтегрував аугментацію даних безпосередньо у процес навчання, покращуючи узагальнювальну здатність агентів за умови обмеженої кількості прикладів. Алгоритм Self-Predictive Representations запропонував механізм самоконтрольованого навчання для поліпшення уявлень про стани, поєднуючи часову узгодженість з аугментацією даних. Його розвиток, SR-SPR, додав періодичне скидання параметрів мережі для стабілізації довгострокового навчання.

Одним із найважливіших викликів для сучасних досліджень залишається перехід від двовимірних середовищ до тривимірних. Двовимірні ігри, попри свою корисність як тестових майданчиків, позбавлені багатьох критичних

аспектів реального світу: сприйняття глибини, просторового мислення, перспективних спотворень та часткової спостережуваності, властивих динамічним тривимірним середовищам [4]. Ці фактори роблять навчання уявлень та приписування заслуг значно складнішими завданнями у тривимірному навчанні з підкріпленням.

У низці нещодавніх досліджень було досягнуто значного прогресу в подоланні розриву між двовимірними та тривимірними середовищами. Дослідники з DeepMind застосували мультиагентне навчання з підкріпленням, щоб досягти рівня людини в режимі «Захоплення прапора» тривимірної багатокористувацької гри Quake III Arena. Інноваційна модель Structured World Belief була запропонована для вирішення проблем спостережуваності та продемонструвала ефективність у покращенні продуктивності навчання з підкріпленням. Алгоритм Graph-based Memory Reconstruction, що використовує графові представлення для покращення пам'яті агентів, показав здатність прискорювати навчання та підвищувати ефективність використання даних порівняно з традиційними методами. Перетворювач рішень був адаптований для тривимірних навігаційних завдань, при цьому дослідники виявили як сильні сторони, так і обмеження стабільності цієї архітектури в умовах часткової спостережуваності та безперервного управління.

Особливої уваги заслуговує розробка алгоритму Gunner для гри у тривимірний шутер від першої особи Doom на платформі VizDoom [5]. Архітектура Gunner інтегрує залишкові блоки та блоки довгої короткострокової пам'яті для одночасного вирішення завдань розпізнавання об'єктів та збереження їх просторових позицій, що є критично важливим в умовах часткової спостережуваності, характерної для шутерів від першої особи. Додаткове підвищення продуктивності досягається за рахунок використання дуельних і шумових мереж, а для оптимізації процесу навчання застосовується алгоритм AdamW. Експериментальна валідація проводилася в сценарії deathmatch, а узагальнювальна здатність алгоритму перевірялася на додаткових сценаріях «Health Gathering Supreme» і «Defend the Center». Результати експериментів довели, що агент Gunner перевершує як вбудований штучний інтелект гри Doom, так і кілька класичних алгоритмів глибокого навчання з підкріпленням, що підтверджує ефективність запропонованого підходу.

Сучасна класифікація алгоритмів для ігрового штучного інтелекту, запропонована авторами спеціального випуску журналу Algorithms, включає алгоритми пошуку для планування в реальному часі, оптимізаційні алгоритми для налаштування параметризованих моделей, навчання з вчителем на основі людських або згенерованих даних, сімейство алгоритмів навчання з підкріпленням та методи на основі мінімізації жалю для ігор з неповною інформацією [6]. Така багатовимірна таксономія відображає сучасний стан галузі, в якій різні класи алгоритмів часто комбінуються для досягнення найкращих результатів.

У дослідженні встановлено, що еволюція методів навчання ігрових агентів відбувається у напрямку збільшення масштабованості (IMPALA), підвищення

ефективності використання даних (Data-regularized Q-learning) та подолання обмежень двовимірних середовищ. Алгоритми типу Gunner демонструють принципову можливість ефективної роботи в умовах часткової спостережуваності, характерної для більшості сучасних тривимірних ігор. Перспективним напрямком залишається створення універсальних агентів, здатних без додаткового налаштування функціонувати у широкому спектрі ігрових середовищ.

Список використаних джерел

1. Game Developers Conference. GDC 2025 State of the Game Industry: Devs weigh in on layoffs, AI, and more [Електронний ресурс] // GDC : сайт. - 2025. - January 20. - URL: gdconf.com/article/gdc-2025-state-of-the-game-industry-devs-weigh-in-on-layoffs-ai-and-more/.
2. Yildiz, S. A., Şahinaslan, Ö., Borandag, E., & Yücalar, F. (2026). Comparing the Performance of PPO and DQN Algorithms in Different Game Environments Using a Reinforcement Learning Approach. *Journal of Innovative Science and Engineering (JISE)*, 10(1). DOI:<https://doi.org/10.38088/jise.1753889>. URL: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/5103595>.
3. Espeholt, L., Soyer, H., Munos, R., Simonyan, K., Mnih, V., Ward, T., Doron, Y., Firoiu, V., Harley, T., Dunning, I., Legg, S. & Kavukcuoglu, K.. (2018). IMPALA: Scalable Distributed Deep-RL with Importance Weighted Actor-Learner Architectures. *Proceedings of the 35th International Conference on Machine Learning*, in *Proceedings of Machine Learning Research* 80:1407-1416 URL: <https://proceedings.mlr.press/v80/espeholt18a.html>.
4. Li, X., Wang, S., Lei, C., Jiang, Y., Li, D., & Koga, A. (2026). Machine learning-based assessment of three-dimensional slope stability using geometric features under heavy rainfall. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2025.12.022>.
5. Philippe, V., Toma, A., Forsythe, J., Lundeborg, C. L., Gans, N., & Bourlai, T. On Designing Human and AI-based Tank Gunner Accuracy Models. Available at SSRN 6175925. URL: <https://download.ssrn.com/cviiu/9c521e72-97d2-4069-87c0-98539fcbd2da-meca.pdf?Signature=9dc32a4238734ad6d62164996723562be28ef754716aaeb64d40828e24c20e3f&abstractId=6175925>.
6. Editorial. Algorithms for Game AI. Special Issue Introduction // *Algorithms*. – 2025. – Vol. 18, No. 6. – P. 363. DOI: <https://doi.org/10.3390/a18060363>

Електронне наукове видання

Мови видання: українська, англійська

«Актуальні тенденції розвитку освіти, науки та технологій»:
збірник матеріалів ІХ Міжнародної науково-практичної конференції
(07 травня 2026 р., м. Харків)

Частина 1

Тези доповідей подано в авторській редакції. Автори несуть відповідальність за достовірність викладеного матеріалу, коректність цитування та дотримання принципів академічної доброчесності.
Посилання на матеріали обов'язкові.

Відповідальна за випуск д.е.н., проф. Г. Г. Михальченко

Технічний редактор А. О. Боровик
Комп'ютерна верстка А. О. Боровик
Дизайн обкладинки Г. В. Залужна

Ум. друк. арк. 6,12. Обл.-вид. арк. 6,12.
Бахмутський навчально-науковий професійно-педагогічний
інститут Каразінського університету
E-mail: bnnppi.karazin.conference@gmail.com