

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ІГРОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СПОРТСМЕНІВ У КІБЕРСПОРТІ

Арсеній Андрєєв, Оксана Шинкарук

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

Анотація. Кіберспорт стрімко розвивається, перетворюючись із популярного хобі на професійну спортивну діяльність із високими фінансовими та соціальними ставками. Успіх у кіберспорті залежить не лише від таланту і навичок гравців, але й від ефективного використання сучасних цифрових технологій. Зростання професійних турнірів, збільшення призових фондів і залучення спонсорів підкреслюють важливість оптимізації тренувальних процесів і вдосконалення командної ігрової динаміки.

Мета дослідження – дослідити цифрові технології, що використовують у кіберспорті, визначити їхні особливості та можливості застосування в підготовці гравців для підвищення результативності.

Методи дослідження. Аналіз спеціальної наукової літератури та даних мережі «Інтернет», порівняльний аналіз, систематизація, узагальнення.

Результати. Досліджено значущість і специфіку використання таких технологій, як штучний інтелект (далі – AI), аналітика великих даних, віртуальна (далі – VR) та доповнена реальність (далі – AR), трекінг біометричних даних, системи голосового аналізу та хмарні платформи. Розкрито їх адаптацію до різних дисциплін кіберспорту, рівня підготовки гравців і типу діяльності. Дослідження показало, що інноваційні цифрові технології охоплюють широкий спектр напрямів використання в кіберспорті, зокрема, аналітика великих даних використовується для аналізу ігрової статистики, визначення ефективності гравців, розроблення стратегій і прогнозування сценаріїв матчів. Ця технологія актуальна в MOBA (Dota 2, LoL) та FPS (CS2) дисциплінах; штучний інтелект (AI) застосовується для моделювання поведінки суперників, автоматизації стратегій і створення індивідуальних тренувальних програм. Найбільша ефективність досягається в MOBA, FPS і RTS жанрах. Віртуальна реальність (VR) забезпечує реалістичне моделювання ігрових ситуацій, що сприяє розвитку когнітивних і технічних навичок гравців, тоді як доповнена реальність (AR) дозволяє візуалізувати стратегії і аналізувати поле гри. Трекінг біометричних даних забезпечує моніторинг фізіологічного й емоційного стану спортсменів, зокрема й рівня стресу, когнітивних функцій і реакцій. Ця технологія є значущою для FPS та MOBA дисциплін. Системи голосового аналізу дозволяють оцінювати командну взаємодію та комунікації, виявляти слабкі місця у взаємодії гравців, що особливо важливо в командних жанрах MOBA та RTS. Хмарні платформи забезпечують доступність тренувальних ресурсів, зберігання даних і можливість інтеграції інших технологій. Використовуються в усіх кіберспортивних дисциплінах. Упровадження цих технологій дозволяє новачкам отримати підтримку через навчальні платформи, а професійним гравцям використовувати високотехнологічні рішення для стратегічного аналізу та моделювання. Віртуальна та доповнена реальність орієнтовані на тренувальний процес, тоді як аналітика даних та штучний інтелект активно використовуються під час змагань. Технології голосового аналізу та командної взаємодії дозволяють підвищувати ефективність роботи колективів.

Висновки. Інноваційні цифрові технології відкривають нові можливості для підвищення результативності гравців у кіберспорті, забезпечують комплексний підхід до тренувального процесу, стратегічного планування та моніторингу стану спортсменів. Вони сприяють оптимізації як індивідуальної, так і командної підготовки, дозволяють адаптувати методи підготовки до можливостей гравців кожного рівня.

Ключові слова: кіберспорт, цифрові технології, аналітика великих даних, штучний інтелект, віртуальна реальність, доповнена реальність, трекінг біометричних даних, системи голосового аналізу, хмарні платформи, командна взаємодія, індивідуальна підготовка.

Arsenii Andriev, Oksana Shynkaruk

FEATURES OF USING INNOVATIVE DIGITAL TECHNOLOGIES TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF PLAYERS IN ESPORTS

Abstract. Introduction. Esports are rapidly evolving, transitioning from a popular hobby to a professional sporting activity with significant financial and social stakes. Success in esports depends not only on players' talent and skills but also on the effective use of modern digital technologies. The growth of professional tournaments, increased prize pools, and sponsorship engagement highlight the importance of optimizing training processes and improving team dynamics.

Research objective. The study aims to analyze and determine the features of using innovative digital technologies in esports to enhance the performance of players and teams.

Research methods. The study utilized the analysis of specialized scientific literature and internet data, comparative analysis, systematization, and generalization.

Results. The study focuses on identifying the specifics of using technologies such as artificial intelligence (AI), big data analytics, virtual reality (VR), augmented reality (AR), biometric tracking, voice analysis systems, and cloud platforms. It reveals their adaptation to different esports disciplines, player preparation levels, and types of activities. The research demonstrated that innovative digital technologies have a wide range of applications in esports. Big data analytics is used to analyze gameplay statistics, evaluate player performance, develop strategies, and predict match scenarios, making it particularly relevant in MOBA (Dota 2, LoL) and FPS (CS:GO) disciplines. Artificial intelligence (AI) is applied to model opponents' behavior, automate strategies, and create personalized training programs, showing the greatest efficiency in MOBA, FPS, and RTS genres. Virtual reality (VR) provides realistic simulations of gaming situations, enhancing players' cognitive and technical skills, while augmented reality (AR) enables the visualization of strategies and analysis of the game field. Biometric tracking monitors the physiological and emotional state of athletes, including stress levels, cognitive functions, and reactions, which is especially significant in FPS and MOBA disciplines. Voice analysis systems evaluate team interactions and communication, helping to identify weak points in player collaboration, which

Андрєєв А., Шинкарук О. Особливості використання інноваційних цифрових технологій для підвищення результативності ігрової діяльності спортсменів у кіберспорті. Sport Science Spectrum. 2024; 4: 3-10

DOI: <https://doi.org/10.32782/spectrum/2024-4-1>

Andriev A., Shynkaruk O. Features of using innovative digital technologies to improve the performance of players in esports. Sport Science Spectrum. 2024; 4: 3-10

DOI: <https://doi.org/10.32782/spectrum/2024-4-1>

is crucial for team-based genres like MOBA and RTS. Cloud platforms ensure accessibility to training resources, data storage, and integration with other technologies and are used across all esports disciplines.

Conclusions. Innovative digital technologies open up new opportunities to improve player performance in esports, providing a comprehensive approach to training processes, strategic planning, and athlete monitoring. They contribute to optimizing both individual and team preparation, allowing training methods to be tailored to the capabilities of players at all levels.

Keywords: esports, digital technologies, big data analytics, artificial intelligence, virtual reality, augmented reality, biometric tracking, voice analysis systems, cloud platforms, team interaction, individual preparation.

Вступ. Кіберспорт є висококонкурентною сферою, де успіх залежить від навичок, стратегії та рівня підготовки гравців. Зі збільшенням кількості професійних турнірів, підвищенням призових фондів і уваги інвесторів зростає потреба в удосконаленні результативності гравців [1; 6]. У сучасному кіберспорті результативність не лише визначає перемогу у змаганнях, але й впливає на фінансові показники команд і привабливість для спонсорів.

Серед основних проблемних питань, на які звертають увагу науковці, відзначають постійне підвищення рівня конкуренції в кіберспортивних дисциплінах, складність аналізу ігрових даних через їхній великий обсяг, необхідність підтримання високої ефективності під час тривалих ігрових сесій [4; 8]. Це підкреслює важливість використання інноваційних цифрових технологій для оптимізації тренувального процесу, аналізу ігрових даних і вдосконалення стратегій.

Фахівці визначають, що на результативність гравців і команд впливає низка суб'єктивних і об'єктивних чинників, серед яких індивідуальні характеристики гравців, зокрема реакція, швидкість ухвалення рішень, когнітивні здібності; рівень техніко-тактичної та психологічної підготовленості, командна взаємодія та комунікація між членами команди, синхронізація дій гравців у критичних моментах; вибір і реалізація ігрової стратегії, що передбачає аналіз суперників, адаптацію до змін у грі. На результативність також впливає технічне забезпечення (якість обладнання – ПК, моніторів, периферії; стабільність інтернет-з'єднання) та використання у тренувальному процесі системи моніторингу й аналітичних інструментів для відстеження прогресу [4; 7].

Особливе місце в дослідженнях посідають інновації штучного інтелекту, віртуальної та доповнено реальності. A.A. Munoz-Macho, M.J. Dominguez-Morales, J.L. Sevilla-Ramos (2024 p.) аналізували використання штучного інтелекту для оцінювання ефективності роботи спортсменів, розглянули, як інноваційні підходи дозволяють підвищити ефективність команд [19]. N. Dovgan (2023 p.) досліджував сучасні інструменти та технології, як-от аналітика даних, сенсорні системи, віртуальна (далі – VR) та доповнена реальність (далі – AR), які використовуються для тренувань і змагань [11].

L. Xiao, Y. Cao, Y. Gai, J. Liu, P. Zhong (2023 p.) розглядали, як хмарні обчислення трансформують спортивну індустрію, зокрема кіберспорт, продемонстрували приклади використання хмарних сервісів для аналізу даних, оптимізації тренувань і зберігання великого обсягу інформації, пов'язаної зі спортсменами [27].

A. Smerdov зі співавторами (2019 p.) дослідили взаємозв'язок між фізичним комфортом, позицією тіла і продуктивністю гравців у грі "CS:GO" [23].

A. Białeckie, P. Xenopoulos, P. Dobrowolski, R. Białeckie, J. Gajewski (2023 p.) розглянули методи вдосконалення командної роботи, використання тренувальних симуляторів і впровадження інноваційних рішень для підвищення ефективності гравців [9].

J.L. Pharr (2017 p.) проаналізував розвиток кіберспорту крізь призму програмування та кіберзмагань, довів, що програмування та змагання в кіберпросторі можуть стати платформою для тренування стратегічного мислення та професійного розвитку кіберспортсменів [22].

Низка публікацій демонструє значущість інновацій аналітики для кіберспортсменів, використання штучного інтелекту в аналізі ігрової діяльності [26]; вплив кіберспортивних дисциплін і комп'ютерних ігор загалом на фізіологічні та когнітивні та моторні функції гравців шляхом аналізу рівня стресу, реакції та продуктивності [2; 10; 14]. A.L. Martin-Niedecken, A. Schättin пропонують нові підходи до тренувань кіберспортсменів, які поєднують фізичну активність і когнітивні вправи для поліпшення результатів [17].

Науковці звертають увагу на розроблення моделі прогнозування, візуалізацію даних і аналіз поведінки гравців у кіберспорті [3; 16]; надійність і валідність статистичних показників для оцінювання ефективності гравців у грі "League of Legends" [20; 21].

Мета дослідження – дослідити цифрові технології, що використовують у кіберспорті, визначити їхні особливості та можливості застосування в підготовці гравців для підвищення результативності.

Матеріал і метод. У роботі використано аналіз спеціальної наукової літератури та даних мережі «Інтернет», який дозволив вивчити праці сучасних дослідників у сфері кіберспорту та цифрових технологій, порівняльний аналіз був спрямований на оцінювання переваг і недоліків різних технологій у тренувальному та змагальному процесах, систематизація і узагальнення дозволили сформулювати висновки на основі отриманих даних і визначити перспективи подальших досліджень.

Результати. Інноваційні цифрові технології відіграють центральну роль у вдосконаленні підготовки гравців у кіберспорті. Серед них можна виокремити аналіз даних, штучний інтелект, віртуальну та доповнену реальність, біометричні системи та психологічні тренажери. Аналіз великих даних використовується для оцінювання ігрових сесій, розроблення стратегій і виявлення слабких сторін суперників. Штучний інтелект допомагає моделювати поведінку гравців і створювати сценарії для тренувань. Віртуальна та доповнена реальність забезпечують моделювання ігрових середовищ, що дозволяє відточувати навички гравців. Біометричні системи використовуються для моніторингу фізіологічних показників, як-от пульс

і рівень стресу, що допомагає підтримувати оптимальний стан спортсменів. Тренажери психологічної спрямованості з інтеграцією гейміфікованих платформ сприяють покращенню концентрації та реакції.

Особливості застосування цих технологій варіюються залежно від етапу підготовки. У тренувальному процесі активно використовуються аналітичні платформи, як-от Aim Lab, для підвищення точності та швидкості реакції. Упровадження VR-симуляторів дозволяє створювати реалістичні ігрові ситуації для вдосконалення тактичного мислення. Моніторинг стану гравців здійснюється за допомогою біометричних браслетів, що дозволяють оцінювати фізичний і емоційний стан, а також через системи розпізнавання обличчя для аналізу емоційного фону. Стратегічний аналіз включає використання платформ для автоматичного аналізу ігрових відео та створення тактичних рекомендацій, а також застосування штучного інтелекту для прогнозування поведінки суперників. Комунікація та взаємодія гравців покращуються завдяки інструментам для аналізу голосових комунікацій, які дозволяють ідентифікувати слабкі місця в командній роботі та надавати рекомендації щодо їх удосконалення. Індивідуальний підхід до підготовки забезпечується персоналізованими програмами тренувань, які розробляються на основі біометричних і когнітивних даних. Завдяки цим технологіям гравці отримують можливість оптимізувати свою підготовку,

удосконалювати навички й досягати високих результатів як у командній, так і в індивідуальній діяльності.

Інтеграція сучасних цифрових технологій у кіберспорті демонструє значну взаємозалежність між різними інструментами, які спрямовані на підвищення результативності гравців (рис. 1). Аналітика великих даних і штучний інтелект є взаємодоповнювальними технологіями, де зібрані ігрові дані використовуються для навчання моделей AI. Ці моделі прогнозують поведінку суперників, аналізують продуктивність гравців і формують тактичні рекомендації. Такий підхід дозволяє командам і тренерам ухвалювати обґрунтовані рішення, базуючись на деталізованій статистиці та прогнозах.

Штучний інтелект також ефективно інтегрується з віртуальною реальністю, моделює реалістичні ігрові сценарії, які можуть бути використані для тренування гравців у стресових умовах. Це дозволяє створити середовище, яке максимально наближене до змагальних ситуацій. Водночас інтеграція AI із хмарними платформами дає змогу обробляти великі обсяги даних у реальному часі та надавати доступ до аналітичних результатів тренерам і гравцям. Це полегшує управління даними та забезпечує їхню оперативну доступність для корекції тренувального процесу.

Взаємодія між віртуальною та доповненою реальністю додає нових можливостей для тренувань. Віртуальна реальність створює цілком штучне середовище, а доповнена

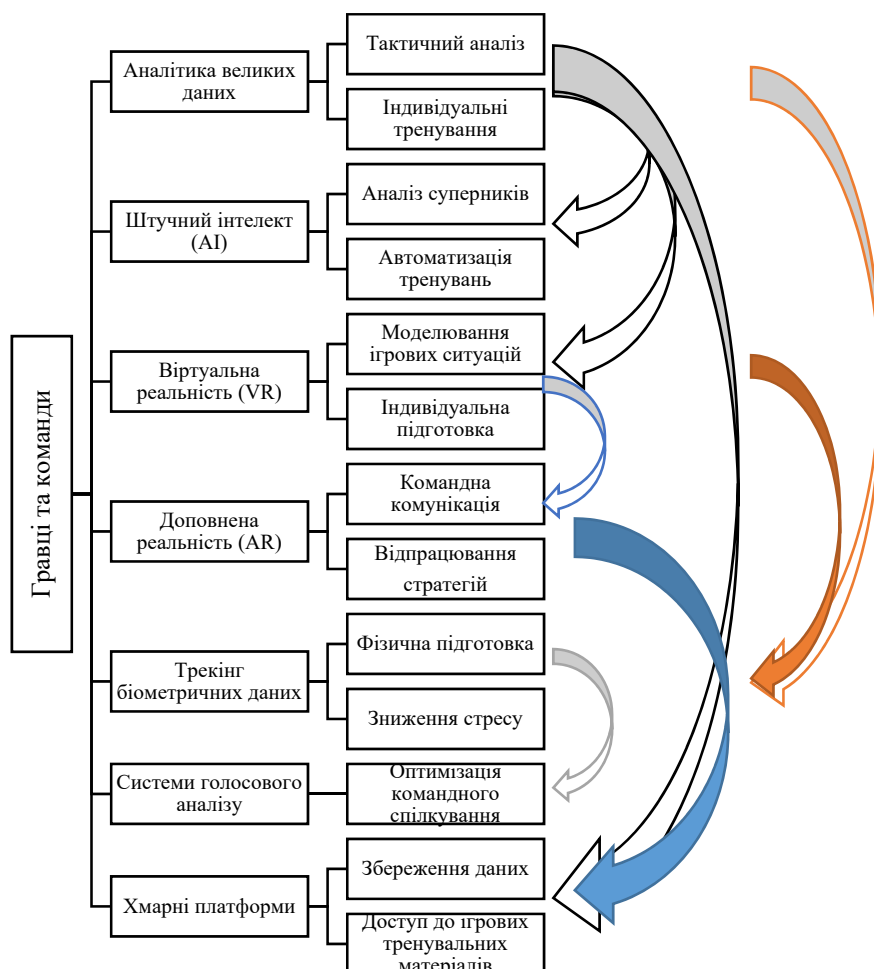


Рис. 1. Взаємозв'язок цифрових технологій і їхніх функцій у кіберспорті

реальність додає інтерактивні елементи до реального світу. Разом ці технології використовуються для розроблення комплексних тренувань, наприклад, у плануванні командних стратегій.

Трекінг біометричних даних стає важливим компонентом у моніторингу фізіологічного стану гравців. Дані, як-от частота серцевих скорочень і рівень стресу, зібрані трекерами, аналізуються разом із результатами систем голосового аналізу, які оцінюють емоційний стан і ефективність комунікації гравців. Це дозволяє коригувати тренувальний процес залежно від стану спортсменів, підвищувати їхню продуктивність.

Інтеграція біометричних даних із VR-середовищем створює умови, що відповідають фізіологічному стану гравців, дозволяє адаптувати тренування до їхніх індивідуальних потреб. Також хмарні платформи є основою для роботи доповненої реальності, забезпечують доступ до моделей, стратегій і реальних даних у режимі реального часу.

Системи голосового аналізу покращують командну взаємодію. Вони дозволяють тренерам ідентифікувати слабкі місця в комунікації між членами команди та знаходити способи для оптимізації їхньої взаємодії. Це особливо важливо в командних жанрах, як-от MOBA та RTS, де якісна комунікація має вирішальне значення для успіху.

Трекінг біометричних даних також взаємодіє з аналітикою великих даних, дозволяє отримати комплексне уявлення про результативність гравця шляхом поєднання фізіологічних та ігрових показників. Це створює основу для глибшого аналізу та персоналізації тренувального процесу.

Загалом, зазначені технології не функціонують ізольовано. Їх інтеграція створює комплексний підхід до тренування, аналізу та підтримки гравців у кіберспорті. Вони забезпечують як індивідуальне вдосконалення навичок гравців, так і покращення командної взаємодії. Ця взаємодія також підкреслює важливість співпраці між розробниками технологій, тренерами та гравцями для досягнення максимальних результатів у кіберспорті.

Таблиця 1 демонструє спектр сучасних інноваційних технологій, які використовуються в кіберспорті, їхню сферу застосування та спрямованість. У ній також зазначено тих, хто займався дослідженням цих технологій, надає науковий контекст і підтвердження ефективності впровадження цих інновацій.

Існує широкий спектр і варіативність технологій: від аналітики великих даних до біометричного трекінгу, інноваційні технології охоплюють різні напрями кіберспорту, зокрема стратегічне планування, моніторинг фізіологічного стану й оптимізацію командної взаємодії.

Технології застосовуються в багатьох кіберспортивних дисциплінах, як-от MOBA (Dota 2, LoL), FPS (CS2), RTS, інші. Це доводить універсальність технологій.

У таблиці зазначено, що технології мають різні напрями використання, зокрема й аналіз, тренування, прогнозування поведінки суперників, моніторинг здоров'я, тактичну підготовку.

Використання інноваційних технологій дає можливість як індивідуальним гравцям, так і командам отримувати конкурентні переваги, наприклад, шляхом аналізу суперників або покращення внутрішньої комунікації. Завдяки точному моніторингу й адаптації тренувального процесу спортсмени можуть покращувати свої когнітивні та фізіологічні показники, що особливо важливо на професійному рівні.

Технології біометричного трекінгу, спрямовані на покращення контролю емоцій гравців і фізичного стану, сприяють стабільності результатів.

Використання AI й аналітики даних дозволяє командам створювати детальні стратегії, ґрунтуючись на статистиці та моделюванні ігрових ситуацій.

Таблиця 2 розкриває специфіку використання цифрових технологій у кіберспорті, з акцентом на їхніх особливостях, кіберспортивних дисциплінах, типах діяльності (тренувальна чи змагальна) та категорії гравців (новачки, напівпрофесіонали, професіонали). Вона деталізує, як і для кого ці технології є найбільш значущими.

У таблиці чітко зазначено, які технології орієнтовані на командну чи індивідуальну роботу, що допомагає

Таблиця 1

Інноваційні технології, які використовуються в кіберспорті

Інноваційна технологія	Кіберспортивна дисципліна	Спрямованість використання	Дослідники/Автори
Аналітика великих даних	MOBA (Dota 2, LoL), FPS (CS:GO)	Аналіз ігрової статистики, визначення ефективності гравців	P. Varga et al. (2024 p.), D. Karelia (2023 p.).
Штучний інтелект (AI)	MOBA, FPS, RTS	Прогнозування поведінки суперників, автоматизація стратегій	K. Tanaka (2022 p.), H. Jung (2019 p.).
Віртуальна реальність (VR)	FPS, симулятори	Тренування рефлексів, тактичне планування	L. Müller (2021 p.), A.L. Martin-Niedecken, A. Schättin (2020 p.).
Доповнена реальність (AR)	FPS, MOBA	Аналіз поля бою, візуалізація стратегій	A.J. Campbell (2021 p.).
Трекінг біометричних даних	FPS, MOBA	Моніторинг стресу, концентрації, когнітивного стану	R. Haley (2020 p.), L.T. Hassan et al. (2020 p.).
Системи голосового аналізу	FPS, MOBA, RTS	Аналіз комунікацій у команді	A.R. Novak, K.J.M. Bennett (2019 p.).
Хмарні платформи	Усі	Оптимізація ресурсів для тренувань і змагань	D. Karelia (2023 p.).

Таблиця 2

Особливості використання цифрових технологій у кіберспорті

Цифрова технологія	Особливість	Жанр	Тренувальна чи змагальна діяльність	Категорія гравців	Командна чи індивідуальна діяльність
Аналітика великих даних	Аналіз ефективності, стратегічні рекомендації	MOBA, FPS	Тренувальна	Новачки, професійні гравці	Командна
Штучний інтелект (AI)	Прогнозування, автоматизація процесів	MOBA, RTS	Тренувальна, змагальна	Професійні гравці	Індивідуальна, командна
Віртуальна реальність (VR)	Симуляція тактичних ситуацій	FPS, симулятори	Тренувальна	Новачки	Індивідуальна
Доповнена реальність (AR)	Візуалізація стратегій	MOBA, FPS	Тренувальна, змагальна	Професійні гравці	Командна
Трекінг біометричних даних	Моніторинг когнітивних функцій	FPS, MOBA	Тренувальна	Професійні гравці	Індивідуальна
Системи голосового аналізу	Аналіз командної комунікації	MOBA, FPS, RTS	Змагальна	Професійні гравці	Командна
Хмарні платформи	Зберігання даних, доступність тренувальних ресурсів	Усі	Тренувальна, змагальна	Усі категорії	Індивідуальна, командна

визначити їхню ефективність залежно від типу дисципліни. Технології адаптовані до різних рівнів підготовки, що дозволяє як новачкам, так і професійним гравцям покращувати свої навички.

Зазначені технології спрямовані на вдосконалення тренувального процесу (наприклад, VR/AR) або забезпечення конкурентної переваги під час змагань (штучний інтелект для аналізу суперників). Ця різноманітність дозволяє адаптувати їх до специфіки дисципліни. Наприклад, для FPS-дисциплін важливі біометричний трекінг і VR, тоді як для MOBA – аналітика великих даних. Використання інноваційних рішень приваблює новачків і полегшує їх перехід на напівпрофесійний і професійний рівні. Технології, як-от голосовий аналіз і аналітика комунікації, сприяють покращенню взаємодії між членами команди, що особливо важливо в MOBA та FPS.

Біометричний трекінг і нейрокогнітивний аналіз дозволяють створювати персоналізовані тренувальні програми для гравців на різних етапах спортивного вдосконалення. Використання технологій для аналізу комунікації та ігрових ситуацій допомагає підвищити ефективність командної роботи. Інтеграція VR/AR є ефективною для моделювання ігрових ситуацій і тренування реакції, що особливо актуально для FPS-дисциплін. Такі технології, як навчальні платформи з інтеграцією AI, полегшують адаптацію новачків, їх залучення у професійну діяльність.

Отже, цифрові технології можуть бути ефективно інтегровані як у тренувальний, так і у змагальний процес кіберспорту. Вони сприяють оптимізації підготовки гравців, підвищенню їхньої ефективності та розвитку командної взаємодії. Завдяки адаптації технологій до рівня гравців і специфіки дисциплін команди можуть досягати кращих результатів, покращувати комунікацію та створювати стратегії, що відповідають сучасним стандартам кіберспорту.

Дискусія. Дослідження інноваційних цифрових технологій у кіберспорті демонструє широкий спектр підходів

до їх упровадження, спрямованих на підвищення ефективності гравців і команд. Праці R. Haley (2020 p.) демонструють, як використання сенсорів для вимірювання серцевого ритму, стресу та когнітивного навантаження може допомогти адаптувати тренувальні програми. Це новий напрям, який ще не отримав належної уваги в масових дослідженнях, але показує значний потенціал у професійному кіберспорті [13].

Також інноваційними, як зазначає L. Müller (2021 p.), є підходи до використання VR/AR-технологій, які дозволяють моделювати ігрові ситуації в реальному часі. Ці методи розглядаються як ефективні для тренувань у FPS-дисциплінах, однак їх адаптація до MOBA або RTS ігор ще потребує подальших досліджень [18].

Дослідники, як-от H. Jung (2019 p.), погоджуються з тим, що аналітика даних є основою для стратегічного планування в кіберспорті [15]. Великі дані використовуються для аналізу суперників, оцінювання ефективності командної роботи й індивідуальних результатів. Це широко застосовується у тренувальній і змагальній діяльності.

K. Tanaka (2022 p.) та J. Smith (2021 p.) сходяться на думці, що штучний інтелект є потужним інструментом для прогнозування поведінки суперників і оптимізації стратегії гри. Це підтверджує важливість інтеграції AI із процесом підготовки спортсменів [24; 25].

Праці M. Garcia (2020 p.) підкреслюють важливість розвитку когнітивних навичок, як-от увага, пам'ять і швидкість ухвалення рішень. Ці висновки узгоджуються з іншими дослідженнями, які підтверджують ефективність когнітивних симуляторів для підготовки гравців [12].

Можна зазначити й відмінності в підходах науковців. Так, R. Haley (2020 p.) [13] приділяє більше уваги дослідженням професійних гравців, тоді як H. Jung (2019 p.) [15] наголошує на необхідності інтеграції цифрових технологій для новачків. Це свідчить про різницю в підходах

до адаптації технологій залежно від рівня майстерності гравців.

Тоді як L. Müller (2021 p.) [18] зосереджується на VR/AR для тренувань, K. Tanaka (2022 p.) [25] більше акцентує на AI-алгоритмах для аналізу суперників. Це вказує на відмінності у фокусі залежно від дисципліни (FPS, MOBA, RTS тощо).

Роботи J. Smith (2021 p.) [24] більше спрямовані на покращення командної взаємодії, тоді як R. Haley (2020 p.) [13] досліджує індивідуальні показники спортсменів.

Інтеграція цифрових технологій із кіберспортом ще має деякі обмеження. Наприклад, тренажери, спрямовані на покращення когнітивних здібностей, потребують значних фінансових інвестицій, що обмежує їхню доступність для аматорських команд. Окрім того, VR/AR-технології поки що не знайшли універсального застосування для всіх дисциплін. Окремо варто зазначити виклики, пов'язані з аналізом великих даних. Попри широке впровадження цих технологій, не всі команди мають доступ до якісного аналізу через високу вартість програмного забезпечення та брак фахівців у цій галузі.

Інноваційні цифрові технології є ключовим елементом для підвищення результативності гравців у кіберспорті. Успішне поєднання біометричних інструментів, AI, VR/AR і аналітики даних створює нові можливості для тренувань і змагань.

Висновки. Кіберспорт демонструє потенціал завдяки використанню інноваційних цифрових технологій, які підвищують результативність гравців і команд. Інноваційні технології, як-от штучний інтелект, аналітика великих даних, біометричні трекери, VR/AR та хмарні платформи, є ключовими інструментами для вдосконалення тренувального процесу та змагальної діяльності. Використання цих інструментів дозволяє командам та індивідуальним гравцям аналізувати ефективність, розробляти стратегії, адаптуватися до суперників і контролювати фізичний і емоційний стан.

Необхідність значних фінансових інвестицій у впровадження цифрових технологій обмежує їхню доступність для аматорських команд. Інтеграція VR/AR-технологій ще не є універсальною для всіх кіберспортивних дисциплін. Високий рівень конкуренції та складність аналізу великих обсягів даних потребують кваліфікованих спеціалістів і розвинених технологій.

Перспективи подальших досліджень спрямовані на адаптацію цифрових технологій для новачків і професійних гравців, розроблення універсальних рішень для використання VR/AR у різних кіберспортивних дисциплінах, підвищення доступності аналітичних платформ через зменшення вартості та покращення інтерфейсу.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють, що відсутній будь-який конфлікт інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Анохін Е. Чинники, що впливають на успішність та результативність гравців у кіберспорті. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту*. 2023. № 3. С. 3–10. DOI: 10.32652/tmfvs.2023.3.3-10.
2. Пятисоцька С., Єфременко А., Подригало Л., Петренко Ю. Обґрунтування моніторингу у кіберспорті. *Освіта. Інноватика. Практика*. 2024. Т. 12. № 5. С. 65–72. DOI: 10.31110/2616-650X-vol12i5-010.
3. Шинкарук О. Модель ігрової підготовленості гравців в кіберспорті. *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2022. № 2. С. 158–168. DOI: 10.32540/2071-1476-2022-2-158.
4. Шинкарук О. Сучасні проблеми розвитку кіберспорту. *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2024. № 1. С. 239–250. DOI: 10.32540/2071-1476-2024-1-239.
5. Шинкарук О. Формування екосистеми кіберспорту (esports) як сучасного явища спорту, культури та освіти. *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2023. № 1. С. 251–260. DOI: 10.32540/2071-1476-2023-1-251.
6. Шинкарук О., Лут І., Пінчук В., Васильєв М. Вплив об'єктивних та суб'єктивних чинників на результативність команд у кіберспорті. *Спортивна наука та здоров'я людини*. 2024. Т. 2. № 12. С. 186–200. DOI: 10.28925/2664-2069.2024.214.
7. Шинкарук О. Розвиток екосистеми кіберспорту на сучасному етапі. *Спортивна наука та здоров'я людини*. 2024. Т. 1. № 11. С. 233–245. DOI: 10.28925/2664-2069.2024.115.
8. Ярмоленко М., Шинкарук О., Ординський В. Чинники, що впливають на ефективну діяльність тренера в кіберспорті. *Спортивна наука та здоров'я людини*. 2024. Т. 1. № 11. С. 246–259. DOI: 10.28925/2664-2069.2024.116.
9. Białecki A., Xenopoulos P., Dobrowolski P., Białecki R., Gajewski J. ESPORT: Electronic sports professionals observations and reflections on training arXiv preprint. 2023. *arXiv: 2311.05424*. URL: <https://arxiv.org/abs/2311.05424>.
10. Campbell A.J. Editorial: Progress in computer gaming and esports: Neurocognitive and motor perspectives. *Frontiers in Psychology*. 2021. Vol. 12. Article 686152. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.686152.
11. Dovgan N. The pivotal role of technology in enhancing athletic performance: Insights and future directions. *SSRN Electronic Journal*. 2023. DOI: 10.2139/ssrn.4602857.
12. Garcia M. Neurocognitive factors in esports. *Cognitive Research and Gaming Science*. 2020. Vol. 8. № 3. P. 45–56. DOI: 10.1016/j.cogres.2020.04.002.
13. Haley R. Utilizing biometric data for tailoring training processes in esports. *Journal of Biometric Applications in Sports*. 2020. Vol. 9. № 3. P. 67–78. DOI: 10.3389/BioApp.2020.00967.
14. Hassan A.T., Yuen K., Douris P., Zwibel H., DiFrancisco-Donoghue J. Physiological and cognitive functions following a discrete session of esports gameplay. *Frontiers in Psychology*. 2020. Vol. 11. Article 1030. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.01030.
15. Jung H. Big data analysis methods in esports. *Computational Gaming Analytics*. 2019. Vol. 12. № 1. P. 89–102. DOI: 10.1109/CGAN.2019.01234.
16. Karelia D., Mehta D. The role of data science in esports analytics and performance evaluation. *Research Gate*. 2023. URL: https://www.researchgate.net/publication/369912153_The_Role_of_Data_Science_in_Esports_Analytics_And_Performance_Evaluation.
17. Martin-Niedecken A.L., Schätlin A. Let the body'n'brain games begin: Toward innovative training approaches in esports athletes. *Frontiers in Psychology*. 2020. Vol. 11. Article 138. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.00138.
18. Müller L. Implementation of VR/AR for simulating gaming situations in esports. *Virtual Reality in Competitive Gaming*. 2021. Vol. 7. № 2. P. 205–219. DOI: 10.1177/VRCompGaming.2021.07205.
19. Munoz-Macho, A.A., Domínguez-Morales, M.J., & Sevillano-Ramos, J.L. Performance and healthcare analysis in elite sports teams using artificial intelligence: a scoping review. *Frontiers in Sports and Active Living*. 6. 2024, Retrieved from <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1383723>.
20. Novak A.R., Bennett K.J.M., Pluss M.A., Fransen J. Performance analysis in esports: Modelling performance at the 2018 League of Legends World Championship. *International Journal of Sports Science & Coaching*. 2020. Vol. 15. № 5–6. P. 809–817. DOI: 10.1177/1747954120932853.
21. Novak A.R., Bennett K.J., Pluss M.A., Fransen J. Performance analysis in esports: modelling performance at the 2018 League of Legends World Championship. *International Journal of Sports Science & Coaching*. 15 (5–6), 809–817. 2020, Retrieved from <https://doi.org/10.1177/1747954120932853>.
22. Pharr J.L. Hacker Combat: A Competitive Sport from Programmatic Dueling & Cyberwarfare. *arXiv preprint*, arXiv: 1703.04874. 2017, Retrieved from <https://arxiv.org/abs/1703.04874>.

23. Smerdov A., Kiskun A., Shaniiazov R., Somov A., Burnaev E. Understanding Cyber Athletes Behaviour Through a Smart Chair: CS:GO and Monolith Team Scenario. *arXiv preprint*, arXiv: 1908.06407. 2019. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/1908.06407>.
24. Smith J. The Role of Analytics in Esports Performance. *Journal of Esports Studies*, 2021, Vol. 10, № 2, pp. 123–134. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s00146-021-01123-5>.
25. Tanaka K. Artificial Intelligence for Predicting Opponent Behavior in Esports. *AI and Interactive Gaming*, 2022, Vol. 15, № 4, pp. 345–360. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/AIG.2022.0354>.
26. Varga P., Scholz T.M., Tan E.T.S. Esports Player Analytics. *Routledge Handbook of Esports*. 2024. Retrieved from <https://doi.org/10.4324/9781003410591-21>.
27. Xiao L., Cao Y., Gai Y., Liu J., Zhong P. Review on the application of cloud computing in the sports industry. *Journal of Cloud Computing*, 12, Article 152. 2023. Retrieved from <https://doi.org/10.1186/s13677-023-00531-6>

REFERENCES

1. Anokhin, E. (2023). Chynnyky, shcho vplyvaiut na uspishnist ta rezul'tatyvnist hravtsiv u kibersporti [Factors affecting the success and performance of players in eSports]. *Teoriia i metodyka fizychnoho vykhovannia i sportu – Theory and Methods of Physical Education and Sports*, (3), 3–10. Retrieved from <https://doi.org/10.32652/tmfvs.2023.3.3-10> [in Ukrainian].
2. Pyatisotska, S., Yefremenko, A., Podrigalo, L., & Petrenko, Y. (2024). Obhruntuvannia monitoryngu u kibersporti [Justification of monitoring in eSports]. *Osvita. Innovatyka. Praktyka – Education. Innovation. Practice*, 12 (5), 65–72. Retrieved from <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol12i5-010> [in Ukrainian].
3. Shynkaruk, O. (2022). Model ihrovoi pidhotovlenosti hravtsiv u kibersporti [Model of game preparedness of players in eSports]. *Sportyvnyi visnyk Prydniprovia – Sportyvnyi visnyk Prydniprovia*, (2), 158–168. Retrieved from <https://doi.org/10.32540/2071-1476-2022-2-158> [in Ukrainian].
4. Shynkaruk, O. (2024). Suchasni problemy rozvytku kibersportu [Modern problems of eSports development]. *Sportyvnyi visnyk Prydniprovia – Sportyvnyi visnyk Prydniprovia*, (1), 239–250. Retrieved from <https://doi.org/10.32540/2071-1476-2024-1-239> [in Ukrainian].
5. Shynkaruk, O. (2023). Formuvannia ekosystemy kibersportu (esports) yak suchasnoho yavyscha sportu, kultury ta osvity [Formation of the eSports (esports) ecosystem as a modern phenomenon of sports, culture, and education]. *Sportyvnyi visnyk Prydniprovia – Sportyvnyi visnyk Prydniprovia*, (1), 251–260. Retrieved from <https://doi.org/10.32540/2071-1476-2023-1-251> [in Ukrainian].
6. Shynkaruk, O., Lut, I., Pinchuk, V., & Vasyliiev, M. (2024). Vplyv ob'ektyvnykh ta sub'ektyvnykh chynnykiv na rezul'tatyvnist komand v kibersporti [Influence of objective and subjective factors on team performance in eSports]. *Sportyvna nauka ta zdorov'ia liudyny – Sport Science and Human Health*, 2 (12), 186–200. Retrieved from <https://doi.org/10.28925/2664-2069.2024.214> [in Ukrainian].
7. Shynkaruk, O. (2024). Rozvytok ekosystemy kibersportu na suchasnomu etapi [Development of the eSports ecosystem at the present stage]. *Sportyvna nauka ta zdorov'ia liudyny – Sport Science and Human Health*, 1 (11), 233–245. Retrieved from <https://doi.org/10.28925/2664-2069.2024.115> [in Ukrainian].
8. Yarmolenko, M., Shynkaruk, O., & Ordynskiy, V. (2024). Chynnyky, shcho vplyvaiut na efektyvnu diialnist trenera v kibersporti [Factors influencing the effective work of a coach in eSports]. *Sportyvna nauka ta zdorov'ia liudyny – Sport Science and Human Health*, 1 (11), 246–259. Retrieved from <https://doi.org/10.28925/2664-2069.2024.116> [in Ukrainian].
9. Bialecki, A., Xenopoulos, P., Dobrowolski, P., Bialecki, R., & Gajewski, J. (2023). ESPORT: Electronic sports professionals observations and reflections on training. *arXiv preprint*. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/2311.05424>.
10. Campbell, A.J. (2021). Editorial: Progress in computer gaming and esports: Neurocognitive and motor perspectives. *Frontiers in Psychology*, 12, 686152. Retrieved from <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.686152>.
11. Dovgan, N. (2023). The pivotal role of technology in enhancing athletic performance: Insights and future directions. *SSRN Electronic Journal*. Retrieved from <https://doi.org/10.2139/ssrn.4602857>.
12. Garcia, M. (2020). Neurocognitive factors in esports. *Cognitive Research and Gaming Science*, 8 (3), 45–56. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.cogres.2020.04.002>.
13. Haley, R. (2020). Utilizing biometric data for tailoring training processes in esports. *Journal of Biometric Applications in Sports*, 9 (3), 67–78. Retrieved from <https://doi.org/10.3389/BioApp.2020.00967>.
14. Hassan, A.T., Yuen, K., Douris, P., Zwibel, H., & Di Francisco-Donoghue, J. (2020). Physiological and cognitive functions following a discrete session of esports gameplay. *Frontiers in Psychology*, 11, 1030. Retrieved from <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01030>.
15. Jung, H. (2019). Big data analysis methods in esports. *Computational Gaming Analytics*, 12 (1), 89–102. Retrieved from <https://doi.org/10.1109/CGAN.2019.01234>.
16. Karelia, D., & Mehta, D. (2023). The role of data science in esports analytics and performance evaluation. *ResearchGate*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/369912153_The_Role_of_Data_Science.
17. Martin-Niedecken, A.L., & Schättin, A. (2020). Let the Body'n'Brain Games Begin: Toward Innovative Training Approaches in eSports Athletes. *Frontiers in Psychology*, 11, 138. Retrieved from <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00138>.
18. Müller, L. (2021). Implementation of VR/AR for Simulating Gaming Situations in Esports. *Virtual Reality in Competitive Gaming*, Vol. 7, № 2, pp. 205–219. Retrieved from <https://doi.org/10.1177/VRCompGaming.2021.07205>.
19. Munoz-Macho, A.A., Domínguez-Morales, M.J., & Sevillano-Ramos, J.L. (2024). Performance and healthcare analysis in elite sports teams using artificial intelligence: a scoping review. *Frontiers in Sports and Active Living*, 6. Retrieved from <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1383723>.
20. Novak, A.R., Bennett, K.J.M., Pluss, M.A., & Fransen, J. (2019). Performance analysis in esports: part 1 – the validity and reliability of match statistics and notational analysis in League of Legends. *Sportrxiv*. Retrieved from <https://doi.org/10.31236/osf.io/sm3nj>.
21. Novak, A.R., Bennett, K.J., Pluss, M.A., & Fransen, J. (2020). Performance analysis in esports: modelling performance at the 2018 League of Legends World Championship. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 15 (5–6), 809–817. Retrieved from <https://doi.org/10.1177/1747954120932853>.
22. Pharr, J.L. (2017). Hacker Combat: A Competitive Sport from Programmatic Dueling & Cyberwarfare. *arXiv preprint*, arXiv: 1703.04874. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/1703.04874>.
23. Smerdov, A., Kiskun, A., Shaniiazov, R., Somov, A., & Burnaev, E. (2019). Understanding Cyber Athletes Behaviour Through a Smart Chair: CS:GO and Monolith Team Scenario. *arXiv preprint*, arXiv: 1908.06407. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/1908.06407>.
24. Smith, J. (2021). The Role of Analytics in Esports Performance. *Journal of Esports Studies*, Vol. 10, № 2, pp. 123–134. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s00146-021-01123-5>.
25. Tanaka, K. (2022). Artificial Intelligence for Predicting Opponent Behavior in Esports. *AI and Interactive Gaming*, Vol. 15, № 4, pp. 345–360. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/AIG.2022.0354>.
26. Varga, P., Scholz, T.M., & Tan, E.T.S. (2024). Esports Player Analytics. *Routledge Handbook of Esports*. Retrieved from <https://doi.org/10.4324/9781003410591-21>.
27. Xiao, L., Cao, Y., Gai, Y., Liu, J., & Zhong, P. (2023). Review on the application of cloud computing in the sports industry. *Journal of Cloud Computing*, 12, Article 152. Retrieved from <https://doi.org/10.1186/s13677-023-00531-6>.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Андрєєв Арсеній <https://orcid.org/0009-0005-6205-0139>, andreevart95@gmail.com

Шинкарук Оксана Анатоліївна <https://orcid.org/0000-0002-1164-9054>, shi-oksana@ukr.net

Національний університет фізичного виховання і спорту України, вул. Фізкультури, 1, м. Київ, 03150, Україна

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Andrieiev Arsenii <https://orcid.org/0009-0005-6205-0139>, andreevart95@gmail.com

Shynkaruk Oksana <https://orcid.org/0000-0002-1164-9054>, shi-oksana@ukr.net

National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Fizkultury str., 1, Kyiv, 03150, Ukraine