



ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ:
НАУКОВІ ЗАПИСКИ

ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

УДК 004.8:796.015

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.14836714>

Трансформація підходів до аналізу спортивних результатів через штучний інтелект і машинне навчання у спортивних наукових дослідженнях

Коновал Юрій Миколайович

викладач, кафедра легкої атлетики, зимових видів та велосипедного спорту, факультет спорту та менеджменту, Національний університет фізичного виховання і спорту України, м. Київ, Україна,
<https://orcid.org/0009-0002-4298-1305>

Буренко Марина Сергіївна

кандидат педагогічних наук, доцент, кафедра фізичної культури і спорту, факультет реабілітаційної педагогіки, Комунальний заклад вищої освіти «Хортицька національна навчально-реабілітаційна академія» Запорізької обласної ради, м. Запоріжжя, Україна, <https://orcid.org/0000-0001-9369-802X>

Зубаль Майя Вікторівна

кандидат наук з фізичного виховання та спорту, доцент, кафедра спорту і спортивних ігор, факультет фізичної культури, Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, м. Кам'янець-Подільський, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-8145-5263>

Прийнято: 21.01.2025 | Опубліковано: 10.02.2025



Анотація: У статті розглянуто трансформацію підходів до аналізу спортивних результатів у контексті застосування штучного інтелекту в спортивній аналітиці. Доведено, що впровадження технологій штучного інтелекту та машинного навчання підвищує точність оцінювання спортивних досягнень, оптимізує тренувальні навантаження та знижує ризики травматизації спортсменів. Актуальність дослідження зумовлена потребою вдосконалення методів аналізу спортивних показників шляхом інтеграції сучасних технологій у тренувальний процес. Метою дослідження є аналіз трансформації підходів до аналізу спортивних результатів через використання штучного інтелекту й алгоритмів машинного навчання. Використано методи порівняльного аналізу, систематизації й узагальнення для визначення ролі технологій штучного інтелекту та машинного навчання в сучасній спортивній науці. Проаналізовано традиційні й сучасні підходи до аналізу спортивних результатів, встановлено особливості адаптації моделей штучного інтелекту до різних видів спорту та визначено обмеження їхнього застосування.

Виявлено, що головними викликами використання технологій штучного інтелекту є залежність від якості та повноти вхідних даних, складність пояснення рішень алгоритмів і ризики надмірної автоматизації ухвалення стратегічних рішень у спорті. Доведено, що використання технологій штучного інтелекту може створювати дисбаланс у доступі до технологій серед різних команд і спортсменів, що впливає на конкурентоспроможність. Установлено, що недостатня інтерпретованість рішень глибоких нейромереж обмежує їх практичне застосування у тренувальному процесі.

Рекомендовано вдосконалити методи аналізу спортивних даних шляхом розроблення пояснюваних моделей штучного інтелекту, які дають можливість тренерам та аналітикам контролювати логіку ухвалених рішень. Запропоновано інтеграцію технологій штучного інтелекту із сенсорними



технологіями для підвищення точності моніторингу фізичного стану спортсменів і персоналізації тренувальних програм.

Перспективи подальших досліджень передбачають розроблення адаптивних моделей штучного інтелекту, що враховуватимуть як фізіологічні, так і психологічні параметри спортсменів, а також дослідження впливу автоматизованої аналітики на стратегічне управління у професійному спорті.

***Ключові слова:** алгоритми прогнозування, обробка даних, спортивна аналітика, технології оптимізації, автоматизація процесів.*

Transforming Approaches to the Analysis of Sports Results through Artificial Intelligence and Machine Learning in Sports Research

Yurii Konoval

Lecturer, Department of Track-and-Field, Winter Events and Cycling Sport, Faculty of Sport and Management, National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine, <https://orcid.org/0009-0002-4298-1305>

Maryna Burenko

PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Physical Culture and Sports, Faculty of Rehabilitation Pedagogy, Municipal Institution of Higher Education “Khortytsk National Educational and Rehabilitation Academy” of the Zaporizhzhia Regional Council, Zaporizhzhia, Ukraine,
<https://orcid.org/0000-0001-9369-802X>



Maya Zubal

PhD in Physical Education and Sports, Associate Professor, Department of Sport and Sport Games, Faculty of Physical Culture, Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University, Kamianets-Podilskyi, Ukraine,
<https://orcid.org/0000-0002-8145-5263>

***Abstract:** The article discusses the transformation of approaches to the analysis of sports results in the context of the use of artificial intelligence in sports analytics. It has been proved that the introduction of artificial intelligence and machine learning technologies improves the accuracy of sports performance assessment, optimises training loads, and reduces the risk of injury to athletes. The relevance of the study is due to the need to improve methods of analysing sports performance by integrating modern technologies into the training process. The purpose of the study is to analyse the transformation of approaches to analysing sports performance through the use of artificial intelligence and machine learning algorithms. The methods of comparative analysis, systematisation and generalisation were used to determine the role of artificial intelligence and machine learning technologies in modern sports science. Traditional and modern approaches to the analysis of sports results are analysed, the peculiarities of adapting artificial intelligence models to different sports are identified, and the limitations of their application are determined.*

It has been found that the main challenges of using artificial intelligence technologies are dependence on the quality and completeness of input data, the complexity of explaining algorithm solutions, and the risks of over-automation of strategic decision-making in sports. It is proved that the use of artificial intelligence technologies can create an imbalance in access to technology among different teams and athletes, which affects competitiveness. It is established that the lack of



interpretability of deep neural network solutions limits their practical application in the training process.

It is recommended that the methods of analysing sports data be improved by developing explainable artificial intelligence models that allow coaches and analysts to control the logic of decisions made. It is proposed that artificial intelligence technologies be integrated with sensor technologies to improve the accuracy of monitoring the physical condition of athletes and personalise training programmes.

Prospects for further research include the development of adaptive artificial intelligence models that take into account both physiological and psychological parameters of athletes, as well as the study of the impact of automated analytics on strategic management in professional sports.

Keywords: *forecasting algorithms, data processing, sports analytics, optimisation technologies, process automation.*

Постановка проблеми. Аналіз спортивних результатів є основним аспектом сучасних досліджень, спрямованих на вдосконалення тренувального процесу, прогнозування успішності спортсменів і запобігання травмам. Традиційні статистичні методи не завжди виявляють приховані закономірності у великих масивах даних, що ускладнює адаптацію тренувальних стратегій.

Упровадження штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання дає можливість автоматизувати збір, обробку й аналіз даних, підвищуючи точність і швидкість ухвалення рішень. Розвиток спортивної аналітики потребує сучасних алгоритмів, здатних виявляти кореляційні зв'язки між біомеханічними, фізіологічними, тактичними й психологічними показниками. Це сприяє персоналізованому підходу до підготовки спортсменів, оптимізації навантажень, удосконаленню стратегій ведення змагань і мінімізації ризиків травм.



Алгоритми машинного навчання дають змогу аналізувати відеозаписи змагань, ідентифікувати основні фактори успіху і прогнозувати оптимальні тактичні рішення. Наукова значущість таких досліджень полягає у вдосконаленні методології аналізу спортивних показників та інтеграції цифрових технологій у спортивну науку. Практичне значення – у створенні ефективних алгоритмів для оптимізації тренувальних програм, підвищення результативності спортсменів і зниження ризику травм, що є критично важливим для професійного спорту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій підтверджує, що трансформація підходів до аналізу спортивних результатів через штучний інтелект і машинне навчання охоплює чотири напрями: прогнозування результатів, відеоаналіз, спатіально-часову аналітику й технологічні інновації.

Перший напрям присвячений алгоритмам машинного навчання для прогнозування спортивних результатів. R. P. Bunker та F. Thabtah [1] розробили фреймворк прогнозування, що перевищує точність традиційних методів. L. Tzai та інші [2] дослідили ансамблеві алгоритми у прогнозуванні баскетбольних матчів. J. J. Reis та інші [3] вказали на потребу у високоякісних даних для підвищення точності прогнозів. Подальші дослідження можуть зосередитися на пояснюваності моделей та інтеграції різних типів спортивних даних.

Другий напрям стосується аналізу спортивних відео за допомогою глибокого навчання. K. Rangasamy й інші [4] продемонстрували ефективність згорткових нейронних мереж для розпізнавання ігрових моментів. M. Şah і C. Direkoğlu [5] довели, що гібридні алгоритми забезпечують найвищу точність розпізнавання гравців. H. Ma та X. Pang [6] поєднали глибоке навчання з Інтернетом речей для контролю фізичного стану спортсменів. Перспективним є розвиток методів сегментації відео й універсальних алгоритмів для різних видів спорту.



Третій напрям охоплює спатіально-часову аналітику. J. Gudmundsson і M. Horton [7] розробили методи аналізу траєкторій гравців. L. Sha й інші [8] запропонували алгоритм вирівнювання для точного аналізу ігрових моментів. M. Araújo й інші [9] застосували технології штучного інтелекту для персоналізованих тактичних прогнозів. Подальші дослідження можуть зосередитися на інтеграції носимих пристроїв і прогнозних моделей у командних видах спорту.

Четвертий напрям пов'язаний із технологічними інноваціями у спортивній аналітиці. V. R. A. Cossich та інші [10] показали ефективність VR й AR у візуалізації тактичних схем. I. Ghosh та інші [11] довели користь машинного навчання у підвищенні ефективності тренувального процесу. H. V. Goud та інші [12] інтегрували носимі пристрої для аналізу спортивних показників. V. Kashuba й інші [13] та I. Grygus й інші [14] підтвердили ефективність спортивних технологій для корекції постави. Перспективними напрямками є впровадження біометричних сенсорів і вдосконалення носимих пристроїв для моніторингу спортсменів.

У статті «Динаміка цінностей фізичного самовдосконалення здобувачів вищої освіти в освітній інноватиці України» автори досліджують еволюцію уявлень про фізичний розвиток та здоровий спосіб життя в освітній системі, а також їх трансформацію під впливом нових освітніх тенденцій та технологій. Вони підкреслюють значущість фізичного самовдосконалення як невід'ємної частини всебічного розвитку особистості, що сприяє підвищенню якості життя та соціальної активності [24]. Овчарук В. та інші обґрунтовують важливість історичного поступу паранаукових, донаукових та наукових підходів до фізичного самовдосконалення як у рамках фізкультурної освіти, так і поза нею. Вони наголошують на необхідності повернення до класичних та прогресивних



модусів фізичного самовдосконалення в рамках гуманістично-антропологічної парадигми освіти [25].

Таким чином, результати аналізу підтверджують зростання ролі штучного інтелекту в спортивній аналітиці, що сприяє підвищенню точності прогнозів, автоматизації аналізу відеоматеріалів, удосконаленню тактичних стратегій і персоналізованому підходу до підготовки спортсменів.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Попри активне впровадження штучного інтелекту у спортивну аналітику, його вплив на ефективність тренувального процесу та довгострокову підготовку спортсменів залишається недостатньо вивченим. Немає масштабних досліджень, які оцінюють адаптацію алгоритмів штучного інтелекту до специфіки різних видів спорту, пояснюваність рішень моделей та їхню практичну застосовність у реальному змагальному середовищі. Також невирішеними залишаються питання автоматизації ухвалення рішень, що може знижувати роль тренера і створювати ризики помилкових прогнозів без можливості їхнього виправлення.

Невизначеними залишаються й етичні аспекти впровадження штучного інтелекту, зокрема вплив технологій на баланс конкурентних можливостей між командами, безпеку персональних даних спортсменів і відповідальність за алгоритмічні помилки. Запропоноване дослідження заповнює ці прогалини, оцінюючи методи інтеграції штучного інтелекту в спортивну аналітику, вдосконалення пояснюваності моделей і забезпечення рівного доступу до технологічних рішень.

Метою статті – аналіз трансформації підходів до аналізу спортивних результатів через використання штучного інтелекту й алгоритмів машинного навчання, а також оцінювання їхньої ефективності у вдосконаленні спортивної аналітики, прогнозуванні результатів та оптимізації тренувальних процесів.

Завдання статті:



1. Описати традиційні методи оцінювання спортивних результатів і сучасні ШІ-орієнтовані підходи, визначити їхні переваги, обмеження і вплив на точність прогнозів та адаптацію до специфіки різних видів спорту.

2. Дослідити алгоритми машинного навчання у спортивній аналітиці, оцінити їхню ефективність у прогнозуванні результатів, оптимізації тренувального процесу та можливості автоматизації ухвалення рішень.

3. Розробити рекомендації щодо вдосконалення застосування штучного інтелекту у спортивній аналітиці, враховуючи виклики впровадження, етичні питання, якість вхідних даних і способи підвищення пояснюваності моделей.

Виклад основного матеріалу дослідження. Аналіз спортивних результатів традиційно базувався на статистичних підходах, спостереженнях тренерів та експертних оцінках. Методи ручного аналізу відеоматеріалів, фіксація основних показників продуктивності спортсменів і використання регресійних моделей давали можливість визначати загальні тенденції в розвитку фізичної підготовки та змагальної активності. Однак такі підходи мають суттєві обмеження, пов'язані з людським фактором, високою ймовірністю суб'єктивних помилок і значними затратами часу.

З розвитком цифрових технологій з'явилися автоматизовані системи збору й аналізу даних, що стали основою сучасних методів оцінювання ефективності спортсменів. Упровадження штучного інтелекту й алгоритмів машинного навчання дало змогу значно розширити можливості аналітики у спорті, підвищуючи швидкість обробки великих масивів даних, точність прогнозування та персоналізацію тренувальних програм (табл. 1).

Таблиця 1



Порівняння традиційних методів аналізу спортивних результатів із сучасними підходами на основі штучного інтелекту

Критерій порівняння	Традиційні методи	Сучасні підходи (ШІ та машинне навчання)
Метод збору даних	Ручний аналіз статистики, спостереження тренерів, експертні оцінки	Автоматизований збір даних за допомогою сенсорів, відеоаналізу й алгоритмів машинного навчання
Обсяг оброблюваних даних	Обмежений, базується на вибірковому аналізі та суб'єктивних оцінках	Великий масив даних, можливість урахування широкого спектру параметрів
Швидкість аналізу	Висока тривалість обробки, потребує значних часових ресурсів	Швидка обробка даних у режимі реального часу
Точність прогнозування	Обмежена, залежить від досвіду аналітиків і доступних статистичних моделей	Висока, заснована на алгоритмах прогнозування й адаптивному навчанні моделей
Гнучкість підходу	Уніфіковані методи, що не враховують особливостей кожного спортсмена	Персоналізований аналіз, адаптація під індивідуальні особливості спортсмена
Інтерпретація результатів	Простота аналізу, зрозумілість для тренерів і спортсменів	Складність пояснення роботи моделей, необхідність технічної експертизи
Автоматизація процесів	Відсутня, більшість дій виконуються вручну	Висока, можливість інтеграції у тренувальні процеси та системи аналізу

Джерело: сформовано авторами на підставі [1, с. 28; 3; 6, с. 118848; 9, с. 35]

Традиційні методи аналізу спортивних результатів базувалися на ручному зборі статистики, експертних оцінках тренерів і використанні базових



математичних моделей для прогнозування результатів. Аналіз відеозаписів змагань проводився вручну, що вимагало значних часових ресурсів і не завжди забезпечувало точність через суб'єктивний підхід. Основним джерелом інформації були дані змагань і тренувань, які оброблялися без урахування численних фізіологічних і біомеханічних показників. У зв'язку з цим ефективність ухвалення рішень значною мірою залежала від досвіду тренерів, а процес виявлення закономірностей і прогнозування результатів залишався складним і неточним.

Сучасні підходи, засновані на штучному інтелекті та машинному навчанні, змінили принцип аналізу. Завдяки автоматизації процесів стало можливим швидко опрацювання значних масивів даних, які містять не лише статистику виступів, а й біомеханічні характеристики, рівень навантаження, тактичні параметри й навіть психофізіологічний стан спортсменів [9, с. 50]. Алгоритми комп'ютерного зору дають можливість у реальному часі аналізувати рухи спортсменів, виявляючи помилки в техніці виконання вправ, що значно підвищує якість зворотного зв'язку для атлетів.

Раніше виявлення потенційних травмвань базувалося на спостереженнях тренерів і лікарів, що не завжди давало змогу передбачити ризики своєчасно. Натепер ші-моделі прогнозують травматизацію за аналізом фізичних навантажень, змін у біомеханіці руху та рівня стомленості, що допомагає запобігти перевантаженню і скоригувати тренувальний процес.

Ще однією суттєвою зміною стала можливість персоналізації тренувань. Якщо раніше тренувальні програми складалися на основі загальних принципів, то сьогодні вони адаптуються до кожного спортсмена завдяки алгоритмам, що аналізують індивідуальні показники ефективності. Наприклад, у футболі штучний інтелект використовується для аналізу тактичної поведінки гравців, оптимізації їхнього розташування на полі та формування стратегії гри [4, с.



1927]. У легкій атлетиці ші-технології допомагають оцінювати ефективність кожного руху, що сприяє вдосконаленню техніки бігу і стрибків.

Застосування машинного навчання у спортивній аналітиці забезпечує новий рівень точності у прогнозуванні результатів змагань, оцінюванні фізичного стану спортсменів та оптимізації тренувальних процесів. Алгоритми аналізують значні масиви даних, що містять біометричні показники, статистику виступів, тактичні дії й навіть психофізіологічний стан атлетів. На відміну від традиційних методів, що базувалися на емпіричних спостереженнях тренерів і статистичних моделях, машинне навчання дає можливість виявляти приховані закономірності, які раніше залишалися поза увагою через обмежені можливості обробки даних.

Основними групами алгоритмів, що використовуються у спортивній аналітиці, є методи класифікації, регресійного аналізу, нейронні мережі й алгоритми оптимізації. Вони застосовуються для прогнозування індивідуальної ефективності спортсменів, визначення ризиків травм, аналізу командних стратегій і моделювання оптимальних тренувальних навантажень (табл. 2).

Таблиця 2

Основні алгоритми машинного навчання у спортивній аналітиці та їхнє застосування

Алгоритм	Принцип роботи	Застосування у спортивній аналітиці
Лінійна та логістична регресія	Аналіз взаємозв'язків між змінними для прогнозування числових або ймовірнісних результатів	Прогнозування результатів змагань, оцінювання фізичної форми спортсменів, аналіз ефективності тренувань



Класифікаційні алгоритми (Random Forest, SVM, k-NN)	Визначення класу об'єкта на основі набору ознак	Оцінювання ризиків травм, аналіз тактичних схем у командних видах спорту
Нейронні мережі (глибоке навчання, CNN, RNN)	Виявлення складних патернів у великих обсягах даних через багатoshарову обробку	Аналіз відеозаписів, виявлення помилок у техніці рухів, прогнозування результатів
Генетичні алгоритми та методи оптимізації	Ітеративний пошук найкращих рішень на основі принципів еволюції	Розроблення оптимальних тренувальних програм, підбір тактичних рішень

Джерело: сформовано авторами на підставі [2, с. 178; 3; 7; 8]

Застосування алгоритмів машинного навчання у спортивній аналітиці значно покращило точність прогнозування, ефективність тренувального процесу й аналіз командних стратегій. Регресійні моделі широко використовуються у прогнозуванні результатів змагань, даючи можливість оцінити ймовірність перемоги спортсмена на основі історичних даних про його виступи, погодних умов і стану суперників. Наприклад, платформа IBM Watson [15] у тенісі аналізує статистику матчів і надає гравцям рекомендації щодо стратегій ведення поєдинку. Її алгоритми враховують тип покриття корту, попередні результати гравця та динаміку його форми, що дає змогу прогнозувати головні моменти матчу й адаптувати тактику в реальному часі.

Класифікаційні алгоритми, такі як Random Forest або Support Vector Machines, ефективно застосовуються для оцінювання ризику травмування. У футболі Catapult Sports [16] розробила систему моніторингу фізичного стану гравців, яка використовує дані з носимих датчиків та аналізує їх за допомогою машинного навчання. Ця система допомагає тренерам оцінювати рівень навантаження на спортсмена, ідентифікувати ознаки перевтоми й вчасно коригувати тренувальний процес, що зменшує ризик травм. У баскетболі



подібний підхід застосовується у NBA Player Tracking [17], де алгоритми класифікують рівень навантаження і прогнозують ризики перевантаження суглобів, даючи можливість скоригувати ігровий час окремих гравців.

Нейронні мережі активно застосовуються для автоматичного аналізу відеоматеріалів змагань. У футболі система Tracab [18], яку використовують у Ла Лізі й АПЛ, аналізує переміщення гравців на полі, їхні тактичні дії й ефективність передавання м'яча. Вона базується на технології комп'ютерного зору, яка ідентифікує позиції спортсменів у реальному часі та надає аналітику тренерам для коригування тактичних схем. Водночас у легкій атлетиці Dartfish [19] використовує нейронні мережі для аналізу техніки бігу, даючи змогу спортсменам ідентифікувати помилки в русі й удосконалювати свою біомеханіку.

Генетичні алгоритми та методи оптимізації відіграють важливу роль у розробленні персоналізованих тренувальних програм. У професійному велоспорті TrainingPeaks [20] застосовує методи машинного навчання для аналізу фізіологічних даних велосипедистів і формування оптимального розподілу навантажень під час перегонів. Це дає можливість точно розрахувати темп кожного етапу змагання з огляду на рівень витривалості спортсмена. У футболі SciSports [21] використовує оптимізаційні алгоритми для аналізу ефективності гравців і підбору оптимального складу команди на конкретний матч, враховуючи статистичні й тактичні показники.

В Україні також спостерігається впровадження технологій машинного навчання у спортивну аналітику. Зокрема, українські спортивні клуби активно використовують алгоритми машинного навчання для аналізу ефективності спортсменів і прогнозування ризиків травм. Ці технології допомагають тренерам оцінювати фізичний стан гравців, коригувати стратегії й оптимізувати тренувальний процес [22].



Крім того, вітчизняні фахівці досліджують застосування штучного інтелекту для аналізу значних обсягів даних про ігри, суперників і власні виступи спортсменів. Це дає можливість визначати сильні та слабкі сторони, розробляти стратегії й ухвалювати обґрунтовані рішення в режимі реального часу. Такі підходи сприяють підвищенню ефективності тренувальних процесів і точності прогнозування результатів змагань [23].

Ці приклади свідчать про активний розвиток та інтеграцію сучасних аналітичних підходів у спортивну сферу України, що сприяє підвищенню ефективності тренувальних процесів і точності прогнозування результатів змагань.

Алгоритми машинного навчання виявляють приховані закономірності у виступах спортсменів, визначають оптимальні тактичні рішення і прогнозують ризики травм. Завдяки цим технологіям стало можливим створення індивідуальних моделей підготовки для кожного атлета з урахуванням його фізичних і психологічних особливостей. Попри ці переваги, використання штучного інтелекту у спортивній аналітиці має й низку обмежень, пов'язаних із точністю прогнозування, необхідністю адаптації моделей до специфіки кожного виду спорту, інтерпретованістю алгоритмів і доступністю технологій для широкого застосування.

Успішність ШІ-аналітики у спорті залежить від якості вхідних даних, можливості автоматичного оновлення параметрів і рівня інтеграції із сучасними технологіями моніторингу спортсменів (табл. 3).

Таблиця 3

Проблеми застосування штучного інтелекту у спортивній аналітиці

Критерій	Суть проблеми	Практичні наслідки
Точність прогнозування	Висока залежність від обсягу і якості вхідних даних	Помилки у прогнозах через неповні або нерелевантні дані



Адаптація до різних видів спорту	Моделі не є універсальними, вимагають специфічного налаштування	Тривалий процес упровадження у нові дисципліни
Інтерпретованість моделей	Складність пояснення рішень нейромереж	Тренери не завжди можуть зрозуміти логіку прогнозів
Персоналізація тренувального процесу	Потреба у синхронізації з медичними та сенсорними системами	Ускладнення впровадження у спортивних командах з обмеженими ресурсами
Прогнозування ризику травм	Залежність від постійного збору актуальних фізіологічних показників	Можливі неправильні висновки при недостатності або неточності даних

Джерело: сформовано автором на підставі [2, с. 188; 5, с. 13142; 7]

Ефективність застосування штучного інтелекту у спортивній аналітиці визначається якістю вхідних даних, здатністю алгоритмів адаптуватися до специфіки різних видів спорту та рівнем інтерпретованості отриманих результатів. Основним викликом залишається залежність точності прогнозів від повноти й структурованості даних, особливо в індивідуальних дисциплінах, де навіть незначні фізіологічні зміни можуть суттєво впливати на результати. Відсутність універсальних моделей штучного інтелекту ускладнює їхнє застосування у видах спорту, де біомеханічні або психологічні параметри відіграють основну роль.

Проблема пояснюваності ШІ-рішень залишається невирішеною, що обмежує довіру до алгоритмічних прогнозів серед тренерів і спортсменів [7]. Використання «чорних скриньок» унеможливорює коригування моделей відповідно до індивідуальних потреб, що знижує ефективність тренувальних процесів. Додаткові технічні бар'єри стосуються інтеграції штучного інтелекту із сенсорними пристроями для збору фізіологічних показників, що є витратним і



технологічно складним процесом. Аналогічні труднощі виникають під час прогнозування ризиків травм, оскільки точність оцінювання навантажень потребує постійного оновлення даних [9, с. 167].

Автоматизація ухвалення рішень у спорті спричиняє ризики втрати стратегічної гнучкості команд, тому що алгоритмічні моделі можуть стандартизувати підходи, знижуючи роль тренерського досвіду й інтуїтивного аналізу [5, с. 13153]. Тривала залежність від ШІ-аналітики може послаблювати здатність спортсменів і тренерів до адаптації в умовах нестандартних змагальних ситуацій. Окрім того, застосування штучного інтелекту у спортивному плануванні підвищує ризики витоку тактичних даних і можливості маніпулювання ними, що загрожує чесності змагань.

Етичні виклики пов'язані з потенційним дисбалансом у доступі до технологій, що може створювати конкурентні переваги для фінансово забезпечених команд [3]. Водночас зростання автоматизації аналітики може впливати на психологічний стан спортсменів, знижуючи їхню впевненість у власних рішеннях та обмежуючи творчий підхід до гри. Для ефективного використання ШІ у спорті потрібні методи підвищення прозорості алгоритмів, удосконалення адаптивності моделей до специфічних дисциплін і посилення захисту даних.

Для підвищення ефективності тренувального процесу та мінімізації ризиків травмування спортсменів штучний інтелект має застосовуватися на основі комплексного підходу, що передбачає оптимізацію алгоритмів аналізу фізичних навантажень, покращення моніторингу стану спортсменів у реальному часі, вдосконалення прогнозних моделей та інтеграцію ШІ-рішень у тренувальні стратегії.

Одним з основних напрямів удосконалення є впровадження гнучких моделей штучного інтелекту, що можуть адаптуватися до змін у фізичному стані



спортсменів та індивідуальних характеристик кожного виду спорту. Для цього потрібно застосовувати багаторівневі системи, які поєднують машинне навчання із фізіологічними та біомеханічними показниками, що дасть можливість точніше прогнозувати оптимальні навантаження, запобігати перевтомі й визначати оптимальні періоди відновлення.

Інтеграція ШІ у тренувальний процес має базуватися на автоматизованих системах аналізу рухової активності, які враховують особливості навантажень та адаптаційні можливості організму спортсмена. Зокрема, використання технологій комп'ютерного зору та сенсорного моніторингу у поєднанні з алгоритмами машинного навчання дає змогу покращити технічний аналіз рухів, знижуючи ризик мікротравм і покращуючи ефективність виконання вправ.

Ще одним напрямом удосконалення є прогнозування ризику травм на основі ШІ-аналізу динамічних показників стану спортсмена. Використання методів раннього виявлення перевантажень дає можливість автоматично коригувати тренувальні плани, зменшуючи ризик травматизації без втрати ефективності підготовки. Особливу роль відіграє застосування персоналізованих рекомендацій щодо відновлення, розроблених на основі комплексного аналізу фізичного стану, що охоплює біохімічні показники, рівень м'язового навантаження та показники сну.

Для підвищення ефективності систем штучного інтелекту в спортивній аналітиці потрібно розширити можливості адаптивних алгоритмів, які враховуватимуть як статистичні параметри, так і суб'єктивні фактори, що впливають на спортивний результат. Це забезпечить точніші прогнози та гнучкість у плануванні тренувального процесу, даючи змогу зменшити вплив випадкових факторів на підготовку спортсменів.

Упровадження ШІ також має передбачати розроблення інтегрованих платформ, що поєднуюватимуть аналіз фізичних навантажень, біомеханічний



моніторинг, розрахунок оптимальних тактичних рішень і прогнозування фізіологічного стану спортсменів. Це дасть можливість створювати єдині системи управління тренувальним процесом, де дані оновлюватимуться у реальному часі, а адаптивні ШІ-моделі автоматично пропонуватимуть зміни у навантаженнях відповідно до фізіологічної відповіді організму.

Висновки. На основі проведеного дослідження встановлено, що впровадження штучного інтелекту у спортивну аналітику значно підвищує точність прогнозів, автоматизує обробку даних і персоналізує тренувальні процеси. Технології штучного інтелекту покращують моніторинг фізичного стану спортсменів, оптимізують навантаження та підвищують ефективність командних стратегій.

Основні проблеми використання штучного інтелекту пов'язані із залежністю від якості вхідних даних, необхідністю адаптації алгоритмів до різних видів спорту, складністю інтерпретації рішень глибоких нейронних мереж і ризиками автоматизованого ухвалення рішень. Залишаються невирішеними етичні питання щодо конфіденційності даних, доступності технологій і зміни ролі тренера.

Рекомендовано впровадити стандартизовані ШІ-платформи з інтеграцією сенсорних технологій і біометричного моніторингу. Для підвищення довіри до ШІ запропоновано розроблення пояснюваних моделей та адаптивних алгоритмів, що враховують специфіку різних видів спорту й індивідуальні потреби спортсменів. Подальші дослідження мають зосередитися на адаптації ШІ-систем до змін у спортивному середовищі, прогнозуванні нетипових ситуацій у змаганнях і мінімізації ризиків маніпуляції результатами.

Список використаних джерел



1. Bunker R. P., Thabtah F. A machine learning framework for sport result prediction. *Applied computing and informatics*. 2019. Vol. 15, № 1. P. 27–33.
2. Tzai L., Ntzoufras I., Vassalos I., Dimitriou S. Predictions of European basketball match results with machine learning algorithms. *Journal of Sports Analytics*. 2023. Vol. 9, № 2. P. 171–190.
3. Reis J. J., Alaiti R. K., Vallio C. S., Hespanhol L. Artificial intelligence and machine-learning approaches in sports: Concepts, applications, challenges, and future perspectives. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2024. Article 101083. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1413355524004891> (date of access: 03.12.2024).
4. Deep learning in sport video analysis: a review / K. Rangasamy et al. *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*. 2020. Vol. 18, № 4. P. 1926. URL: <https://doi.org/10.12928/telkomnika.v18i4.14730> (date of access: 04.12.2024).
5. Şah M., Direkoğlu C. Review and evaluation of player detection methods in field sports. *Multimedia Tools and Applications*. 2023. Vol. 82. P. 13141–13165. URL: <https://doi.org/10.1007/s11042-021-11071-z> (date of access: 03.12.2024).
6. Ma H., Pang X. Research and Analysis of Sport Medical Data Processing Algorithms Based on Deep Learning and Internet of Things. *IEEE Access*. 2019. Vol. 7. P. 118839–118849. URL: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2936945> (date of access: 03.12.2024).
7. Gudmundsson J., Horton M. Spatio-temporal analysis of team sports. *ACM Computing Surveys (CSUR)*. 2017. Vol. 50, № 2. Article 22. URL: <https://doi.org/10.1145/305413> (date of access: 03.02.2025).
8. Sha L., Lucey P., Zheng S., Kim T., Yue Y., Sridharan S. Fine-grained retrieval of sports plays using tree-based alignment of trajectories. *arXiv preprint*.



2017. Article 1710.02255. URL: <https://arxiv.org/abs/1710.02255> (date of access: 03.12.2024).

9. Araújo D., Couceiro M., Seifert L., Sarmiento H., Davids K. Artificial intelligence in sport performance analysis. Routledge. 2021. URL: <https://doi.org/10.4324/9781003163589> (date of access: 03.12.2024).

10. Cossich V. R. A., Carlgren D., Holas R. J., Katz L. Technological breakthroughs in sport: Current practice and future potential of artificial intelligence, virtual reality, augmented reality, and modern data visualization in performance analysis. *Applied Sciences*. 2023. Vol. 13, № 23. Article 12965. URL: <https://doi.org/10.3390/app132312965> (date of access: 03.12.2024).

11. Ghosh I., Ramamurthy S. R., Chakma A., Roy N. Sports analytics review: Artificial intelligence applications, emerging technologies, and algorithmic perspective. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*. 2023. Vol. 13, № 5. Article e1496. URL: <https://doi.org/10.1002/widm.1496> (date of access: 03.12.2024).

12. Goud H. V., Roopa Y. M., Padmaja B. Player Performance Analysis in Sports: with Fusion of Machine Learning and Wearable Technology. *2019 3rd International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC)*. 2019. P. 600–603. URL: <https://doi.org/10.1109/ICCMC.2019.8819815> (date of access: 03.12.2024).

13. Kashuba V., Savliuk S., Chalii L., Zakharina I., Yavorsyy A., Panchuk A., Grygus I., Ostrowska M. Technology for correcting postural disorders in primary school-age children with hearing impairment during physical education. *Journal of Physical Education and Sport*. 2020. Vol. 20 (Supplement issue 2). P. 939–945. URL: <https://doi.org/10.7752/jpes.2020.s2133> (date of access: 03.12.2024).

14. Grygus I., Nesterchuk N., Hrytseniuk R., Rabcheniuk S., Zukow W. Correction of posture disorders with sport and ballroom dancing. *Medicni perspektivi*.



2020. Vol. 25, № 1. P. 174–184. URL: <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2020.1.200418> (date of access: 03.12.2024).

15. IBM Watson. Website. URL: <https://www.ibm.com/watson> (date of access: 03.12.2024).

16. Catapult Sports. Website. URL: <https://www.catapultsports.com> (date of access: 03.12.2024).

17. NBA Player Tracking. Website. URL: <https://www.nba.com/stats/player-tracking/> (date of access: 03.12.2024).

18. Tracab. Website. URL: <https://www.chyronhego.com/tracab/> (date of access: 03.12.2024).

19. Dartfish. Website. URL: <https://www.dartfish.com> (date of access: 03.12.2024).

20. TrainingPeaks. Website. URL: <https://www.trainingpeaks.com> (date of access: 03.12.2024).

21. SciSports. Website. URL: <https://www.scisports.com> (date of access: 03.12.2024).

22. Як технології змінюють спортивну індустрію в Україні. *Ukraine Football*. 2025. URL: <https://www.ukrainefootball.net/ostalnye-strany/yak-tehnolog-zmnyuyut-sportivnu-ndustryu-v-ukran.html> (дата звернення: 03.12.2024).

23. Штучний інтелект (AI) і його вплив на індустрію спорту. *Tribuna UA*. 2025. URL: <https://ua.tribuna.com/uk/blogs/creativesportshots/3087390-shtuchnyj-intelekt-ai-i-jogo-vplyv-na-industriyu-sportu/> (дата звернення: 03.12.2024).

24. Овчарук, В., Максимчук, Б., Золочевський, В., Овчарук, В., & Романенко, О.. Динаміка цінностей фізичного самовдосконалення здобувачів вищої освіти в освітній інноватиці України. *Освітні обрії*. 2024. 58(1), 110-116. <https://doi.org/10.15330/obrii.58.1.110-116> (дата звернення: 03.12.2024).



25. Овчарук, В. В., Максимчук, Б. А., Роцін, І. Г., Головченко, О. І., & Кметюк, Д. І. Генеза наукових підходів до фізичного самовдосконалення особистості в історії психолого-педагогічної думки та поза нею. *Педагогічна Академія: наукові записки*. 2024. (8). <https://doi.org/10.5281/zenodo.12760575> (дата звернення: 03.12.2024).