УДК 796.012:611.392
DOI https://doi.org/10.32782/ped-uzhnu/2025-9-25

Сивохоп Едуард Миколайович,
ORCID: 0000-0001-8939-8446
кандидат педагогічних наук, доцент,
декан факультету здоров'я та фізичного виховання
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Карабанов Євген Олексійович,
ORCID: 0000-0001-5420-0583
кандидат наук з фізичного виховання та спорту, доцент,
завідувач кафедри фізичного виховання та здоров'я людини
КЗВО «Кременчуцька гуманітарно-технологічна академія»
Полтавської обласної ради

Маріонда Іван Іванович,
ORCID: 0000-0002-3950-8202
кандидат педагогічних наук, доцент,
завідувач кафедри теорії та методики фізичної культури
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

ВПРОВАДЖЕННЯ ШІ В УКРАЇНСЬКИЙ ФУТБОЛ: ВИКЛИКИ, ПЕРСПЕКТИВИ, АНАЛІТИКА

THE IMPLEMENTATION OF AI IN UKRAINIAN FOOTBALL: CHALLENGES, PROSPECTS, AND ANALYTICS

У статті розглянуто перспективи застосування інструментів штучного інтелекту в аналітиці футболу, зокрема в умовах українського спортивного середовища під час війни. Проаналізовано сучасний стан розвитку футбольної аналітики у світі, акцентовано на методах статистичного навчання, комп'ютерного зору та теорії ігор. Зазначено, що попри широке використання аналітичних підходів у провідних спортивних країнах, український футбол лише нещодавно розпочав процес цифрової трансформації, що зумовлено технічними, організаційними та соціальними бар'єрами. Окрему увагу приділено викликам, пов'язаним із воєнним станом: руйнування інфраструктури, відтік кадрів, обмежені ресурси для технічного забезпечення, проблеми з інтернетом та зберіганням даних. Розкрито потенціал використання глибинного та підкріплювального навчання, мультиагентних систем і нейромережевих підходів для побудови адаптивних моделей у режимі реального часу. Обґрунтовано доцільність створення відкритих українських футбольних датасетів, що дозволить уніфікувати дослідження та сприяти локалізації світового досвіду. Запропоновано напрями подальших досліджень: впровадження адаптивних AI-моделей, аналіз молодіжних та аматорських матчів за допомогою комп'ютерного зору, вивчення етичних аспектів використання ШІ в спорті. Матеріали можуть бути корисними для спортивних аналітиків, тренерів, менеджерів клубів і науковців, які працюють на перетині фізичної культури, цифрових технологій, програмування та математичного моделювання. Окремо акцентовано увагу на важливості підготовки фахівців, здатних працювати з великими обсягами даних у спортивному середовищі. Підкреслено потребу міждисциплінарних освітніх програм, які поєднують аналітику, спорт, інформатику й когнітивні науки, що дозволить сформувати нову генерацію спеціалістів, спроможних ефективно впроваджувати інновації у футболі як у мирний, так і у повоєнний періоди.

Ключові слова: футбол, спортивна аналітика, штучний інтелект, теорія ігор, адаптивні моделі, цифрові технології в спорті.

The article explores the prospects of applying artificial intelligence tools in football analytics, particularly within the Ukrainian sports context during wartime. The current state of football analytics development worldwide is analyzed, with an emphasis on statistical learning methods, computer vision, and game theory. While analytical approaches are widely used in leading football nations, Ukrainian football has only recently begun its digital transformation, hindered by technical, organizational, and social barriers. Special attention is given to the challenges posed by martial law: infrastructure destruction, staff outflow, limited technical resources, internet instability, and data storage issues. The potential of deep and reinforcement learning, multi-agent systems, and neural network approaches for building adaptive real-time models is discussed. The article substantiates the relevance of creating open Ukrainian football datasets to unify research efforts and facilitate the localization

of global expertise. Further research directions are proposed: implementation of adaptive AI models, analysis of youth and amateur matches using computer vision, and investigation of ethical aspects of AI use in sports. The materials may be useful for sports analysts, coaches, club managers, and researchers working at the intersection of physical education, digital technologies, programming, and mathematical modeling. Special emphasis is placed on the importance of training specialists capable of working with big data in the sports environment. The need for interdisciplinary educational programs combining analytics, sports, computer science, and cognitive sciences is emphasized to develop a new generation of professionals capable of effectively implementing innovations in football during both peacetime and postwar recovery.

Key words: football, sports analytics, artificial intelligence, game theory, adaptive models, digital technologies in sports.

Постановка проблеми. У ряді видів спорту – зокрема бейсболі, баскетболі, тенісі – прогностичні аналітичні моделі впроваджуються вже десятиліттями, а зібрані дані стали основою для створення нових стратегій, методик тренування та ухвалення рішень. Водночас футбол тривалий час залишався осторонь цього цифрового прориву. Лише нещодавно розпочалась трансформація, пов'язана із впровадженням науки про дані в цій сфері, що досі перебуває на початковому етапі [11].

Це зумовлено низкою причин: складністю умов самої гри (велика площа поля, динамічна взаємодія 22 гравців, відсутність частих зупинок), що ускладнює точний збір та аналіз даних; відносно невелика кількість результативних подій (голів); лише нещодавні прориви у сфері глибинного навчання та комп'ютерного зору, здатні обробляти багатовимірні дані; а також збереження традиційного підходу до ухвалення рішень, заснованого на інтуїції та досвіді фахівців – тренерів, менеджерів, скаутів [7].

У цьому контексті Kuper і Szymanski (2018) влучно зауважують, що футбол тривалий час залишався осторонь науково-аналітичного підходу, підсумовуючи, що «футбол лише нещодавно досяг Епохи Просвітництва» [11].

Окремої уваги заслуговує ситуація в українському футболі, який з 2022 року функціонує в умовах повномасштабної війни. Війна створила безпрецедентні виклики для інфраструктури, логістики, безпеки, системи підготовки молоді, проведення офіційних матчів і змагань. Частина клубів припинила діяльність, значна кількість спортсменів виїхала за кордон або долучилася до лав Збройних Сил України. У цих умовах питання ефективності управлінських рішень, оптимізації тренувального процесу, а також аналітики гри набувають особливої ваги, оскільки ресурси обмежені, а якісні рішення мають базуватися на точних і обґрунтованих даних.

Використання інструментів штучного інтелекту, машинного навчання та цифрової аналітики у футболі, зокрема в українському контексті, відкриває нові можливості для підвищення ефективності гравців, тренерських штабів і функціонування клубів загалом. Водночас існує нагальна потреба в адаптації зарубіжного досвіду до реалій українського футболу воєнного та післявоєнного часу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Упродовж останніх років спостерігається стрімке зростання інтересу до спортивної аналітики як з боку комерційного сектору, так і з боку академічної спільноти. Це підтверджується динамікою зростання кількості наукових публікацій [1; 3; 9; 12], а також активним проведенням міжнародних наукових заходів, присвячених спортивним технологіям та аналітиці (CVSports, MIT Sloan Sports Analytics Conference).

Значна увага до спортивної аналітики зумовлена досягненнями у галузі штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання (МН), які вже довели свою ефективність у сферах збору, обробки та інтерпретації даних. Цьому сприяє не лише технологічний прогрес – зокрема розвиток статистичних методів, глибинного навчання та збільшення обчислювальних потужностей – а й зростаюча економічна активність, пов'язана зі спортом. Серед її прикладів – поява спеціалізованих компаній, що займаються збором і аналітикою спортивних даних [3; 12].

Попри активний розвиток спортивної аналітики у провідних футбольних країнах, український футбол лише починає інтегрувати інструменти ШІ та МН у свою практику, що зумовлює актуальність дослідження впровадження таких технологій у вітчизняний спортивний контекст. Особливої ваги ця тема набуває в умовах війни, яка створила численні виклики для системи вітчизняного спорту, але водночас стимулює пошук інноваційних рішень і підвищення ефективності за рахунок цифрових технологій.

Метою дослідження є обґрунтування можливостей та перспектив впровадження інструментів штучного інтелекту в аналітичну діяльність у сфері українського футболу, з урахуванням сучасних технологічних трендів, військових умов та потреб адаптації світового досвіду до національного контексту.

Завдання дослідження:

1. Оцінити сучасний стан розвитку і застосування штучного інтелекту у світовій футбольній аналітиці із фокусом на методи статистичного навчання, комп'ютерного зору та теорії ігор, з урахуванням їх впливу на практику та науку.

2. Проаналізувати виклики та бар'єри впровадження ШІ в український футбол, з огляду на особливості військового часу, інфраструктурні, організаційні й технологічні обмеження.

Виклад основного матеріалу дослідження. Футбол – один із найскладніших для аналітики видів командного спорту через велику кількість гравців із різними ролями, рідкісність ключових результативних подій (голів) та динамічність ігрового процесу. Завдання статистичного навчання у футболі полягають у кількісній оцінці стилів гри гравців і команд, визначенні їхнього впливу на перебіг матчу, а також у прогнозуванні індивідуальних і колективних ігрових дій, включно з альтернативними сценаріями розвитку подій.

Порівняння стилів гри окремих футболістів або команд передбачає виявлення характерних ознак, що відображають їх унікальні ігрові властивості. Традиційно це досягалося за допомогою агрегування статистичних показників, таких як кількість атакувальних і захисних дій, дриблінгів, ударів по воротах тощо [9]. Проте сучасні дослідження впроваджують підходи статистичного навчання, наприклад концепцію Player Vectors [7], які успішно застосовуються й у інших видах спорту [10]. Застосування методів навчання без учителя відкриває нові можливості для виявлення складних закономірностей у поведінці гравців без потреби ручного маркування даних.

Визначення внеску окремого гравця або групи у успішний результат залишається однією з найскладніших задач. На відміну від видів спорту з великою кількістю очок (наприклад, баскетболу), у футболі голів небагато: у середньому в Українській Прем'єр-лізі в сезоні 2023 / 2024 забивається близько 2,4 голів за матч. Тому оцінка лише прямих дій, таких як удари по воротах або сейви, не дає повної картини впливу гравця на результат матчу. Ігрові стани у футболі мають високу складність, що ускладнює їхнє моделювання сучасними алгоритмами. Властивості, які описують ці стани, здебільшого формуються вручну і зосереджуються на діях із м'ячем, тоді як поведінка без м'яча, яка суттєво впливає на хід гри (наприклад, перекриття зон, створення простору для партнерів), залишається недостатньо врахованою. Поєднання глибинного та підкріплювального навчання відкриває нові перспективи для моделювання складної структури футбольних подій та наближення аналітичних моделей до рівня експертної оцінки.

Попри складність, вже можна спостерігати помітний прогрес у застосуванні цих методів у спортивній аналітиці – як у футболі, так і в інших командних видах спорту [14]. Це створює перспективи для розвитку української футбольної аналітики, особливо з огляду на обмежені ресурси та високі вимоги до ефективності прийняття рішень у сучасних воєнних умовах.

Водночас проблема повного використання різноманітних футбольних даних залишається відкритою та потребує подальших досліджень, зокрема адаптації сучасних алгоритмів до особливостей українського футбольного середовища і наявних даних. Успішне вирішення цих завдань сприятиме не лише підвищенню конкурентоспроможності вітчизняних команд, а й розвитку прикладних аспектів штучного інтелекту.

Теорія ігор має важливе значення для аналізу спортивної поведінки, зокрема у футболі, де вона забезпечує наукову основу для моделювання стратегій гравців та команд. Протягом останніх десятиліть ігрово-теоретичні підходи успішно застосовувалися в різних видах спорту, включно з футболом, тенісом, баскетболом та волейболом. Вони особливо ефективні при аналізі стандартних положень, таких як пенальті та кутові удари, де можна формалізувати можливі стратегії та порівняти їхню ефективність.

В українському футболі, який сьогодні працює в умовах значних викликів через війну та обмежені ресурси, використання теорії ігор у поєднанні зі штучним інтелектом відкриває нові можливості для прийняття обґрунтованих тактичних рішень. Стандартні ситуації, як-от пенальті, традиційно моделюються як двоособові ігри з нульовою сумою, де можна визначити оптимальні стратегії для виконавця та воротаря. Проте сучасні завдання вимагають переходу до аналізу динамічної живої гри з великою кількістю гравців та різноманітністю дій, що значно ускладнює моделювання.

Виклики полягають у масштабі і складності футболу: 22 активні гравці на полі, різноманітність стратегій і тривалість ігрових комбінацій ускладнюють класичні підходи теорії ігор. Для подолання цих викликів необхідно інтегрувати новітні методи статистичного навчання та комп'ютерного зору, що дозволить глибше аналізувати індивідуальні та командні стратегії в реальному часі.

Важливим аспектом є й те, що застосування ігрово-теоретичних моделей у командах призведе

до появи взаємодіючих систем штучного інтелекту, де рішення однієї команди можуть оптимально відповідати на стратегії суперника. У цьому контексті варто враховувати і людський фактор – гравці можуть свідомо або несвідомо намагатися «заплутати» аналітичні системи опонентів, що створює додаткові виклики для надійності ігрово-теоретичних моделей.

Сучасні дослідження з кібербезпеки та протидії антагоністичним впливам в штучному інтелекті можуть бути корисними для підвищення стійкості аналітичних платформ у футболі. Однак слід пам'ятати, що в кінцевому підсумку рішення приймають люди, і взаємодія на полі залишається безпосередньо між гравцями, що вносить додаткову складність у застосування таких технологій.

За останні десять років у сфері комп'ютерного зору відбулися значні прориви завдяки застосуванню методів глибинного навчання. Успіхи у таких завданнях, як класифікація зображень [8], розпізнавання дій на відео [4] та оцінка пози гравців [17], відкрили нові можливості для автоматичного отримання складної інформації з футбольних відеозаписів. У контексті футбольної аналітики ці технології доповнюють традиційні статистичні та ігрово-теоретичні підходи, які зазвичай базуються на ручному зборі низьковимірних даних.

Відеоматеріали стають надзвичайно цінним джерелом інформації для українського футболу, оскільки вони містять великий обсяг корисних даних для прийняття рішень і при цьому є доступними завдяки широкому використанню камерних систем. Використання комп'ютерного зору дозволяє перетворювати неструктуровані відеокадри на високорівневі, просторово деталізовані моделі, готові для подальшого аналізу [12; 14; 16].

Зокрема, методи оцінки пози гравців, виявлення об'єктів, сегментації зображень, відстеження гравців та виявлення ігрових подій уже широко застосовуються для підвищення якості аналітики [4]. В українському футболі стає більш поширеним автоматичне відстеження гравців і м'яча за допомогою відео з фіксованих камер, що охоплюють усе поле, що відкриває нові можливості для точнішої оцінки ігрових навичок, прогнозування та оптимізації тактичних рішень.

У контексті цифрової трансформації українського футболу заслуговує на увагу дослідження Гончарової, Головач та Гацко (2025) [1], які розробили багаторівневу систему відбору футболістів із застосуванням сучасних цифрових інструментів. Зокрема, авторки поєднали статистичний аналіз показників ефективності гравців, результати біомеханічних тестів та інноваційні підходи до оцінки когнітивних здібностей, включно з використанням віртуальної реальності (VR). Такий підхід дозволяє комплексно оцінити потенціал спортсменів, виходячи не лише з традиційної ігрової статистики, а й з психофізіологічних характеристик, що має велике значення в умовах високої конкуренції та дефіциту кадрів. Запропонована модель демонструє можливості адаптації інструментів штучного інтелекту до реалій українського спорту та може слугувати прототипом для створення систем інтелектуального скаутингу в умовах обмежених ресурсів.

Окрім відео, важливу роль відіграють і інші типи даних – аудіокоментарі та текстові потоки, які доповнюють інформацію, що отримується з відео. Звукові й текстові дані містять людські інтерпретації подій і допомагають розкривати додаткові контексти, наприклад, емоційний стан коментатора або оцінку значущості ігрової дії [5].

Водночас застосування комп'ютерного зору до трансляцій футбольних матчів створює унікальні виклики. Камери зазвичай фокусуються на найбільш цікавих моментах, через що багато гравців залишаються поза кадром, а відсутність накладання ракурсів ускладнює поєднання різних відеопотоків. Крім того, численні перекриття гравців між собою ускладнюють їхнє виявлення та ідентифікацію. Ці проблеми частково розв'язуються геометричними методами за умови наявності інформації про параметри камер, однак методи, що не вимагають таких даних, мають більший потенціал для широкого застосування [13].

Таким чином, футбольні трансляції, з огляду на особливості гри та регламенти, створюють унікальне середовище для розвитку і адаптації методів комп'ютерного зору в українському контексті, особливо з урахуванням викликів воєнного часу.

Впровадження штучного інтелекту в український футбол стикається з низкою значних викликів, що обумовлені особливостями воєнного часу, а також технічними, організаційними та соціальними обмеженнями.

По-перше, бойові дії та нестабільність безпосередньо впливають на безпеку спортивної інфраструктури, ускладнюють регулярні тренування і проведення матчів, а також створюють загрози для технічного обладнання, необхідного для збору та обробки даних.

По-друге, відсутність сучасної інфраструктури, зокрема стабільного інтернету, потужних серверів і спеціалізованого обладнання для відеозапису та трекінгу гравців, обмежує можливості використання передових аналітичних інструментів.

Таблиця 1

Основні виклики та бар'єри впровадження ШІ в український футбол

Категорія	Виклики та бар'єри	Опис
Військові	Пошкодження інфраструктури, безпекові ризики	Руйнування або пошкодження спортивних об'єктів, загроза безпеці гравців і техніки
Інфраструктурні	Обмежений доступ до стабільного інтернету, відсутність сучасного обладнання	Недостатньо ресурсів для збору, зберігання і обробки великих обсягів даних
Організаційні	Нестача кваліфікованих спеціалістів, низький рівень цифрової грамотності	Недостатній досвід використання ШІ серед тренерів, аналітиків і керівництва
Технологічні	Обмежений доступ до систем трекінгу, низька якість і структурованість даних	Відсутність стандартизованих процесів збору та обробки даних, що ускладнює застосування складних моделей
Психологічні та соціальні	Стрес, зниження мотивації, невизначеність через воєнний стан	Психологічний тиск на спортсменів і персонал, який впливає на готовність до нових технологій
Перспективи	Співпраця з міжнародними партнерами, адаптація рішень, використання хмарних сервісів	Можливості для подолання викликів через навчання, інновації і гнучкі технології

По-третє, недостатня кількість кваліфікованих фахівців з ШІ та цифрової аналітики, а також низький рівень цифрової грамотності серед тренерів і менеджерів створюють організаційні бар'єри, які уповільнюють інтеграцію інновацій. Важливим фактором є й психологічний вплив воєнної ситуації на спортсменів і персонал, що може зменшувати мотивацію до впровадження складних технологій. Незважаючи на це, розвиток співпраці з міжнародними партнерами, адаптація технологій до локальних умов та пошук гнучких рішень створюють перспективи для подолання цих викликів і впровадження ШІ у вітчизняний футбол.

Перспективи подальших досліджень. Перспективним є розвиток адаптивних моделей штучного інтелекту, здатних працювати з обмеженими, неповними або неструктурованими даними, що характерно для українського футбольного середовища, особливо в умовах воєнного стану. Подальші дослідження мають бути спрямовані на створення локалізованих аналітичних систем, які б враховували специфіку української інфраструктури, включно з обмеженим доступом до обладнання, нестабільним інтернетом і відсутністю централізованих баз даних. Актуальним є вивчення ефективності інтеграції методів комп'ютерного зору в аналіз аматорських та молодіжних змагань, де відсутні традиційні трекінгові системи. Значний потенціал має застосування ігрово-теоретичних підходів для моделювання поведінки команд в умовах високої невизначеності та психологічного тиску, що зумовлені бойовими діями або нестачею ресурсів. Варто дослідити й можливості мультиагентного навчання у поєднанні з поведінковою теорією ігор для побудови адаптивних стратегій у режимі реального часу. Необхідним є також створення національних відкритих футбольних датасетів, які дозволять започаткувати системну роботу з підготовки, тестування та порівняльного аналізу інтелектуальних моделей. Перспективними залишаються дослідження в галузі етичної відповідальності, зокрема щодо прозорості аналітичних рішень, захисту персональних даних спортсменів та мінімізації ризиків антагоністичного впливу на ШІ-системи з боку третіх осіб.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Гончарова Н. М., Головач І. І., Гацко О. В. Сучасні цифрові інструменти у процесі відбору футболістів. Академічні візії (Випуск 40). Zenodo. 2025. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.15170730
2. Baumer B. S., Zimbalist A. S. The Sabermetric Revolution: Assessing the Growth of Analytics in Baseball. *University of Pennsylvania* Press. 2014.
3. Beal C., Norman T. J., Ramchurn S. D. Artificial intelligence for team sports: A survey. *IEEE Transactions on Artificial Intelligence,* 1 (1). 2019. 1–14.
4. Carreira J., Zisserman A. Quo vadis, action recognition? A new model and the kinetics dataset. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2017. Pp. 6299–6308.

5. Chen D., Kim J., Mooney R. J. Training a multilingual sportscaster: Using perceptual context to learn language. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 37, 2010. 397–435.

6. CVSports. Computer Vision in Sports Workshop. 2020. URL: https://cvsports.eecs.qmul.ac.uk

7. Decroos T., Davis J. Interpretable player representations via restricted Boltzmann machines. In Proceedings of the 13th MIT Sloan Sports Analytics Conference. 2019.

8. Deng J., Dong W., Socher R., Li L.-J., Li K., Fei-Fei L. ImageNet: A large-scale hierarchical image database. In IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2009. Pp. 248–255.

9. Fernandez-Navarro F., et al. A new approach for team performance analysis in soccer: The weighted centroid. International Journal of Performance Analysis in Sport, 16 (2), 2016. 553–567.

10. Franks A., Miller A., Bornn L., Goldsberry K. Characterizing the spatial structure of defensive skill in professional basketball. The Annals of Applied Statistics, 9 (1), 2015. 94–121.

11. Kuper S., Szymanski S. *Soccernomics* (3rd ed.). Nation Books. 2018.

12. Giancola S., Amine M., Dghaily T., Ghanem B. SoccerNet: A scalable dataset for action spotting in soccer videos. In Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops. 2018.

13. Godard C., Mac Aodha O., Brostow G. J. Unsupervised monocular depth estimation with left-right consistency. In CVPR 2017.

14. Liu P., Schulte O. Deep reinforcement learning in ice hockey for context-aware player evaluation. In Proceedings of the 27th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI). 2018. Pp. 3442–3448.

15. Liu P., et al. Learning soccer analytics from spatio-temporal data. In Proceedings of the 2020 AAAI Conference on Artificial Intelligence.

16. Long J., Shelhamer E., Darrell T. Fully convolutional networks for semantic segmentation. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2015. Pp. 3431–3440.

17. Alp Güler R., Neverova N., Kokkinos I. DensePose: Dense human pose estimation in the wild. In Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2018. pp. 7297–7306.

© Е. М. Сивохоп
© Є. О. Карабанов
© І. І. Маріонда
Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0