

УДК 37:5(477)

DOI <https://doi.org/10.32782/NSER/2024-6.09>

## ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ АНАЛІЗУ ТАКТИЧНИХ СТРАТЕГІЙ У ФУТБОЛІ

### Ярмошук Олена Олександрівна

кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент,  
доцент кафедри медико-біологічних дисциплін  
Національного університету водного господарства та природокористування  
ORCID ID: 0000-0002-3684-9714

### Василюк Василь Миколайович

кандидат педагогічних наук, доцент,  
професор кафедри теорії і практики фізичної культури і спорту  
Рівненського державного гуманітарного університету  
ORCID ID: 0000-0002-8569-7518

### Мельник Ольга Степанівна

старший викладач кафедри фізичного виховання  
Національний університет «Львівська політехніка»  
ORCID ID: 0009-0006-2558-1544

*Проведений аналіз показав, що високий рівень техніко-тактичної підготовки є одним із ключових факторів переваги над суперником і досягнення перемоги. Для вибору ефективної тактики на матч слід враховувати низку ключових факторів власної команди: антропометричні дані гравців, збалансованість складу, універсалізація футболістів, рівень їхньої фізичної та технічної підготовки тощо. Важливими є також характеристики суперника: особливості його антропометрії, стиль гри, який практикує команда, та рівень технічної і фізичної підготовки гравців. Додатково враховується місце проведення матчу – на своєму полі чи на виїзді. У сучасному футболі, де рівень майстерності гравців часто є практично однаковим, вирішальним фактором у підсумковому результаті стає вдало обрана тактична схема та система розташування гравців на полі. У процесі роботи були узагальнені наукові дослідження, що стосуються впливу тактичних стратегій на ефективність гри. Вивчено роль інноваційних технологій (big data, відеоаналіз, машинне навчання) у процесі тактичного аналізу.*

*У ході роботи авторами описано потенційне рішення щодо побудови моделей і поєднання різних джерел даних, а саме використання технології великих даних (big data). Відповідно, великі дані характеризуються за допомогою трьох складників: обсяг, різноманітність і швидкість. Стосовно тактичної аналітики у футболі ці поняття можна відобразити таким чином: обсяг відноситься до розміру наборів даних у футболі; різноманітність стосується різних форматів даних і джерел даних; швидкість описує швидкість, з якою генеруються нові дані. У футболі швидкість широко варіюється між потоками в реальному часі від фізіологічних і позиційних даних до відкладених даних звичайного аналізу під час тренувань і змагань. Технології великих даних спрямовані саме на обробку та зберігання високошвидкісних даних.*

*Адаптація технологій великих даних (big data) у дослідженні футболу відкриває нові можливості для вирішення ключових проблем тактичного аналізу в елітному спорті. Завдяки сучасним методам обробки даних можна розробити більш глибокі теоретичні моделі, що відображатимуть складність тактичних рішень і гри команд. Однак це вимагає міждисциплінарного підходу, який об'єднує спортивних аналітиків, тренерів, біомеханіків і спеціалістів із комп'ютерних наук для спільного аналізу та інтерпретації даних.*

**Ключові слова:** тактика, стратегія, великі дані, футбол, моделі, міждисциплінарний підхід.

### **Yarmoshchuk O. O., Vasylyuk V. M., Melnyk O. S. Innovative approaches and prospects for analyzing tactical strategies in football**

*The conducted analysis revealed that a high level of technical and tactical preparation is one of the key factors for gaining an advantage over the opponent and achieving victory. To select an effective match strategy, several crucial factors of the team must be considered: players' anthropometric data, squad balance, player versatility, and levels of physical and technical preparation. Equally important are the opponent's*

characteristics, such as their anthropometric features, playing style, and levels of technical and physical readiness. Additionally, the venue of the match—whether it is a home or away game—plays a significant role.

In modern football, where player skill levels are often nearly equal, the decisive factor in determining the outcome is a well-chosen tactical formation and player positioning on the field. This study consolidates scientific research regarding the impact of tactical strategies on game efficiency and explores the role of innovative technologies (big data, video analysis, machine learning) in the process of tactical analysis.

The authors propose a potential solution for constructing models and integrating various data sources using big data technologies. Big data is characterized by three key elements: volume, variety, and velocity. Regarding tactical analytics in football, these aspects can be interpreted as follows: volume pertains to the size of football data sets; variety refers to the different formats and sources of data; velocity describes the speed at which new data is generated. In football, velocity varies significantly between real-time streams of physiological and positional data and delayed data from traditional analysis conducted during training and competitions. Big data technologies are specifically designed to process and store high-velocity data.

The adaptation of big data technologies in football research opens new possibilities for addressing key issues in tactical analysis at the elite sports level. Modern data processing methods enable the development of deeper theoretical models that reflect the complexity of tactical decisions and team play. However, this requires an interdisciplinary approach that combines the expertise of sports analysts, coaches, biomechanists, and computer scientists for comprehensive data analysis and interpretation.

**Key words:** tactics, strategy, big data, football, models, interdisciplinary approach.

### **Постановка проблеми та її актуальність.**

Одним з ключових рішень футбольних тренерів є визначення тактичної побудови команди як частини стратегії на весь матч. Тактична побудова створює колективну організацію, яка визначає просторове розташування гравців, групуючи їх зазвичай у чотири тактичні лінії (воротар, захисники, півзахисники та нападники) [7, с. 11–13].

Хоча вибір конкретної тактичної побудови не передбачає впровадження певного стилю гри, він є важливим ключовим аспектом для будь-якого тренера, оскільки він дозволяє розташувати гравців на позиції на полі, де вони можуть максимізувати свою індивідуальну результативність.

У цьому сенсі метою кожної тактики є створення синергії та позитивної взаємодії між гравцями. Фактично вибір конкретної тактичної побудови є відправною точкою, з якої гравці можуть рухатися та взаємодіяти один з одним залежно від стилю гри, прийнятого тренером, і поведінки команди-суперника.

З цієї причини вибір тактичної побудови від матчу до матчу відіграє вирішальну роль у професійному футболі. Крім того, ідентифікація тактики є однією з перших речей, що оцінюють футбольні аналітики під час матчів.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Проблема вдосконалення тактики гри у футболі активно досліджувалася багатьма науковцями. К.Л. Полуренко, Д.М. Поліщук, Р.О. Сушко у своїх роботах пропонують модельно-цільову програму для техніко-тактичної підготовки футбольних команд. Г.С. Лалаков, В.В. Козін та В.А. Блінов підкреслюють важливість посилення організації гри в центральній зоні поля для підвищення тактичного рівня команди. Є.А. Стрикаленко розглядає особливості тактичної побудови гри провідних європейських футбольних клубів. М.А. Рум'янцев, М.М. Царьов, О.О. Мітова

звертають увагу на використання інформаційних технологій у навчанні тактики. Вони пропонують застосовувати графічну мову для опису ігрових епізодів, яка дозволяє деталізувати широкий спектр можливих ігрових ситуацій. Це сприяє більш раціональній організації тренувань, формуванню базових схем дій для окремих гравців і їхніх груп.

**Мета статті** – дослідити тактичні стратегії з використанням сучасних технологій та сформулювати перспективні напрямки застосування інноваційних підходів аналізу тактики у футболі.

### **Виклад основного матеріалу дослідження.**

Сучасний золотий стандарт оцінки тактичної поведінки і командної гри в цілому в елітному футболі зазвичай базується на індивідуальних спостереженнях за грою. Експерт (тренер, скаут) спостерігає за грою і оцінює тактику команди відповідно до свого особистого досвіду. Хоча зазвичай використовується спеціальний посібник з кодування, загальний консенсус щодо відповідних змінних наразі відсутній, а даним часто бракує об'єктивності та надійності. Оскільки ігрові взаємодії є дуже динамічними, а контекстуальні обставини постійно змінюються, дискутується питання про те, наскільки взагалі можна досягти надійних вимірювань. Детальний аналіз ігор, заснований на спостереженні, дуже трудомісткий, що обмежувало його застосування в минулому. Отже, попит на більш кількісно орієнтовані (автоматичні) підходи до аналізу тактичної поведінки в елітному футболі зростає [2; 8; 11; 18].

Тоді як процеси, що лежать в основі тактики в елітному футболі, з роками посилювалися, наукові підходи розвивалися не з такою ж швидкістю. У зв'язку з цим останніми роками спостерігається значне зростання глобальної статистики ігрових подій для комерційної аудиторії, регулярно публікуються детальні ігрові дані [8].

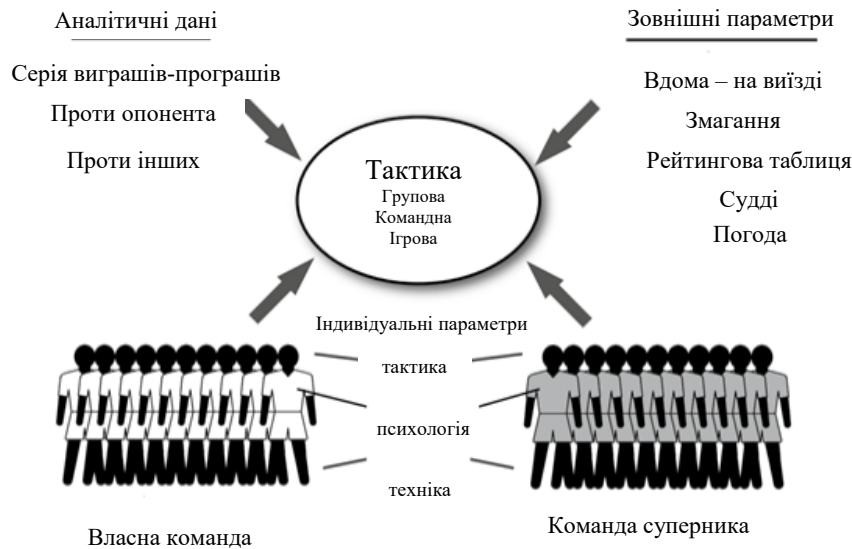


Рис. 1. Фактори, що впливають на тактику у футболі

Причиною такого зростання доступності ігрових даних значною мірою є прогрес, досягнутий у технологіях відстеження гравців. Нещодавно ФІФА – керівний орган міжнародних змагань з футболу – вирішила дозволити використання бездротових сенсорних технологій для відстеження позицій і фізіологічних параметрів гравців під час змагань. Це сприятиме подальшому збільшенню доступності детальних даних про ігрові показники в елітному футболі. Наслідком цієї поширеної практики серед професійних команд став збір фізіологічних даних під час тренувань і товариських матчів для управління тренувальним процесом [3; 5; 6].

Нині на ринку доступні кілька різних систем відстеження, включаючи системи на основі технічного зору, системи глобального позиціонування (GPS) та радіохвильові системи відстеження. Позаяк раніше якість і надійність даних були проблемою, останніми роками системи розвинулися до такої міри, що дані тепер мають достатню якість, щоб задовольнити наукові стандарти.

Таким чином, сучасні дані трекінгу дозволяють аналізувати технічні, тактичні та фізичні вимоги в елітному футболі. Загалом, схоже, з'являється тенденція, коли аналіз футбольних матчів у державних ЗМІ також стає дедалі більш інформаційно насиченим. Одним із прикладів у цьому відношенні є збільшення кількості безкоштовних інтернет-блогів, які повідомляють про детальний аналіз ігор. Використовуючи методи спостереження за даними телевізійних трансляцій, а також загальнодоступні бази даних про футбол в Інтернеті, ці блоги пропонують нові підходи до аналізу результатів у футболі. Нещодавно з'явилися

дослідження, в яких використовувався аналіз настроїв з твітер-стрічок для виявлення, наприклад, подій з високим рівнем впливу під час ігор, а також прогнозування результатів ігор [1; 16].

У зв'язку з цим кількісні ініціативи можуть забезпечити майбутні можливості для отримання цінних даних для наукових досліджень. Таким чином, нестача надійних даних для проведення тактичного аналізу в елітному футболі стає все меншою проблемою, а нові джерела даних постійно відкриваються і розвиваються.

Традиційно однією з галузей, в якій було проведено велику кількість досліджень, що вивчають футбольні показники, є фізіологічні вимоги в змагальному футболі [5; 9; 11; 13]. Були виявлені зв'язки між фізіологічними вимогами і тактичною поведінкою в елітному футболі. Як було зазначено раніше, успіх тактики залежить від здатності окремих гравців фактично реалізовувати необхідні дії. Очевидно, що це вимагає, щоб гравці відповідали необхідним фізіологічним вимогам, наприклад, під час гри у вид гри «володіння м'ячем». О.О. Мітова та ін. [4; 12] досліджували загальні бігові дистанції та час, витрачений на різні категорії швидкості бігу (від бігу з місця до спринту). Результати показали значний вплив рівня суперників та ігрової позиції. Р. Агуїно та ін. досліджували зміни фізіологічних показників в англійській Прем'єр-лізі протягом кількох сезонів, і результати показали значне збільшення показників проходження дистанції, пов'язане зі змінами в командній тактиці [10].

В.М. Костюкевич [13] дослідив вплив тактичної побудови суперника на фізіологічні змінні продуктивності і виявив збільшення дистанції бігу при грі 4–2–3–1 порівняно з 4–4–2. А. Пер-

цухов та ін. [5] досліджували вплив дисбалансу часу і темпу гри на фізіологічні вимоги під час гри  $5 \times 5$ , коли один гравець вилучався з будь-якої сторони, щоб створити умови переваги або меншовартості. Результати показали, що дисбаланс у команді впливає на час, проведений у різних зонах, що свідчить про те, що команді, яка програє, доводиться працювати більше. Таким чином, ці результати вказують на те, що тактична поведінка і фізіологічні змінні пов'язані між собою. Відповідно, наразі незрозуміло, як поєднати інформацію про фізіологію гравця, отриману під час тренувань і змагань, з командною тактикою, а зв'язку між індивідуальними технічними показниками і командною тактикою досі не було виявлено. Традиційно аналіз тактики спирався на підходи, засновані на середніх статистичних даних і підрахунках. Показники включають, наприклад, змінні пасу, володіння м'ячем, відбір м'яча або стиль гри. Основним обмеженням традиційного підходу є те, що майже вся контекстна інформація відкидається, ці показники показали слабку пояснювальну силу з обмеженим прийняттям практиками.

Щоб обійти цю проблему, все частіше використовують багатоваріантні підходи. Д.М. Поліщук та ін. [6] досліджували вплив різних режимів забивання м'яча на тип і місце відбору м'яча, ігрову конфігурацію та стан захисту у юних футболістів. Результати показали, що більше відборів м'яча було зроблено при використанні центральних воріт, а більшість відборів м'яча була результатом розіграшу в захисній третині поля. Молодші гравці також виконували більш витягнуті форми в напрямку гри, тоді як старші команди виконували більш плоскі форми з більшим розкидом у напрямку, ортогональному до напрямку гри. Бріто Соуза та ін. [11] дослідили вплив десяти різних змін на володіння м'ячем на основі відеоданих 163 матчів з іспанської чоловічої професійної ліги. Результати показали, що співвідношення шансів на взяття воріт зростало, коли атакуюча команда володіла м'ячем протягом тривалого часу, починала атаку з останньої третини або використовувала проникаючий пас проти захисту. Однак контратаки, володіння м'ячем з останньої третини, тривале володіння м'ячем, довгі передачі та проникаючі паси збільшували співвідношення шансів проти незбалансованого захисту. Є.А. Стрикаленко та ін. [7] використовували 19 показників ефективності для визначення різних стилів гри.

**Результати** показали, що кілька факторів, таких як володіння м'ячем, бокові передачі та передачі з захисної третини в атакуючу, є важливими для визначення стилів гри. Одним з підходів, який все частіше використовується для вивчення командної тактики, є метод командного центроїду.

Тут для аналізу поведінки всієї команди використовується поведінка командного центроїда – геометричного центру позицій усіх гравців команди. Результати цього напрямку досліджень вказують на сильний зв'язок між центроїдами команди під час гри, зміни міжцентроїдних відстаней через варіації розміру поля, а ключові ігрові події, такі як голяові удари, супроводжуються підвищеною варіабельністю міжкомандного зв'язку.

Дослідження центроїда було розширено шляхом обчислення наближеної ентропії (ApEn), нелінійного методу вимірювання часових рядів для кількісної оцінки закономірності в даних часових рядів. Результати, отримані за допомогою ApEn-аналізу, свідчать про підвищення регулярності поведінки центроїда після тактичного тренування у гравців-початківців [11].

Дж. Гонгалес та ін. [12] досліджували координату під час 11-сторонньої гри між і всередині підгруп захисників, півзахисників і нападників, використовуючи ApEn. Результати показали, що рухи гравців були більш регулярними відносно центроїда своєї групи порівняно з іншими групами. Також під час дослідження впливу чисельного дисбалансу між атакуючою та захисною командами в малих двосторонніх іграх у професійних та аматорських гравців було з'ясовано, що кількість гравців варіювалася між 4 проти 3, 4 проти 5 і 4 проти 7 [17].

Більш сучасна група підходів до вивчення командної тактики фокусується на контролі простору. У цьому підході використовується, наприклад, площа поверхні команди, розрахована на основі опуклої оболонки, яка охоплює всіх гравців однієї команди. Результати цього напрямку досліджень вказують на те, що команди, які атакують, охоплюють більшу площу порівняно з командами, які захищаються. Аналогічно більш досвідчені гравці також покривають більшу площу порівняно з менш досвідченими гравцями.

Інші науковці досліджували індивідуальну ігрову зону гравця під час матчів  $11 \times 11$ , обчислюючи найбільший прямокутник, що охоплює всіх гравців на полі, поділений на кількість гравців. Результати показали, що індивідуальні ігрові зони стають меншими, коли м'яч переміщується в центральну частину поля [17].

Зрештою, ще один підхід базується на визначенні чисельної переваги на певній ділянці поля. Разом ці результати вказують на те, що контроль простору є центральним аспектом футбольної тактики, і ще більше підкреслюють інтерактивну природу, що лежить в основі футбольних матчів.

Інший новий підхід до аналізу командної тактики досліджує поведінку команд під час пасу з використанням мережевих підходів. Основне обґрунтування цього підходу полягає в моделюванні гравців команди як вузлів, а пасів, що відбу-

ваються між ними, як зважених вершин, де кількість пасів між двома гравцями визначає вагу [18].

Таке представлення командної пасової поведінки дозволяє легко ідентифікувати ключових гравців у команді, оскільки вони демонструють більше зв'язків з іншими вершинами, що супроводжується більшою вагою вершини. Нещодавні мережеві аналізи, які включали, крім інформації про гравців, також інформацію про позицію пасу, змогли передбачити результати гри та остаточний рейтинг найкращих команд, використовуючи класифікатор К-найближчого сусіда [18]. Досліджуючи внесок окремих гравців у кожен тактичну схему, автори також змогли визначити індивідуальний внесок гравців у кожен тактичну схему. Разом ці результати свідчать про те, що взаємодія гравців, опосередкована пасовою поведінкою в поєднанні з просторовою інформацією, надає нові цікаві підходи до аналізу тактичної поведінки в елітному футболі, тим самим надаючи набагато більше інформації порівняно з традиційними підходами до нотаційного аналізу.

Усе частіше прийняття тактичних рішень в елітному футболі досліджується за допомогою алгоритмів машинного навчання (ML) на основі даних про ігрову позицію. Алгоритми машинного навчання дозволяють ідентифікувати певні закономірності у великих масивах даних шляхом побудови апріорно невідомої моделі на основі даних.

Хоча цей підхід обговорювався в спортивних дослідженнях протягом певного часу, лише нещодавно успішні застосування стали більш поширеними. Наприклад, застосування алгоритму максимізації математичної надійності з даними про позиції за весь сезон англійської Прем'єр-ліги дозволило автоматично ідентифікувати командні розстановки. Результати також показали, що команди використовували більше захисні побудови під час виїзних матчів. Автори використовували двоетапний алгоритм, де тактичні побудови визначалися тільки після того, як кожному гравцеві була призначена певна роль. Такий підхід дозволив авторам обійти проблему того, що ролі гравців не є постійними протягом гри, а змінюються залежно від контексту, що виключає можливість простого використання ідентифікатора кожного окремого гравця для ідентифікації командних тактичних побудов.

Друга група підходів, які широко представлені у футбольній літературі, використовує нейромережеве моделювання. Тут, зокрема, карти особливостей Кохонена (Kohonen Feature Maps, KFM) були використані для вивчення тактичних моделей. Наприклад, Т. Модріч та ін. [14] використовували ієрархічно та динамічно керовану мережу KFM для автоматичної ідентифікації командних формуваль.

Численні дослідження машинного навчання використовували футбольні дані для вивчення процесу прийняття тактичних рішень з невеликою кількістю рекомендацій для нефаківців. Спільним для цих підходів є те, що здебільшого досліджувався певний аспект командної тактики, а саме переважно командні побудови. Відповідно, наразі бракує інформації про те, як об'єднати інформацію з різних тактичних сфер. Наприклад, незрозуміло, як групові побудови взаємодіють з індивідуальними техніко-тактичними навичками гравців, оскільки зрозуміло, що різні тактичні позиції в команді мають різні фізіологічні вимоги. Не було проведено жодного дослідження, яке б розглядало те, як ця інформація може бути використана в поєднанні з тактичними формаціями, що використовуються атакуючими і захисними командами.

Щодо ієрархії тактик, представленої вище, ці підходи працюють на рівні командної тактики. Відповідно, яким чином командні утворення впливають на групові тактики підгруп та індивідуальні тактики, поки що не досліджувалося. Цікавою особливістю представлених досліджень є той факт, що більшість аналізів ML-футболу виконується дослідницькою групою комп'ютерних науковців з незначною участю спортивних науковців. Цей короткий огляд показує, що, незважаючи на наявність багатьох цікавих досліджень, їм бракує концептуального зв'язку між собою. Відповідно, виявляється, що основною перешкодою для вивчення командної тактики є відсутність теоретичної моделі. Одна з моделей, яка неодноразово пропонувалася в літературі, ґрунтується на теорії динамічних систем. Хоча цей підхід має великий потенціал, однак вже зараз бракує базового визначення відповідного фазового простору. У теоретичних підходах до динамічних систем фазовий простір є ключовим поняттям, яке описує теоретичні абстракції, що математично описують простір, в якому перебуває система, і які дають змогу змістовно відобразити динаміку системи. Поточні пропозиції щодо відповідних змінних фазового простору в командній грі широко варіюються.

У зв'язку з цим поширеним підходом, наприклад, є використання відносної фази як міри для фіксації явищ координації між гравцями. Відносні фазові підходи походять з галузі фізичних динамічних систем, де осцилятори, як правило, складають будівельні блоки систем. Відповідно, питання про те, чи є припущення про осцилятор виправданим для моделювання командних ігор, наразі залишається відкритим. Таким чином, спроби моделювання футбольних ігор як динамічної системи, що виходять за межі суто феноменологічного опису, наразі не є доступними. Відсутність опису динаміки футбольної команди вищого

порядку також заважає сучасним аналітичним підходам реально впливати на практику.

Одним із викликів для тактичного аналізу матчів в елітному футболі є робота над створенням пояснювальної теоретичної моделі, здатної інтегрувати інформацію з різних галузей, включаючи тактику, фізіологію і рухові навички. У зв'язку з цим нові підходи в дослідженнях штучного інтелекту (ШІ) можуть забезпечити перспективні шляхи до розробки теоретичної моделі прийняття тактичних рішень в елітному футболі. Зокрема, так звані мережі глибокого навчання стають все більш потужними в моделюванні галузей, які раніше вважалися обчислювально нерозв'язними.

Проте ці підходи покладаються на великі навчальні набори даних для визначення параметрів мережі, які наразі не використовуються в тактичному аналізі у футболі. У зв'язку з цим останні моделі машинного навчання з використанням нейронних мереж були розширені таким чином, щоб дозволити включити в моделі апріорну інформацію. Це може мати велике значення для розробки нового підходу до моделювання тактичної поведінки команди, оскільки, наприклад, знання, отримані в результаті досліджень, описаних вище, можуть бути використані для обмеження зусиль мережевого моделювання і водночас дозволити зв'язок між фізіологічною, тактичною інформацією та інформацією, пов'язаною з навичками. Відповідно, сучасний алгоритм зі штучного інтелекту може виявитися дуже корисним для тактичного аналізу в елітному футболі і відповідати попереднім пропозиціям.

Потенційним рішенням щодо побудови моделей і поєднання різних джерел даних може стати нещодавній розвиток технологій великих даних (big data), які, як уже зазначалося, визначатимуть майбутнє аналізу ефективності в сучасному футболі. Оскільки феномен точних даних (big data) з'явився відносно недавно, спочатку буде надано визначення відповідних понять. Як не дивно, загальноприйнятого визначення великих даних не існує. Великі дані радше описуються за їхніми характеристиками. Відповідно, великі дані характеризуються за допомогою трьох складників: 1) обсяг, 2) різноманітність і 3) швидкість. Обсяг описує величину даних, різноманітність стосується неоднорідності даних, а швидкість описує швидкість вироблення даних. Стосовно тактичної аналітики у футболі ці поняття можна відобразити так.

(1) Обсяг відноситься до розміру наборів даних у футболі. Наприклад, поточний набір даних для позиційних даних, які зазвичай кодуються за допомогою розширеної мови розмітки (XML), становить від 86 до 300 мегабайт (Мб). Таким чином, зберігання даних про позиції, події

та відео з одного повного сезону Бундеслиги дає 400 гігабайт даних для відстеження.

Відповідно, обсяг даних збільшується з додаванням інших джерел, включаючи, наприклад, фізіологічні дані або дані про події. Сам по собі цей обсяг далекий від петабайтних даних, які зазвичай асоціюються з великими даними, проте основна проблема полягає в тому, щоб забезпечити структурований доступ до даних. Поширені рішення з використанням таблиць Excel не дуже добре масштабуються з цими значеннями. Технології великих даних, навпаки, пропонують спеціальні рішення для зберігання таких наборів даних і роблять їх доступними через спеціальні користувацькі інтерфейси та інтерфейси прикладного програмування (API).

(2) Різноманітність стосується різних форматів даних і джерел даних. Різноманітність можна поділити на: (а) структуровані, (б) напівструктуровані та (в) неструктуровані дані. Структуровані дані мають чітко визначену схему, що описує дані. Структуровані дані дозволяють просту навігацію та пошук у даних, де канонічним прикладом є система реляційних баз даних. На протигагу цьому неструктуровані дані не мають чіткої схеми, типовими прикладами їх є відеодані та текстові повідомлення.

Відповідно, напівструктуровані дані знаходяться між цими двома крайнощами і складаються з даних, які не мають наперед визначеної структури, але можуть мати змінну схему, яка часто є частиною самих даних. Сучасні типи даних XML, що використовуються для відстеження даних, є прикладами в цьому відношенні (IPTC 2001). Так, у футболі різноманітність даних стосується позиції, відео, фізичної форми, тренувань, виконання навичок і нотаційних метаданих поряд з медичними записами і даними про натопт з блогів. Оскільки доступ до даних і моделі обробки даних різняться залежно від типу даних, технології великих даних надають специфічні рішення для об'єднання інформації, розподіленої між такими наборами даних.

(3) Швидкість описує швидкість, з якою генеруються нові дані. У футболі швидкість широко варіюється між потоками в реальному часі від фізіологічних і позиційних даних до відкладених даних звичайного аналізу під час тренувань і змагань. Технології великих даних спрямовані саме на обробку та зберігання високошвидкісних даних.

Таким чином, всі три ключові концепції, що характеризують точні дані, є дуже важливими для тактичного аналізу в елітному футболі, а технологічні стеки великих даних пропонують конкретні рішення для кожної з цих сфер. Потенційний технологічний потік точних даних для аналізу футбольної тактики повинен бути організований на декількох рівнях.

По-перше, необхідна інфраструктура для збору даних, що охоплює фізіологічні дані та дані відстеження на додаток до відео та даних спостережень. По-друге, необхідна система зберігання, що дозволяє ефективно зберігати дані та мати до них доступ. Зрештою, необхідно створити конвеєр обробки для вилучення відповідної інформації з даних і подальшого об'єднання інформації для побудови пояснювальної та/або прогностичної моделі. Для всіх цих рівнів обробки необхідні можливості звітування та візуалізації для моніторингу різних етапів обробки та передачі результатів.

Для створення описаної системи потрібен значний обсяг експертних знань [1]. Однією зі сфер, яка стикається з подібними проблемами в цьому відношенні, є сектор охорони здоров'я. У медичній сфері так звана персоналізована (стратифікована) медицина все частіше розглядається як ключовий напрямок досліджень, спрямованих на поліпшення поточної практики.

Таким чином, для того, щоб персоналізована медицина стала реальністю, необхідні технології великих даних. Однією з ключових проблем у цій сфері є те, як дані зберігаються та обмінюються між установами. Наразі дані про стан здоров'я збираються і зберігаються державними, комерційними та громадськими науково-дослідними установами. Це призводить до серйозних обмежень щодо доступу та можливостей обміну даними між цими установами через проблеми конфіденційності та безпеки.

Це стосується і футбольних даних, які збираються комерційними установами, приватними клубами та державними дослідницькими установами. Відповідно, необхідно вирішувати питання конфіденційності, оскільки, наприклад, детальні профілі окремих гравців можуть мати значні наслідки для їхньої кар'єри, а професійні футбольні команди можуть неохоче ділитися даними і, можливо, втратити конкурентні переваги. Отже, питання управління даними мають бути вирішені до того, як підходи з використанням великих даних стануть життєздатними для дослідження футболу. У медичному секторі досліджуються різні рішення, включаючи стандартизовані відкриті механізми захисту конфіденційності, які шифрують окремі елементи даних. Проте навіть коли доступ до даних відкритий, дослідники стикаються з проблемою, що обробка даних є дуже

складною і не піддається управлінню за допомогою загальних конвеєрів обробки.

Досвід біомедичних секторів показує, що, зокрема, невеликим дослідницьким групам не вистачає необхідного знання та фінансування для створення необхідної інфраструктури обробки та аналізу. Наразі незрозуміло, як забезпечити доступність технологій і процедур для дослідників, які не мають необхідного досвіду в галузі інформатики для побудови власних серверів даних. Це вже є проблемою для багатьох методів ML, описаних вище. Оскільки обчислювальні підходи стають дедалі складнішими, питання відтворюваності буде ставати все більш важливим.

**Висновки.** Отже, адаптація технологій точних даних (big data) для дослідження футболу може допомогти вирішити деякі з ключових проблем, описаних вище. Так, завдяки новим методам аналізу даних можна створити більш комплексну теоретичну модель для розуміння тактичної гри команд в елітному футболі. Це, однак, означає, що майбутні дослідження футболу повинні охоплювати більш сильний міждисциплінарний підхід. Спортивним аналітикам, фахівцям з фізичних вправ, біомеханіки, а також тренерам-практикам варто працювати разом, щоб зрозуміти сенс цих складних наборів даних. Як уже зазначалося, більшість представлених підходів до машинного навчання була розроблена дослідницькими групами в галузі комп'ютерних наук. Відповідно, майбутня співпраця між комп'ютерними та спортивними науковцями може стати ключем до застосування цих складних підходів у більш релевантний спосіб. Усе більше покладання на складніші методи аналізу даних також створить нові виклики для майбутніх спортивних науковців, тому університетські навчальні програми повинні бути доповнені так, щоб забезпечити майбутнім студентам необхідну базову підготовку, щоб вони могли не тільки використовувати ці методи, але й мати хоча б деяке розуміння їх теоретичних і обчислювальних основ. Щоб зробити нові знання релевантними для практики, необхідна тісна взаємодія з фахівцями-практиками. Нарешті, якщо поглянути на проблему великих даних і спортивної науки ширше, то запропонована модель тактичного аналізу в елітному футболі може виявитися корисною і для інших галузей спортивної науки, де обсяги даних також зростатимуть, і, відповідно, виникатимуть подібні проблеми.

#### Література:

1. Василюк В.М., Ярмошук О.О., Лук'яненко М.І. Детермінанти формування спортивно-аналітичних компетентностей фахівців галузі фізична культура і спорт. *Науковий часопис Національного педагогічного університету ім. М.П. Драгоманова. Серія 15 «Науково-педагогічні проблеми фізичної культури»*. 2021. Вип. 6 К (135). С. 42–47.
2. Сучасні підходи до аналізу змінної діяльності футболістів із застосуванням інноваційних технологій / І. Дорошенко, А. Святьєв, Е. Соболю, О. Черненко, І. Шаповалова, Е. Дорошенко. *Спортивна наука та здоров'я людини*. 2023. № 2 (9). С. 76–87. DOI: <https://doi.org/10.28925/2664-2069.2023.26>.

3. Костюкевич В.М. Теорія і методика тренування спортсменів високої кваліфікації : навчальний посібник. Київ : Освіта України, 2009. 279 с.
4. Мітова О.О. Уніфікований алгоритм комплексного контролю підготовленості спортсменів у командних спортивних іграх. *Наука в олімпійському спорті*. 2019. № 2. С. 16–28.
5. Перцухов А., Шаленко В. Модельні характеристики провідних футболістів різного ігрового амплуа. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2021. № 1 (81). С. 47–58. DOI: <http://doi.org/10.15391/snsv.2021-1.007>.
6. Полицук Д.М., Сушко Р.О. Вплив селекційної роботи у футболі на ефективність змагальної діяльності команд. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія 15. «Науково-педагогічні проблеми фізичної культури»*. 2020. № 3 (123). С. 113–119. DOI: [https://doi.org/10.31392/NPUnc.series15.2020.3\(123\).22](https://doi.org/10.31392/NPUnc.series15.2020.3(123).22).
7. Стрикаленко Є.А. Особливості тактичної побудови гри провідних європейських футбольних клубів. *Педагогіка, психологія і медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2009. № 10. С. 237–241.
8. Сушко Р., Дорошенко Е. Глобалізація в сучасному світі та її вплив на спорт вищих досягнень. *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2016. № 2. С. 140–145.
9. Шинкарук О. Теорія і методика підготовки спортсменів: управління, контроль, відбір, моделювання та прогнозування в олімпійському спорті. Київ : Поліграф експрес, 2013. 136 с.
10. Influence of Situational Variables, Team Formation, and Playing Position on Match Running Performance and Social Network Analysis in Brazilian Professional Soccer Players / R. Aquino, C. Carling, L.H. Palucci Vieira, G. Martins, G. Jabor, J. Machado, P. Santiago, J. Garganta, E. Puggina. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2020. № 34 (3). P. 808–817. DOI: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002725>.
11. A new paradigm to understand success in professional football: analysis of match statistics in LaLiga for 8 complete seasons / D. Brito Souza, R. López-Del Campo, H. Blanco-Pita, R. Resta, J. del Coso. *International Journal of Performance in Sport*. 2019. № 19 (4). P. 543–555. DOI: <https://doi.org/10.1080/24748668.2019.1632580>.
12. González-Ródenas J., Aranda R., Aranda-Malaves R. The effect of contextual variables on the attacking style of play in professional soccer. *Journal of Human Sport and Exercise*. 2021. № 16 (2). P. 399–410. DOI: <https://doi.org/10.14198/JHSE.2021.162.14>.
13. Kostiukevych V., Shchepotina N., Vozniuk T. Monitoring and Analyzing of the Attacks of the Football Team. *Physical Education Theory and Methodology*. 2020. № 20 (2). P. 68–76. DOI: <https://doi.org/10.17309/tmfv.2020.2.02>.
14. Modric T., Versic S., Sekulic D. Position Specific Running Performances in Professional Football (Soccer): Influence of Different Tactical Formations. *Sports (Basel, Switzerland)*. 2020. № 8 (12). P. 1–10. DOI: <https://doi.org/10.3390/SPORTS8120161>.
15. A Review of Competitive Balance in European Football Leagues before and after Financial Fair Play Regulations. *Sustainability* / G. Ramchandani, D. Plumley, A. Davis, R. Wilson. *MDPI*. 2023. № 15 (5). P. 4284. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15054284>.
16. Formation of National Teams Taking into Account the Factors of Football Players' Club Migration / E. Sobol, A. Svatyev, I. Doroshenko, S. Kokareva, N. Korzh, E. Doroshenko. *Physical Education Theory and Methodology*. 2021. № 21 (4). P. 389–396. DOI: <https://doi.org/10.17309/tmfv.2021.4.15>.
17. Key team physical and technical performance indicators indicative of team quality in the soccer Chinese super league / G. Yang, A. Leicht, C. Lago, M. Gómez. *Research in Sport Medicine*. 2018. № 26 (2). P. 158–167. DOI: <https://doi.org/10.1080/15438627.2018.1431539>.
18. Živanović V. European Football Championship 2020/2021: Analysis of Goals Scored and Evaluation of Statistically Parameters in Matches. *SPORT – Science & Practice*. 2022. № 12 (2). P. 61–70. <https://doi.org/10.5937/snp12-2-42151>.

### References:

1. Vasyliuk, V. M., Yarmoshchuk, O. O., & Lukianchenko, M. I. (2021). Determinanty formuvannya sportyvno-analitychnykh kompetentnosti fakhivtsiv haluzi fizychna kultura i sport [Determinants of the formation of sports-analytical competencies in specialists in the field of physical culture and sports]. *Naukovyi Chasopys Natsionalnoho Pedagogichnoho Universytetu imeni M. P. Drahomanova. Seriya № 15. Naukovo-Pedahohichni Problemy Fizychnoi Kultury*. 6(135), 42–47. [in Ukrainian].
2. Doroshenko, I., Svatyev, A., Sobol, E., Chernenko, O., Shapovalova, I., & Doroshenko, E. (2023). Suchasni pidkhody do analizu zminnoi diialnosti futbolistiv iz zastosuvanniam innovatsiynykh tekhnolohii [Modern approaches to the analysis of variable activities of football players using innovative technologies]. *Sportyvna nauka ta zdorovia liudyny*. 2(9). 76–87. <https://doi.org/10.28925/2664-2069.2023.26> [in Ukrainian].
3. Kostiukevych, V. M. (2009). *Teoriia i metodyka trenuvannya sportsmeniv vysokoi kvalifikatsii: Navchalnyi posibnyk [Theory and methodology of training high-performance athletes]*. Kyiv: Osvita Ukrainy. 2009. 279 s. [in Ukrainian].
4. Mitova, O. O. (2019). Unifikovanyi alhorytm kompleksnoho kontroliu pidhotovlenosti sportsmeniv u komandnykh sportyvnykh ihrakh [Unified algorithm for comprehensive monitoring of athletes' preparedness in team sports]. *Nauka v Olimpiiskom Sporte*, 2, 16–28. [in Ukrainian].
5. Pertsukhov, A., & Shalenko, V. (2021). Modelni kharakterystyky providnykh futbolistiv riznoho ihrovoho amplua [Model characteristics of elite football players in different playing positions]. *Slobozhanskyi Naukovo-Sportyvnyi Visnyk*, 1(81), 47–58. <http://doi.org/10.15391/snsv.2021-1.007>. [in Ukrainian].



6. Polishchuk, D. M., & Sushko, R. O. (2020). Vplyv selektsiinoi roboty u futboli na efektyvnist zmalhalnoi diialnosti komand [The impact of selection work in football on the effectiveness of teams' competitive performance]. *Naukovyi Chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova. Seriiia 15: Naukovo-Pedahohichni Problemy Fizychnoi Kultury*, 3(123), 113–119. [https://doi.org/10.31392/NPUnc.series15.2020.3\(123\).22](https://doi.org/10.31392/NPUnc.series15.2020.3(123).22). [in Ukrainian].
7. Strykalenko, E. A. (2009). Osoblyvosti taktychnoi pobudovy hry providnykh yevropeiskykh futbolnykh klubiv [Peculiarities of tactical game structures in leading european football clubs]. *Pedahohika, Psykhohohiia i Medyko-Biolohichni Problemy Fizychnoho Vykhovannia i Sportu*, 10, 237–241. [in Ukrainian].
8. Sushko, R., & Doroshenko, E. (2016). Hlobalizatsiia v suchasnomu sviti ta yii vplyv na sport vyshchyykh dosiahen [Globalization in the modern world and its impact on elite sports]. *Sportyvnyi Visnyk Prydniprovia*, 2, 140–145. [in Ukrainian].
9. Shynkaruk, O. (2013). *Teoriia i metodyka pidhotovky sportsmeniv: upravlinnia, kontrol, vidbir, modeliuvannia ta prohnozuvannia v olimpiiskomu sporti [Theory and methodology of athlete preparation: management, monitoring, selection, modeling, and forecasting in olympic sports]*. Kyiv: Polihraf Ekspres. 2013. 136 c. [in Ukrainian].
10. Aquino, R., Carling, C., Palucci Vieira, L. H., Martins, G., Jabor, G., Machado, J., Santiago, P., Garganta, J., & Pugina, E. (2020). Influence of situational variables, team formation, and playing position on match running performance and social network analysis in Brazilian professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(3), 808–817. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002725>.
11. Brito Souza, D., López-Del Campo, R., Blanco-Pita, H., Resta, R., & del Coso, J. (2019). A new paradigm to understand success in professional football: Analysis of match statistics in LaLiga for 8 complete seasons. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 19(4), 543–555. <https://doi.org/10.1080/24748668.2019.1632580>.
12. González-Ródenas, J., Aranda, R., & Aranda-Malavés, R. (2021). The effect of contextual variables on the attacking style of play in professional soccer. *Journal of Human Sport and Exercise*, 16(2), 399–410. <https://doi.org/10.14198/JHSE.2021.162.14>.
13. Kostiukevych, V., Shchepotina, N., & Vozniuk, T. (2020). Monitoring and analyzing the attacks of the football team. *Physical Education Theory and Methodology*, 20(2), 68–76. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2020.2.02>.
14. Modric, T., Versic, S., & Sekulic, D. (2020). Position-specific running performances in professional football (soccer): Influence of different tactical formations. *Sports* (Basel, Switzerland), 8(12), 1–10. <https://doi.org/10.3390/SPORTS8120161>.
15. Ramchandani, G., Plumley, D., Davis, A., & Wilson, R. (2023). A review of competitive balance in European football leagues before and after financial fair play regulations. *Sustainability*, 15(5), 4284. <https://doi.org/10.3390/su15054284>.
16. Sobol, E., Svatyev, A., Doroshenko, I., Kokareva, S., Korzh, N., & Doroshenko, E. (2021). Formation of national teams taking into account the factors of football players' club migration. *Physical Education Theory and Methodology*, 21(4), 389–396. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2021.4.15>.
17. Yang, G., Leicht, A., Lago, C., & Gómez, M. (2018). Key team physical and technical performance indicators indicative of team quality in the soccer Chinese super league. *Research in Sport Medicine*, 26(2), 158–167. <https://doi.org/10.1080/15438627.2018.1431539>.
18. Živanović, V. (2022). European Football Championship 2020/2021: Analysis of goals scored and evaluation of statistically parameters in matches. *SPORT – Science & Practice*, 12(2), 61–70. <https://doi.org/10.5937/snp12-2-42151>.