

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА**

**Факультет фізичної культури, спорту та реабілітації
Кафедра спорту та фітнесу**

**МЕТОДИКА ОПЕРАТИВНОГО ТА ПОТОЧНОГО КОНТРОЛЮ
ТЕХНІЧНОЇ МАЙСТЕРНОСТІ ВОЛЕЙБОЛЬНОЇ КОМАНДИ
НА ОСНОВІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

**Кваліфікаційна робота
Рівень вищої освіти – другий (магістерський)**

Виконав:

студент 2 курсу, 202-М групи
спеціальності 017

Фізична культура і спорт

Цимбалюк Тарас Вікторович

Керівник: канд. пед. наук,

доц. Молдован А.Д.

Рецензент: канд. наук з фіз. вих.
та спорту, доц. Балацька Л.В.

*До захисту допущено
на засіданні кафедри*

протокол № 4 від «18» листопада 2025 р.

Зав. кафедри _____ проф. Гакман А. В.

Чернівці – 2025

АНОТАЦІЯ

Цимбалюк Тарас Вікторович «МЕТОДИКА ОПЕРАТИВНОГО ТА ПОТОЧНОГО КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОЇ МАЙСТЕРНОСТІ ВОЛЕЙБОЛЬНОЇ КОМАНДИ НА ОСНОВІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ». Кваліфікаційна робота магістра зі спеціальності 017 Фізична культура і спорт за освітньо-професійною програмою «Фізична культура і спорт». Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича. Чернівці, 2025.

У роботі зроблено аналіз історії волейболу, охарактеризовано наукові роботи щодо системи підготовки спортсменів, особливостей змагань та тактики гри. Розроблено модель оперативного та поточного контролю технічної майстерності команди, спираючись на аналіз матчів на основі підібраної моделі тактичної та статистичної структури гри. Розроблено геометричну модель покриття поля гравцями, створено математичні моделі для настільної гри.

Ключові слова: волейбол, техніка гри, оперативний контроль, поточний контроль, математичне моделювання, настільна гра.

ABSTRACT

Taras Tsymbaliuk "METHOD OF OPERATIVE AND CURRENT CONTROL OF TECHNICAL SKILLS OF A VOLLEYBALL TEAM BASED ON MATHEMATICAL MODELING". Master's qualification work on specialty 017 Physical education and sport on the educational and professional program "Physical education and sport". Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University. Chernivtsi, 2025.

The work analyzes the history of volleyball, the rules and conditions of the game, describes scientific works on features of competitions and tactics of the game. A model of operational and current control of the team's technical skill has been developed, relying on the analysis of matches based on the selected model of the tactical and statistical structure of the game. A geometric model of field coverage by players has been developed, mathematical models for the board game have been created.

Keywords: volleyball, game technique, operational control, current control, mathematical modeling, board game.

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів наукових досліджень інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ Т. В. Цимбалюк
(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМ ПОТОЧНОГО ТА ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ У ВОЛЕЙБОЛІ.....	7
1.1. Історичні передумови виникнення та розвитку волейболу	7
1.2. Аналіз наукових публікацій з питань технічної підготовки та ігрових аспектів волейболу	12
1.3. Тактико-технічні умови, визначені правилами гри	19
1.4. Характеристика комбінацій технічних дій у контексті їх реалізації через тактичні прийоми	28
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	39
2.1. Методи дослідження.....	39
2.2. Організація досліджень	42
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	43
3.1. Модельні характеристики волейболістів клубу «Епіцентр-Подільня».	43
3.2. Геометричне моделювання техніко-тактичної ситуації під час волейбольного матчу	51
3.3. Методичні рекомендації щодо впровадження системи оперативного та поточного контролю технічної майстерності волейбольних команд.....	59
ВИСНОВКИ	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	66

ВСТУП

Волейбол є командним видом спорту, у якому дві команди, склад кожної з яких може налічувати до 12 гравців, перекидають м'яч через сітку, намагаючись здобути очки за рахунок техніки та командної взаємодії. Цей вид спорту був створений у 1895 році американським викладачем фізичного виховання Вільямом Джей Морганом. Спершу гра називалася «мінтонет», проте пізніше Альфред Т. Хальстед запропонував нову назву, яка поєднувала слова «volley» – удар з льоту та «ball» – м'яч, що підкреслювало характер гри.

Волейбол офіційно дебютував на Олімпійських іграх у 1964 році, що зробило його одним із пріоритетних видів спорту для розвитку тренувальних програм та ігрових стратегій. На сьогодні міжнародним органом, що регулює правила та розвиток цього спорту, є Міжнародна федерація волейболу (FIVB), яка об'єднує 219 національних федерацій, координуючи діяльність та популяризацію волейболу у всьому світі.

Волейбол відзначається чітким розподілом ролей у команді, де кожен гравець виконує специфічні функції: догравальник, діагональний, центральний блокуючий, зв'язуючий та ліберо. Такий розподіл у поєднанні з особливою послідовністю технічних дій – стрибки, силові та планеруючі атаки, блокування та інші прийоми – формує складну тактико-технічну структуру матчу. Це робить гру динамічною, цікавою та вимагає від спортсменів високого рівня координації, швидкості реакції та взаємодії між усіма членами команди.

Незважаючи на популярність волейболу, досліджень, присвячених його особливостям, досить обмежена кількість [13, 28, 26, 43, 50]. Зокрема, існує багато питань, що потребують детального вивчення при розробці сучасних методик підготовки чоловічих команд. Це стосується як оптимізації тренувального процесу, так і вдосконалення тактико-технічних навичок, що дозволить підвищити ефективність гри та результати на змаганнях.

Мета дослідження – розробити модель оперативного та поточного контролю процесу формування технічної майстерності спортсменів у волейболі.

Завдання дослідження передбачають вирішення наступних аспектів:

1. Провести комплексний аналіз історії волейболу, а також вивчити провідні наукові роботи щодо системи підготовки спортсменів, особливостей змагань та тактики гри.

2. Дослідити параметри, що можуть бути використані для вдосконалення тактики гри, зокрема з урахуванням ймовірності точних влучань різних типів ударів у визначені зони ігрового поля.

3. Розробити модель оперативного та поточного контролю технічної майстерності команди, спираючись на аналіз матчів на основі розробленої моделі тактичної та статистичної структури гри.

Об'єкт дослідження – волейбол як вид професійної спортивної діяльності.

Предмет дослідження – модель оперативного та поточного контролю процесу формування технічної майстерності спортсменів у волейболі.

Для досягнення поставлених у дослідженні цілей було використано комплекс **наукових методів**, спрямованих на всебічне вивчення проблеми. Основними з них стали: теоретичний аналіз і узагальнення даних спеціальної науково-методичної літератури, що дозволило сформулювати наукове підґрунтя дослідження; педагогічні спостереження, які забезпечили отримання емпіричних даних щодо особливостей технічної підготовки волейболістів; а також методи математичного моделювання і математичної статистики, що дали змогу кількісно обґрунтувати результати та підвищити їх надійність.

Результати **апробації дослідження**, а також основні теоретичні та практичні висновки наукової роботи були представлені у тезах «Оперативний і поточний контроль у тренувальному процесі волейболістів» на V Міжнародній науково-практичній конференції «Фізична культура і спорт: досвід і перспективи» [37].

Структура роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів з підрозділами, висновків і списку використаних джерел. Робота містить 10 рисунків і 2 таблиці. Загальний обсяг становить 71 сторінку, з яких – 64 основного тексту. Список використаних джерел включає 59 позицій

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМ ПОТОЧНОГО ТА ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ У ВОЛЕЙБОЛІ

1.1. Історичні передумови виникнення та розвитку волейболу

Поява волейболу як окремого виду спортивної діяльності датується 9 лютого 1895 року, коли Вільям Дж. Морган, викладач фізичного виховання Коледжу Асоціації молодих християн (YMCA) у місті Голіок (штат Массачусетс, США), розробивши основні засади нової гри.

Спершу нова гра отримала назву «мінтонет». Сітка розташовувалася на висоті 197 см, як у тенісі, для м'яча використовувався баскетбольний м'яч, а кількість учасників у командах не регламентувалася [28]. Згодом правила поступово вдосконалювалися, що сприяло формуванню сучасного вигляду волейболу як динамічного та масового виду спорту.

У 1896 році під час конференції коледжів Асоціації молодих християн у місті Спрінгфілд нову гру вперше було представлено широкій аудиторії. Захід став важливою подією, адже саме тоді волейбол отримав визнання серед викладачів фізичного виховання та спортсменів. За пропозицією професора Альфреда Т. Гальстеда гру було перейменовано на «волейбол». Нова назва походила від англійських слів volley – «удар з льоту» та ball – «м'яч», що точно відображало сутність і динаміку гри.

Перші офіційні правила гри у волейбол були опубліковані у 1897 році, що стало важливим етапом у становленні цього виду спорту [19]. Однак процес уніфікації та систематизації правил тривав упродовж 1915–1925 років, коли відбувалося їх удосконалення відповідно до практики гри. Саме в цей період сформувалися основні положення, які визначили структуру, динаміку та змагальний характер сучасного волейболу.

У країнах Африки, Європи та Америки правила гри передбачали долю шести гравців на майданчику, що відповідало класичному формату волейболу. Натомість у країнах Азії існували два варіанти проведення змагань – із дев'ятьма чи дванадцятьма гравцями, причому розміри майданчика становили 11×22 метри, а зміна позицій між спортсменами під час гри не здійснювалася. Така різноманітність регіональних варіантів свідчила про активне розвиток і поширення волейболу у світі, адаптацію правил до національних традицій та особливостей гри.

Перший спеціалізований м'яч для гри у волейбол було розроблено у 1900 році, що стало важливим кроком у удосконаленні матеріально-технічного забезпечення цього виду спорту [50]. Його конструкція відповідала вимогам нової гри, забезпечуючи оптимальні умови для виконання ударів та передач. Вже на початку XX століття волейбол почав активно поширюватися, що сприяло проведенню перших загальнонаціональних змагань у 1922 році у Брукліні (США). Ця подія стала поштовхом до формування організаційних структур управління розвитком волейболу на міжнародному рівні. У цей самий період була створена перша в світі спортивна організація з волейболу – Федерація баскетболу та волейболу Чехословаччини, яка відіграла ключову роль у популяризації та стандартизації правил гри.

У 1920-х роках було засновано національні федерації волейболу в Болгарії, СРСР, США та Японії, що стало свідченням інституціоналізації цього виду спорту на міжнародному рівні. У цей період сформувалася базова ігрова тактика, яка включала основні технічні елементи – подачу, прийом, нападаючий удар та блок. Вже в 1930-х роках арсенал технічних дій значно розширився завдяки впровадженню групового блоку, системи страхування та обманних ударів, що зробило гру більш динамічною та стратегічно насиченою. Розвиток цих елементів сприяв підвищенню рівня командної взаємодії та тактичної

майстерності спортсменів. Саме в цей час волейбол поступово набував рис сучасного високотехнічного виду спорту.

У 1925 році професор В. Блях ініціював створення у Харкові перших волейбольних майданчиків, що стало важливим кроком у розвитку спортивної інфраструктури для цього виду спорту [28]. Вже наступного року організаційна група з поширення та розвитку волейболу, створена при Губернській раді фізкультури, зафіксувала наявність близько ста команд у Харкові, що свідчило про швидке поширення гри. У 1926 році Всеукраїнський спортивно-технічний комітет затвердив єдині правила гри, а у 1927 році було проведено першість України серед команд 11 міст, що сприяло формуванню змагальної структури. У 1928 році волейбол був включений до програми Всесоюзної спартакіади, а у 1933 році в Дніпрі відбулося перше так зване «волейбольне свято», яке пізніше трансформувалося у чемпіонат СРСР, закріпивши статус волейболу як важливого спортивного вигляду на національному рівні.

На конгресі Міжнародної федерації гандболу у Стокгольмі у 1936 році за ініціативою Польщі було створено міжнародну комісію з волейболу, до складу якої увійшли представники 13 європейських, 5 американських та 4 азійських країн [56]н. Створення цієї комісії стало важливим кроком у координації міжнародного розвитку волейболу та стандартизації правил гри на світовому рівні.

Перший конгрес Міжнародної федерації волейболу (FIVB) відбувся 18–20 квітня 1947 року в Парижі за участю представників 14 країн: Бельгії, Бразилії, Угорщини, Єгипту, Італії, Нідерландів, Польщі, Португалії, Румунії, США, Уругваю. Ці держави стали першими офіційними членами FIVB, що знаменувало початок інституційного формування міжнародного волейболу. На конгресі було офіційно ухвалено міжнародні правила гри, а в структурі FIVB створено арбітражну комісію та комісію з розробки та удосконалення правил, що забезпечило стандартизацію змагальної діяльності. Цей захід став ключовим

кроком у систематизації та регламентації міжнародних змагань з волейболу, означивши основні напрями подальшого розвитку спорту.

Першим президентом FIVB було обрано французького архітектора Поля Лібо, який залишався на цій посаді до 1984 року, постійно переобиравшись.

З 1964 року волейбол був офіційно включений до програми Олімпійських ігор, що значно підвищило його міжнародний престиж та стимулювало розвиток технічної та тактичної майстерності спортсменів [19]. На початку 1980-х років у грі з'явилася подача у стрибку, що поступово витіснила традиційну бічну подачу. Водночас зросла частота нападних ударів із задньої лінії, що зробило гру більш динамічною та непередбачуваною. Значні зміни відбулися і в техніці прийому м'яча: непопулярний раніше прийом знизу став панівним, тоді як прийом згори з падінням майже повністю зник з практики. Ігрові функції волейболістів також значно звузилися: якщо раніше всі шість гравців брали участь у прийомі м'яча, то з 1980-х років цей елемент став обов'язком лише двох догравачів. Одночасно відбувалося подальше удосконалення спеціалізації гравців, що підвищило ефективність командної взаємодії. Ці зміни заклали основу сучасного високотехнічного та швидкісного стилю гри у волейбол, який застосовується у міжнародних змаганнях і сьогодні.

Гра у волейбол стала більш силовою та динамічною, що призвело до підвищення вимог до техніки та швидкості виконання елементів. Поряд із цим зросли і фізичні вимоги до спортсменів, зокрема до їх зросту та атлетичної підготовки. Якщо в 1970-х роках у складі команди могли бути гравці зростом нижче двох метрів, то з 1990-х років ситуація кардинально змінилася. У командах високого рівня гравці нижче 195–200 см зазвичай виконують лише спеціалізовані ролі, такі як сполучний або ліберо, що відображає зростаючу роль фізичної потужності та спеціалізації у сучасному волейболі.

У 1984 році головою FIVB було обрано доктора Рубена Акосту, мексиканського адвоката, який ініціював розробку серії реформ, спрямованих на

підвищення видовищності волейболу. Ці зміни були офіційно ухвалені на 21-му конгресі FIVB, що відбувся напередодні Олімпійських ігор 1988 року в Сеулі, і стали ключовим етапом модернізації міжнародного волейболу [28].

Зокрема, було запроваджено нововведення для вирішальної п'ятої партії за системою «раллі-пойнт», коли кожний розіграш приносить команді одне очко. Це нововведення забезпечило більшу динамічність гри та спростило підрахунок результатів, що підвищило видовищність на міжнародних змаганнях.

У 1990 році було засновано Світову лігу з волейболу, яка щорічно розширює свій склад, залучаючи дедалі більше національних команд. Це нововведення сприяло підвищенню міжнародного рівня конкуренції та популяризації волейболу у світі.

У 1993 році було засновано жіноче Гран-прі волейболу, яке регулярно проводитиметься під егідою FIVB та сприяє розвитку жіночого волейболу на міжнародному рівні.

Починаючи з 2006 року, FIVB об'єднує 219 національних федерацій волейболу, що свідчить про глобальний характер цього виду спорту. Волейбол є одним із найпопулярніших спортивних напрямків у світі, привертаючи увагу мільйонів глядачів та спортсменів різного рівня. Найвищий рівень розвитку волейболу спостерігається в таких країнах, як Бразилія, Італія, Китай, Росія, США, Японія та Польща, де існують потужні національні чемпіонати та розвинена система підготовки спортсменів. Розвиток спортивної інфраструктури та професійних ліг у цих державах сприяв підвищенню технічного та тактичного рівня гри. Значну роль відіграє і поширення міжнародних турнірів, які дозволяють командам постійно удосконалювати майстерність та обмінюватися досвідом. Таким чином, волейбол продовжує зміцнювати свої позиції як глобальний вид спорту з високим рівнем популярності та конкуренції.

1.2. Особливості технічної підготовки та ігрових аспектів волейболу

Результати дослідження [8, 23] свідчать, що рівень тактичного мислення гравців у нападі серед майстрів спорту становить 64,22%, а у захисті – 59,46%. Водночас кандидати у майстри спорту демонструють відповідні показники на рівні 42,24% та 40,19%, тоді як гравці I–III розрядів мають значення 34,44% у нападі та 28,89% у захисті. Аналіз даних показавши, що існує значний зв'язок між рівнем майстерності спортсменів та якістю їхнього тактичного мислення в змагальній діяльності, при цьому для нападу коефіцієнт кореляції становить $r = 0,66$, а для захисту – $r = 0,54$. Крім того, встановлено позитивну взаємозв'язок між ефективністю змагальної діяльності та рівнем тактичного мислення атакуючого гравця, який оцінюється коефіцієнтом $r = 0,58$. Отримані дані підтверджують, що вищий спортивний ранг спортсмена прямо корелює з удосконаленням його тактичних навичок. Це свідчить про те, що розвиток тактичного мислення є ключовим фактором підвищення ефективності дій у нападі та захисті. Висновки дослідження підкреслюють важливість систематичної тренувальної роботи, спрямованої на удосконалення тактичної підготовки волейболістів різного рівня майстерності.

Метою дослідження [24] було визначення ефективності змагальної діяльності гравців високої кваліфікації у різних амплуа. Для цього були використані матеріали та методи, що включали аналіз статистичних даних з великих міжнародних змагань, зокрема Олімпійських ігор 2012 року, Чемпіонатів світу 2010 та 2014 років, Чемпіонатів Європи 2010–2014 років та Світової ліги 2010–2014 років. Загалом у дослідженні було проаналізовано 130 ігор, застосовуючи методи аналізу та узагальнення науково-методичної літератури, спостереження за змагальною діяльністю волейболістів вищого класу, а також математичні та статистичні методи. Результати показали, що найбільш ефективні атакуючі дії під час матчу виконуються висококваліфікованими спортсменами світового рівня. Так, перший гравець у

темпи атаки виграє 4,2% м'ячів у четвертій частині гри, другий гравець — 4,5%, а «діагональ» — 5,1%. Дослідження підтвердило, що найвищий рівень ефективності змагальної діяльності спостерігається серед волейболістів високого класу : другий гравець у темпі атаки виграє 22,1% м'ячів, «діагональ» — 18,8%, а перший гравець рейтингу — 16,3%. Аналіз отриманих даних підкреслює важливість спеціалізації гравців за амплуа та систематичної підготовки для підвищення результативності команди. Висновки дослідження свідчать про те, що структуроване оцінювання ефективності дій спортсменів може бути основою для удосконалення тренувального процесу та підвищення конкурентоспроможності команд на міжнародному рівні.

Метою дослідження [22] було розроблення алгоритму спеціального аналізу для оптимізації тренувального процесу у волейболі, заснованого на виявленні показників техніко-тактичних дій висококваліфікованих гравців. У роботі використано статистичні дані 2688 техніко-тактичних показників 56 спортсменів національних збірних команд, які брали участь у Чемпіонаті Європи з волейболу CEV 2019 року. Для обробки даних застосовувалися методи аналізу змагальної діяльності, узагальнення практичного досвіду та теоретичне моделювання. Результати дослідження дозволили інтерпретувати сумарні показники ефективності гравців, оцінити їх техніко-тактичні дії та визначити співвідношення ефективності в різних позиційних зонах. Отримані дані дають можливість корегувати тренувальні програми, враховуючи індивідуальні особливості та роль гравця на майданчику. Дослідження підкреслює важливість систематичного моніторингу техніко-тактичних дій для підвищення результативності команди. Алгоритм спеціального аналізу може бути використаний як інструмент для прогнозування ефективності дій спортсменів у різних ігрових ситуаціях. Таким чином, робота сприяє удосконаленню методики підготовки висококваліфікованих волейболістів.

Метою дослідження [18] є використання статистичної інформації, що генерується програмним забезпеченням Click and Scout під час волейбольних матчів, для отримання детальних техніко-тактичних даних щодо гри команди суперника та власної команди. Отримані дані включають інформацію про розташування гравців на майданчику, схеми ротацій, блокування та захисні дії, а також індивідуальні та колективні ігрові аспекти. Завдяки аналізу індивідуальних напрямків атак та подач шкірного гравця суперника в режимі реальної години, головний тренер може оперативно коригувати тактику своєї команди. Це дозволяє ефективно реагувати на дії суперника та підвищувати результативність командних дій у матчі. Використання таких даних сприяє оптимізації прийняття рішень у стратегічних та тактичних аспектах гри. Крім того, інтеграція статистичного аналізу в тренувальний процес дозволяє планувати індивідуальну підготовку гравців з урахуванням їх сильних та слабких сторін. Таким чином, застосування програмного забезпечення Click and Scout підвищує ефективність управління грою та взаємодію гравців на високому рівні конкуренції.

Дослідження [18] присвячене вивченню рольових аспектів прийняття рішень у високорівневих командних видах спорту, таких як волейбол, футбол, регбі та баскетбол. Автори акцентують увагу на ключових факторах, які впливають на процеси прийняття рішень, зокрема на ролі тренерів та спортсменів у динамічних ігрових ситуаціях. Стаття виділяє загальні характеристики, що сприяють ефективному прийняттю рішень, навіть за умов обмеженого часу та високого рівня психологічного та фізичного навантаження на майданчику. Значна увага приділяється аналізу методів оцінки та моделювання рішень спортсменів, що дозволяє систематизувати процеси прийняття рішень у командній грі. Основна мета роботи полягає в встановленні зв'язку між психологічними та когнітивними властивостями, необхідними для прийняття рішень, та практичними методами їх дослідження. Висновки дослідження підкреслюють важливість інтеграції теоретичних знань та практичних навичок у

процес підготовки спортсменів до прийняття оптимальних рішень у змагальних умовах.

Дослідження [34] присвячене систематичному аналізу технологій відстеження розташування та руху спортсменів, що застосовуються у спортивній практиці з використанням датчиків та методів на основі комп'ютерного зору. Автори детально розглядають різноманітні технології, включаючи носимі датчики, системи GPS, а також візуальні методи відстеження, які дозволяють точно фіксувати переміщення гравців на майданчику. У статті описуються принципи роботи кожної технології, їх переваги та обмеження, що дає змогу порівняти ефективність різних підходів. Також наведено приклади практичного використання цих технологій у спортивному аналізі, зокрема для оцінки ефективності дій спортсменів та моделювання ігрових ситуацій. Особлива увага приділяється етичним аспектам та конфіденційності даних, що є важливим при зборі інформації про рухи та розташування гравців. Стаття демонструє, як ці технології можуть підвищити точність тренувального процесу та контроль за фізичним навантаженням спортсменів. Автори також обговорюють майбутні тенденції щодо застосування високоточних систем відстеження, які можуть знайти широке використання у професійному спорті. У результаті дослідження підкреслюється, що інтеграція датчиків та візуальних методів аналізу сприяє розвитку науки про спортивну підготовку та підвищує ефективність командних видів спорту.

Дослідження [42] присвячене підвищенню ефективності удару «спайк» у волейболі, який є ключовим елементом гри та визначальним для результативності команди, а також важливим компонентом тренувального процесу для тренера. Використання відеоаналізу для оцінки кількісних аспектів виконання удару дозволяє удосконалювати індивідуальні технічні навички спортсменів. Метою дослідження було застосування методу навчання з візуальною зворотною зв'язкою через відеоаналіз для удосконалення технічної

моделі удару «спайк». Експериментальний підхід передбачав участь жіночої команди до 21 року, розділеної на контрольну та експериментальну групи, протягом 10 тижнів тренувань під час чемпіонату. Експериментальна група мала можливість самостійно переглядати відеозаписи без коментарів тренера, який одночасно оцінював технічні аспекти удару за допомогою спеціалізованого чек-листа. Аналіз результатів показав, що покращення спортивних навичок у контрольній групі було менш вираженим порівняно з експериментальною групою, різниця становила 12%. Такі результати свідчать про ефективність використання візуального зворотного зв'язку для оптимізації тренувального процесу та підвищення технічної підготовки спортсменів. Отримані дані підкреслюють перспективність застосування цього методу не лише для статистичного чи тактичного аналізу, а й для розвитку індивідуальних навичок у волейболі та фізичному вихованні загалом.

Метою дослідження [31] було передбачення швидкості та цільової області подачі у волейболі за допомогою штучних нейронних мереж (ШНМ). Було проаналізовано 289 розіграшів від підсаджувачки 2-го рівня Австрійської жіночої ліги з фіксацією положення гравців та траєкторії м'яча перед подачею. Для навчання ШНМ 60% даних використовувалися як навчальний набір, 15% – для перехресної перевірки, а 25% – для прогнозування. Точність передбачень оцінювали за відсотком збігів передбачених та реальних значень, а результати порівнювали з оцінками тренерів високого рівня. ШНМ правильно передбачала цільову область у 68,1% випадків та швидкість подачі у 79,2%, що значно перевищувало випадковий рівень ($p < 0,01$). Прогностична точність ШНМ для швидкості подачі була на 14,6% вищою, ніж у тренерів, тоді як точність щодо цільової області перевищувала їх на 2,8% (не статистично значуще). Результати свідчать, що використання ШНМ може бути ефективним інструментом для підтримки тренерів у вдосконаленні навичок гравців та підготовці підсаджувача для командної гри.

Дослідження [38] присвячене визначенню командно-тактичних шаблонів у волейболі та аналізу варіабельності цих схем. Було проаналізовано 120 стандартних ігрових ситуацій шести національних жіночих команд під час Чемпіонату світу. Для кожної команди вибирали по двадцять ситуацій, які включали базову оборонну позицію (початкову конфігурацію) та блок двох гравців із глибоким прикриттям від центрального гравця на задній лінії (кінцеву конфігурацію). Формації оборони на початкових та кінцевих конфігураціях кожної команди, а також варіабельність цих формацій, піддавалися статистичному аналізу. Дані про формації були використані для навчання багатоваріантних перцепторів, щоб перевірити здатність штучних нейронних мереж розпізнавати команди за їх тактичними шаблонами. Результати показали значні відмінності між національними командами як у базовій оборонній позиції на початку, так і у двогравцевому блоку з глибоким прикриттям у кінцевій конфігурації. Крім того, варіабельність систем оборони також значно відрізнялася між командами, причому початкові позиції виявилися більш змінними, ніж кінцеві. Висновки дослідження засвідчують, що системи оборони у висококласних командних видах спорту є індивідуалізованими та гнучкими навіть у стандартних ігрових ситуаціях. Отримані результати підкреслюють, що тактичні та стратегічні рішення повинні бути адаптовані до конкретної команди та гнучкими для досягнення максимального успіху на змаганнях.

Дослідження [8] присвячене аналізу розподілу варіації спортивної поведінки на різних рівнях організації: на рівні окремих атлетів ($N = 1412$), команд ($J = 92$) та видів спорту ($K = 17$). Для дослідження застосовувалися трирівневі моделі, що дозволяють оцінити спортивну чесність, технічну та психологічну майстерність, а також інструментальну агресію спортсменів. Результати показали, що кластеризація за видом спорту пояснює унікальну частину варіації, яка додається до варіації, зумовленої командною приналежністю. При цьому статистика спортсменів та вид командного спорту

виявилися ключовими факторами, що пояснюють більшість варіацій на рівні виду спорту. Дослідження підкреслює необхідність врахування кластеризації за видом спорту при аналізі спортивної поведінки. У випадках, коли це неможливо, контроль за половими відмінностями стає важливим для точності оцінки показників поведінки та майстерності спортсменів.

Дослідження [16] присвячене розробці моделі тренувань для спортсменів, адаптованої до національних умов Китаю та відповідно до високих наукових стандартів, із застосуванням технології видобутку даних. У роботі детально розкривається принцип роботи технології видобутку даних та описуються основні методи її застосування у спортивному контексті. Особлива увага приділена контролю якості спортивного тренування та статистичному аналізу тактичних боїв, що дозволяє підвищити ефективність тренувального процесу. На основі отриманих даних впроваджено модифікований алгоритм Apriori, який забезпечує більш точну системну оцінку результатів тренувань. Проведені імітаційні порівняльні дослідження класичного, DC-Apriori та модифікованого алгоритму показали, що удосконалена версія Apriori забезпечує оптимальну підтримку прийняття рішень для ефективного планування тренувального процесу спортсменів.

У дослідженнях [6] та [43] проведено аналіз ефективності технічних дій протягом матчів у пляжному волейболі. Статистичні дані показують, що професійний гравець виконує в середньому 85 стрибків на годину, що відповідає одному стрибку кожні 42 секунди, та здійснює прискорення в бігу кожні 15,4 секунди, долаючи в середньому 3,3 метри. Атакуючі дії посідають провідну позицію серед усіх ігрових дій, становлячи 22% від загальної кількості дій. Подача займає 18,5%, прийом подачі – 15,3%, передача м'яча – 20%, блок – 13,8%, захист – 9,3%, а обманні дії, такі як імітація атаки та блоку, – відповідно 0,9% та 0,2%. Дослідження також підкреслює різницю результативності між силовими та плануючими подачами, які становлять 18,7% та 7,6% відповідно. Ці

дані свідчать про високий фізичний та технічний навантажувальний потенціал гри, а також про пріоритетність атакуючих дій у досягненні результативності команди. Аналіз надає цінну інформацію для оптимізації тренувального процесу та підготовки гравців високого рівня.

Дослідження [19] представило методологію, яка є практично ідентичною тій, що планується для використання в тактичному аналізі матчів команд-супротивників. Воно передбачає поєднання аналізу результативності технічних дій, зокрема різних типів атак, з оцінкою статистики влучань у різні зони ігрового майданчика. На основі таких даних можна прогнозувати «улюблені» атаки суперника, визначати зони, які він частіше атакує, та виявляти найбільш вразливі ділянки для контратак. Дослідження підкреслює значущість аналізу поведінкових патернів суперника для підвищення ефективності власної командної тактики. Водночас, подібні дослідження для пляжного волейболу чи класичного командного волейболу виявилися відсутніми. Це створює необхідність самостійного проведення таких досліджень шляхом детального аналізу відеозаписів ігор. Виконання подібного аналізу дозволить побудувати науково обґрунтовану систему прогнозування дій супротивника та підвищити ефективність стратегічних рішень у матчах.

1.3. Тактико-технічні умови, визначені правилами гри

Тактичні прийоми та ігрові схеми становлять фундамент технічної майстерності спортсменів, оскільки вони відображають прикладний аспект ігрової діяльності. Ефективність реалізації тактичних схем безпосередньо залежить від рівня технічної підготовленості гравців та точності виконання окремих дій [23]. У спортивній практиці це передбачає необхідність систематичного контролю технічної майстерності на основі кількісного аналізу результативності технічних елементів. Отже, статистичний облік успішності

виконання технічних дій та їх комбінацій є важливим інструментом для оцінки та корекції індивідуальної та командної підготовки.

Модельні характеристики команди. Так звана статистична картка команди відображає її модельні характеристики, які узагальнюють рівень технічної та тактичної підготовленості гравців. У цій картці у процентному співвідношенні фіксується успішність виконання основних елементів гри – подач, прийому подачі, атакуючих дій, захисних дій, підстраховки та передач на удар. Такі показники дозволяють об'єктивно оцінити ефективність гри команди у різних фазах матчу. Крім того, аналіз модельних характеристик сприяє виявленню сильних та слабких сторін у структурі командної взаємодії. Отримані дані можуть бути використані тренером для корекції тренувального процесу, оптимізації ігрових схем та формування індивідуальних завдань для гравців.

З позиції аналізу технічних дій у волейболі можна виокремити три основні класи: техніку переміщень, техніку атакуючих дій та техніку захисних дій.

– У межах техніки переміщень розрізняють різновиди стартових позицій – високу, середню та низьку, а також різні способи пересування, зокрема переміщення кроком, подвійним чи схресним кроком, біг, стрибки та падіння.

– У структурі техніки нападу виділяють три ключові складові: подачу, передачу та нападаючий удар, які забезпечують ефективність атакуючих дій команди.

– Техніка захисту охоплює два основні елементи – прийом м'яча та блокування, які забезпечують стабільність оборонних дій команди [25, 43].

Тактична модель команди відображає кількісний та функціональний розподіл гравців у складі. Вона включає не лише стартову шістку, а й запасних спортсменів, загалом охоплюючи близько 14 гравців із чітко визначеними ігровими ролями та функціями. Така модель визначає взаємодію між гравцями під час різних ігрових ситуацій, формує стратегію атаки та оборони, а також забезпечує гнучкість у зміні тактичних схем залежно від суперника. Таким

чином, тактична модель виступає ключовим інструментом планування та корекції змагальної діяльності команди.

Насамперед необхідно окреслити основні ігрові ролі в команді та відповідні їм характерні технічні дії, які визначають функціональні обов'язки кожного гравця під час змагальної діяльності [13].

1. *Догравальник (нападник іншого темпу)* – це універсальний гравець, який виконує важливу роль як у нападі, так і в захисті. Основним його завданням є проведення атак із країв сітки та завершення комбінацій в іншому темпі. Крім того, догравальник активно бере участь у прийомі подач суперника та обробці складних м'ячів, що вимагає від нього високої швидкості реакції та точного вибору позиції. Такий гравець має володіти стабільною технікою прийому, потужним ударом та здатністю швидко адаптуватися до змін ігрової ситуації. Характерні технічні дії:

- Техніка переміщень: включає стартові позиції (високу, середню та низьку), а також різні види пересувань — переміщення кроком та підвійним кроком.

- Техніка нападу: охоплює виконання точної передачі та потужного нападаючого удару, спрямованого на завершення атакуювальних комбінацій.

2. *Діагональний* – це гравець, який зазвичай атакує із задньої лінії та вирізняється високою силою удару та значною стрибучістю. Завдяки цим якостям діагональні здобувають значне кількість очків під час матчу.

- Техніка переміщень: включає стартові позиції (середню, високу та низьку), пересування кроком, біг та стрибки.

- Техніка нападу: охоплює виконання подачі, передачі та нападаючого удару.

3. *Центральний блокуючий (нападник першого темпу)* – це зазвичай найвищий гравець команди, основним завданням якого є блокування атак суперника та запобігання проходженню м'яча через сітку або його потраплянню

до захисників. Для ефективного виконання цих дій застосовується техніка стрибка блокуючого, що дозволяє максимізувати висоту та покриття сітки. Крім того, центральний блокуючий активно підтримує команду в організації швидких атак у першому темпі та координує дії з іншими блокуючими. Його роль є ключовою для формування надійної оборонної стратегії та контролю простору перед сіткою.

- Техніка переміщень: включає стартові позиції (високу, середню та низьку), пересування кроком, подвійним та перехресним кроком, біг та стрибки.

- Техніка захисту: охоплює виконання блокування.

4. *Зв'язуючий (пасуючий)* – це ключовий гравець команди, який відповідає за точну передачу м'яча нападаючим для завершального удару. Він аналізує розташування суперників і виявляє слабкі місця в їхній обороні, щоб оптимально розподілити атакуючі дії. Завдяки своїй здатності швидко приймати рішення та координувати гру, зв'язуючий виступає стратегічним центром команди. У багатьох аспектах він виконує роль лідера на майданчику, впливаючи на темп та ефективність командної взаємодії.

- Техніка переміщень: включає стартові позиції (середню, високу та низьку) та різні види пересування: крок, подвійний крок і перехресний крок.

- Техніка нападу: охоплює виконання точної передачі м'яча.

- Техніка переміщень (для захисних дій): включає стартові позиції, пересування кроком, подвійним і перехресним кроком, біг, стрибки та падіння.

- Техніка захисту: передбачає освоєння прийомів м'яча для ефективної оборони.

Наступним етапом є встановлення кількості гравців у кожному амплуа залежно від обраної тактики гри, зазвичай від 2 до 4 спортсменів на кожен роль [44].

При цьому слід враховувати індивідуальні можливості гравця в кожній ролі, зокрема рівень фізичної підготовки, досвід і практичні навички,

психологічну стійкість, морально-вольові якості, ігровий стиль та інші важливі показники.

Середня кількість стрибків, що виконуються гравцями залежно від їхньої ролі, варіює від 60–80 до 250 за один матч [32].

Третім етапом є зонування ігрового майданчика та формування тактичного візерунка. Зазвичай поле поділяють на шість зон: три зони займають гравці передньої лінії, а решту три – гравці задньої лінії. Переміщення між цими зонами відбувається за часовою стрілкою після кожної успішної чи неудалої подачі. Така система зонування дозволяє ефективно організовувати ігрові дії та контролювати позиційне розташування команди (рис. 1.1).

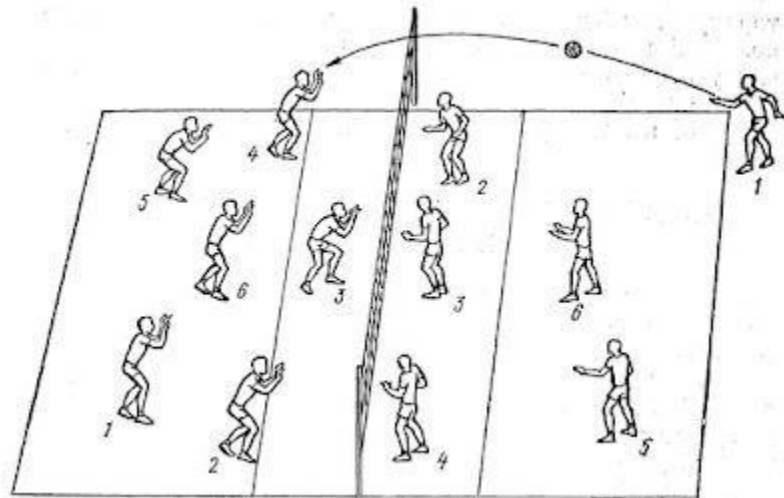


Рис 1.1. Розміщення гравців на майданчику

Центральний блокуючий (1-й номер) – це гравець, розташований безпосередньо під сіткою, основним завданням якого є блокування атак суперника. Він забезпечує захист передньої лінії та перешкоджає проходженню м'яча на територію команди. Крім того, центральний блокуючий активно підтримує швидкі атакуючі комбінації, координуючи дії з іншими блокуючими для підвищення ефективності оборони.

Сполучний (2-й номер) – це гравець, відповідальний за передачу м'яча нападникам, що забезпечує їм оптимальні умови для завершальних ударів. Він

виконує ключову функцію в координації командних дій та реалізації тактичних схем на майданчику. Його роль критично важлива для планування атак та підтримки ефективного темпу гри.

Діагональний (3-й номер) – зазвичай високий та сильний гравець із розвиненою стрибучістю, який здійснює атаки із задньої лінії майданчика.

Догравальник (4-й номер) – це гравець іншого темпу, який здійснює атаки з країв сітки. Він бере активну участь у всіх компонентах гри, включаючи прийом подач, блокування, передачу та нападаючі удари.

Догравальник (5-й номер) – подібно до гравця іншого темпу, виконує атаки з країв сітки та активно влучень до всіх елементів гри.

Ліберо (без номера, формально 6) – це спеціалізований гравець-захисник, який виконує свої функції на задній лінії замість одного з основних партнерів команди. Він не має права виконувати подачу, атакувати в стрибку та брати участь у блокуванні. Основним завданням ліберо є прийом подач суперника та ефективна організація захисту. Ліберо допомагає команді зберігати стійкість у задній лінії та підвищує точність передач нападникам. Його участь у грі критично важлива для стабілізації позиційної оборони та підтримки ритму командних атак.

В аматорському волейболі ліберо може залишатися на своїй позиції без накладення штрафу, навіть коли інші гравці переміщуються за часовою стрілкою [47]. У професійному волейболі зміна позиції ліберо є обов'язковою, що потребує точного дотримання тактичних схем команди. Через це ігрові дії команди поділяються на два етапи: під час подачі та після подачі, що дозволяє оптимально організувати оборону та атакуючі комбінації.

Слід зазначити, що гравцям заборонено виконувати горизонтальний перехід, тобто виходити за межі своєї лінії. Зона нападу охоплює 3 метри від сітки, зона захисту простягається на 6 метрів, а вільна зона становить 9 метрів, з яких 3 метри справа виділені для виконання подачі (рис. 1.2).

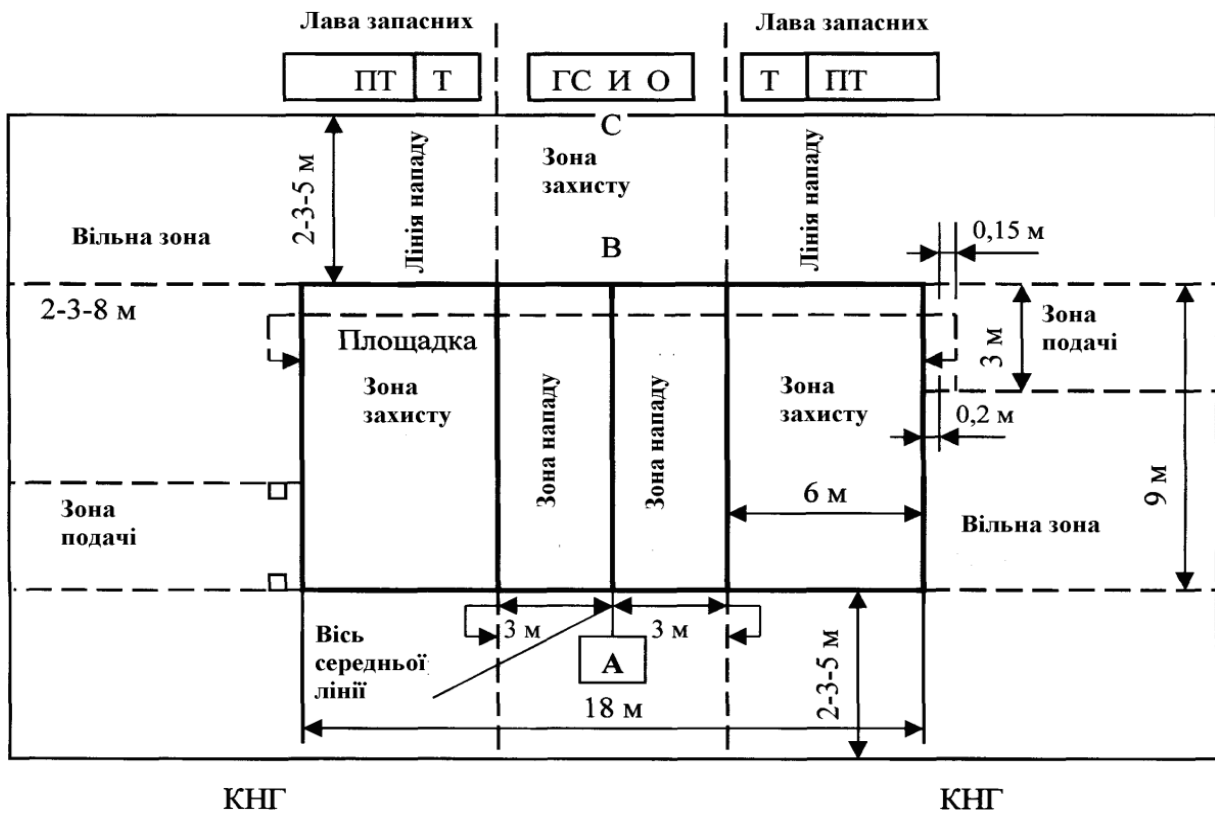


Рис 1.2. Зонування за функціональними задачами

Це має безпосередній вплив на розробку тактик переміщення гравців та побудову командних ігрових схем.

Командна схема виступає третьою складником поточного контролю технічної майстерності команди та визначає тактичні дії стартової шістки під час гри. На сучасному етапі найпоширенішою є схема 5-1, за якою п'ять гравців здійснюють атакуючі дії, а один ліберо виконує передачу (рис. 1.3). Для ефективної реалізації цієї схеми в рамках тактики «після пасу» необхідне перебудовування позицій гравців на майданчику. Таке розташування забезпечує оптимальне використання технічних навичок та сприяє підвищенню результативності командних дій.

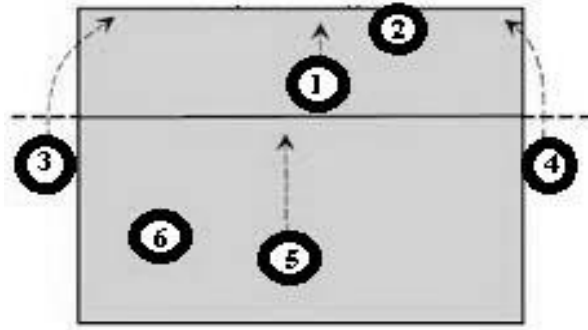


Рис 1.3. Схема 5-1 з можливостями дій

Початкова розстановка на майданчику передбачає наступне: пасуючий (розпасувальник) займає позицію в зоні 1, догравальники розташовані в зонах 2 та 5, центральні блокуючі стоять в зонах 3 та 6, а діагональний нападник – у зоні 4. Під час виконання подачі всі гравці, за винятком одного зміщуються ближче до сітки, закриваючи позицію 1-го номера. Таке розташування забезпечує оптимальну захист та готовність до атакуючих дій команди [23]. Воно також дозволяє швидко реагувати на подачі суперника та ефективно координувати командні переміщення під час переходу з оборони в атаку. Пасуючий прагне розташовуватися ближче до центру майданчика або залишатися у передній лінії. Решта гравців розташовуються у вигляді півкола навколо нього.

З урахуванням шкірного переміщення гравців за часовою стрілкою вони мають повертатися приблизно до визначених позицій на майданчику. Наприклад, зв'язуючий після будь-якого переходу займає зону пасу між 2-м та 3-м номерами. Така розстановка гравців потребує точного виконання ролей та злагодженості команди. Водночас вона забезпечує ефективне поєднання нападу та захисту, дозволяючи створювати численне перевагу на сітці. Завдяки цій схемі команда здатна більш потужно атакувати, що підвищує ймовірність прориву блоку суперника.

Іншою за поширеністю є тактична схема 4-2 [25]. Вона застосовується командою для оптимального розташування гравців на ігровому майданчику. У межах цієї стратегії одночасно на полі присутні чотири гравці, які виконують

атакуючі дії, та два пасуючих, що забезпечують організацію наступальних комбінацій.

У тактичній схемі 4-2 пасуючі гравці (1) та (3) розташовуються на відстані від сітки, що забезпечує ефективну передачу м'яча нападаючим (2), (4), (5) та (6). Вибір позицій пасуючими враховує не лише власну зручність для передачі, а й розташування суперника та поточну ігрову ситуацію. Нападаючі гравці орієнтуються на оптимальні зони для атаки, коригуючи свої рухи відповідно до дій противника. Дана тактична схема забезпечує команді достатню кількість нападаючих для проведення різноманітних атак, одночасно підтримуючи стабільний потік передач для підготовки ударів. Вона часто застосовується в колективах із гравцями різного рівня підготовки та досвіду, оскільки дозволяє рівномірно розподілити відповідальність між учасниками гри. Крім того, така організація сприяє підвищенню ефективності командної взаємодії та гнучкості у побудові атакувальних комбінацій.

Переходи «захист-атака» та «атака-захист» у волейболу є ключовими елементами командної стратегії [13]. Перехід «захист-атака» передбачає спочатку ефективну оборону, спрямовану на зупинку атаки суперника та контроль м'яча, що летить на вашу половину поля. Після успішної захисту команда швидко переходить до наступальної дії, націленої на суперника. Цей процес включає оперативну передачу м'яча до пасуючого, який організовує його для проведення атакуючого удару. Така динаміка дозволяє команді швидко змінювати фокус гри та використовувати моменти для результативних атак.

Перехід «атака-захист» відбувається у момент, коли команда виконує атакуючий удар по м'ячу у напрямку поля суперника з метою досягнення очка. Після завершення атаки, незалежно від результату, команда повинна оперативно перейти в оборонну позицію, готуючись відбити контратаку супротивника. Цей процес забезпечує безперервність гри та підтримує тактичну рівновагу між нападом та захистом.

Після завершення атакуючого удару команда має оперативно перейти в оборонну позицію для зупинки контратаки суперника. Це передбачає готовність гравців виконувати блокування або прийом м'яча залежно від ситуації на майданчику. Додатково команда організовує оборонні дії, щоб максимально ефективно контролювати м'яч та підготуватися до наступної атаки.

Успішне здійснення переходів «оборона-напад» та «напад-оборона» вимагає від команди високого рівня координації та швидкої реакції. Кожен гравець має бути здатним оперативно переключатися між різними етапами гри. Така готовність забезпечує ефективну реалізацію командної стратегії та підвищує шанси на досягнення позитивного результату.

1.4. Характеристика комбінацій технічних дій у контексті їх реалізації через тактичні прийоми

Тактичні прийоми становитимуть фундамент технічної майстерності команди, оскільки саме їхнє ефективне поєднання визначає результативність ігрових дій. Застосування певних комбінацій тактичних рішень забезпечує узгодженість дій гравців і сприяє досягненню стратегічної мети команди. У центрі технічної майстерності, що реалізується через тактичні прийоми, лежить базовий комплекс технічних елементів [41], до якого належать пересування, стійка, подача, прийом, передача, нападаючий удар та блокування. Кожна з цих дій є невід'ємною частиною цілісної системи, що формує ефективну командну тактику гри.

Для передачі тактичних комбінацій у волейболі використовується система жестів, що дозволяє швидко та непомітно координувати дії між гравцями [4]. Кожна команда зазвичай розробляє власну систему сигналів, адаптовану до особливостей її гри та складу гравців. Водночас є універсальні жести, що мають подібні елементи – наприклад, вказівку напрямку атаки, імітацію певного руху або подачі. Така форма невербальної комунікації сприяє ефективній взаємодії на

майданчику, забезпечуючи оперативність прийняття рішень у динамічних ігрових ситуаціях.

Подача (Serve) є не лише початком розіграшу, а й важливим елементом атаки. Уміло виконана подача здатна створити серйозні труднощі для суперника, спричиняючи помилки в прийомі або унеможливлюючи організацію ефективної атаки. Гравець, який подає, часто цілеспрямовано спрямовує м'яч у слабку зону оборони суперника, використовуючи різні траєкторії, швидкість та напрям подачі [9]. Таким чином, подача стає стратегічним інструментом тиску на опонента та здобуття ініціативи в грі. Найчастіше використовують жест, коли рука, спрямована вперед, вказує на обраний напрям подачі. Додатково, рух руки, що імітує замах або удар по м'ячу, може означати конкретний тип подачі – наприклад, топ-спін чи пряму подачу. Такі сигнали допомагають координувати дії гравців та узгоджувати тактичний задум під час виконання подачі.

Підйом (Set and spike) є базовим елементом атакувальної тактики у волейболі, що передбачає тісну взаємодію між пасуючим і нападником. Пасуючий виконує точну передачу м'яча, створюючи оптимальні умови для удару, а нападник здійснює потужний спайк у напрямку слабкої зони суперника. Така комбінація потребує високої координації, узгодженості дій та точного відчуття часу між гравцями для досягнення максимальної ефективності атаки [15]. Найпоширеніший жест: Підняття вказівного та великого пальців угору зазвичай сигналізує про підготовку до підйому м'яча для атаки. Рух руки над головою означає готовність гравця до виконання завершального удару. Такі жести допомагають швидко координувати дії між пасуючим та нападником без необхідності вербального спілкування.

Блок-аут – це тактичний прийом, під час якого нападник навмисне спрямовує м'яч у руки блокуючих суперників, щоб після відскоку він покинув межі майданчика. Такий хід дозволяє команді здобути очко, оскільки м'яч торкається блоку перед виходом за межі поля. Виконання блок-ауту вимагає

високої точності, сили удару та вміння читати дії суперника [15]. Найтипівішим жестом є підняття рук перед обличчям, що сигналізує про готовність до виконання блоку. Положення пальців при цьому може вказувати на висоту або рівень блоку, на який орієнтується гравець. Така жестикуляція допомагає узгодити дії між блокуючими та забезпечити ефективну оборонну взаємодію.

Блок-аут із використанням сітки передбачає навмисне спрямування м'яча під таким кутом, щоб після контакту з сіткою він змінив траєкторію та залишив межі майданчика. Такий прийом вимагає високої точності удару та відчуття простору, оскільки гравець повинен врахувати відскок м'яча від сітки. Успішне виконання цієї дії дозволяє команді здобути очко, оскільки м'яч залишає поле з боку суперника після торкання сітки. Найхарактерніший жест: рух руки або обох рук у сітки може позначати заплановану позицію встановлення блоку. Такий сигнал допомагає забезпечити точну координацію між блокуючими під час тактичної взаємодії.

Розгін (Quick spike) – це різновид атакуючого прийому, при якому пасуючий передає м'яч нападнику для миттєвого удару [9]. Такий підхід дозволяє нападнику атакувати раптово, скорочуючи годину реакції оборони суперника. Використання розгону підвищує ймовірність ефективного завершення атаки та створює несподівані ситуації для супротивника. Найпоширеніший жест: Різке опускання руки після підйому м'яча може сигналізувати про намір виконати швидку атаку.

Підвищена атака (Back row attack) передбачає, що гравець із задньої лінії здійснює удар по м'ячу. Це створює несподівану ситуацію для суперника, який не завжди готовий до атаки з цієї позиції. Завдяки цьому команда отримує тактичну перевагу, збільшуючи шанси на результативний удар. Найпоширеніший жест: Підняття руки за спиною гравця може сигналізувати про те, що наступна атака буде здійснена із задньої лінії.

Фінт атаки (Feint spike) полягає в тому, що гравець демонструє підготовку до удару в одному напрямку, а фактично спрямовує м'яч у протилежну частину майданчика. Така тактика дозволяє збити з пантелику захисників суперника і тим самим створити відкриту зону для атаки. Виконання фінту потребує високого рівня координації та контролю м'яча. Цей прийом є ефективним у випадках, коли оборона суперника орієнтована на передбачуваний удар. Гравець повинен оцінювати позиції захисників перед виконанням фінту, щоб максимально використати слабкі зони. Регулярне тренування фінтів підвищує непередбачуваність дій команди та збільшує шанси на результативну атаку. Найпоширеніший жест: Рухи рукою або корпусом у певному напрямку з наступним раптовим зміщенням сигналізують про виконання фінту перед атакою.

Перший темп. У волейболі термін «перший темп» позначає тактовну атаку, коли один гравець виходить на удар раніше за інших [22]. Це дозволяє команді здійснити швидку атаку, яка ускладнює захисникам суперника прогнозування дій. Використання першого темпу підвищує ймовірність успішного та точного удару, забезпечуючи тактичну перевагу під час гри.

У цій тактичній схемі один із гравців готується до удару раніше за інших, щоб зайняти вигідну позицію для ефективної атаки. Виконуючи удар першим темпом, гравець отримує годинникове та просторове перевагу, що дозволяє йому завдати удару раніше, ніж суперник устигне організувати блок або оборону.

Перший темп використовується для проведення різноманітних атак, включаючи швидкий удар по центру майданчика, підвищені удари або інші тактичні варіації, спрямовані на здобуття очка для команди. Успіх цієї тактики значною мірою залежить від злагодженої координації між пасуючим та нападником. Кожен гравець повинен чітко розуміти свою роль і час виходу на удар, щоб уникнути помилок у передачі та атаці. Крім того, ефективність першого темпу підвищується завдяки швидкому прийняттю рішень та точності

дій на майданчику. Найпоширеніший жест: Підняття вгору вказівного та великого пальців може сигналізувати про вибір певного темпу атаки.

Другий темп у волейболі характеризується тим, що гравці готуються до удару пізніше порівняно з першим темпом [22]. Це дає нападнику додатковий час для точного позиціонування, вибору оптимальної траєкторії м'яча та застосування різних тактичних прийомів. Використання іншого темпу дозволяє ефективно обходити блок суперника та збільшувати ймовірність результативного удару.

У другому темпі нападники можуть здійснювати атаки з різних зон майданчика, що забезпечує гнучкість тактичних дій. Це дозволяє класифікувати комбінації на дво-, три- та чотириходові, де задіяні три нападаючі з передньої лінії та один або кілька гравців із задньої лінії. Гравці іншого темпу можуть також застосовувати швидкі зміни траєкторії м'яча або виконувати несподівані атаки, щоби дезорганізувати оборону суперника.

Застосування іншого темпу вимагає від гравців високої концентрації на ситуації на майданчику, швидкого прийняття рішень та тісної координації між членами команди для успішного завершення атаки. Водночас ця тактика сприяє підвищенню ефективності атакуючих дій та реалізації очків у складних ігрових ситуаціях. Найпоширеніший жест: Підняття вгору вказівного та великого пальців може сигналізувати про вибір конкретного темпу атаки.

Зона у волейболі означає визначену область майданчика, де реалізуються конкретні тактичні комбінації. У цій зоні два чи більше нападаючих координують свої дії для досягнення ефективного результату. Використання зони дозволяє гравцям спільно організовувати атаку чи оборону, максимально використовуючи простір. Такий підхід сприяє підвищенню точності та результативності командних дій у певній частині поля.

Термін «зона» зазвичай позначає певний сектор ігрового майданчика, на якому гравці здійснюють специфічні рухи та тактичні дії. Це може стосуватися

області безпосередньо перед сіткою, бокових частин поля або задньої лінії майданчика. Зоні допомагають чітко організувати взаємодію гравців під час атаки чи оборони.

У подібних комбінаціях гравці взаємодіють між собою для підвищення ефективності виконання дій у конкретній частині майданчика, застосовуючи тактичні прийоми для отримання переваги над суперником. Найпоширеніший жест: Вказівний палець, направлений на різні напрямки, зазвичай позначає конкретні зони на полі, куди планується виконати атаку.

Зліт. Поняття «зліт» у волейболі описує тактичний прийом, коли гравець готується до удару з низької передачі, що рухається вертикальною траєкторією. Цей удар зазвичай здійснюється у зоні 3, розташованій біля передньої лінії майданчика. Під час передачі м'яч гравець, який атакує, вже знаходиться у повітрі або перебуває у фазі стрибка, готуючись до точного удару. Виконання зльоту вимагає від спортсмена високої координації рухів та правильної оцінки траєкторії м'яча.

Під час зльоту гравець повинен демонструвати високий рівень гнучкості та координації, щоб точно вразити м'яч у момент його перельоту над сіткою. Це вимагає значної концентрації та точності, оскільки необхідно враховувати траєкторію м'яча та положення суперника. Успішне виконання атаки залежить від здатності швидко оцінювати ситуацію на майданчику та коригувати рухи у повітрі. Найпоширеніший жест: Підняття рук може сигналізувати про підготовку до удару з висоти або зліт для виконання атаки.

Простріл – це тактичний прийом у волейболі, який передбачає виконання удару з низької та швидкої передачі вздовж сітки. Така дія дозволяє швидко направити м'яч у визначену зону поля супротивника. Простріл може виконуватися як безпосередньо в межах однієї зони, так і з переходом через кілька зон. Основною метою цього прийому є створення несподіваності для захисників суперника та забезпечення ефективного завершення атаки.

У волейболі термін «простріл» означає тактичний прийом, при якому гравець намагається прорвати блок суперника або виконати точний удар безпосередньо за сіткою, використовуючи низьку та швидку передачу м'яча [22].

Виконання цього прийому вимагає від гравця високої точності та швидкої реакції, оскільки він зазвичай здійснюється після швидкої передачі від партнера по команді. Простріл є ефективним засобом подолання оборонного блоку суперника або для забивання м'яча біля ділянки поля, де противник має найбільші прогалини. Найпоширеніший жест: рухи руки вздовж сітки можуть сигналізувати про обраний тип атаки.

Напівпростріл є технічним прийомом у волейболі, що передбачає удар з прискореної передачі вздовж сітки на висоті до 1,5 метра. Ця передача може здійснюватися як з однієї ігрової зони в іншу, так і через зону, залежно від тактичної задачі команди. На відміну від швидкісного прострілу, швидкість м'яча під час напівпрострілу зазвичай трохи менша. Проте траєкторія польоту м'яча при цьому прийомі піднімається вище, що ускладнює його перехоплення для суперника. Напівпростріл дозволяє атакуючому гравцеві маневрувати та обирати оптимальну точку для удару.

У волейболі напівпростріл виступає як тактичний прийом атаки, що дає гравцеві можливість застосовувати точність і стратегічне позиціонування для прориву через блок суперника або виявлення вразливих зон у його обороні. Цей вид удару дозволяє регулювати траєкторію м'яча під час польоту, що ускладнює захисну підготовку супротивника. Найпоширеніший жест: Рухи руки уздовж сітки у вигляді опуклої дуги можуть сигналізувати про обраний тип атаки.

Повернення. Тактична комбінація «Повернення» у волейболі описує варіант атаки, коли нападаючий виконує удар як перед, так і позаду гравця, що пасує [26]. Спершу нападник розташовується перед пасуючим і готується до удару, потім переміщується позаду нього для виконання іншого удару. Після цього він повертається у вихідне положення перед пасуючим, щоб здійснити

наступну атаку. Така тактика дозволяє дезорієнтувати захисників суперника та створити більше можливостей для результативного удару.

Наприклад, коли нападник стартує перед пасуючим игроком, він може здійснити удар назад, щоб прорвати блок суперника. Після цього він повертається на свою вихідну позицію, готуючись до наступного удару по супернику. Такий рух дозволяє створювати непередбачувані траєкторії м'яча та збільшувати шанси на результативну атаку.

Подвійне повернення. У цій тактичній схемі нападаючий гравець виконує два послідовні повернення, змінюючи напрямок ударів для збивання з пантелику захисників суперника.

Коли нападаючий розташовується спереду гравця, який пасує, він спочатку виконує удар позаду цього гравця, змінюючи напрямок атаки. Після завершення першого удару він повертається на початкову позицію перед пасуючим, готуючись до наступної дії. Невдовзі нападаючий знову відходить на інший удар позаду пасуючого, створюючи непередбачуваність для захисників суперника. Така послідовність рухів дозволяє збивати з пантелику оборону та збільшувати шанси на результативний удар. В цілому, подвійне повернення сприяє динамічності атаки і підвищує тактичну гнучкість команди.

Ця тактика дозволяє заплутати захисників суперника завдяки швидким змінам напрямку атак, створюючи додаткові вільні зони для точних ударів. Водночас вона ускладнює супернику прогнозування дій команди, що робить процес організації блокування та оборони складнішим [15]. Найчастіше використовуваний жест: обертання тіла або рухи руками в різні боки можуть сигналізувати про плановане направлення удару.

Тактичний прийом «Дужка» у волейболі передбачає атаку, яка зазвичай виконується у центральній частині сітки. Нападаючий гравець підходить до удару, перебуваючи приблизно за 1,5 метра від пасуючого. М'яч під час удару рухається по траєкторії, що утворює легку дугу між пасуючим та нападником. Ця

тактика дозволяє обходити блок суперника та потрапляти у незахищені зони майданчика. Виконання «Дужки» вимагає чіткої координації між пасуючим та нападником для забезпечення точного та ефективного удару.

У цій тактичній схемі нападник зазвичай отримує низьку передачу від пасуючого. Це дає можливість гравцеві ефективно контролювати м'яч і виконати удар із невеликою дугою траєкторії. Такий підхід дозволяє обманути захисників суперника та спрямувати м'яч у незахищену частину майданчика. В результаті атака стає більш точною і складною для блокування чи прийому. Найпоширеніший жест: Рухи рук, які імітують форму дужки або стрілки, можуть сигналізувати про заплановані комбінації та тактичні стратегії.

Моріта – це складний тактичний прийом у волейболі, що вирізняється витонченістю виконання. Вперше його продемонстрував японський гравець на Кубку світу 1969 року у НДР. Суть прийому полягає в тому, що нападаючий гравець може атакувати як спереду, так і ззаду гравця, який виконує передачу м'яча. Така зміна позиції дозволяє створювати непередбачуваність для захисників суперника та забезпечує ефективне завершення атаки.

Під час виконання прийому «Моріта» гравець спочатку робить розбіг і присідає, готуючись до стрибка для удару [22]. Він починає випрямляти ноги та імітує стрибок по м'ячу з низької передачі, проте в останню мить рух затримується. М'яч передається на висоту приблизно один метр для підготовки удару. Після цього гравець повторно стрибає вгору і завдає точного удару по м'ячу. Така техніка створює ефект несподіванки для захисників суперника. Найпоширеніший жест: Характерні рухи рук або тіла, що імітують техніку удару «Моріта».

Хрест (Cross). Тактична комбінація «Хрест» полягає у взаємодії двох нападаючих гравців, які виходять на удар у певну зону, перетинаючи траєкторії один одного під час атаки. Перший нападник виконує удар першим темпом, створюючи першу лінію атаки. Інший нападник виходить на удар іншим темпом,

перетинаючи шлях першого і вводячи елемент непередбачуваності для оборони суперника. Така взаємодія ускладнює роботу захисників, змушуючи їх реагувати швидше та точніше. В результаті комбінація «Хрест» підвищує ефективність атакуючих дій команди та створює додаткові можливості для забиття очка.

Передній «хрест» використовується у разі, коли перший нападник виходить на удар попереду гравця, що передає м'яч, а другий нападник перетинає його траєкторію. Інший нападник при цьому може розташовуватися як попереду, так і позаду гравця, що виконує передачу.

Зворотний «хрест» застосовується тоді, коли перший нападник спочатку розташований позаду гравця, що передає м'яч, але під час атаки рухається вперед. Другий нападник виходить на удар, перетинаючи траєкторію першого, який перебуває перед гравцем-пасуючим. Таку комбінацію прямого та зворотного «хреста» можна виконувати як поперед, так і позаду гравця, що передає м'яч.

У схемі малого «хреста» беруть участь нападники зі суміжних зон, тоді як у великому «хресті» атакують гравці, розташовані через одну або кілька зон (наприклад, зони 4 та 2). [22]

Подвійний «хрест» реалізується, коли в атаці задіяні всі три гравці передньої лінії, причому рух останнього нападаючого на удар перетинає траєкторії першого та іншого гравців. Найпоширеніший жест: Рухи рук або пальців, які утворюють форму хреста або перетину, можуть сигналізувати про заплановану тактовну комбінацію атаки.

Хвиля (Wipe). У цій тактичній комбінації обидва нападаючі гравці виходять на удар в одну зону, при цьому передача м'яча здійснюється вздовж сітки. Виконання прийому передбачає синхронний рух обох гравців на удар, що формує ефект хвилі. Завдяки цьому захисники суперника стикаються з невизначеністю щодо напрямку атаки. Нападаючі можуть варіювати траєкторію м'яча, змінюючи кут удару чи висоту, щоб обдурити оборону. Ефективне застосування «Хвилі»

вимагає високої координації та взаємодії між гравцями передньої лінії. Найпоширеніший жест: Рухи рук або пальців упродовж сітки зазвичай сигналізують про застосування тактики «хвилі» під час атак.

Ешелон (Tandem). У цій комбінації обидва нападаючі гравці виходять на удар в одну і ту ж зону. Перший гравець атакує першим темпом, а другий нападаючий розташовується позаду нього, створюючи ефект «ешелону» або «ескадри». Завдяки цьому захисникам суперника важче передбачити напрямок атаки та своєчасно реагувати.

Виконання: Перший гравець атакує за першим темпом, тоді як другий виходитиме на удар іншим темпом, рухаючись позаду першого. Така побудова дозволяє іншому нападнику використати першого як своєрідний щит або засіб відволікання для суперника. Це ускладнює завдання захисникам, збиваючи їх із правильного ритму реакції. В результаті інший гравець отримує більше можливостей для точного та ефективного удару. Найпоширеніший жест: Рух або вказівка, що сигналізує одночасно атаку двох гравців у формуванні «ланці».

Отже, використання трекінгу гравців та аналіз їх положення дозволяє підвищити точність оцінки успішності як окремих технічних дій, так і тактичних прийомів. Отримані дані створюють основу для розробки ефективної системи потокового та оперативного контролю технічної майстерності команд на основі моделі тактичної та статистичної структури матчу.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Методи дослідження

Для досягнення поставлених у дослідженні цілей було використано комплекс наукових методів, спрямованих на всебічне вивчення проблеми. Основними з них стали: теоретичний аналіз і узагальнення даних спеціальної науково-методичної літератури, що дозволило сформулювати наукове підґрунтя дослідження; педагогічні спостереження, які забезпечили отримання емпіричних даних щодо особливостей технічної підготовки волейболістів; а також методи математичного моделювання і математичної статистики, що дали змогу кількісно обґрунтувати результати та підвищити їх надійність.

Аналіз науково-методичної літератури дозволив дослідити окремі аспекти, пов'язані з удосконаленням техніко-тактичних дій та взаємодій спортсменів у волейбольному захисті. Було визначено особливості, які сприяють ефективнішій грі під час захисних дій у межах обмеженого простору та часу. Зокрема, було обґрунтовано вплив спеціальної підготовки волейболістів на успішність виконання захисних маневрів. Також у рамках дослідження розглянуто теоретико-методичні основи моделювання захисних дій у волейболі.

Педагогічні спостереження дали можливість детально дослідити показники змагальної діяльності досвідчених волейболістів.

Математичне моделювання мало на меті розробити модель захисних процесів у волейболі. Основною задачею було вдосконалення захисних тактичних дій та взаємодій кваліфікованих волейболістів під час прийому нападаючого удару. Це досягалося шляхом розробки та побудови моделі, що відображала реальні ігрові ситуації. Модель дозволила детально дослідити і оптимізувати дії спортсменів у захисті.

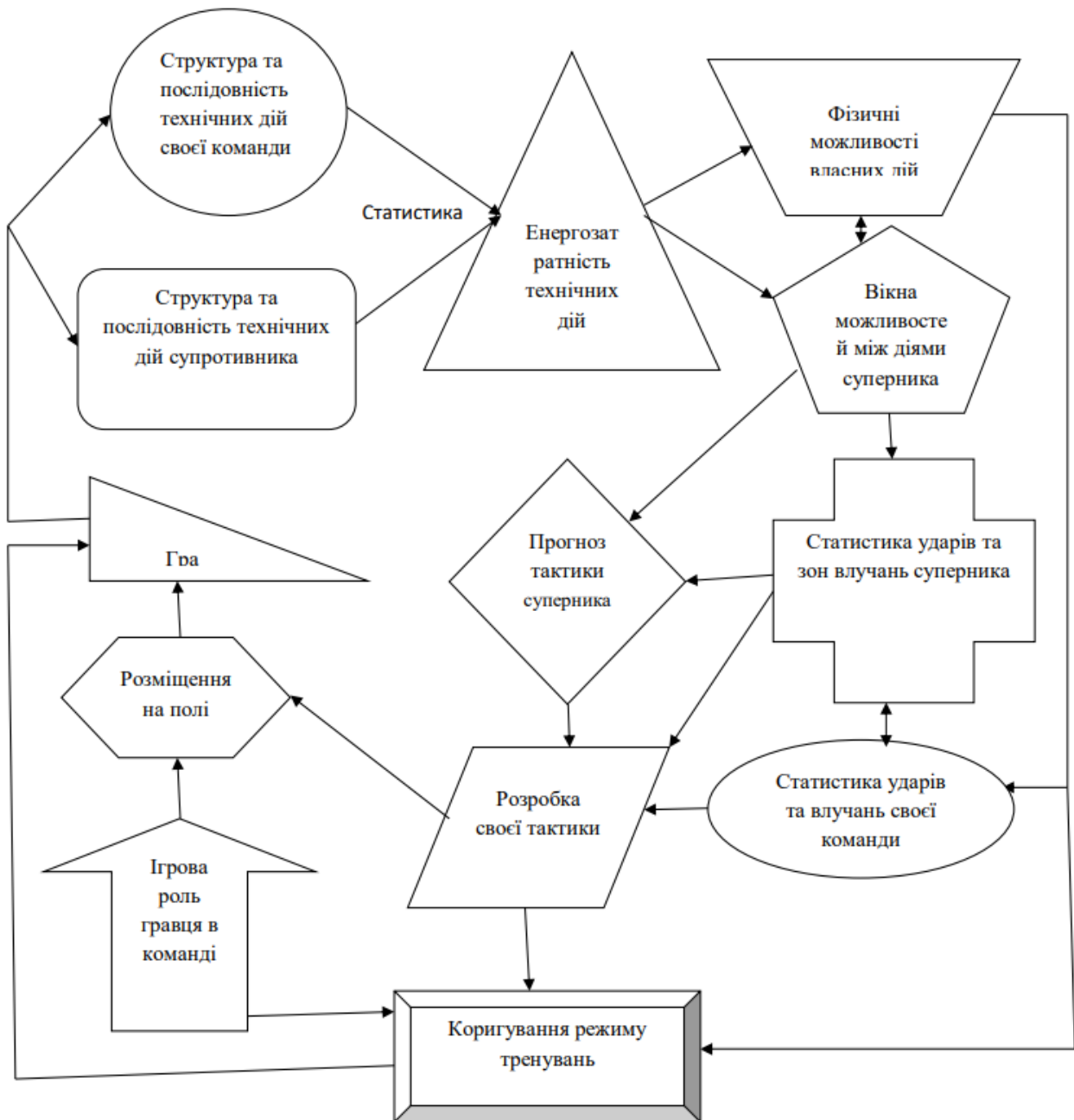


Рис. 2.1. Схема тактичного аналізу гри

Дослідження ґрунтується на моделюванні розширених модельних показників ВК «Епіцентр-Подільня» у 2024 році, які включають не лише технічні параметри, а й антропометричні характеристики гравців. Було визначено склад команди, а також проаналізовано відсоткові показники успішності кожної технічної дії, використаних у створеній математичній моделі. Проведено дослідження динаміки зниження ефективності технічних дій упродовж сетів, що

описується функцією $y = -9,559x + 112,0$ із високим коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,976$, що свідчить про її надійність і статистичну значущість.

Було розроблено геометричну модель покриття ігрового поля гравцями, за якою сумарна зона контролю команди становить $42,39 \text{ м}^2$, тобто $52,3\%$ площі поля. Розрахунки виконано на основі формули Лагранжа, що визначає оптимальне пакування кіл радіусом $1,5 \text{ м}$. Водночас встановлено, що через просторові обмеження поля найефективнішим є не стільникове пакування, а лінійне розташування в ряд, яке забезпечує дев'ять зон контролю замість семи при класичній моделі.

Створені моделі та математичний апарат стали основою для розроблення настільної гри, яка імітує тактичні дії волейбольного матчу. У процесі дослідження були враховані різні типи атак, спрямовані в окремі зони поля, а також введено параметри, що характеризують «улюблені» – найчастіше вживані та найрезультативніші – типи атак команди-суперника. Це дозволяє використовувати модель для побудови адаптивної тактичної схеми гри на основі попереднього аналізу ігрових записів.

Запропонована система відкриває перспективу впровадження гейміфікації у процес тактичної підготовки спортсменів. Вона дає змогу тренеру здійснювати статистичну оцінку ефективності гри, коригувати розташування гравців на полі, а також удосконалювати дії в атаці та обороні залежно від тактичної ролі кожного спортсмена. Крім того, у роботі подано низку технічних пропозицій, спрямованих на оптимізацію діяльності тренера та вдосконалення загальної системи підготовки волейбольної команди.

Обробка отриманих даних здійснювалася за допомогою традиційних *методів математичної статистики*. Для статистичної обробки даних малих вибірок застосовувалися непараметричні критерії Манна–Уїтні та Фрідмана, а також критерій Стюдента для порівняння груп. Ступінь взаємозв'язку між змінними визначали за коефіцієнтами кореляції Пірсона та Спірмена.

2.2. Організація досліджень

Перший етап дослідження (вересень–листопад 2024 р.) передбачав визначення методологічної основи, аналіз сучасних проблем підготовки кваліфікованих волейболістів, було здійснено огляд і узагальнення провідних наукових досліджень, присвячених системі підготовки волейболістів, техніко-тактичним діям, особливостям змагального процесу та побудові тренувальних моделей;

Другий етап (грудень 2024 р. – квітень 2025 р.) складався зі збору, обробки й інтерпретації даних, що дозволяють вдосконалити тактику гри. На цьому етапі побудовано статистичні і геометричні моделі, що відображають покриття поля гравцями, оптимальні траєкторії атак, ймовірні зони завершення атакувальних дій; визначено ключові параметрів, що можуть бути використані в подальшому для удосконалення командної тактики (швидкість переходу, зона відповідальності, оптимальні позиційні зміщення, профіль «улюблених ударів» команди супротивника).

Третій етап (травень–жовтень 2025 р.) був присвячений аналізу даних та побудові моделей інтегрованої система оцінювання гри команди. На цьому етапі визначено критерії оперативного контролю, що здійснюється безпосередньо під час матчу (оцінка точності дій, ефективність прийому, зміни в зоні покриття, виявлення сильних і слабких зон суперника); критерії поточного контролю, які аналізують гру у міжматчевий період (динаміка показників за сетами, стабільність технічних дій, відповідність виконання моделі гри тактичному плану); створено алгоритми аналізу відеозаписів, інтегрованих у модель, що дозволяють відтворити тактичні рішення і прогнозувати поведінку суперників; підготовлено рекомендацій щодо корекції тренувального процесу, спрямовані на підвищення рівня виконання технічних дій та оптимізацію тактики.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Модельні характеристики волейболістів клубу «Епіцентр-Подільня»

Суб'єктом дослідження виступає команда, на прикладі якої було проведено пробне моделювання з метою перевірки ефективності та працездатності розробленої методики. У даному випадку як суб'єкт дослідження обраний волейбольний клуб «Епіцентр-Подільня» у 2024 році. Це дозволило використовувати реальні дані для моделювання, що підвищує достовірність результатів дослідження та практичну значущість розробленої методики.

Основу моделі складають три взаємопов'язані компоненти: модельні характеристики, тактична модель та командна схема. Модельні характеристики відображають ключові параметри команди та окремих гравців, що впливають на ефективність виконання технічних та тактичних дій. Тактична модель описує послідовність і взаємозв'язок дій спортсменів під час гри, визначає оптимальні рішення в ігрових ситуаціях та особливості взаємодії між гравцями. Командна схема демонструє розподіл ролей на полі, позиційне розташування спортсменів та їхні функціональні обов'язки, що дозволяє візуалізувати стратегію та організацію гри. У сукупності ці компоненти формують цілісну систему, яка забезпечує науково обґрунтоване моделювання процесів у волейболі.

Модельні характеристики волейболістів клубу «Епіцентр-Подільня» (команда Суперліги України) наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Моделльні характеристики ВК «Епіцентр-Подоляни»

Показник	Позначення	Імовірність успіху, %	Імовірність невдачі, m %	Значення показника
Подача	S	50	7	Визначає ефективність ініціації атаки та створення труднощів для суперника. Високий показник підвищує можливість прямого заробітку очок та контролю гри.
Атака в боротьбі з блоком	A	42	12	Відображає здатність гравця подолати блок суперника. Важливий параметр для оцінки силової ефективності команди та планування тактичних комбінацій.
Атака без блоку	A	50	10	Оцінює ефективність ударів, коли блок відсутній. Сприяє швидкому заробленню очок та підвищує темп гри.
Атака як контр дія при атаці суперника	A	28	12	Відповідає за здатність команди діяти у відповідь на атаки суперника. Впливає на оборонну тактику та швидкість переходу в атаку.
Пас під удар	D	62	5	Якість передачі для організації атаки. Високий показник забезпечує точність і ефективність атакувальних дій.
Пас під удар (неточний)	D	48	—	Відображає частоту помилок при передачі. Використовується для корекції техніки та оптимізації тактичних рішень.
Підстраховка	C	58	8	Забезпечує страховку атакувальних і захисних дій. Впливає на стабільність команди та зменшує ймовірність втрати очка.
Прийом подачі	SR	70	5	Ефективність прийому подачі суперника. Високий показник дозволяє швидко переходити в атаку та планувати комбінації.
Захист	Def	52	8	Відповідає за здатність гравців перехоплювати м'яч та підтримувати атаки. Ключовий параметр для оборонної тактики.
Блок повний	B	12	18	Ефективність повного блокування атак суперника. Впливає на зменшення пропущених очок та психологічний тиск на суперника.
Блок на зниження дій суперника	B	38	18	Використовується для обмеження ефективності ударів суперника, сприяє підготовці до контратаки та плануванню тактичних дій.

Аналіз отриманих даних свідчить про необхідність підвищення рівня технічної підготовленості спортсменів, зокрема вдосконалення навичок виконання пасу під удар. Цей елемент гри є ключовим для організації ефективної

атаки, оскільки саме від точності й своєчасності передачі залежить можливість реалізації атакуючого потенціалу команди. Недостатня якість виконання цього технічного прийому може призводити до втрати темпу гри, зниження результативності атак та збільшення кількості технічних помилок.

Використання модельних характеристик волейбольної команди у процесі планування тренувального процесу та формування тактичних схем є важливим інструментом підвищення ефективності гри. Такі характеристики охоплюють як індивідуальні технічні показники гравців, так і командні тактичні аспекти, зокрема стратегії нападу, захисту, блокування та пасу. Систематичний аналіз цих параметрів дозволяє тренерам розробляти науково обґрунтовані програми підготовки, оптимізувати розподіл навантажень і формувати більш ефективні ігрові стратегії, спрямовані на досягнення високих спортивних результатів.

Ефективна взаємодія гравців на полі, їхнє спілкування та узгоджене розуміння тактичних дій є визначальними чинниками для формування оперативних розкладів команди під час гри. Від злагодженості колективних дій залежить успішність реалізації атак, оборони та переходів між ними. Аналіз показників командної взаємодії дає змогу тренерам виявляти сильні та слабкі сторони у взаєморозумінні гравців, що стає основою для цілеспрямованого вдосконалення внутрішньоконандної комунікації та узгодженості дій під час тренувального процесу.

Використання модельних характеристик у системі підготовки дозволяє не лише оцінювати поточний рівень гри, а й відстежувати динаміку розвитку як окремих спортсменів, так і команди загалом. Завдяки цьому тренери мають можливість оперативно коригувати тренувальні програми, адаптуючи їх до реальних потреб і функціональних можливостей команди. Такий підхід сприяє підвищенню ефективності командної взаємодії, покращенню колективної тактики та забезпечує стабільне зростання результатів у змагальній діяльності.

Загалом застосування модельних характеристик дає змогу тренерам глибше проаналізувати потенціал команди, визначити її сильні та слабкі сторони як на індивідуальному, так і на колективному рівні. Це, у свою чергу, сприяє розробці більш ефективних тренувальних програм і тактичних стратегій, спрямованих на підвищення результативності та досягнення успіху у змагальній діяльності.

Кожен волейболіст має індивідуальні сильні та слабкі сторони, що визначають його роль і ефективність у команді. Аналіз індивідуальних технічних та фізичних навичок дає змогу тренерам визначити, у яких ігрових ситуаціях кожен спортсмен може принести найбільшу користь команді. Деякі гравці відзначаються потужними ударами, інші – високою точністю прийому чи стабільністю у захисті. Такий підхід дозволяє формувати оптимальні ігрові зв'язки та тактичні схеми відповідно до потенціалу кожного спортсмена.

Фізичні якості, зокрема сила та швидкість, є ключовими детермінантами успішності у волейболі. Для професійних спортсменів середній показник вертикального стрибка становить від 70 до 90 см, тоді як максимальна сила жиму (гантелей або штанги) може досягати 1,5–2 маси тіла гравця. Ці параметри варіюють залежно від рівня тренуваності, віку, статури та функціональних можливостей спортсмена. Саме тому тренувальний процес спрямовується на розвиток сили, швидкості, витривалості та гнучкості, що дозволяє гравцям ефективно діяти в умовах високих навантажень під час змагань. Оцінка фізичної підготовленості допомагає тренерам виявляти аспекти, які потребують удосконалення, і відповідно коригувати індивідуальні програми підготовки.

У тактичній схемі 5–1 стартовий склад команди зазвичай включає шість основних гравців, серед яких – два гравці першого темпу, два догравальники, один зв'язуючий та один діагональний нападник. Така побудова забезпечує баланс між атаквальними і захисними діями команди, дозволяючи ефективно поєднувати швидкі атаки через центр з потужними ударами із флангів.

Зв'язуючий виконує роль координатора ігрових дій, формуючи тактичні комбінації та керуючи розподілом м'яча між нападниками.

Таблиця 3.2

Орієнтовні антропометричні показники волейболістів залежно від ігрового амплуа для гравців чоловічих команд Суперліги

Ігрова функція	Середній зріст (см)	Маса тіла (кг)	Розмах рук (см)	Висота стрибка (см)
Центральний блокуючий	200–210	90–105	210–220	80–90
Діагональний нападник	195–205	85–100	205–215	80–90
Догравальник (зовнішній нападник)	190–200	80–95	200–210	75–85
Зв'язуючий	185–195	75–90	195–205	65–75
Ліберо	175–185	65–80	185–195	55–65

У загальній структурі тактичної моделі команди передбачено 14 гравців, що забезпечує гнучкість складу під час змагань. З них чотири спортсмени виконують функції гравців першого темпу, чотири – догравальників, двоє – зв'язуючих, двоє – діагональних нападників і двоє – ліберо. Хоча наявність двох ліберо може здаватися надлишковою з огляду на правила їхньої вільної заміни, така структура може бути обумовлена особливостями тактики команди. Подібний підхід дозволяє варіювати захисну побудову, забезпечувати більшу варіативність у прийомі та підвищувати стабільність оборонних дій протягом тривалого матчу.

З метою уточнення та доповнення наявних модельних характеристик у межах розробленої моделі було проведено детальний аналіз ігрових матчів. Це дало змогу встановити взаємозв'язок між ефективністю виконання техніко-тактичних дій та порядковим номером сету, що дозволяє глибше зрозуміти динаміку зміни результативності протягом гри.

Аналіз відеозаписів ігор ВК «Епіцентр-Подoliaни» за 2024 рік показує зміну ефективності виконання технічних дій залежно від порядкового номера сету (Рис. 3.1).

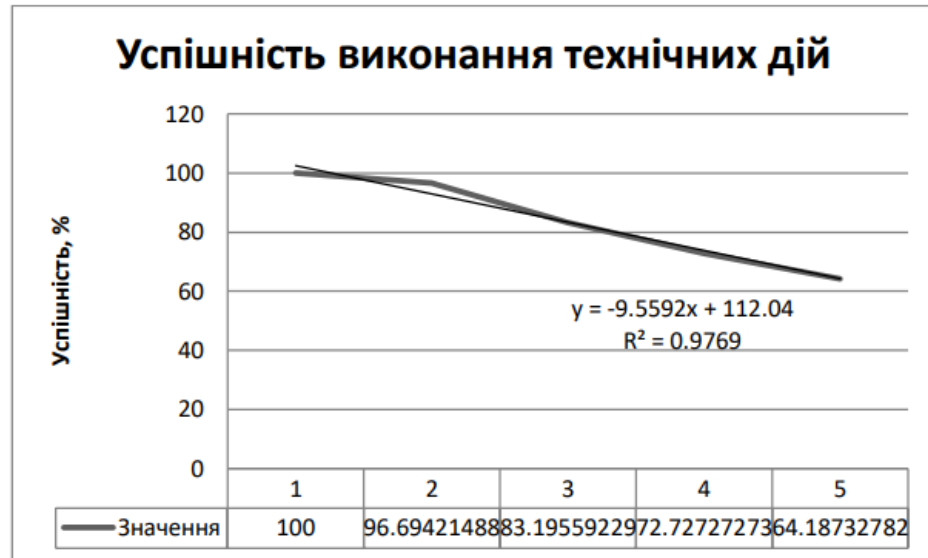


Рис. 3.1. Динаміка ефективності технічних дій у залежності від номера сету

Час проведення матчу суттєво впливає на ефективність виконання технічних дій, оскільки він визначає динаміку гри, фізичний стан гравців та психологічну готовність команди. Зазвичай у середині матчу спортсмен може відчувати втому, що негативно позначається на концентрації, точності виконання ударів та прийомів. Водночас, у разі тривалого матчу команда може адаптуватися до стилю гри суперника, краще координувати свої дії та знаходити оптимальні шляхи реалізації тактики, що підвищує ефективність колективних дій у пізніших сетах.

Окремо слід виділити показник часу реакції на м'яч, який характеризує проміжок часу, необхідний гравцю для реагування на подачу або удар суперника. Цей параметр є важливим для оцінки швидкості реакції, рівня концентрації та відданості спортсмена процесу гри, а також допомагає тренерам коригувати

тренувальні програми для покращення оперативності прийняття рішень і точності технічних дій.

Час реакції на м'яч варіюється залежно від рівня підготовки, досвіду, концентрації та фізичних здібностей спортсмена. Для волейболу швидкість польоту м'яча становить 244 ± 13 м/с, а кількість одночасно контрольованих об'єктів – 6–8 залежно від комбінацій. У молодших гравців і новачків час реакції зазвичай становить 0,7–1,2 с, тоді як у висококласних спортсменів він зменшується до 0,2–0,5 с, а тренування сенсомоторної реакції дозволяють скоротити його на 0,03–0,05 с. Професійні волейболісти можуть розвивати швидкість коротких пробіжок до 20–25 км/год і виконувати стрибки висотою 1–1,5 м.

Ці дані дають загальне уявлення про швидкість реакції гравця, яка може змінюватися залежно від індивідуальних особливостей та конкретних ігрових умов. Оцінка цього показника корисна для тренерів при плануванні тренувань та розвитку реакційних навичок.

Номер сету також впливає на ефективність технічних дій: у перших сетах команди експериментують зі стратегіями та вивчають суперника, у середніх – концентрація зростає через важливість результату, а в кінці матчу можуть проявлятися психологічний тиск і втома.

Зміна позицій гравців після подачі має суттєвий вплив на ефективність як атакуювальних, так і захисних дій команди. Після виконання подачі спортсмени можуть переміщуватися на оптимальні для конкретної ігрової ситуації позиції, орієнтуючись на тактичні завдання команди та дії суперника. Таке пересування дозволяє створювати додаткові можливості для проведення атакуювальних комбінацій, забезпечує більш ефективне покриття ігрового поля під час оборони та сприяє злагодженості командних дій. У результаті правильна організація зміни позицій після подачі підвищує загальну результативність команди та полегшує реалізацію стратегічних планів під час матчу.

На основі аналізу відеозаписів матчів ВК «Епіцентр-Подільня» було оцінено ймовірність точного влучання суперника в різні зони ігрового поля. Цей показник безпосередньо залежить від ігрової ролі та позиції гравців, що дозволяє більш точно прогнозувати розвиток подій на майданчику та планувати тактичні дії команди (рис. 3.2.).

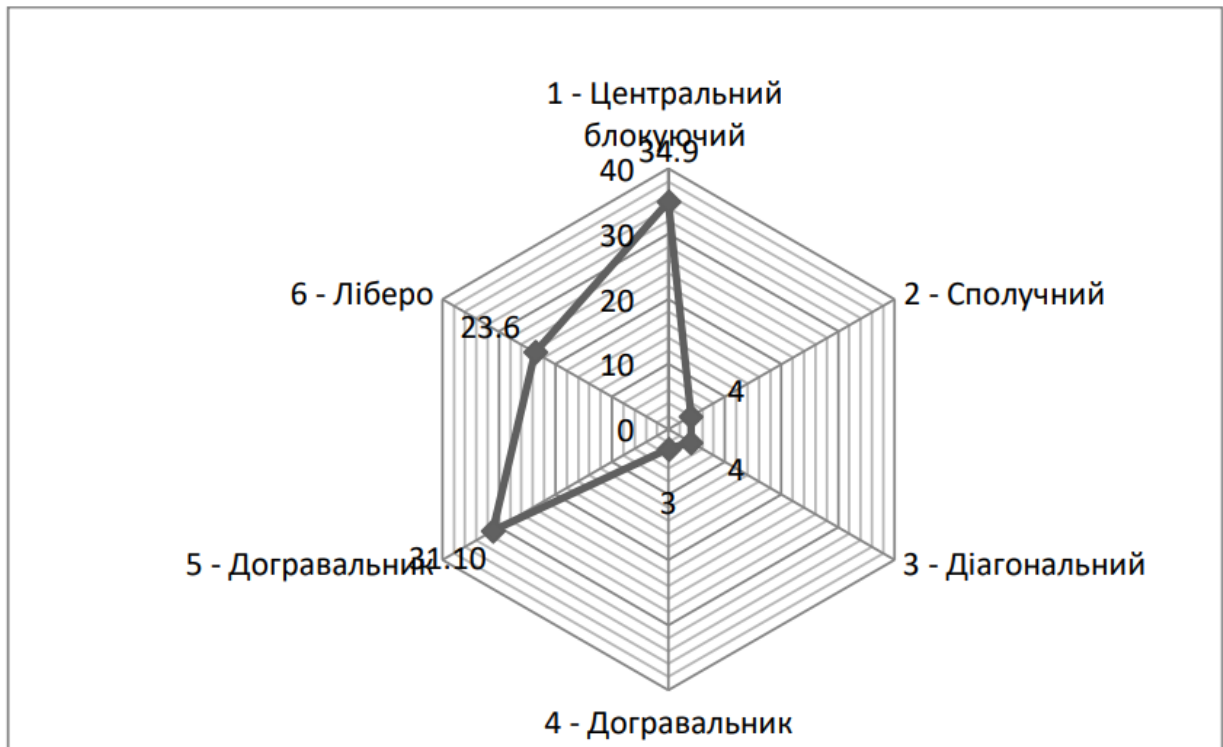


Рис. 3.2. Ймовірність точного потрапляння м'яча у різні зони ігрового поля

Зона 1 (Центральний блокуючий, 1-й номер) має ймовірність влучання 34,9 %. Гравець цього амплуа розташовується під сіткою та спеціалізується на блокуванні ударів суперника, що підвищує ймовірність точного потрапляння м'яча в цю зону.

Зона 2 (Сполучний, 2-й номер) характеризується ймовірністю влучання 4 %. Сполучний виконує функцію організатора атак, видаючи паси нападникам, а його передбачувані переміщення знижують ймовірність точного влучання суперника в цю зону.

Зона 3 (Діагональний, 3-й номер) також має ймовірність влучання 4 %. Діагональний гравець, як потужний нападник, зазвичай атакує з задньої лінії, що може збільшувати ефективність атак у цю зону, проте через позиціонування ймовірність влучання залишається відносно низькою.

Зона 4 (Догравальник, 4-й номер) має ймовірність влучання 3 %. Догравальник другого темпу атакує з країв сітки, де простір для успішної атаки обмежений через велику кількість блоків суперника, що знижує ефективність ударів у цю зону.

Зона 5 (Догравальник, 5-й номер) характеризується ймовірністю влучання 31,1 %. Ця зона менш захищена суперником, оскільки вона не є головним напрямком атак команди, що підвищує шанси на успішне влучання м'яча.

Зона 6 (Ліберо) має ймовірність влучання 23,6 %. Ліберо забезпечує високу точність прийому та організації оборони, що робить його ефективним у захисті своєї зони. Водночас суперники можуть цілеспрямовано атакувати цю ділянку, враховуючи менші фізичні параметри ліберо, але через його високий рівень оборонних дій ймовірність успішної атаки все одно залишається обмеженою.

3.2. Геометричне моделювання техніко-тактичної ситуації під час волейбольного матчу

Для визначення ефективності дій команди розраховується зона покриття майданчика, що ґрунтується на максимальному радіусі охоплення поля одним гравцем під час технічної дії, який становить близько 1,5 метра. Такий підхід дозволяє оцінити просторові можливості гравців у процесі оборони та атаки, визначаючи, наскільки ефективно команда перекриває поле. Розташування гравців у площині розглядається як задача оптимальної просторової організації, де використовується принцип найщільнішої упаковки кіл. Відповідно до теореми Лагранжа, максимальна щільність досягається при

координатному числі $\lambda = 6$, що забезпечує найефективніше перекриття площі без втрати зони контролю.

$$\eta_h = \frac{\pi}{\sqrt{12}} \approx 90,69\% \quad (1)$$

За відсутності обмежувальних меж така структура розташування елементів набуває форми стільникової комірки. Це означає, що оптимальна схема розташування нагадує шестикутну сітку, у якій кожен елемент (у даному випадку – зона дії гравця) максимально ефективно використовує простір, не залишаючи невикористаних ділянок (рис. 3.3). Така модель дозволяє досягти найвищої щільності покриття ігрового поля та забезпечує рівномірний розподіл функціональних зон між гравцями.

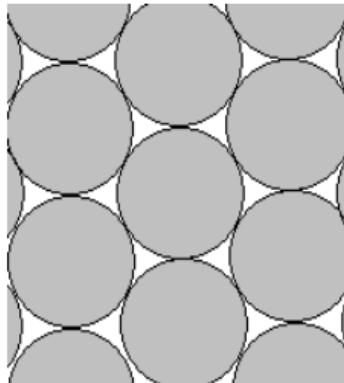


Рис. 3.3. Схема зон контролю за умов найщільнішого розташування гравців

У такому просторовому розподілі кожна зона контролю має спільні точки дотику з сусідніми зонами через свої вершини, що забезпечує безперервне покриття ігрової площі. У структурному плані цей кластер можна описати як комбінацію семи шестикутників і шести рівносторонніх трикутників, які утворюють замкнену систему. У геометричному зображенні така модель наочно відтворюється у вигляді сукупності взаємопов'язаних шестикутників, що демонструють принцип найщільнішої організації простору (рис. 3.4).

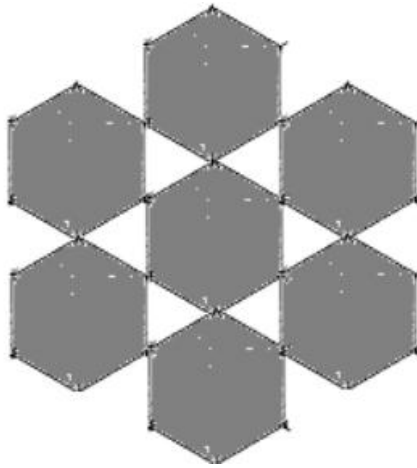


Рис. 3.4. Геометричне представлення принципу пакування кіл

У діаметральній площині проміжки між зонами контролю утворюють фігури, що за формою нагадують дельтоїдні трикутники з увігнутими сторонами. Такі межі описуються кривими Штейнера, які відображають найкоротші лінії між точками дотику суміжних зон і характеризують оптимальне просторове розміщення елементів покриття (рис. 3.5).

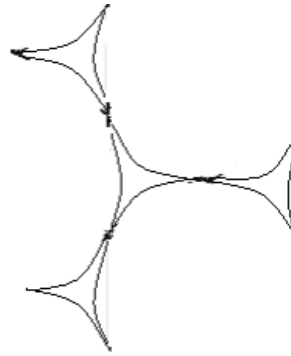


Рис. 3.5. Просторові проміжки між зонами контролю

Оскільки кластери пакування кіл із радіусом 1,5 м у квадраті зі стороною 9 м формують вписаний правильний шестикутник, який торкається сторін квадрата двома гранями та двома вершинами, можна визначити просторове розміщення зон контролю. Уздовж осі, що проходить через вершини цього шестикутника, розміщується лише три кола зазначеного радіуса, що формує кластер із семи зон контролю. Водночас на площі поля залишається простір,

еквівалентний приблизно двом додатковим зонам, який не потрапляє під активне покриття гравців.

Оскільки ігрова зона кожної команди має форму квадрата розміром 9×9 м, а радіус зони контролю становить 1,5 м, найефективнішим варіантом розташування є лінійне пакування. Такий тип розміщення дозволяє повністю заповнити ігрове поле дев'ятьма зонами контролю, між якими утворюються проміжки у вигляді увігнутих ромбоподібних фігур (Рис. 3.6).

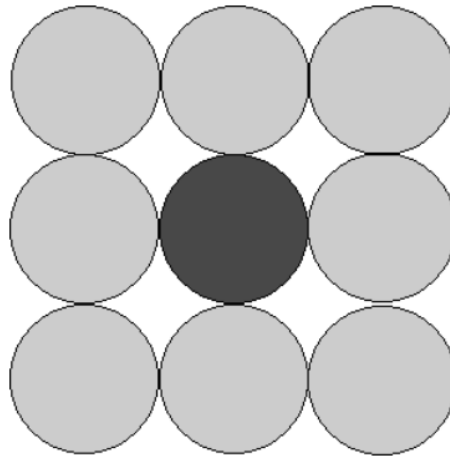


Рис. 3.6. Схема оптимального розташування максимальної кількості зон контролю на ігровому полі

При розташуванні гравців у три ряди все ігрове поле буде повністю охоплено дев'ятьма зонами контролю, що забезпечує ефективне покриття простору. Це означає, що шість гравців здатні контролювати приблизно дві третини площі поля за умов оптимальних переміщень і взаємодії між собою. Загальна площа зон контролю гравців становить $42,39 \text{ м}^2$, що відповідає $52,3 \%$ від загальної площі ігрової частини поля (81 м^2), яка перебуває під контролем команди.

Максимально щільне розташування дев'яти зон контролю дозволяє охопити площу $63,585 \text{ м}^2$, що становить $78,5 \%$ від загальної площі ігрового поля. Це свідчить про те, що навіть за умов високої рухливості та оптимального

розподілу гравців професійна команда не може повністю контролювати більше половини поля. Крім того, ефективність контролю ускладнюється тим, що для реалізації тактичних комбінацій гравцям доводиться заходити у зони контролю інших учасників, а для виконання блоку необхідно наближатися до сітки, що додатково зменшує покриття.

Водночас, оскільки волейбол є тривимірною грою, важливу роль відіграє також висота польоту м'яча. Зазвичай м'яч перебуває на висоті близько 2,43 м над рівнем майданчика, тоді як висота стрибка професійного гравця становить 50–60 см. У сумі зріст гравця дозволяє досягати приблизно $249,7 \pm 15,11$ см, що перевищує середню висоту польоту м'яча навіть без урахування довжини рук. Це свідчить, що для перехоплення подачі гравець може не обмежуватися своєю плоскою зоною контролю на полі, а ефективно діяти по траєкторії м'яча у повітрі, збільшуючи можливості оборони та організації атаки.

У волейболі існує кілька типів передач, які класифікуються за трьома основними параметрами: спрямуванням, довжиною траєкторії та висотою польоту м'яча. За спрямуванням передачі можуть бути фронтальні (вперед), вертикальні (вище гравця) або зворотні (назад). За довжиною траєкторії розрізняють довгі передачі, що перетинають всю ігрову зону, короткі – між суміжними зонами, та укорочені – у межах однієї зони.

Висота польоту м'яча також є важливим критерієм: високі передачі перевищують 2 м, середні досягають 2 м, а низькі – до 1 м. Поєднання довжини та висоти траєкторії визначає швидкість польоту м'яча, яка може бути повільною, прискореною або швидкісною. Крім того, передачі можуть відрізнятися за відстанню до сітки: вони можуть проходити близько до сітки (до 0,5 м) або на більшу відстань (понад 0,5 м), що впливає на тактичні можливості команди під час організації атак і блоків [24].

Максимальна висота польоту м'яча у волейболі зазвичай обмежується висотою стелі або даху спортивної арени, де проводиться гра. На професійних

майданчиках ця висота коливається в межах 12–20 метрів, що визначає граничні умови для високих подач та атак. При максимальній швидкості польоту м'яча, що може досягати 120 км/год (33,3 м/с), умовна відстань 24–40 метрів подолаються приблизно за 0,72–1,2 секунди, а довжину ігрового майданчика 9 м м'яч пролітає за 0,27 секунди, що демонструє високі вимоги до реакції та швидкості прийому гравців.

Середня швидкість польоту волейбольного м'яча становить приблизно 60 км/год [31], що відповідає часу реакції гравця 1,44–2,4 с для дальніх передач та 0,54 с для коротких. Протягом матчу гравець долає близько 750 м, а середня дальність ривка становить 30–40 см за 0,2–0,3 с, що забезпечує достатньо часу для перехоплень у дальній частині поля, тоді як у ближній зоні основною стає швидкість реакції. Через це статистично найбільша кількість перехоплень припадає на зони ближче до сітки, проте лише одна з трьох зон демонструє підвищений відсоток ймовірності пропуску м'яча, що відображає нерівномірність навантаження та ефективності захисту.

На практиці через криволінійні траєкторії польоту м'яча та вплив силових ударів фактичні відстані, які долає м'яч, виявляються дещо більшими, а його швидкість – дещо нижчою за розрахункові. Це впливає на час реакції гравців і потребує врахування при плануванні тренувальних ігрових ситуацій.

Ігрове поле моделі формується двома рівними квадратами, на які наноситься розмітка, аналогічна стандартній волейбольній. Для відображення м'яча використовується маленька фішка, радіус основи якої бажано робити приблизно в десять разів меншим за «довжину зеленої нитки», що використовується для моделювання зон покриття.

На полі розміщуються по шість фігурок, кожна з яких має прикріплену знизу зелену нитку з відміткою на третині її довжини. Довжина нитки відповідає 1/6 довжини поля та оснащена невеликим металевим вантажем, що символізує

зону покриття гравця; фігурка, яка зображує ліберо, відрізняється кольором для полегшення ідентифікації.

Друга нитка, пофарбована в червоний колір і оснащена вантажем-магнітом, кріпиться зверху конструкції і має довжину щонайменше вдвічі більшу за довжину ігрового поля. Вона використовується для моделювання траєкторії польоту м'яча під час гри. Коли фішка, що зображує м'яч, перебуває у гравця, який керує фігуркою, ця нитка демонструє можливий шлях руху м'яча по ігровому простору, дозволяючи наочно відстежувати його пересування.

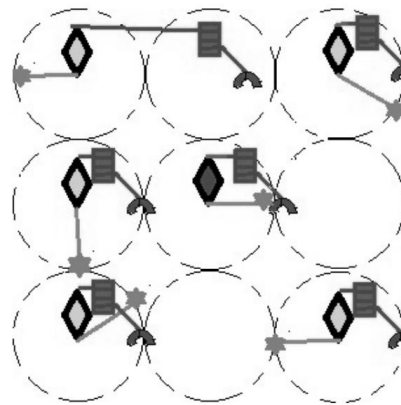


Рис. 3.7. Схема концепції настільної ігрової моделі

Під час подачі гравець, у якого фішка м'яча «примагнічується» до кінця червоної нитки, оголошує тип виконуваної дії – наприклад, подачу, силову атаку, силову атаку в стрибку або планеруючу атаку – та переміщує фішку до координат, куди направляє м'яч, при цьому позначаючи ниткою його траєкторію. Після цього інші гравці здійснюють переміщення у будь-яку зону, обмежену довжиною зеленої нитки, і вголос повідомляють, які дії вони виконують. Якщо гравці опиняються на траєкторії польоту м'яча, вони можуть спробувати перехопити його, відтворюючи реальні ігрові ситуації та реакцію на атаку суперника.

Якщо гравець перемістився в межах першої третини довжини зеленої нитки, це вважається ривком, що дозволяє йому виконувати будь-який тип

контрдії, включаючи силові атаки зі стрибком. У випадку переміщення стрибком, тобто до кінця нитки, можливості дій гравця обмежуються через більшу витрату часу та фізичної енергії. Для переміщень, що знаходяться між третиною довжини нитки та її кінцем, дозволяються всі дії, які не передбачають стрибок на місці. Таким чином, відстань переміщення визначає спектр доступних контрдій і впливає на тактичні рішення гравця під час гри.

Після озвучення дій гравців гейм-майстер здійснює автоматичний розрахунок успішності контрдій за формулою та активує рандомайзер, який на основі отриманої ймовірності визначає, чи вдалася дія.

$$p_{TA} = \frac{(q_{TA} \cdot (1 - q_{CTA(o)}) \cdot (1 - q_m))}{1 - (q_{CTA(o)} \cdot (1 - q_{TA(k)}) \cdot (1 - q_{m(o)}))} \cdot f(N) \cdot p_z \quad (2), \text{ де}$$

де p_{TA} – ймовірність виконання успішних технічних дій; q_{TA} – відсоток успішних технічних дій за модельними показниками); $q_{CTA(o)}$ – відсоток успішних контрдій до технічних дій за модельними показниками суперника; p_z – ймовірність влучання при даному типі атакуючої комбінації відносно зони поля; $f(N)$ – ефективність виконання технічних дій відносно номеру сета.

У випадку часткової успішності дії розрахунок проводиться повторно для відповідного типу контрдії; наприклад, при невдалому пасі під удар перевіряється успішність неточного пасу під удар. Якщо рандомайзер фіксує невдачу навіть у другому випадку, це автоматично знижує ймовірність успішного виконання дії гравцем, який приймає пас, що відображає взаємозалежність результатів між учасниками гри.

Гейм-майстер також виконує функції судді, керуючись правилами переміщень та виконання технічних дій, аналогічно правилам волейболу. Зокрема, як і в офіційних правилах, допускається перебування м'яча на одній половині поля протягом двох ходів. Кожен тип технічної дії автоматично порівнюється з модельними показниками команди та розраховується за

формулами, розробленими в дипломній роботі; для цього можна використовувати таблицю Excel із відповідними формулами або спеціальний програмний додаток. Улучання вважається беззаперечним, якщо жодна з зелених ниток не перекриває координати, куди «прилетів» м'яч; у всіх інших випадках успіх визначається ймовірностями за допомогою рандомайзера.

3.3. Методичні рекомендації щодо впровадження системи оперативного та поточного контролю технічної майстерності волейбольних команд

Система поточного та оперативного контролю технічної майстерності волейбольних команд представляє собою комплекс організаційних і методичних заходів, спрямованих на безперервний моніторинг та аналіз технічних дій гравців. Вона дозволяє своєчасно виявляти сильні та слабкі сторони кожного спортсмена, оцінювати ефективність виконання технічних навичок та коригувати тренувальний процес. Основна мета цієї системи полягає у підвищенні рівня технічної майстерності гравців, що забезпечує поліпшення ігрових результатів команди.

Системи поточного та оперативного контролю технічної майстерності волейбольних команд повинні включати кілька ключових компонентів. По-перше, це регулярний моніторинг виконання технічних дій гравців під час тренувань та ігор, який дозволяє оцінити точність, швидкість та ефективність прийомів, подач, атак і блокувань. По-друге, система має передбачати аналіз отриманих даних для виявлення сильних та слабких сторін спортсменів, а також для визначення прогресу у розвитку технічних навичок. По-третє, до системи включаються методи оперативного коригування тренувального процесу та тактичних рішень на основі поточного стану команди. Нарешті, система повинна містити інструменти для документування результатів, ведення статистики та

порівняння показників із модельними характеристиками команди, що дозволяє планувати подальші тренування та вдосконалювати стратегію гри.

Першим компонентом системи контролю технічної майстерності є *відеоаналіз та організація тренувальних сесій*. Записи тренувань і матчів дають можливість тренерам та гравцям детально оцінювати техніку виконання ігрових дій, виявляти помилки та визначати напрями для вдосконалення. Для підвищення ефективності навчального процесу доцільно застосовувати сучасні засоби трекінгу положення м'яча та гравців, що дозволяє отримувати більш точні дані про рухи спортсменів і оцінювати технічну підготовку у реальному часі.

Рекомендуємо використовувати сучасні засоби трекінгу положення м'яча та гравців під час відеоаналізу та тренувальних сесій для підвищення ефективності навчання та розвитку технічних навичок волейболістів. Основні типи таких систем:

1. Оптичні системи відстеження (Optical Tracking Systems) використовують камери навколо майданчика для визначення точного положення м'яча та гравців у просторі. Приклади: SportVU, Kinexon, STATSports.

2. Інерційні вимірювальні пристрої (Inertial Measurement Units, IMU) вбудовані в датчики, що фіксують прискорення та обертання гравців та м'яча в реальному часі. Приклади: Catapult Sports, Zebra Technologies.

3. Системи комп'ютерного зору (Computer Vision Systems) аналізують відеозаписи кадр за кадром для автоматичного визначення рухів гравців і м'яча. Приклади: ChyronHego, Kinovea.

4. GPS-трекери (GPS Trackers) вимірюють переміщення гравців на майданчику через спеціальні жилети або нарукавники. Приклади: Playertek, Catapult Sports.

Використання цих технологій дозволяє тренерам детально відстежувати рухи команди, аналізувати технічні дії та приймати обґрунтовані стратегічні рішення. Такі технології сприяють більш ефективному розробленню

індивідуальних і командних тренувальних стратегій та покращенню технічних навичок волейболістів.

Застосування засобів трекінгу положення м'яча та гравців під час відеоаналізу та тренувальних занять надає можливість отримувати детальні дані про переміщення спортсменів, їхнє розташування на майданчику та взаємодію з м'ячем. Такі дані дозволяють тренерам і гравцям точно ідентифікувати слабкі сторони у виконанні технічних прийомів, а також оцінювати ефективність командної взаємодії. Крім того, використання цієї інформації сприяє вдосконаленню техніки гри та прийняттю більш обґрунтованих і стратегічно продуманих рішень під час підготовки до матчів та безпосередньо у грі.

Статистичний аналіз є важливою складовою системи контролю технічної майстерності волейбольної команди. Збір та обробка даних під час тренувань і матчів дозволяє виявляти тенденції у грі, визначати сильні та слабкі сторони гравців і команди в цілому.

Для ефективного контролю рекомендується використовувати комплексний підхід до аналізу гри. Спершу оцінюються модельні показники команди, що характеризують загальний рівень володіння м'ячем, ефективність атак і якість захисту. Далі аналізуються зони поля, у які найчастіше спрямовуються успішні атаки та блоки, що дає змогу визначити сильні та слабкі сторони командної взаємодії. Крім того, важливим є вивчення змін у результативності протягом окремих сетів, що дозволяє виявити фактори зниження ефективності гри. Нарешті, оцінюється успішність виконання тактичних прийомів та комбінацій, що надає тренерам інформацію для розробки стратегій покращення гри та оптимізації підготовки команди.

Розробка індивідуальних програм тренувань для кожного гравця є важливим елементом системи підготовки, оскільки дозволяє враховувати особисті потреби та фізичні й технічні особливості спортсмена. Особлива увага приділяється техніці переміщень, яка є ключовою для ефективної гри.

Тренування можуть включати різні стартові рухи з низькою, середньою та високою інтенсивністю, а також крокові, подвійні та перехресні переміщення, що сприяють розвитку швидкості та координації гравців.

Техніка нападу, зокрема передача м'яча, потребує вдосконалення точності та сили удару. Тренувальні вправи повинні включати роботу над точністю передачі, контролем швидкості польоту м'яча та розвитком загальної швидкості рухів. Техніка захисту, зокрема прийоми та блокування атак суперника, передбачає розвиток координації, швидкості реакції та точності прийому. Для досягнення високої ефективності підготовки тренування повинні бути різноманітними та комплексними, включаючи симуляції ігрових ситуацій, вправи на швидкість і силу, а також спеціальні вправи для вдосконалення технічних навичок у переміщеннях, нападі та захисті.

Для кожного ігрового амплуа волейболістів розробляються специфічні тренувальні програми, які враховують роль гравця та вимоги гри. Центральний блокуючий (1-й номер) потребує тренувань, спрямованих на вдосконалення техніки блокування та реакції на атаки суперника, а також вправ для розвитку сили та підготовки до стрибків. Сполучний (2-й номер) зосереджується на розвитку точності та сили передач, а також на покращенні швидкості переміщення по корті та реакції на дії суперників.

Діагональний (3-й номер) потребує технічних тренувань із фокусом на атаку з задньої лінії, що включає вправи на підвищення стрибучості та точності ударів. Догравальники (4-й і 5-й номери) спрямовують увагу на розвиток швидкості переміщення по майданчику, удосконалення техніки удару з країв сітки та прийому м'яча. Ліберо проходить спеціалізовані тренування для підвищення реакції та ефективності прийому м'яча, а також для вдосконалення техніки оборони та швидкості виконання дій. Кожна тренувальна програма має бути адаптована до індивідуальних потреб гравця з урахуванням його амплуа та ролі в команді.

Постійне навчання та самовдосконалення теж є елементом технічної підготовки. Цей напрямок передбачає організацію майстер-класів, тренінгів та інших форм навчання, що сприяють безперервному розвитку технічних, тактичних та психофізіологічних навичок гравців.

Систематичне складання аналітичних звітів та оцінка їх результатів дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо подальшого вдосконалення технічної майстерності команди та окремих спортсменів.

У цілому, така система є невід'ємною частиною процесу тренування та підготовки волейбольних команд на всіх рівнях, від аматорського до професійного, і забезпечує підвищення ефективності навчання та досягнення високих спортивних результатів.

ВИСНОВКИ

На основі аналізу літературних джерел встановлено, що до загальноприйнятих показників технічної майстерності волейбольної команди належать модельні характеристики, тактична модель та командна схема. Для підвищення точності оцінки ефективності гри пропонується доповнити модельні характеристики статистикою влучань у різні зони ігрового поля, математичною залежністю успішності подач від номеру сету та даними про результативність виконання тактичних прийомів. Крім того, до тактичної моделі доцільно включити схему зон покриття поля гравцями при різних ігрових патернах, що дозволить більш точно відображати командну взаємодію та просторову організацію гри.

На основі аналізу відеозаписів матчів ВК «Епіцентр-Подільня» було оцінено ймовірність точного влучання суперника в різні зони ігрового поля. Цей показник безпосередньо залежить від ігрової ролі та позиції гравців, що дозволяє більш точно прогнозувати розвиток подій на майданчику та планувати тактичні дії команди.

Системи поточного та оперативного контролю технічної майстерності волейбольних команд повинні включати кілька ключових компонентів. По-перше, це регулярний моніторинг виконання технічних дій гравців під час тренувань та ігор, який дозволяє оцінити точність, швидкість та ефективність прийомів, подач, атак і блокувань. По-друге, система має передбачати аналіз отриманих даних для виявлення сильних та слабких сторін спортсменів, а також для визначення прогресу у розвитку технічних навичок. По-третє, до системи включаються методи оперативного коригування тренувального процесу та тактичних рішень на основі поточного стану команди. Нарешті, система повинна містити інструменти для документування результатів, ведення статистики та

порівняння показників із модельними характеристиками команди, що дозволяє планувати подальші тренування та вдосконалювати стратегію гри.

Застосування гейміфікації у технічній підготовці через настільну гру дозволить тренеру оцінювати ефективність різних комбінацій з урахуванням модельних показників команди, що сприяє більш гнучкому та обґрунтованому плануванню тактики гри.

Було розроблено геометричну модель покриття поля гравцями, яка показала, що загальна зона контролю команди становить 42,39 м², або 52,3% від площі ігрового майданчика. Крім того, створено математичні моделі для настільної гри, що емулює тактичні взаємодії під час волейбольного матчу. У цій моделі ігрове поле представлене двома рівними квадратами, а м'яч відображається малою фішкою, оптимальне розміщення зон контролю визначається на основі принципів Лагранжа.

Цей підхід схожий на рольові ігри, проте замість традиційних кубиків використовуються статистичні дані, що дозволяє моделювати й оцінювати ігрові ситуації більш об'єктивно. Використання числових показників забезпечує можливість узагальнення результатів та їх детального аналізу для прийняття обґрунтованих тренерських рішень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Артеменко Б.О. Значимість тактичної підготовленості волейболістів різного рівня майстерності у їх ігровій діяльності. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2014. Вип. 1. С. 9–14.
2. Бейгул І.О., Шишкіна О.М., Гацура В.В. Розвиток фізичних якостей волейболістів. *Науковий часопис Укр. держ. ун-ту імені М. П. Драгоманова*. Серія 15, Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт). 2022. Вип. 11(157). С. 26–30.
3. Борисова О.В., Шльонська О.Л., Шутова С.Є., Хамуді М.Ф. Оцінка спеціальної фізичної підготовленості кваліфікованих волейболістів, *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*. 2018. № 5. С. 167–173.
4. Гамалій В.В., Шльонська О.Л., Братчик В.А. Вдосконалення техніко-тактичної підготовки висококваліфікованих волейболістів різного амплуа. *Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка*. 2001. № 139. Т. II. С. 214–216.
5. Гаркуша С.В. Біомеханічна корекція швидкісно-силової підготовленості волейболістів високої кваліфікації у передзмагальний період. Автореф. дис. ... канд. пед. наук. Харків, 2005. 24 с.
6. Градусов В. О., Ліснянський В. К., Мельник А. Ю. Дослідження ефективності та якості виконання подач волейболістами високої кваліфікації у змагальній діяльності. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту* Х.: ХХПІ. 2011. № 6. С. 10–14.
7. Гунченко В. Ефективність виконання атакуювальних ударів як визначального фактору змагальної діяльності у пляжному волейболі. *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2019. № 1. С. 3–12, DOI: 10.32540/2071-1476-2019-1-003.

8. Гунченко В. В. Ефективність подач як вагомий фактор змагальної діяльності у пляжному волейболі. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*. 2018. Вип. 6. С. 122–129.
9. Дорошенко Е. Теоретико-методичні основи управління техніко-тактичною діяльністю в командних спортивних іграх: автореф. дис. на здобуття наук ступеня канд. наук з фіз. виховання і спорту: спец. 24.00.01. «Олімпійський та професійний спорт» Київ. 2014.
10. Зінченко Н.В., Паєвський В.В. Ефективність ігрових техніко-тактичних дій волейболісток високої кваліфікації. *Спортивні ігри*. 2017 № 4. С. 29–31.
11. Ковальчук А. Особливості тренувального процесу волейболістів різної кваліфікації. *Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві*. Луцьк; 2013. № 2(22). С. 129–32.
12. Козіна Ж.Л. Теоретичні основи і результати практичного застосування системного аналізу в наукових дослідженнях в області спортивних ігор. *Physical Education Theory and Methodology*. 2007. № 6. С. 15–18.
13. Костюкевич В. М. Концепція моделювання тренувального процесу спортсменів командних ігрових видів спорту. *Здоров'я, спорт, реабілітація*. 2016. № 4. С. 32–38.
14. Костюкевич В. М. Теорія і методика спортивної підготовки (на прикладі командних ігрових видів спорту): навчальний посібник. Вінниця: Планер. 2014. 616 с.
15. Кудряшов Є.В., Шинкарьов С.І., Максимова Н.В. Вплив рівня технічної підготовленості на ефективність змагальної діяльності волейболісток різної кваліфікації. *Педагогіка, психологія та медикобіологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2004. № 14. С. 17–24.
16. Ляхова Т.П., Парамей О.А. Аналіз використання різних видів атакуючих дій у пляжному волейболі. Проблеми і перспективи розвитку

спортивних ігор та єдиноборств у вищих навчальних закладах. 2018. № 2. С. 34–37.

17. Ляхова Т.П., Стрельнікова Є.Я. Оптимізація техніко-тактичних процесів з урахуванням ігрових амплуа волейболістів. *Фізичне виховання творчих студентів*. 2006. № 1. С. 38–45.

18. Мельник А. Ю. Методика для аналізу статистичних даних стосовно виконання різних способів подачі у змаганнях з пляжного волейболу. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова*. 2019. Вип. 5(113). С. 93–97.

19. Мітова О. Динаміка розвитку командних спортивних ігор як підґрунтя формування сучасної системи контролю у командних спортивних іграх. *Physical culture sports and health of the nation*. 2022. Вип. 13 (32). С. 198–211.

20. Мітова О.О. Теоретико-методичні основи контролю в командних спортивних іграх у процесі багаторічної підготовки: монографія. НУФВСУ. Київ, 2021.

21. Носко Н.А. Критерії технічної підготовленості волейболістів різних вікових груп. *Педагогіка, психологія та медикобіологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 1999. №14. С. 6–10.

22. Олійник І., Дорошенко Є., Мельник М., Сушко Р., Тищенко В., Шамардін В. Сучасні підходи до аналізу техніко-тактичних дій кваліфікованих волейболістів. *Теорія та методика фізичного виховання*. 2021. Том 21. № 3. С. 235–243. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2021.3.07>

23. Олійник М. О. Моделювання техніко-тактичних дій кваліфікованих волейболістів у ЗВО. Запоріжжя : ЗДМУ, 2018. 78 с.

24. Олійник М., Дорошенко Е. Моделювання техніко-тактичних дій кваліфікованих волейболістів у відповідності до зон майданчика. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*. 2017. № 4. С. 93–98.

25. Олійник М.О. Удосконалення тренувального процесу кваліфікованих волейболістів на основі використання модельних характеристик змагальної

діяльності [автореферат]. Дніпро: Придніпр. держ. акад. фіз. культури і спорту; 2021. 24 с.

26. Перевозник В.І., Тропін Ю.М., Jerzy Skrobecki. Використання методів математичної статистики в спортивних іграх. *Спортивні ігри*. 2023. № 2 (28). С. 85–96. doi:10.15391/si.2023-2.08

27. Пітин М. Теоретична підготовка в спорті : монографія. Львів : ЛДУФК, 2015. 372 с.

28. Прозар М. В., Козак Є. П. Теорія і методика викладання спортивних ігор (волейбол) : навчальний посібник. Кам'янець-Подільський: ТОВ «Друкарня Рута», 2015. 232 с.

29. Радченко О., Цюпак Ю., Констанкевич В., Тарасюк В., Дмитрук В. Статистичний аналіз результативності виступів чоловічих волейбольних команд другої ліги чемпіонату України у сезоні 2024–2025 років. *Спортивні ігри*. 2025. № 3 (37). С. 78–89. <https://doi.org/10.15391/si.2025-3.12>

30. Радченко О., Швай О., Цюпак Ю. Дослідження результативності та стабільності виконання верхньої подачі м'яча у грі волейболістами команд різної кваліфікації. *Спортивні ігри*. 2023. № 4 (30). С. 47–57. <https://doi.org/10.15391/si.2023-4.05>

31. Синіговець В. І., Синіговець Л. І., Дісковський В. І., Пилипенко М. І. Педагогічний контроль фізичної підготовленості старшокласників у процесі занять волейболом. *Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова*. Серія 15. 2022. Вип. 6(151). С. 124–127.

32. Сокольвак О. Структура та зміст тренувальної роботи учнів волейболістів 10–11 класів протягом підготовчого періоду річного циклу підготовки в спортивній секції. *Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві* : зб. наук. пр. Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки. Луцьк, 2012. № 4(20). С. 486–491.

33. Стрельникова Є.Я., Ляхова Т.П. Ефективність дій у нападі діагональних гравців у жіночому волейболі. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2016. № 2. С. 112–116.

34. Тропін Ю.М. Змагальна діяльність в командних спортивних іграх (огляд літературних джерел). *Спортивні ігри*. 2023. Вип. 1 (27). С. 62–73.

35. Усова Т. Програмне забезпечення аналізу ефективності у волейболі: короткий огляд. *Науково-методичні основи використання інформаційних технологій в галузі фізичної культури та спорту*. 2021. № 5. С. 151–159.

36. Худолій О.М., Іващенко О.В. Моделювання процесу навчання та розвитку рухових здібностей у дітей і підлітків: Монографія. Харків: ОВС, 2014. 320 с.

37. Цимбалюк Тарас, Молдован Андрій. Оперативний і поточний контроль у тренувальному процесі волейболістів. *Фізична культура і спорт : досвід та перспективи* : матеріали V Міжнар. наук.-практ. конференції (3–5 квітня 2025 р., м.Чернівці). Чернівці, 2025. С. 87–88

38. Швай О. Д., Цюпак Ю. Ю., Радченко О. В., Констанкевич В.П., Дмитрук В.С. Аналіз змагальної діяльності волейбольних команд України на внутрішній арені у 2023 році. *Спортивні ігри*. 2024. Вип. 2 (32). С. 65–74.

39. Шкретій Ю.М. Управління тренувальними і змагальними навантаженнями спортсменів високого класу: [монографія]. К.: Олімпійська література, 2005. 257 с.

40. Шльонська О. Л. Особливості техніко-тактичної підготовки волейболістів високого класу різного амплуа. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2015. № 4(48). С. 105–110. <https://doi.org/10.15391/sns.v.2015-4.020>

41. Шльонська О., Хамуді Ф. К. Структура змагальної діяльності у волейболі на сучасному етапі розвитку гри. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту*. 2017. № 3. С. 47–53.

42. Щепотіна Н., Костюкевич В.М. Педагогічний та медико-біологічний контроль підготовленості та змагальної діяльності волейболісток різної кваліфікації. Теоретико-методичні основи контролю у фізичному вихованні та спорті: монографія;. Вінниця: ТОВ «Планер». 2017.

43. Щепотіна Н.Ю. Модельні характеристики змагальної діяльності волейболісток різної кваліфікації. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2015. № 2. С. 80–85.

44. Щепотіна Н.Ю. Обґрунтування ефективності побудови тренувального процесу кваліфікованих волейболісток на основі модельних тренувальних завдань. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 15, Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт)*. 2017. Вип. 3К. С. 537–541.

45. Щепотіна Наталя, Вознюк Тетяна, Поліщук Володимир. Контроль техніко-тактичних дій у структурі змагальної діяльності висококваліфікованих догравальників у жіночому волейболі. *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2019. № 26. С. 236–241.

46. Щепотіна Н., Костюкевич В., Поліщук В., Коннова М., Саричев Є. Педагогічний контроль техніко-тактичних дій висококваліфікованих діагональних гравців у жіночому волейболі в процесі змагальної діяльності. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*. 2019. Вип. 7 (26). С. 236–241.

47. Щепотіна Н.Ю., Герасимишин В.П., Чуйко Ю.А. Модельні морфофункціональні показники висококваліфікованих волейболістів. Спортивні ігри. 2023. № 1 (27). С. 103–111. DOI: <https://doi.org/10.15391/si.2023-1.10>

48. Якушева Ю. І., Рогаль І. В., Підлужняк О. І., Чхань А. А. Структура та алгоритм побудови мікроциклів у системі тренувального процесу спортсменів високої кваліфікації у волейболі. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова*. 2023. Вип. 3(161). С. 163–170.

49. Artemenko B.O. Features of Use of Combinational Circuits Play in Attack During Volleyball Matches. *Pedagogics, Psychology, Medical-Biological Problems of Physical Training and Sports*. 2013. Вип. 12. С. 10–14.
50. Bompa T., Buzzichelli C. Periodization: Theory and Methodology of Training. Champaign : Human Kinetics, 2019. 368 p.
51. Costa G., Mesquita I., Afonso J. Tactical determinants of attack in high-level volleyball. *Journal of Sports Science & Medicine*, 2012, vol. 11, no. 1, pp. 64–70.
52. Drikos S., Kountouris P., Laios A. Correlation between skills in volleyball: A cross-sectional analysis. *Journal of Human Movement Studies*, 2019, vol. 76, pp. 45–58.
53. Hughes M., Bartlett R. The use of performance indicators in performance analysis. *Journal of Sports Sciences*, 2002, vol. 20, no. 10, pp. 739–754.
54. Malina R.M., Ribeiro B., Aroso J., Cumming S.P. Characteristics of youth soccer players aged 13–15 years classified by skill level. *British Journal of Sports Medicine*. 2007, vol.41, pp. 290–295.
55. Palao J. M., Santos J. A., Ureña A. Effect of team level on skill performance in volleyball. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 2014, vol. 14, no. 1, pp. 1–12.
56. Paoli A., Bianco A. Notational analysis of volleyball: Methodological principles. *Journal of Physical Education and Sport*, 2015, vol. 15, no. 2, pp. 253–259.
57. Sheppard J. M., Gabbett T. J. Technical and tactical overview of volleyball performance. *Strength & Conditioning Journal*, 2013, vol. 35, no. 6, pp. 48–57.
58. Stamm R., Lepik D. Game analysis in volleyball: A review of modern methods. *Baltic Journal of Sport and Health Sciences*, 2016, vol. 3(102), pp. 45–56.
59. Suchomel T., Comfort P., Lake J. Enhancing athletic performance through strength and power training. *Sports Medicine*, 2017, vol. 47, no. 4, pp. 1–15.