

ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ  
ПЕТРА МОГИЛИ

Факультет фізичного виховання та спорту  
Кафедра олімпійського та професійного спорту

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**«СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ПОБУДОВИ ТРЕНУВАЛЬНОЇ ТА  
ЗМАГАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У ПЛЯЖНОМУ ВОЛЕЙБОЛІ»  
«MODERN APPROACHES TO BUILDING TRAINING AND  
COMPETITIVE ACTIVITIES IN BEACH VOLLEYBALL»**

Магістрантки групи 683  
галузь знань 01 Освіта / Педагогіка  
спеціальність 017 Фізична культура і спорт  
Плахтирь Ірини Василівни

Керівник: доктор педагогічних наук,  
професор Довгань Н.Ю.

Рецензент доктор педагогічних наук,  
професор, директорка медичного  
інституту ЧНУ імені Петра Могили  
Терентьева Н.О.

## ЗГІДНО РІШЕННЯ КАФЕДРИ

## ОЛІМПІЙСЬКОГО ТА ПРОФЕСІНОГО СПОРТУ

Протокол №...5.....від 31.01.2024року .....

Кваліфіковану роботу здобувача другого (магістерського) рівня вищої освіти Плахтирь Ірини Василівни на тему: «Сучасні підходи до побудови тренувальної та змагальної діяльності у пляжному волейболі» рекомендувати до захисту.

Завідувачка кафедри

Довгань Н.Ю.

Декан факультету

Тупєєв Ю.В.

## ЗМІСТ

<b>АНОТАЦІЯ</b>		<b>5</b>
<b>ВСТУП</b>		<b>7</b>
<b>РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД НАУКОВИХ ПІДХОДІВ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ СПОРТИВНО-ЗАГАЛЬНОЇ ПІДГОТОВКИ КОМАНД ПЛЯЖНОГО ВОЛЕЙБОЛУ</b>		<b>12</b>
<b>1.1.</b>	<b>Суть геймплею, основні правила та особливості пляжного волейболу</b>	<b>12</b>
<b>1.2.</b>	<b>Історія пляжного волейболу</b>	<b>19</b>
<b>1.3.</b>	<b>Аналіз провідних наукових досліджень щодо системи підготовки, змагань та тактики пляжного волейболу</b>	<b>24</b>
<b>Висновки до розділу 1</b>		<b>28</b>
<b>РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ПОБУДОВИ СПОРТИВНО-ЗМАГАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У ПЛЯЖНОМУ ВОЛЕЙБОЛІ</b>		<b>30</b>
<b>2.1.</b>	<b>Основна гіпотеза, декомпозиція предмету дослідження та алгоритм дослідження</b>	<b>30</b>
<b>2.2.</b>	<b>Методи дослідження</b>	<b>32</b>
<b>2.2.1.</b>	<b>Теоретичний аналіз та узагальнення наукової періодики та інших інформаційних джерел</b>	<b>32</b>
<b>2.2.2.</b>	<b>Експериментальні методи дослідження</b>	<b>33</b>
<b>2.2.3.</b>	<b>Математичне моделювання</b>	<b>35</b>
<b>2.2.4.</b>	<b>Статистичний імовірнісний аналіз</b>	<b>38</b>
<b>2.3.</b>	<b>Організація дослідження</b>	<b>40</b>
<b>Висновки до розділу 2</b>		<b>41</b>
<b>РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА РОЗРОБКА СИСТЕМИ СПОРТИВНО-ЗМАГАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В ПЛЯЖНОМУ ВОЛЕЙБОЛІ</b>		<b>42</b>
<b>3.1.</b>	<b>Взаємозв'язки модельних характеристик та фізичних параметрів</b>	<b>42</b>
<b>3.1.1.</b>	<b>Результати вимірювань фізичних параметрів волейбольної команди</b>	<b>42</b>
<b>3.1.2.</b>	<b>Результати аналізу тактико-технічної структури матчів жіночої команди з пляжного волейболу</b>	<b>44</b>
<b>3.1.3.</b>	<b>Функціональні залежності успішності технічних дій від результатів тренувань</b>	<b>47</b>

<b>3.2.</b>	<b>Оцінка імовірності влучань по зонам поля</b>	<b>61</b>
<b>3.3.</b>	<b>Фізико-математична модель траєкторії польоту волейбольного м'яча.</b>	<b>63</b>
<b>3.4.</b>	<b>Розробка режиму тренувань з врахуванням імовірності травматизму</b>	<b>67</b>
<b>3.4.1.</b>	<b>Макроцикл тренувань з урахуванням встановлених кореляцій та мікроцикл вправ для нього</b>	<b>67</b>
<b>3.4.2.</b>	<b>Розрахунок імовірності травматизму протягом макроциклу тренувань</b>	<b>70</b>
<b>3.5.</b>	<b>Розробка рекомендацій з експериментальних елементів для вдосконалення системи змагань</b>	<b>71</b>
<b>Висновки до розділу 3</b>		<b>74</b>
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b>		<b>76</b>
<b>Список використаних джерел</b>		<b>79</b>
<b>Додатки</b>		<b>85</b>

## АНОТАЦІЯ

**Плахтир І.В. «Сучасні підходи до побудови тренувальної та змагальної діяльності у пляжному волейболі» // Кваліфікаційна робота магістра / за спеціальністю 017 «Фізична культура і спорт». – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, 2024. – 78с.**

У роботі обґрунтовано сучасні підходи до побудови тренувальної та змагальної діяльності. Теоретично обґрунтовано кореляцію між показниками тренувань та імовірністю успішного виконання технічних дій в атаці та захисті. Розроблено макроцикл та мікроцикл тренування з урахуванням даних кореляцій, імовірностей травматизму та одужання протягом періоду відновлення. Розраховано імовірності влучання в різні зони поля відповідно до дальності стрибка та ривка. Створено модель траєкторії польоту м'яча та впливу на неї вітру. Експериментально доведено репрезентативність розроблених моделей. Розроблено набір рекомендації щодо вдосконалення системи змагань за рахунок трекінгу, змін в матеріалі піску та поверхні м'яча.

Матеріали дослідження можуть використані для підвищення кваліфікації тренерів-викладачів ДЮСШ, викладачів фізичного виховання закладів вищої освіти, фахівців галузі фізичної культури і спорту.

*Ключові слова: пляжний волейбол, модельні характеристики, макроцикл тренувань, мікроцикл тренувань, травматизм, траєкторія м'яча.*

## ANNOTATION

**Plakhtyr I.V. "Modern Approaches to Training and Competitive Activities in Beach Volleyball" // Master's Qualification Work / Specialty 017 "Physical Education and Sports". - Black Sea National University named after Petro Mohyla, 2024. - 78 p.**

The paper justifies modern approaches to the construction of training and competitive activities. The correlation between training indicators and the probability of successful performance of technical actions in attack and defense is theoretically substantiated. A macrocycle and microcycle of training are developed taking into account correlation data, probabilities of injury, and recovery during the recovery period. Probabilities of hitting various zones of the field are calculated based on jump and leap distance. A model of the ball's flight trajectory and its interaction with the wind is created. The representativeness of the developed models is experimentally proven. Recommendations for improving the competition system through tracking, changes in sand material, and ball surface are developed.

The research materials can be used to improve the qualifications of coaches-instructors of Children and Youth Sports Schools, physical education teachers in higher education institutions, and specialists in the field of physical education and sports.

*Keywords: beach volleyball, model characteristics, macrocycle of training, microcycle of training, injury, ball trajectory.*

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Пляжний волейбол – командний вид спорту, що в перше виділився в 1915 на пляжі Вайкікі (Гавайські острови) як варіант звичайного волейболу. Олімпійський дебют 1996 року зробив цей вид спорту одним з тих, на які звертають особливу увагу при плануванні тренувань та ігрової стратегії.

Хороша амортизація піску збільшує можливості пляжних волейболісток в плані силових ударів в стрибку в порівнянні з звичайним волейболом, проте така поверхня ігрового майданчику підвищує можливість втрати опори а вітер на відкритій місцевості може бути додатковим випадковим фактором, що робить гру динамічнішою.

Все це, разом з рядом інших факторів надає пляжному волейболу ряд особливостей в плані системи тренувань, загально-спортивної діяльності та тактики гри, а також особливостей організації майданчика, змагань та роботи арбітрів.

Проблемі організації майданчику та інфраструктури для трекінгу м'яча присвячено значну кількість досліджень (P. Kurowski(2018); Xinning Zhou (2021)), в той час як проблема відстежування положення гравців охоплена значно менше (Kristina Host (2022)). Це говорить про не досить широке охоплення питання аналізу тактичної обстановки та технічних дій на ігровому полі.

Серед вітчизняних науковців подібний аналіз, в основному, представлено аналізом модельних характеристик (Ляхова Т.П., Парамей О.А.(2018); Гунченко, В. В. (2018)).

В зв'язку з невеликою кількістю досліджень, що стосуються саме пляжного волейболу існує ряд питань, що варто охопити при розробці оновлених методів підготовки жіночих команд.

Актуальність дослідження, проведеного в рамках магістерської дипломної роботи на тему: «Сучасні підходи до побудови спортивно-

загальної діяльності у пляжному волейболі, удосконалення системи змагань» полягає в тому, що доповнення існуючої системи загально-спортивної підготовки новими модельними характеристиками разом з впровадженням удосконалених методик тренувань дозволять ще більше підвищити ефективність підготовки жіночих волейбольних дуетів України.

**Мета** даної роботи – розробка системи спортивно-змагальної діяльності у пляжному волейболі та пропозицій з удосконалення роботи суддів за допомогою технічних засобів.

#### **Завдання дослідження.**

1. Проаналізувати історію розвитку гри та місце в олімпійській системі, описати правила та умови гри та можливі шляхи удосконалення роботи суддів, а також провідні наукові дослідження щодо тактичного аналізу гри.

2. Розробити аналітичну модель підготовки спортсменок з урахуванням ризиків травматизму для оптимізації роботи тренерів та адаптивну систему спортивно-змагальної діяльності з урахуванням кореляцій системи вправ та модельних характеристик;

3. Проаналізувати найбільш ефективні зони ігрового майданчика для атаки та розробити модель впливу вітру як додаткового фактору для конкретних місць змагань.

4. Запропонувати ряд рішень для вдосконалення ігрового процесу: м'яч з виїмками як у гольфі для підвищення обтічності; вдосконалення системи змагань, ігрового поля, зокрема можливості заміни звичайного піску специфічними матеріалами та ін.

**Об'єкт** дослідження – пляжний волейбол, як професійна спортивна дисципліна.

**Предмет** дослідження – система змагань та спортивно-змагальної діяльності жіночих команд з пляжного волейболу.



**Основна гіпотеза дослідження.** Основною гіпотезою дослідження є припущення, що фізичні характеристики, модельна статистика та погода напряду визначають результативність команди.

**Методи дослідження.** Аналіз літературних джерел зосереджений навколо трьох складових: 1) офіційна документація по правилам гри, суддівству та організації змагань; 2) історична наукова, довідкова та статистична інформація; 3) наукова періодика; Пряме вимірювання антропометричних параметрів; Статистичний аналіз відеозаписів ігор; Кореляційний аналіз модельних показників та результатів нормативів; Математичне моделювання імовірності влучання м'яча в певну зону ігрового поля, імовірностей травматизму та одужання; Фізико-математичне моделювання впливу вітру на траєкторію польоту м'яча.

#### **База дослідження**

**За результатами дослідження** сформульовано, доповнено та уточнено дані щодо особливостей організації спортивно-змагальної діяльності в волейболі. Отримано ряд моделей для опису особливостей змагань та тренувального процесу. Набули подальшого розвитку ідеї застосування кореляцій модельних характеристик та показників виконання вправ для вдосконалення тренувального процесу.

Одержані результати можуть бути використані тренерами команд пляжного волейболу при плануванні тренувального процесу та змагальної діяльності.

**Наукова новизна** проведеного дослідження полягає в:

- можливості статистичної оцінки та корегування фізичних параметрів спортсменки, які необхідно покращити в першу чергу;
- плануванні тактики гри, що враховує статистику влучань в різні частини поля загалом;
- статистичному аналізу параметрів вітру в змагальний період, що дозволить обрати правильні параметри тренувального майданчика (або навіть імітувати вітер в приміщенні за допомогою спеціальних засобів), щоб

професійні гравці звикли до саме тих умов, що найчастіше бувають в місці змагань вже ближче до самих змагань;

- перспективних напрямках оптимізації тренувань.

**Практичне значення** дослідження полягає в розробці теоретичних та прикладних інструментів для покращення спортивних результатів команд пляжних волейболісток, оптимізації тренувань та майданчика для тренувань, методології збору ігрової статистики.

Загалом, описані принципи є тим, що професійні тренери та спортсмени роблять інтуїтивно, але формалізація покращить напрацювання таких навичок серед новачків та дасть розуміння того, що саме треба робити.

**Особистий внесок здобувача** полягає в:

- Самостійно проведеному аналізу наукових джерел;
- Виведенні математичної моделі зв'язку фізичних параметрів гравців та модельних характеристик в матчах;
- Розробці макроциклу тренувань та мікроциклу вправ, з урахуванням означених кореляцій;
- Розрахунку імовірностей травмування та відновлення після травм протягом макроциклу тренувань;
- Проведенні аналізу відеозаписів статистики професійних ігор для розробки статистики влучань по типу удару та зоні ігрового поля;
- Проведенні аналізу напрямків та швидкостей вітру для зони проведення означених змагань в період змагань;
- Розробці пропозицій щодо вдосконалення спортивно-змагальної діяльності та експериментів з покриттям поля кінетичним піском, вдосконаленням текстури м'яча, установкою вентиляторів для формування хаотичних вітрових потоків.

**Базою дослідження** є ЧНУ ім. Петра Могили.

**Апробація результатів дослідження** та основні теоретичні та практичні результати наукового дослідження були представлені на науково-

практичних конференціях, які проходили на базі Чорноморського національного університету імені Петра Могили.

**Публікації.** В межах дослідження було опубліковано 1 тези конференції Булаковська В.С., Плахтир І.В. «Базові складові тактичної моделі послідовності технічних дій у волейболі» Могилянські читання – 2023 р.: Досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні: глобальний, національний та регіональний аспекти .Всеукраїнська студентська науково - практична конференція «Актуальні проблеми фізичного виховання, спорту та фізкультурно-спортивної реабілітації» тези доповідей 07 листопада 2023 р., м. Миколаїв / ЧНУ ім. Петра Могили. – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2023. –228 с.

**Структура та обсяг роботи.** Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків до них, висновків та списку використаних джерел (41 найменування). Робота ілюстрована 15 рисунками, 11 таблицями, 2 схемами та 6 додатками. Робота містить 26 формул. Загальний обсяг роботи складає 94 сторінок, з яких основного тексту – 78 сторінок .

**Ключові слова:** пляжний волейбол, модельні характеристики, макроцикл тренувань, мікроцикл тренувань, травматизм, траєкторія м'яча.

**Рік виконання** випускної кваліфікаційної роботи вересень 2022 р. – лютий 2024 р.

**Рік захисту роботи** випускної кваліфікаційної (дипломної) роботи лютий 2024 р.

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД НАУКОВИХ ПІДХОДІВ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ СПОРТИВНО-ЗАГАЛЬНОЇ ПІДГОТОВКИ КОМАНД ПЛЯЖНОГО ВОЛЕЙБОЛУ

### 1.1. Суть геймплею, основні правила та особливості пляжного волейболу

Пляжний волейбол – спортивна командна гра, де дві команди по два учасники змагаються в перекидуванні за допомогою короткотривалих дотиків чи ударів м'яча через поле, розділене високою сіткою.

Основною метою гри є залишення м'яча на стороні супротивника, при чому не допускається більше 3 торкань м'яча командою та більше одного підряд одним гравцем(виключаючи блок та перший контакт з м'ячем) до перекидання за сітку. Торкання допускається будь-якою частиною тіла, але саме тому випадкові торкання різними частинами тіла вважаються помилкою, адже є послідовними. Також не допускається тримання м'яча в руках з подальшим киданням, перекидання під сіткою.

Розглядаючи основні помилки (Додаток А Табл. 1.1) при грі в пляжний волейбол [1], ми можемо визначити, що більшість з них пов'язані з неправильним контактом з м'ячем.

В рамках гри допускаються короткі 30-секундні таймаути (Рис 1), але їх часте використання може тягнути за собою попередження і потім зауваження за затягування гри.

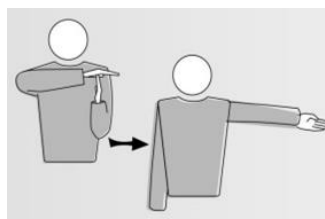


Рис 1.1. Таймаут (суддівський жест)

Крім того, поки м'яч поза грою команди мають право звернутись до судді за роз'ясненнями щодо порушень.

В команді може бути тільки два офіційно зареєстрованих гравці, які можуть брати участь в матчі тільки особисто (заміна не допускається).

Матч в пляжному волейболі стандартно грається в дві партії до 21 очка при різниці в 2 очка, а при рахунку 1:1 проводиться ще одна партія до 15 очок також при різниці в 2 очка. При рахунку 20:20 або 14:14 для третьої партії гра триває до досягнення різниці в 2 очка. Одна вдала подача це 1 очко та право на повторну подачу. При цьому подаваючий має мінятись.

Форма гравців у пляжному волейболі зазвичай включає в себе шорти або купальний костюм. Носити майку або "топ" не є обов'язковим, якщо це не передбачено конкретними правилами турніру.

Головними обов'язковими елементами одягу є шорти або купальний костюм, і гравці також можуть носити головні убори, якщо це необхідно. Гравці мають грати босоніж, якщо це не заборонено суддями чи правилами турніру.

Якщо гравці вирішують взуття або носити шкарпетки, це може бути дозволено головним суддею.

Номери гравців повинні бути видимі на майках або шортах (якщо гравці грають без майок). Номери зазвичай розташовуються на грудях або спереду на шортах. Головний суддя може дозволити гравцям певні зміни у вигляді носіння шкарпеток або зміни майки на суху між партіями, за умови, що це відповідає правилам турніру.

Заборонено носити будь-які предмети, які можуть призвести до травми, такі як ювелірні прикраси, значки, браслети і т. д. Гравці можуть носити окуляри на власний ризик.

Гравці повинні поважати рішення суддів і приймати їх без обговорення. Вони мають право звертатися до суддів за поясненнями чи дозволами у певних випадках, таких як зміна форми, перевірка м'яча чи сітки, а також в разі потреби попросити перерву. Після закінчення матчу гравці мають дякувати суддям і суперникам. Якщо було подано протест стосовно рішення суддів, гравець може підтвердити свій протест, записавши його до протоколу.

Майданчик пляжного волейболу (Додаток Б. Рис 1.2) має певні стандартні параметри та розміри, які визначені офіційними правилами гри.

Основні параметри майданчика пляжного волейболу включають в себе наступне:

1. Розміри майданчика:

- Довжина: 16 метрів (52 фути 6 дюймів).
- Ширина: 8 метрів (26 футів 3 дюйми).

Сітка (Додаток В. Рис 1.3) має довжину 9,5 метрів і ширину 1 метр (з невеликими відхиленнями). Вона утримується в напруженому стані та розташована вертикально по центру майданчика.

Висота сітки встановлюється на рівні 2,35-2,43 м для чоловіків та 2-2,24 м для жінок (Табл. 1.2). По обидва боки сітки, з боку зовнішнього краю обмежувальних стрічок, прикріплені дві антени. Кожна антена виглядає як гнучка стержня довжиною 10 міліметрів і має смуги контрастних кольорів, зазвичай білого і червоного, шириною 10 см. Антени піднімаються над сіткою та вказують межі ігрового майданчика.

Табл. 1.2.

Висота сітки в пляжному волейболі

Вік учасників	Висота сітки для дівчат (м)	Висота сітки для хлопців (м)
16 років та молодші	2.24	2.43
14 років та молодші	2.12	2.35
12 років та молодші	2.00	2.35

Мітки на майданчику:

Середня лінія позначає центр майданчика і ділить його на дві частини, з однаковими розмірами для обох команд.

Бокові лінії визначають межі майданчика по ширині.

Лінія засідання (тактична лінія): Знаходиться на відстані 3 метрів (9 футів 10 дюймів) від середньої лінії і позначає місце, де гравці розташовуються під час сервісу.

Маркери для аутів позначають зони поза майданчиком, в яких м'яч вважається "аутом" (поза межами гри).

Пісочний покрив:

Майданчик пляжного волейболу покритий піском, що зазвичай має певну глибину та текстуру, що сприяє хорошій грі та сприйняттю волейбольного м'яча.

Параметри пісочного покриття майданчику пляжного волейболу не мають жорстких стандартів і можуть варіюватися залежно від конкретного місця і умов. Проте існують деякі загальні вимоги та рекомендації для пісочного покриття, щоб забезпечити безпечну і зручну гру.

Глибина. Зазвичай на майданчику пляжного волейболу використовується шар піску з глибиною приблизно 30-40 см (12-16 дюймів) [2]. Товщина покриття може варіюватися, але важливо, щоб він був достатньо глибоким, щоб амортизувати падіння гравців та забезпечити зручний стрибок.

Текстура піску. Пісок повинен бути м'яким і добре пройтися, але не занадто компактним. Він не повинен бути занадто кам'янистим або грубим, щоб уникнути травм гравців.

Підтримання рівномірності. Пісок повинен бути рівномірно розподіленим по всій площі майданчика і ретельно підтримуватися в хорошому стані, рівномірно розгладженим та розгладженим в періоди між грами.

Вологість. Пісок не повинен бути занадто сухим або вологим. Вологий пісок може бути сковзким і незручним для гри, а сухий пісок може підвищувати ризик отримання травм.

Дрібні камені та об'єкти. Перед грою слід перевірити майданчик на наявність дрібних каменів, сміття та інших об'єктів, які можуть бути небезпечними для гравців.

Зони безпеки. Майданчик пляжного волейболу повинен мати певні зони безпеки навколо нього, де глядачі та інші особи не мають доступу під час гри.

Спеціальні маркери для пляжного волейболу. Майданчик може мати додаткові маркери, такі як прапорці чи маркери на маршруті атаки, для полегшення гри та зручності гравців.

Ці параметри і розміри є стандартними для офіційних майданчиків пляжного волейболу та визначаються організацією FIVB (Fédération Internationale de Volleyball), яка регулює цей вид спорту на міжнародному рівні. Такий стандарт допомагає забезпечити однакові умови для всіх команд і гравців під час змагань.

Федерація Міжнародного Волейболу (FIVB) відіграє ключову роль у проведенні різноманітних міжнародних турнірів з волейболу. Ці турніри включають в себе різні категорії від літніх Олімпійських ігор до регіональних і молодіжних змагань. Деякі з найважливіших міжнародних турнірів, організованих FIVB, включають:

- ФІВБ Волейбольний Світовий Чемпіонат: Це одне з найпрестижніших подій в світі волейболу, де змагаються національні команди з усього світу. Чемпіонат проводиться окремо для чоловіків і жінок.

- ФІВБ Ліга Націй: Ця турнірна серія, введена FIVB, об'єднує найкращі національні команди з волейболу з різних країн і дозволяє їм змагатися на протязі сезону.

- ФІВБ Волейбольна Гран-прі (для жінок) і Волейбольна Світова Ліга (для чоловіків): Ці турніри є щорічними і збирають національні команди з усього світу для інтенсивної літньої серії матчів.



- Олімпійські ігри: Волейбол і пляжний волейбол є важливою частиною літніх Олімпійських ігор. FIVB співпрацює з Міжнародним Олімпійським Комітетом (МОК) і організовує ці змагання на рівні Олімпійських ігор.

- Чемпіонати Континентів: Кожен з шести континентів має свій власний чемпіонат, де команди з цього регіону змагаються за право представляти свій континент на світових змаганнях.

- Молодіжні Світові Чемпіонати: FIVB організовує чемпіонати для молодіжних команд, які допомагають виявити та розвивати молодих талановитих волейболістів.

Континентальні змагання, організовані Федерацією Міжнародного Волейболу (FIVB), є важливою частиною міжнародного волейболу. Ці змагання проводяться на рівні окремих континентів і включають в себе різні турніри та чемпіонати, де команди з одного континенту змагаються між собою. Основні континентальні змагання включають:

- Азіатський чемпіонат: Для команд з Азії. Включає чоловічий та жіночий чемпіонат.

- Африканський чемпіонат: Для команд з Африки. Включає чоловічий та жіночий чемпіонат.

- Чемпіонат Північної, Центральної Америки і Карибського басейну (NORCECA): Для команд з Північної, Центральної Америки і Карибського регіону. Включає чоловічий та жіночий чемпіонат.

- Чемпіонат Південної Америки: Для команд з Південної Америки. Включає чоловічий та жіночий чемпіонат.

- Океанічний чемпіонат: Для команд з Австралії, Нової Зеландії та інших океанічних країн. Включає чоловічий та жіночий чемпіонат.

Федерація Міжнародного Волейболу (FIVB) організовує молодіжні турніри з волейболу для сприяння розвитку та підтримки молодих волейболістів. Ці турніри надають молодим гравцям можливість змагатися на міжнародному рівні та отримувати цінний досвід. Основні молодіжні турніри FIVB включають:

- Чемпіонат світу серед юнаків (U19): Цей турнір призначений для юнаків віком до 19 років і дає їм шанс представляти свої країни на міжнародній арені.

- Чемпіонат світу серед дівчат (U18): Аналогічно до чемпіонату серед юнаків, цей турнір призначений для дівчат віком до 18 років.

- Чемпіонат світу серед юнаків (U21): Цей турнір призначений для юнаків віком до 21 року, і він слугує майданчиком для молодих обіцяних гравців.

- Чемпіонат світу серед дівчат (U20): Аналогічно до чемпіонату серед юнаків, цей турнір призначений для дівчат віком до 20 років.

Національні федерації пляжного волейболу є організаціями в різних країнах, що відповідають за розвиток, популяризацію та організацію пляжного волейболу на національному рівні. Кожна з цих федерацій співпрацює з Федерацією Міжнародного Волейболу (FIVB) і має свої власні програми для організації турнірів, розвитку молодих гравців, підготовки національних команд для міжнародних змагань, тренування гравців і багато інших завдань, спрямованих на підтримку та розвиток пляжного волейболу в їхніх країнах.

## 1.2. Історія пляжного волейболу

Пляжний волейбол, як окремий вид спорту виділився з волейболу, винайденого 1895 року [1] Вільямом Джей Морганом (Додаток Г. Рис 1.4) коли в 1915 році на пляжі Вайкікі (Гавайські острови) було проведено першу записану гру під егідою «Outrigger Canoe Club».

В 1920 році при створенні нових причалів Санта-Моніки було сформовано велику піщану зону [4], що стало поштовхом для розвитку пляжного волейболу в регіоні. А поява значної кількості пляжних клубів дозволила в 1924 році провести перші міжклубні змагання, які стали регулярними.

Перші змагання проводились командами, як мінімум по 6 гравців, як в волейболі, а концепція двох гравців в команді була створена Паулем «Пабло» Джонсоном (Додаток Г. Рис 1.5) з клубу атлетики Санта-Моніки в 1930 році. В цей же час Пляжний волейбол з'являється у Палавасі, Лакано та Руані у Франції, Софії у Болгарії; Празі в Чехії; і Ризі Латвії [5].

Популярність пляжного волейболу, як недорогого виду спорту зросла в США під час «Великої Депресії». До 1940 на пляжах Санта-Моніки проводились парні змагання за трофеї [6].

З 18 по 20 квітня 1947 року в Парижі відбувся перший міжнародний конгрес з волейболу, в якому взяли участь представники 14 країн, включаючи Бельгію, Бразилію, Угорщину, Голландію, Єгипет, Італію, Польщу, Португалію, Румунію, США, Уругвай, Францію, Чехословаччину і Югославію. На цьому конгресі було засновано міжнародну федерацію волейболу - Federation Internationale de Volleyball (FIVB), яка здобула міжнародне визнання та авторитет для волейболу. Першим обраним президентом ФІВБ став Поль Лібо з Франції. Країнами-засновниками федерації стали Бельгія, Бразилія, Італія, Ліван, Польща, Туреччина, Франція і Чехословаччина [7].

Перше змагання з грошовим призом пройшли в 1948 році в Лос-Анжелесі.

В 1950 в Бразилії стартував турнір з пляжного волейболу, за спонсорством місцевої газетно-видавничої компанії.

За спонсорством Пепсі в 1960 була спроба відкрити професійну лігу пляжного волейболу Санта-Моніки, яка провалилась. Але професійний турнір заснували в Франції з призом в 30000 франків.

«Вімблдоном пляжного волейболу» став престижний турнір Манхеттену, відкритий в 1960.

В тому ж році популярність пляжного волейболу піднялась завдяки грі, де брали участь члени Бітлз.

"The \$1500.00 World Indoor Two-Man Volleyball Championship" [8] відбувся в 1974 перед 4 000 прихильників волейболу на арені спортивного комплексу Сан-Дієго. Фред Зуеліх у команді з Деннісом Гейром переміг Рона Вон Гагена та Метта Гейджа у фінальному матчі, а спонсором заходу була компанія Winston Cigarettes. Денніс Гейр пізніше написав першу книгу на тему пляжного волейболу під назвою "Мистецтво пляжного волейболу".

Перший професійний турнір з пляжного волейболу був проведений на чемпіонаті Olympia World Championship of Beach Volleyball в лабораторний день у вікенд 1976 року на пляжі Вілл Роджерс у Пасифік-Палісейдс, Каліфорнія. Захід був організований Девідом Вілком з журналу Volleyball, розташованого в Санта-Барбарі. Переможцями, першими "чемпіонами світу", стали Грег Лі і Джим Менгес. Вони поділили між собою 2 500 доларів США з загального призового фонду у розмірі 5 000 доларів США.

Журнал "Volleyball" організував подію наступного року на тому ж місці, на цей раз за підтримки Schlitz Light Beer. У 1978 році Вілк разом із Крейгом Масуока заснували спортивну компанію під назвою Event Concepts і перенесли Чемпіонат світу з пляжного волейболу до Редондо-Біч, Каліфорнія. Jose Cuervo підписав угоду про спонсорство та призовий фонд. Захід був успішним, і наступного року Cuervo фінансував розширення до трьох подій. Дебютував Каліфорнійський Професійний Тур з пляжного

волейболу з подіями в Лагуна-Біч, Санта-Барбара та Чемпіонатом світу в Редондо.

У наступні роки тур розширився національно та отримав назву Pro Beach Volleyball Tour [9]. Він складався з п'яти подій в Каліфорнії та турнірів в Флориді, Колорадо та Чикаго. Крім того, до 1984 року Професійний Турнір мав 16 подій по всій країні та загальний призовий фонд у розмірі 300 000 доларів США. Проте в кінці року компанія Event Concepts була вигнана зі спорту через страйк гравців на Чемпіонаті світу, і була заснована Асоціація Професіоналів Волейболу (AVP). У 1987 році була створена Асоціація Професіоналів Жіночого Волейболу і існувала до 1997 року, коли жінки приєдналися до туру AVP [10].

На професійному рівні історія пляжного волейболу лишалася досить невідомою до 1980-х років. Однак цей спорт отримав великий розкіш популярності завдяки відомим атлетам, таким як Сінджін Сміт, Ренді Стокрос і Карч Кіралі. Найбільшим визнанням став для Карча Кіралі виграш золотої медалі на Олімпійських іграх у пляжному волейболі під час його першого включення в програму Олімпіади у 1996 році, доповнивши цим свої дві олімпійські золоті медалі, які він виграв як частина чоловічої збірної США з волейболу в приміщенні.

В 1980-х роках спорт набув популярності на пляжах Копакабани і Іпанема в Ріо-де-Жанейро, Бразилія. У 1986 році в Ріо-де-Жанейро відбулася перша міжнародна виставка пляжного волейболу з 5 000 глядачами.

У 1987 році в Ріо-де-Жанейро на пляжі Іпанема відбувся перший міжнародний турнір, санкціонований FIVB, з призовим фондом у розмірі 22 000 доларів США. Його виграли Сінджін Сміт і Ренді Стокрос. У 1989 році відбувся перший міжнародний турнір FIVB, який отримав назву Світова Серія, і включав чоловічі турніри в Бразилії, Італії та Японії. FIVB та її континентальні конфедерації почали організовувати світові професійні турніри та підготували підґрунтя для дебюту пляжного волейболу на Олімпійських іграх у 1996 році. У наступному році були проведені перші

Чемпіонати світу з пляжного волейболу FIVB та Світовий Тур з пляжного волейболу FIVB. К 1998 року пляжний волейбол був включений до програми різноманітних міжнародних багатих видів спортивних заходів, включаючи Панамериканські ігри, Центральноамериканські ігри, Південно-Східноазійські ігри, Ігри доброї волі та Універсіаду.

У 2001 році FIVB почала організовувати щорічні Чемпіонати світу з пляжного волейболу U21, і наступного року розпочалися щорічні Чемпіонати світу з пляжного волейболу U19 FIVB [11].

Починаючи з 1965 року встановилась наступна послідовність проведення крупних міжнародних змагань з волейболу: спочатку Кубок світу, наступного року - Першість світу, після чого - першість Європи, і в заключенні - Олімпійські ігри. Таким чином, кожного року відбувалося одне офіційне змагання. З 1975 року першості Європи почали проводитись раз на два роки. Нижче наведено статистику по результативності жіночих команд на літніх олімпійських іграх (Додаток Д. Табл 1.3 [12]).

У останні роки пляжний волейбол став дуже популярним як у всьому світі, так і в Україні. Відмінності від минулих періодів, ця дисципліна досягла високого професійного рівня. Змагання у варіантах Американської волейбольної асоціації (AVP) та Міжнародної федерації волейболу (FIVB) не поступаються за популярністю сезонам Національної хокейної ліги (NHL) та Національної баскетбольної асоціації (NBA) і тривають більше півроку. У 1996 році в рамках Федерації волейболу України (ФВУ) була створена спеціальна комісія з пляжного волейболу, а пізніше і Асоціація. У 2001 та 2002 роках в місті Києві відбулися три офіційні "Челенджери" від FIVB. У 2002 році в Україні також вперше був проведений Єврокубок з пляжного волейболу серед юнаків і дівчат, який відбувся у місті Іллічівську Одеської області (теперішній Чорноморськ).

Перший офіційний чемпіонат України серед чоловіків відбувся влітку 1996 року і в ньому взяли участь 15 пар. Але до 2000 року кількість учасників зросла і склала вже 57 команд чоловіків та 25 команд жінок.

Кожного року (Додаток Е. Табл 1.4) проводяться чемпіонати та кубки України з пляжного волейболу [13] серед дорослих, а також першість України серед юнаків та дівчат.

Історія пляжного волейболу України багата на переможні досягнення. Наприклад, у липні 2012 року в місті Ассен, Нідерланди, відбувся молодіжний чемпіонат Європи серед молоді до 23 років. Українська команда у складі Валерія Самодая та Сергія Попова виборола золоті медалі цього чемпіонату Європи.

### **1.3. Аналіз провідних наукових досліджень щодо системи підготовки, змагань та тактики пляжного волейболу**

Як і для інших видів спорту, першочерговими науковими аспектами тут є:

- медичні, а саме травми та професійні захворювання;
- фізичні, а саме методи розвитку фізичних показників;
- організаційні, а саме методи та технології облаштування інфраструктури;
- тактика та статистика гри.

В дослідженнях [14], [15] та [16] розглядається ризик ішемічної хвороби рук у професійних волейболісток. Зокрема, в першому з них розглядаються ризики та причини ішемії плечового поясу та пропонуються діагностичні заходи, в другому виводиться статистика за кореляцією з віком, терміном кар'єри та статтю, в третьому крім плечового поясу розглядається і ішемія кистей рук. Для нашого дослідження особливо важливим компонентом є інтеграція заходів з профілактики професійних захворювань та статистичні дані, щодо ризику їх набуття (що визначає долю профілактичних заходів в системі тренувань).

Дослідження [17] зосереджено увагу на травматизмі. Тут наведено досить цікаві дані, корисні і для нашого дослідження, зокрема про те, що статистика травм при тренуваннях волейбольних гравців становить близько 5 травм на 1000 годин тренувань, У волейболі найчастішими травмами є гострі травми щиколотки, пальців рук і ніг, тоді як найпоширенішими станами надмірного навантаження є біль у попереку, біль у колінах і проблеми з плечем. Схема травм дещо відрізняється для волейболу у закритому приміщенні та пляжного волейболу. У пляжному волейболі більшість травм трапляється під час захисту поля та під час кидка, травми, викликані блокуванням, трапляються рідко.

Також в дослідженні [18] описано найбільш поширену для волейболістів в олімпійських іграх травму – пошкодження надколінно-



стегнового хряща. Визначено, що її імовірність зростає з віком спортсмена. Пошук профілактичних заходів та системи відновлення після травм є пріоритетним в формуванні графіку тренувань.

Дослідження [19] носить медично-організаційний характер та описує роль протиепідеміологічних заходів під час спортивних змагань в період пандемії COVID-19 – протокол «бульбашка». Цей компонент обов'язково необхідно враховувати при плануванні тренувань та змагань, адже загрози глобальних пандемій є тим фактором, що тільки прогресуватиме з часом. Для нашого дослідження важливою є методологія роботи з спортсменами, спеціалізована саме для волейболу. Можливо, варто розглянути можливості пропозицій щодо використання в м'ячі, з яким контактують всі гравці матеріалів з бактерицидними властивостями, або застосування гравцями рукавичок.

Потреба в подібних роботах підтверджується випадками паразитичних заражень від піску, описаних в роботах на зразок дослідження [20] тому запропонувати його дезінфекцію також розглядається нами як доцільний варіант.

Аналогічне дослідження з організації проти епідеміологічних заходів на пляжах [21] присвячено управлінню пляжами та організацією роботи з глядачами пляжного волейболу. Автори відмічають, що подібні протоколи розроблено для роботи с туристами, але не для спортивних заходів. Можливо, для нашого дослідження може бути корисним компонент роботи з площею пляжу.

Дослідження [22] присвячено організації майданчику та інфраструктури для трекінгу м'яча за гаусівською моделлю, що може стати зручним інструментом для покращення роботи арбітрів. Розроблений авторами інструмент дозволяє фіксувати 99,8% положень м'яча на 2000 тестових фреймів, що робить його більш точним і неупередженим, ніж людина. В нашій роботі буде корисно запропонувати подібний механізм не тільки як елемент роботи тренера, а як складову шоу.

В подібному дослідженні [23] було представлено 3Д-трекінгову методику на основі алгоритму відстеження цілі, до якої автор включає також фактори, пов'язані з фізичною формою гравців, набутою тренуваннями. На відміну від попереднього, цей інструмент становить більший інтерес саме для тренерів. Саме створення подібної тактичної моделі з дещо іншими вихідними даними є одним з завдань даної роботи.

На відміну від попередніх досліджень, робота [24] базується не на відстежуванні м'яча, а на фіксації дій та рухів самих гравців. Розпізнавання дій людини (HAR) — це складний алгоритм, який використовується в таких видах спорту, як волейбол, баскетбол, футбол і теніс, для виявлення гравців і розпізнавання їхніх дій і дій команд під час тренувань, матчів, розминки або змагань. Авторами представлено огляд додатків HAR у спорті, в основному на основі комп'ютерного бачення як основного внеску, разом із популярними загальнодоступними наборами даних для цієї мети. Дані цього огляду добре описують інструментарій, що розділяє дії гравця на окремі тактичні одиниці і може зацікавити як арбітрів в оцінці відповідності дій правилам. Так і тренерів для планування тактики та режиму тренувань.

Цікавими є результати дослідження [25] щодо системи прийняття рішень волейбольними командами під час гри. Цей аспект психологічної підготовки часто упускається, що може викликати проблеми рефлекторного відгуку на зміну обстановки, де рівень команди падає до рівня рефлексів, набутих на тренуваннях.

Саме це питання добре представлено в дослідженнях [26] та [27], де представлено аналіз успішності технічних дій протягом матчу. Так наведена статистика свідчить про те, що професійний пляжний волейболіст виконує в середньому 85 стрибків за годину (стрибок кожні 42 с) і виконує прискорення в бігу кожні 15,4 с, долаючи в середньому по 3,3 м. Атакуючі технічні дії в пляжному волейболі посідають перше місце (22%) з усіх ігрових дій. На подачі припадає 18,5%, на прийом подачі – 15,3%, передачі – 20%, блок – 13,8%, захист – 9,3%, обманні дії – імітація атаки 0,9% і блоку

0,2%. Також важливими є дані про різницю результативності силових (18,7%) та планеруючих (7,6%) подач.

Подібне дослідження [28] містить методологію, практично ідентичну тій, яку ми збирались розробити в якості елемента тактичного аналізу матчів команд супротивника, а саме: поєднання аналізу результативності технічних дій у вигляді атак різного типу з аналізом статистики влучань в різні зони поля. Знаючи ці параметри, можна прогнозувати «улюблені» атаки супротивника, зону яку частіше атакуватимуть та найменш захищену зону поля для атаки. Разом з картою фізичних параметрів, адаптацією до побічних умов типу вітру та глибоким знанням власних можливостей, це дозволить волейбольній команді пляжних волейболісток підвищити свої шанси на перемогу.

Щодо розвитку фізичних параметрів, варто охопити дослідження з розвитку сили верхнього плечового поясу, стрибучості, загальної витривалості та ряду інших.

Зокрема, в дослідженні [29] охоплено аналіз адаптації верхнього плечового поясу в порівнянні з іншими видами спорту «над головою». Співвідношення сили зовнішнього обертання до внутрішнього зазвичай коливається між 66–75%, причому сили зовнішніх ротаторів становлять щонайменше 2/3 сили внутрішніх ротаторів, щоб забезпечити м'язовий баланс. Автори відмічають, що досліджень щодо такого балансу у спортсменів в результаті тренувань не проводилось. Можливо, варто включити даний параметр до системи моніторингу тренувань.

Аналіз всіх наведених вище джерел вказує на можливість розробки науково обґрунтованої, базованої на результатах багатьох незалежних досліджень методології аналізу тактичних дій, спортивно-загальної діяльності спортсменок та вдосконалення системи змагань сучасними технічними засобами та протоколами епідеміологічної безпеки.

### **Висновки до розділу 1.**

Розглянуто Суть геймплею, основні правила та особливості пляжного волейболу. Розглядаючи основні помилки при грі в пляжний волейбол, ми можемо визначити, що більшість з них пов'язані з неправильним контактом з м'ячем.

Матч в пляжному волейболі стандартно грається в дві партії до 21 очка при різниці в 2 очка, а при рахунку 1:1 проводиться ще одна партія до 15 очок також при різниці в 2 очка. При рахунку 20:20 або 14:14 для третьої партії гра триває до досягнення різниці в 2 очка. Одна вдала подача це 1 очко та право на повторну подачу. При цьому подаваючий має мінятись.

Розміри майданчика:

- Довжина: 16 метрів (52 фути 6 дюймів).
- Ширина: 8 метрів (26 футів 3 дюйми).

Сітка (Додаток В. Рис 1.3) має довжину 9,5 метрів і ширину 1 метр (з невеликими відхиленнями). Вона утримується в напруженому стані та розташована вертикально по центру майданчика.

Висота сітки встановлюється на рівні 2,35-2,43 м для чоловіків та 2-2,24 м для жінок

Ці параметри і розміри є стандартними для офіційних майданчиків пляжного волейболу та визначаються організацією FIVB

Пляжний волейбол, як окремий вид спорту виділився з волейболуколи в 1915 році на пляжі Вайкікі (Гавайські острови) було проведено першу записану гру під егідою «Outrigger Canoe Club».

Починаючи з 1965 року встановилась наступна послідовність проведення крупних міжнародних змагань з волейболу: спочатку Кубок світу, наступного року - Першість світу, після чого - першість Європи, і в заключенні - Олімпійські ігри.

При аналізі відкритих джерел та наукової періодики було виділено такі категорії:

Правила та історія пляжного волейболу: Включає посилання на офіційні правила пляжного волейболу, а також дослідження, що розкривають історію та розвиток цієї гри.

Літературні джерела та дослідження: Включає книги та статті, що розкривають історію волейболу, винахідителя гри, а також аналізують технічні та фізичні аспекти гри.

Діяльність міжнародних організацій та події у світі спорту: Описує заходи, організовані Федерацією Волейболу та іншими міжнародними організаціями, а також включає інформацію про світові змагання та досягнення у пляжному волейболі.

Медичні аспекти та травми: Розглядає вплив пляжного волейболу на здоров'я гравців, включаючи можливі травми та патології, пов'язані з цією грою.

Технічні та наукові аспекти гри: Описує аеродинаміку м'яча, аналізує методи вимірювання та аналізу статистики гри, а також досліджує вплив різних факторів на результативність у пляжному волейболі.

Педагогічні аспекти та навчальні методики: Включає рекомендації та методичні матеріали для вивчення волейболу як частини фізичного виховання та спортивних тренувань.

## РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ПОБУДОВИ СПОРТИВНО-ЗМАГАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У ПЛЯЖНОМУ ВОЛЕЙБОЛІ

### 2.1. Основна гіпотеза, декомпозиція предмету дослідження та алгоритм дослідження

Дослідження базується на системному підході, що поєднує статистичні, аналітичні та прикладні компоненти для розробки моделі впливу тренувань та додаткових факторів на результати матчів.

Основною гіпотезою дослідження є припущення, що фізичні характеристики, модельна статистика та погода напряду визначають результативність команди.

Відповідно, декомпозиція системи спортивно-змагальної діяльності базується на вказаних компонентах (Рис 2.1) та полягає в врахуванні статистичної інформації та модельних характеристик для корегування системи тренувань.

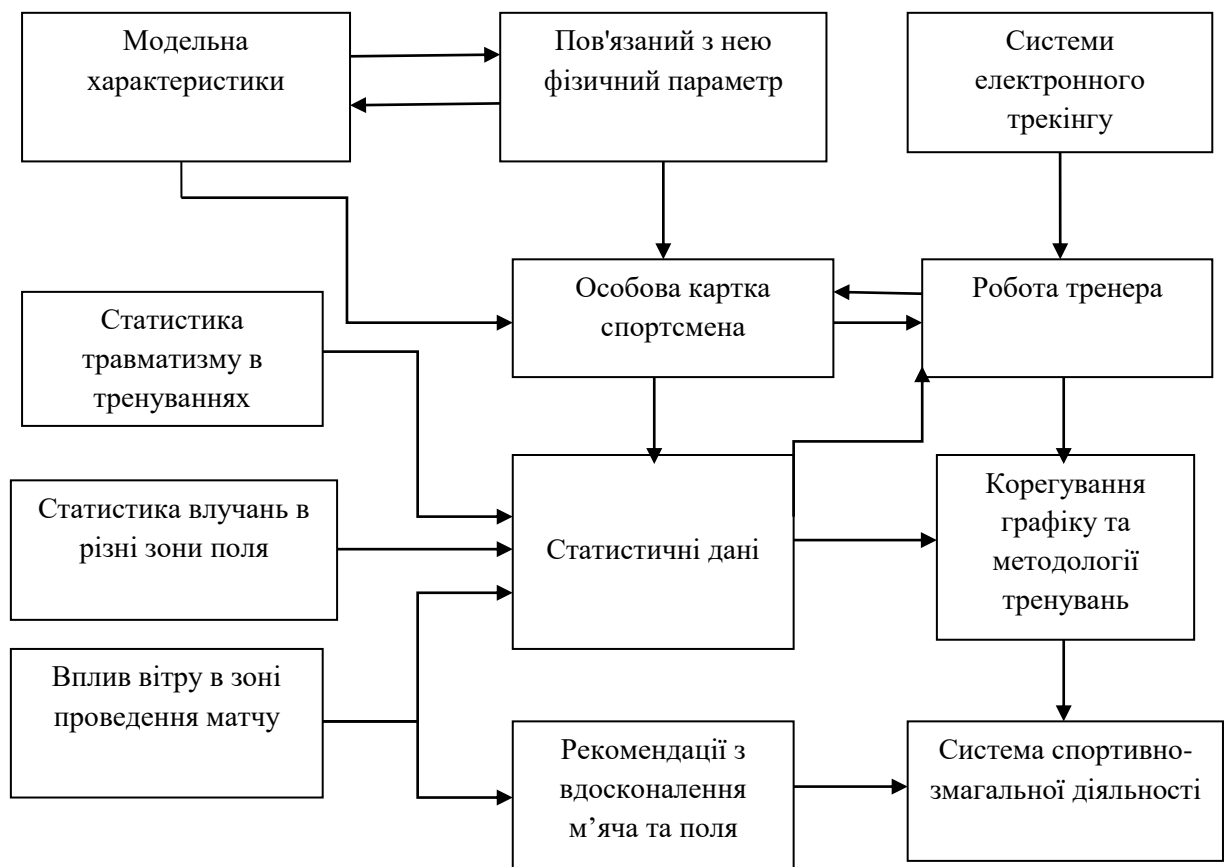


Рис 2.1. Декомпозиція системи спортивно-змагальної діяльності

Оптимізація методики тренувань шляхом заснування на врахуванні фізичних параметрів, що впливають на модельні характеристики та статистики влучань в різні зони поля разом з додатковим фактором у вигляді вітру дозволить значно покращити систему спортивно-змагальної діяльності волейбольної команди, а застосування електронного та статистичного інструментарію покращить організацію змагань.

Базуючись на цьому алгоритм дослідження (Рис 2.2) являтиме собою послідовність дій з отримання та аналізу вказаних даних.



Рис 2.2. Алгоритм дослідження.

Як видно з схеми, планується виконати 10 послідовних кроків для отримання комплексної адаптивної системи спортивно-змагальної діяльності. При цьому кроки 7 та 9 також вносять елемент рекомендацій з організації змагальної діяльності.

## **2.2. Методи дослідження**

### **2.2.1. Теоретичний аналіз та узагальнення наукової періодики та інших інформаційних джерел**

Накопичення та аналіз наукової інформації стали основою теоретичного етапу дослідження. На даному етапі пошук було зосереджено навколо трьох складових – 1) офіційна документація по правилам гри, суддівству та організації змагань; 2) історична наукова, довідкова та статистична інформація; 3) наукова періодика.

Офіційна документація по правилам гри, суддівству та організації змагань дозволила задати рамки обмежень та оцінити сучасну ситуацію з методикою організації змагань, а також отримати чітке уявлення про умови, до яких має бути адаптована система спортивно-змагальної діяльності.

Історична наукова, довідкова та статистична інформація, дала можливість описати хронологію розвитку пляжного волейболу від моменту заснування, становлення як олімпійського виду спорту і до сьогодні, визначило основні найважливіші змагання, дала статистичні дані про результати матчів.

Наукова періодика дозволила відмітити основні напрямки з точки зору травматизмі і охорони здоров'я, а також технічних засобів трекінгу положення м'яча. Крім того отримано багато статистичних даних щодо фізіологічних показників, що на пряму впливає на прикладний компонент дослідження.



### 2.2.2. Експериментальні методи дослідження

Експериментальний компонент дослідження базувався на розробці статистичної характеристики команди, до якої ходять:

1. антропометричні параметри;

- зріст;
- вага;
- довжина рук;
- довжина ніг;
- розмір кисті;
- розмір стопи;

2. фізичні та нейропсихічні параметри;

- середня довжина стрибка;
- середня висота стрибка;
- середня дальність ривка;
- середня сила удару;
- середня швидкість реакції;

3. модельні характеристики;

- відсоток успішних силових атак;
- відсоток успішних планеруючих атак;
- статистика захисних дій;
- статистика атакуючих дій;
- статистика переміщень;

4. статистика травматизму при тренуваннях;

- частота травм на 1000 годин тренувань;
- час відновлення після травм по категоріям;

Антропометричні параметри вимірювались за методикою [30] за допомогою сертифікованого обладнання.

Антропометричне обладнання:

Зріст: Для вимірювання зросту було використано антропометр Seca 213 (діапазон вимірювання: 30-205 см).

Вага: Для вимірювання ваги було використано електронні ваги Tanita BC-554 (діапазон вимірювання: 0-200 кг).

Довжина рук, довжина ніг, розмір кисті, розмір стопи: Для вимірювання цих параметрів було використано метр.

Фізичні та нейропсихічні параметри:

Середня довжина стрибка: Вимірювання проводилося за допомогою спеціальної динамометричної платформи (діапазон вимірювання: 0-3 м).

Середня висота стрибка: Вимірювання також проводилося за допомогою динамометричної платформи.

Середня дальність ривка: Вимірювання здійснювалося за допомогою лазерної системи вимірювання OptoGait (діапазон вимірювання: 0-10 м).

Модельні характеристики:

Для вимірювання відсотка успішних силових атак, відсотка успішних плануючих атак, статистики захисних та атакуючих дій, статистики переміщень було використано спеціальне програмне забезпечення для аналізу відеозаписів матчів.

### 2.2.3. Математичне моделювання

Прикладний компонент дослідження базувався на аналізі статистичної інформації та відеозаписів матчів, що дозволило вивести статистику влучань в різні зони поля (в плані модифікацій гри виникла ідея щодо модифікації системи нарахування балів відповідно до імовірності влучання). Крім того проаналізовано статистику погодних умов в місцях проведення матчів за показниками: швидкість та напрям вітру.

Половина поля 8x8 метрів, контрольована командою ділиться на 4 квадрати 4x4 м, що зумовлено тим, що радіус контролю гравця за допомогою стрибку в пляжному волейболі є вищим, ніж в звичайному завдяки амортизаційним властивостям піску і становить 2 м.

При оцінці імовірності відбувається підрахунок вдалих подач на основі записів матчів, а також аналіз відомих статистичних даних за формулою (1).

$$P = \frac{N_{\text{усп.}}}{N_{\text{заг.}}} \cdot 100\%, (1)$$

де  $N_{\text{усп.}}$  – кількість успішних подач;  $N_{\text{заг.}}$  – кількість подач загальна.

Для моделювання впливу погодних умов було проведено аналіз даних про швидкість та напрям вітру для місць проведення основних змагань з пляжного волейболу та створено функції, що описують їх тенденції

Отримані дані використано в моделюванні відхилення траєкторії м'яча під дією вітру.

Траєкторія польоту м'яча описувалась формулою (2) на основі другого закону Ньютона.

$$F_G + F_D + F_M + F_B = ma = m \cdot \frac{dv}{dt} = m \frac{d^2r}{dt^2}, (2)$$

де  $m$  — маса м'яча,  $a$  — прискорення м'яча,  $v$  — швидкість м'яча,  $r$  — положення м'яча в момент часу  $t$ ;  $F_G$  — сила гравітації (3);  $F_M$  — сила Магнуса через обертання (4) та  $F_B$  — сила плавучості (5).  $F_D$  — лобовий опір повітря (6);

В загальному вигляді це різнонаправлені сили (Рис 2.3 [31]), тому кожна з них впливає на напрямок в траєкторії польоту.

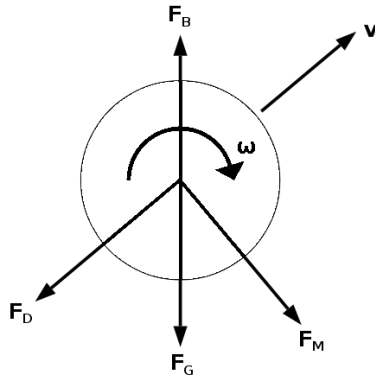


Рис 2.3. Сили, що діють на рух мяча

Сила гравітації направлена вниз та визначається класичною формулою [32]:

$$F_G = mg^2. (3)$$

Сила Магнуса описується теоремою Кутти-Жуковського [33]

$$F_M = \frac{8}{3} \pi r^3 \rho \omega v, (4)$$

де  $r$  — радіус кулі,  $\omega$  — кутова швидкість (або швидкість обертання) м'яча,  $\rho$  — густина повітря, і  $v$  — швидкість м'яча відносно повітря.

Будь-який об'єкт, який занурений у рідину, таку як вода або повітря, відчуває піднімальну силу вгору. Згідно з принципом Архімеда, ця виштовхуюча сила дорівнює вазі рідини, яку витісняє предмет. Навіть у випадку з м'ячем, який занурений у повітря, сила виштовхування може становити 1,5% його ваги [34].

$$F_B = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho g. (5)$$

В випадку опору вітру, це той вектор , який цікавить нас найсильніше. Тут застосовується закон квадрата синуса, адаптований для кулі для лобового аеродинамічного опору [35].

$$F_D = \rho S V^2 \sin^2 \alpha, (6)$$

де  $V$  – швидкість набігаю чого потоку, а  $S$  - площа поперечного перерізу м'яча,  $\alpha$  – кут під яким повітря направлено до вектору руху.

#### 2.2.4. Статистичний імовірнісний аналіз

Для визначення деяких елементів режиму тренувань було використано статистичний аналіз, що дозволив спираючись на дані статистики та експериментальних досліджень визначити оптимальний режим тренувань з урахуванням того, який фізичний параметр відповідає за найбільш повторювані технічні дії та статистично найбільш вдалі з них з урахуванням травматизму при тренуваннях та матчах.

Для цього на початковому етапі було обчислено кореляцією між фізичними параметрами та успішністю технічних дій в грі. Отримані функції використано при плануванні режимів тренувань.

При цьому окремо обчислено імовірність травми при існуючому режимі тренувань з урахуванням терміну відновлення після травми, за формулою для імовірності події за умови, що вона відбувається, якщо інша подія вже відбулася (7).

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}, (7)$$

де  $P(A|B)$  – імовірність події А при умові, що подія В відбулася;  $P(A \cap B)$  – імовірність одночасного виникнення обох подій;  $P(B)$  – імовірність події В. У нашому випадку, подія А - це травма, а подія В - це те, що минув час відновлення після попередньої травми.

При цьому  $P(A)$  можна розрахувати за формулою імовірності інциденту (8):

$$P(A) = 1 - (1 - p)^n, (8)$$

де  $p$  – імовірність травми за одну годину тренування (0,005);  $n$  – кількість годин тренувань.

Для розрахунку  $P(B)$  необхідно врахувати як загальну імовірність відновлення, так і імовірність того, що час відновлення не перевищить певний поріг часу. Так як це добуток імовірностей, отримаємо формулу (9):

$$P(B) = \frac{n_{Rec}}{n_{Tr}} \cdot \frac{n_t}{n_{Rec}} = \frac{n_t}{n_{Tr}}, (9)$$

де  $n_t$  – кількість випадків відновлення після травми в означені терміни, щоб не відбулось значної втрати форми,  $n_{Tr}$  – загальна кількість травм.

### 2.3. Організація дослідження

Дослідження проводилось в три етапи

Перший – теоретичний етап 18.09-19.12.22

Формулювання теми, планування теоретичної бази дослідження.

Підбор та пошук інформаційних матеріалів, що пов'язані із виконанням свого індивідуального завдання, актуалізація дослідження щодо розробки системи спортивно-змагальної діяльності у пляжному волейболі.

Джерела інформації: інтернет, ScienceDirect, Репозитарії ін-тів ФКіС.

Другий – методологічний етап 20.12-21.08.23

Конкретизація об'єкта та предмета дослідження кваліф. роботи за темою «Сучасні підходи до побудови тренувальної та змагальної діяльності у пляжному волейболі». Виведення гіпотези дослідження, розробка алгоритму, створення декомпозиції предмету дослідження. Розробка методики дослідження, адаптація математичного апарату та статистичних даних. Планування експериментальних досліджень та загальної концепції НДР.

Третій – прикладний етап 1.09.23-1.01.24

Проведення аналізу відеозаписів матчів. Математичне моделювання впливу вітру на основі зібраної погодної статистики. Моделювання модельних показників команди та розробка режиму тренувань.

Розробка пропозицій щодо поліпшення системи організації змагань та потенційних експериментальних змін в формі м'яча, покритті ігрового майданчику та інших факторах.



## Висновки до розділу 2.

1. Основна гіпотеза дослідження стверджує, що фізичні характеристики, модельна статистика та погода напряду визначають результативність команди.

2. Декомпозиція предмету дослідження демонструє значний вплив статистичних показників, роботи тренера та власних можливостей команди на формування системи спортивно-змагальної діяльності.

3. Система спортивно-змагальної діяльності розроблюється через 10 кроків, реалізованих в алгоритмі дослідження: 1) Пошук даних про взаємозв'язки модельних характеристик та фізичних параметрів; 2) Пошук даних про вправи для розвитку фізичних параметрів; 3) Розробка форми особової картки спортсменки; 4) Пошук статистики травматизму; 5) Пошук статистики влучань по зонам поля; 6) Складання статистики погоди для місць змагань; 7) Складання списку допоміжних систем трекінгу; 8) Створення адаптивного алгоритму тренувань; 9) Розробка рекомендацій з вдосконалення м'яча та покриття поля; 10) Створення системи спортивно-загальної діяльності.

4. Аналіз літературних джерел було зосереджено навколо трьох складових: 1) офіційна документація по правилам гри, суддівству та організації змагань; 2) історична наукова, довідкова та статистична інформація; 3) наукова періодика.

5. Ключовими показниками прямого вимірювання та підрахунку є: 1) антропометричні параметри; 2) фізичні та нейропсихічні параметри; 3) модельні характеристики; 4) статистика травматизму при тренуваннях.

6. Створено математичну моделі імовірності влучання м'яча в певну зону ігрового поля, фізико-математичну модель впливу вітру на траєкторію його польоту та статистичну модель імовірності травматизму при тренуваннях.

7. Виділено основні етапи дослідження.

### **РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА РОЗРОБКА СИСТЕМИ СПОРТИВНО-ЗМАГАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В ПЛЯЖНОМУ ВОЛЕЙБОЛІ**

#### **3.1. Взаємозв'язки модельних характеристик та фізичних параметрів**

##### **3.1.1. Результати вимірювань фізичних параметрів волейбольної команди**

Вимірювання антропометричних та фізично-нейропсихічних параметрів в пляжному волейболі відіграють важливу роль у розвитку та підготовці гравців. Антропометричні дані, такі як зріст, вага та розміри тіла, допомагають тренерам та фізіологам розуміти фізичні можливості гравців та адаптувати тренувальні програми для досягнення оптимальних результатів.

Спортивні фізично-нейропсихічні параметри, такі як довжина стрибка, сила удару та швидкість реакції, вказують на рівень підготовки гравців у важливих аспектах гри. Ці вимірювання допомагають виявити сильні та слабкі сторони кожного гравця, а також спрямувати увагу на розвиток конкретних навичок і вмій, необхідних для успішного виступу на полі.

Для досягнення поставлених завдань, в ході даного дослідження проводилось вимірювання антропометричних та фізично-нейропсихічних параметрів жіночої волейбольної команди.

Гравець 1:

Зріст: 180 см;

Вага: 70 кг;

Довжина рук: 195 см;

Довжина ніг: 100 см;

Розмір кисті: 19 см;

Розмір стопи: 25 см;

Гравець 2:

Зріст: 175 см;

Вага: 65 кг;

Довжина рук: 190 см;

Довжина ніг: 98 см;

Розмір кисті: 18 см;

Розмір стопи: 24 см;

Фізичні та нейропсихічні параметри:

Гравець 1:

Середня довжина стрибка: 2.3 м;

Середня висота стрибка: 0.6 м;

Середня дальність ривка: 1.1 м ;

Середня сила удару: 300 кг/см<sup>2</sup>;

Середня швидкість реакції: 0.25 с;

Гравець 2:

Середня довжина стрибка: 2 м;

Середня висота стрибка: 0.5 м;

Середня дальність ривка: 1 м;

Середня сила удару: 280 кг/см<sup>2</sup>;

Середня швидкість реакції: 0.3 с.

### **3.1.2. Результати аналізу тактико-технічної структури матчів жіночої команди з пляжного волейболу**

Матч з пляжного волейболу є складною тактико-технічною конструкцією, де гравці повинні поєднувати фізичну силу з вмінням читати гру та реагувати на стратегічні зміни.

Підготовка до гри: Гравці розміщуються на майданчику відповідно до правил гри. Вони виконують підготовчі рухи, щоб розіграти м'яч.

Подача: Гравець подає м'яч з власної половини майданчика на половину супротивника, намагаючись виконати сервіс якнайточніше і агресивно, щоб ускладнити реакцію суперника.

Прийом подачі: Гравці команди, яка приймає подачу, намагаються успішно прийняти м'яч, щоб підготуватися до подальшої гри.

Атака: Після успішного прийому подачі гравці виконують атаку, намагаючись забити м'яч у поле суперника або використати його для розігрування.

Блок: Гравці оборонної команди намагаються перехопити атаку супротивника, піднімаючи руку над собою, щоб перешкодити м'ячу пройти через їхню половину майданчика.

Захист: Гравці стараються відсторонити м'яч від своєї половини майданчика після блоку або атаки суперника, щоб запобігти забиттю очка супротивником.

Контратака: Після успішного захисту команда намагається використати моментум, щоб атакувати суперника та забити очко.

Завершення розіграшу: Розіграш завершується, коли м'яч падає на пісочний майданчик або виходить за межі поля.

Ці етапи технічних дій можуть повторюватися протягом всього матчу в залежності від того, як розвивається гра та як реагують команди. Успішність в кожному з цих етапів може визначати результативність команди у матчі [36].

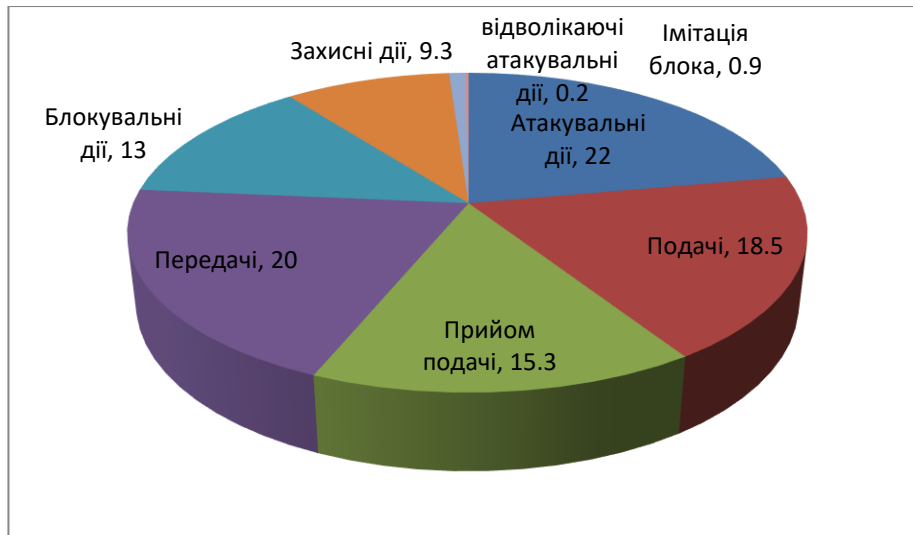


Рис. 3.1. Структура технічних дій протягом матчу (%)

Експериментальний аналіз модельних характеристик в пляжному волейболі дуже важливий компонент даного дослідження. Він допомагає тренерам і гравцям краще розуміти їх гру, виявляти сильні та слабкі сторони, та вдосконалювати стратегії гри.

Цей аналіз здійснювався шляхом аналізу відеозаписів ігор, вимірювання різних параметрів гри, таких як технічні дії гравців та результативність їх виконання.

**Стрибки та прискорення:**

Пляжний волейболіст виконує в середньому 85 стрибків за годину (або приблизно 1,42 стрибка в хвилину).

Він виконує прискорення в бігу кожні 15,4 секунди і долає в середньому 3,3 метри.

**Структура атакуючих дій:**

Атакуючі технічні дії посідають перше місце з усіх ігрових дій (22%).

На подачі припадає 18,5%, на прийомі подачі – 15,3%, передачі – 20%, блок – 13,8%, захист – 9,3%, обманні дії – імітація атаки 0,9% і блоку 0,2%.

**Характеристики атаки:**

Силкові удари у нападі складають 39,9% з загальною ефективністю 52,6%.

Хибні удари у нападі - 16,7%, результативні - 83,3%.

Ускладнили прийом м'яча - 7,3%, впевнено прийняті - 14,1%.

Планеруючі удари (тактичні) становлять 60,1% при загальній ефективності 42,2%.

Хибні - 12,4%, результативні - 87,6%.

Ускладнили прийом м'яча - 5,6%, впевнено прийняті - 39,9%.

Паси та передачі:

Відсоток відсутності результату дій у нападі з якісної передачі складає 37,8%, з передачі середньої якості – 59,4%, з передачі низької якості – 80,2%.

Помилки (8,74%) спортсмени припускаються під час виконання передачі м'яча на удар у нападі.

Характеристики захисних дій:

65,8% всіх прийомів було виконано на високому рівні, 20,2% на середньому рівні та 14,0% на низькому рівні.

Відсоток помилок при блокуванні - 14,34%.

Програні очки при виконанні прийому м'яча, що відскочив від блоку, складають 2,92%.

Ці дані надають важливий інсайт у технічні аспекти пляжного волейболу та дозволяють тренерам і гравцям аналізувати та покращувати свої стратегії гри.

### 3.1.3. Функціональні залежності успішності технічних дій від результатів тренувань

Функція залежності успішності технічних дій у пляжному волейболі від фізичних показників може бути досліджена за допомогою різних методів та підходів. Ось кілька фізичних показників, які можуть впливати на успішність технічних дій у грі:

**Швидкість реакції та координація:** Швидкість реакції та координація можуть впливати на здатність гравця вчасно реагувати на м'яч та виконувати технічні дії, такі як удар або блок.

**Сила і витривалість:** Сила допомагає в ударах, блоках та рухах, тоді як витривалість може забезпечити гравцю здатність тривати протягом тривалого матчу без втрати ефективності.

**Гнучкість та мобільність:** Гнучкість та мобільність можуть допомогти гравцю виконувати різні технічні дії з більшою ефективністю та швидкістю.

**Технічна майстерність:** Це включає в себе правильну техніку ударів, позиціонування на майданчику, сприйняття гри та інші аспекти, які можуть впливати на успішність технічних дій.

Функція залежності може бути складною і може включати в себе багато факторів. Дослідники зазвичай проводять експерименти, спостереження та аналіз даних, щоб краще зрозуміти взаємозв'язок між цими фізичними показниками та успішністю технічних дій у пляжному волейболі. Такі дослідження можуть допомогти тренерам та спортсменам оптимізувати тренувальні програми та підготовку для досягнення найкращих результатів на майданчику.

Авторами [37] відмічається, що рівень кореляції між модельними показниками та фізичними параметрами нормативів рідко є вищим за середній (Табл. 3.1).

Це обумовлено непрямим зв'язком виконуваних вправ з потрібним фізичним параметром, адже під час гри, не дивлячись на схожість, задіяні дещо інші групи м'язів.

В той же час самих функцій, що вказували б на таку залежність в відкритому доступі немає, тому має сенс спробувати вивести їх на основі отриманих статистичних даних.

Табл 3.1

Кореляція між показниками нормативів та модельними характеристиками.

Тести/показники техніки гри	Кількість силових подач	Високий рівень силов. подачі	Середній рівень силов.подачі	Кількість тактичних подач	Високий рівень такт. подач	Середній рівень такт. подач	Кількість передач	Високий рівень передач	Кількість силових ударів	Високий рівень сил. ударів	Середній рівень сил. ударів	Кількість тактичних ударів	Високий рівень такт. ударів	Середній рівень такт. ударів
Тести	Коефіцієнти кореляції між показниками													
Біг 30 м	0,10	<b>0,37</b>	-0,10	-0,10	0,13	0,12	-0,07	0,04	<b>0,41</b>	0,29	0,23	0,03	-0,22	0,02
Біг 10 с на місці	-0,10	<b>-0,35</b>	0,20	<b>0,34</b>	<b>0,3</b>	-0,17	0,19	0,27	-0,01	0,22	<b>-0,43</b>	0,06	0,12	-0,02
Біг 3 x 10 м	<b>-0,48</b>	<b>-0,34</b>	<b>-0,58</b>	-0,05	0,22	<b>-0,35</b>	<b>0,32</b>	0,22	0,13	0,15	0,25	-0,10	-0,22	-0,19
Біг «ялинка» (92 м)	<b>-0,31</b>	0,01	<b>-0,61</b>	-0,29	0,26	<b>-0,42</b>	<b>0,3</b>	0,09	0,26	0,27	0,21	<b>-0,41</b>	<b>-0,42</b>	<b>-0,38</b>
Стрибок у довжину з місця	<b>0,58</b>	<b>0,39</b>	<b>0,61</b>	<b>-0,31</b>	<b>-0,30</b>	-0,23	0,23	<b>0,43</b>	<b>0,41</b>	<b>0,42</b>	-0,01	<b>-0,44</b>	0,17	<b>-0,52</b>
Висота стрибка вгору з розбігу	<b>0,54</b>	0,18	<b>0,55</b>	-0,05	-0,16	0,16	-0,27	-0,18	<b>0,31</b>	<b>0,44</b>	0,1	<b>-0,31</b>	-0,05	<b>-0,34</b>
Кидок м'яча 2 кг лежачи	0,11	0,12	0,08	-0,03	0,06	-0,15	<b>0,38</b>	<b>0,30</b>	0,11	0,21	-0,12	-0,17	-0,17	-0,16
Підтягування з вису на поперечці	<b>0,36</b>	-0,07	<b>0,35</b>	<b>0,31</b>	0,24	0,16	0,17	<b>0,40</b>	<b>0,36</b>	<b>0,48</b>	-0,23	0,22	<b>0,31</b>	-0,07

**Примітка:** низький рівень  $r < 0,3$ ; середній рівень  $r > 0,3$ ; високий рівень  $r > 0,6$

Відповідно, нам лишається провести заміри співвідношення між показниками тесту та модельними показниками за такими співвідношеннями з найвищим коефіцієнтом кореляції.

Для цього обрано 8 показників, що дозволить відобразити основні технічні дії в модельних характеристиках команди.

**Кількість силових подач високого рівня – стрибок в довжину з місця.** Силкові подачі та стрибки в довжину у волейболістів взаємопов'язані (Рис 3.2) через фізичну підготовку, техніку руху та тренувальні методи. Покращення м'язової сили, координації та технічної майстерності може сприяти покращенню обох цих аспектів гри. В прикладному аспекті для досліджуваної команди зміна середнього показника після тренувань має такий вигляд (Табл 3.2):



Табл 3.3.

Зв'язок відсотку подач високого рівня та довжини стрибка з місця

Кількість силових подач високого рівня	Стрибок в довжину з місця
0,4	264
1,85	296

При встановленні функції кореляції між даними показниками варто пам'ятати, що коефіцієнт кореляції для даної лінійної функції становить 0,39 і є середнім рівнем кореляції.

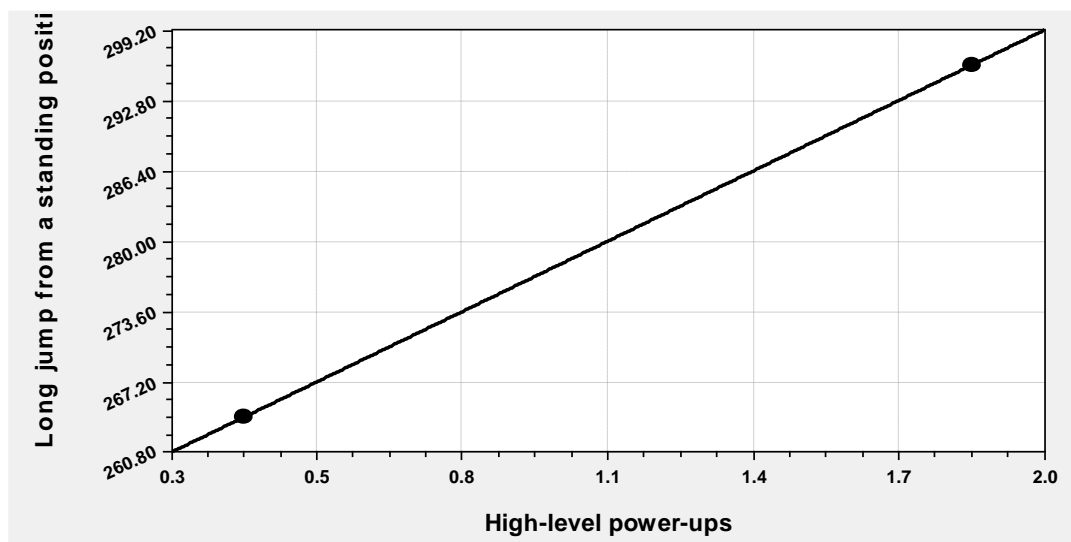


Рис 3.2. Функція кореляції між відсотком силових подач високого рівня та стрибками в довжину

Log Curve Expert:

Linear Fit:  $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 2.55172413793E+002$

$b = 2.20689655172E+001$

Це означає, що вплив стрибків в довжину на розвиток фізичних характеристик, потрібних для силових подач можна відобразити лінійною функцією (10):

$$HLP = 255,17 + 22,07L, (10)$$

де  $HLP$  – відсоток силових подач високого рівня;  $L$  – довжина стрибка з місця.

**Високий рівень тактичних подач – біг 10 с на місці.** Високий рівень тактичних подач у волейболі може бути взаємопов'язаний зі здатністю виконувати біг 10 секунд на місці (Рис 3.3) через спільні вимоги до фізичної підготовки та концентрації уваги. Фізична витривалість та швидкість реакції, необхідні для бігу на місці, можуть також сприяти точним та стратегічним подачам у волейболі. В прикладному аспекті для досліджуваної команди зміна середнього показника після тренувань має такий вигляд (Табл 3.3):

Табл 3.3

Зв'язок між відсотком тактичних подач високого рівня та бігом на місці

Високий рівень тактичних подач	Біг 10 с на місці
6	67,05
8,4	72,3

При встановленні функції кореляції між даними показниками варто пам'ятати, що коефіцієнт кореляції для даної лінійної функції становить 0,3 і є середнім рівнем кореляції.

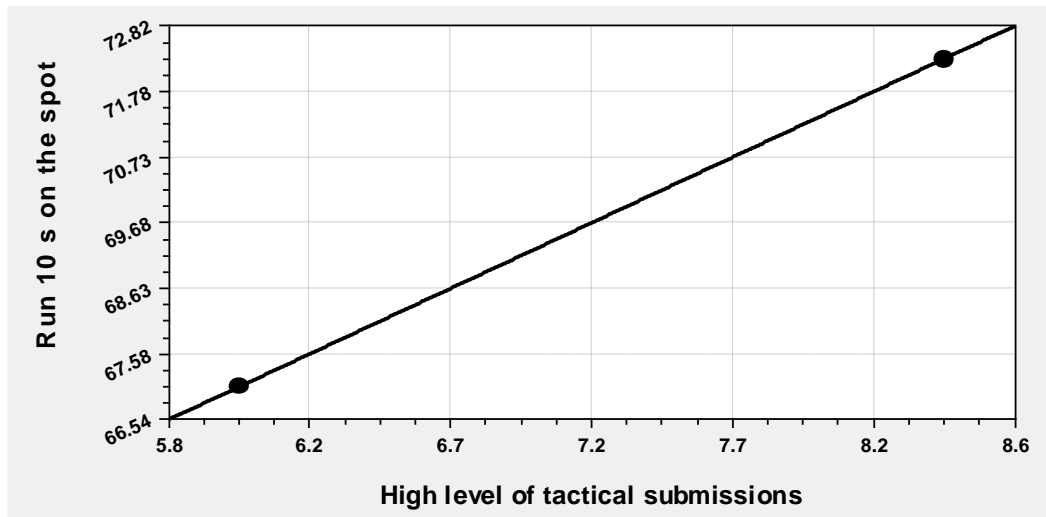


Рис 3.3. Функція кореляції між відсотком тактичних подач високого рівня та бігом на місці

Log Curve Expert:

Linear Fit:  $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 5.396000000000E+001$

$b = 2.183333333333E+000$

Це означає, що вплив тренувань з бігу на місці на розвиток фізичних характеристик, потрібних для тактичних подач високого рівня можна відобразити лінійною функцією (11):

$$HLT = 53,96 + 2,18R_{10}(11)$$

HLT – відсоток тактичних подач високого рівня;  $R_{10}$  – кількість кроків при бігу на місці.

**Середній рівень тактичних подач – біг ялинка (92 м);** Середній рівень тактичних подач у волейболі може корелювати (Рис 3.4) зі здатністю виконувати біг ялинка (92 метри) через спільні вимоги до фізичної підготовки та координації рухів. Обидва показники (Табл 3.4) вимагають відповідної витривалості та рухової ефективності, що може підтримувати і покращувати здібності гравця в обох аспектах гри.

Табл 3.4

Вплив тренувань на зростання фізичних характеристик потрібних для тактичних подач середнього рівня та бігу на 92 м

Середній рівень тактичних подач	біг ялинка (92 м)
9,45	24,37
7,15	23,39

При встановленні функції кореляції між даними показниками варто пам'ятати, що коефіцієнт кореляції для даної лінійної функції становить 0,42 і є середнім рівнем кореляції.

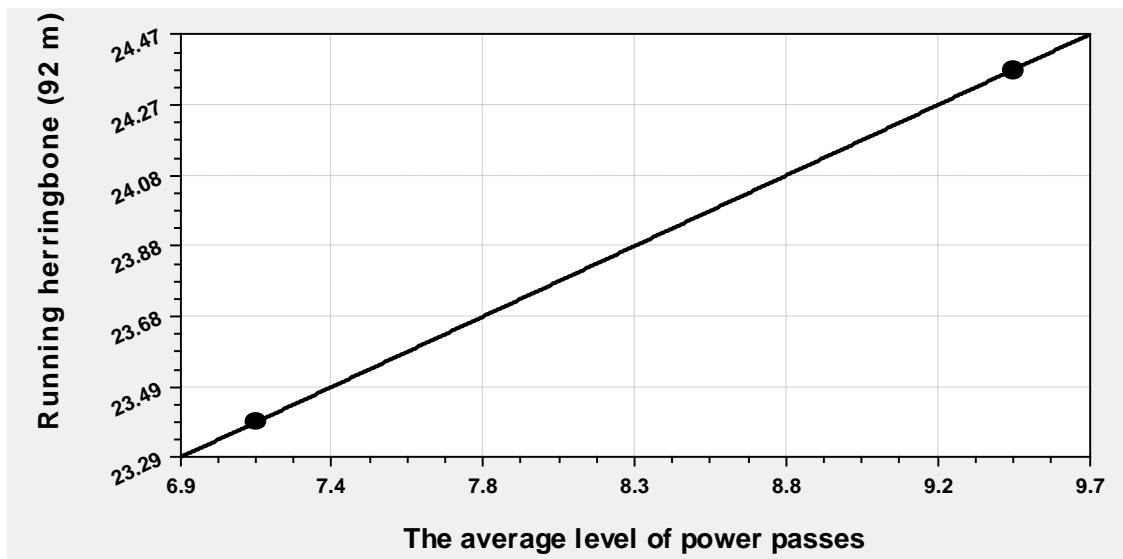


Рис 3.4. Функція кореляції між відсотком тактичних подач середнього рівня та бігом на 92 м

Log Curve Expert:

Linear Fit:  $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 2.03434782609E+001$

$b = 4.26086956522E-001$

Це означає, що вплив тренувань з бігу на місці на розвиток фізичних характеристик, потрібних для тактичних подач високого рівня можна відобразити лінійною функцією (12):

$$MLT = 20,34 + 0,43R_{92}(12)$$

MLT – відсоток тактичних подач середнього рівня;  $R_{92}$  – результат бігу «ялинка» на 92 м.

**Високий рівень передач – Стрибок у довжину з місця;** Високий рівень передач у волейболі може корелювати (Рис 3.5) зі здатністю до виконання стрибків у довжину з місця через спільні вимоги до координації рухів та ефективного використання м'язів. Обидві навички (Табл 3.5) вимагають доброї фізичної підготовки, контролю за тілом та точності рухів, тому їх вдосконалення може підтримувати один одного в грі.

Табл 3.5

Вплив тренувань на зростання фізичних характеристик потрібних для передач високого рівня та стрибків у довжину з місця

Високий рівень передач	Стрибок у довжину з місця
13,5	264
16,15	296

При встановленні функції кореляції між даними показниками варто пам'ятати, що коефіцієнт кореляції для даної лінійної функції становить 0,43 і є середнім рівнем кореляції.

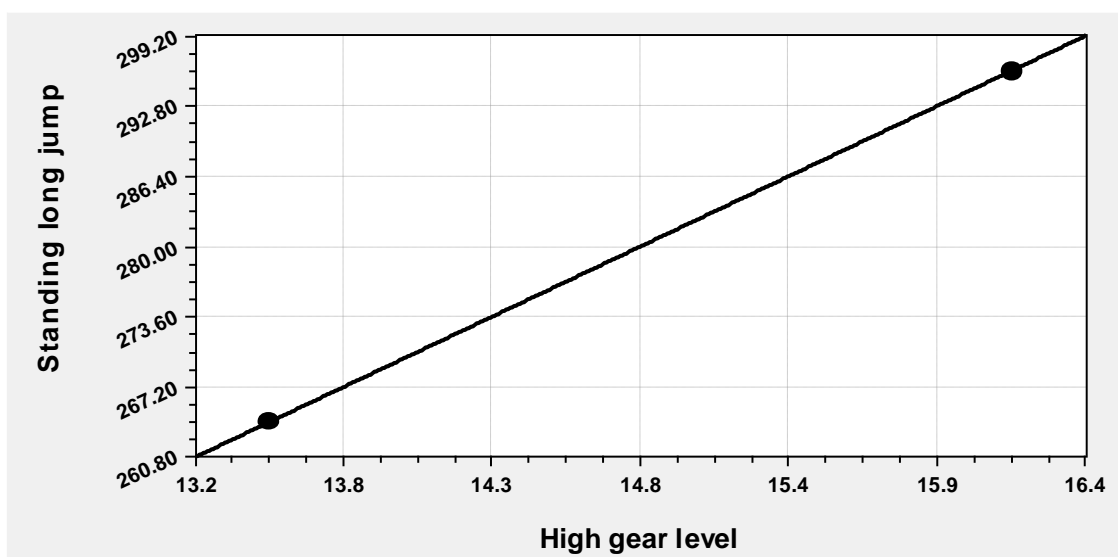


Рис 3.5. Функція залежності передач високого рівня від навичок стрибків у довжину з місця

Log Curve Expert:

Linear Fit:  $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 1.00981132075E+002$

$b = 1.20754716981E+001$

Це означає, що вплив тренувань з стрибків в довжину з місця на розвиток фізичних характеристик, потрібних для передач високого рівня можна відобразити лінійною функцією (13):

$$HGL = 100,98 + 12,08L(13)$$

$HGL$  – відсоток тактичних подач середнього рівня;  $L$  – довжина стрибка з місця.

**Високий рівень силових ударів – підтягування з вису на поперечці;**  
Високий рівень силових ударів у волейболі може бути пов'язаний (Рис 3.6) з здатністю виконувати підтягування з вису на поперечці через спільні вимоги до м'язової сили та витривалості верхньої частини тіла. Обидва навички (Табл 3.6) вимагають великої сили в рухах верхньої частини тіла, тому їх розвиток може взаємопідтримувати один одного в покращенні гри.

Табл 3.6

Вплив тренувань на підтягування на відсоток силових ударів високого рівня

Високий рівень силових ударів	Підтягування з вису на поперечці
3,95	10,4
8,1	13

При встановленні функції кореляції між даними показниками варто пам'ятати, що коефіцієнт кореляції для даної лінійної функції становить 0,48 і є середнім рівнем кореляції.

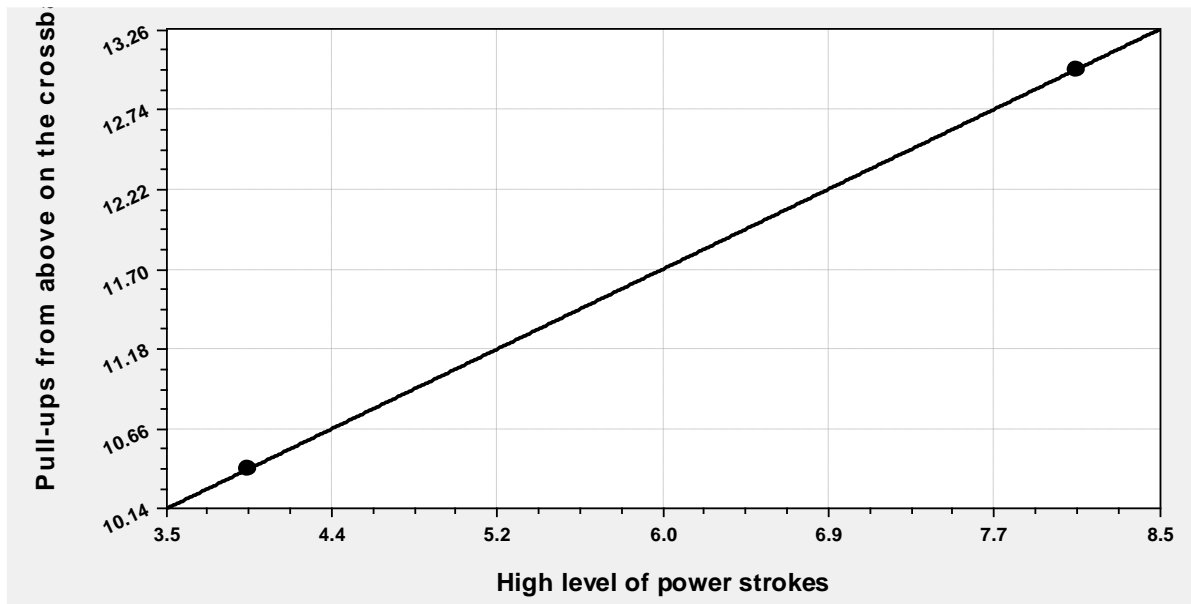


Рис 3.6 Кореляція показника підтягування таа відсотку силових ударів високого рівня

Log Curve Expert:

Linear Fit:  $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 7.92530120482E+000$

$b = 6.26506024096E-001$

Це означає, що вплив тренувань з підтягування на розвиток фізичних характеристик, потрібних для ударів високого рівня можна відобразити лінійною функцією (14):

$$HLS = 7,93 + 0,63PA(14)$$

HLS – відсоток ударів високого рівня; L – кількість підтягувань.

### **Середній рівень силових ударів – біг 10 с на місці;**

Середній рівень силових ударів у волейболі може мати взаємозв'язок (Рис 3.7) зі здатністю виконувати біг 10 секунд на місці через спільні вимоги до фізичної витривалості та м'язової сили. Обидва показники (Табл 3.7)

вимагають розвинених м'язів ніг та здатності до швидкого реагування, що може підтримувати і поліпшувати ефективність гри волейболіста.

Табл 3.7

Вплив тренувань з бігу на місці на відсоток силових ударів середнього рівня

Середній рівень силових ударів	Біг 10 с на місці
1,3	67,05
2,85	72,3

При встановленні функції кореляції між даними показниками варто пам'ятати, що коефіцієнт кореляції для даної лінійної функції становить 0,43 і є середнім рівнем кореляції.

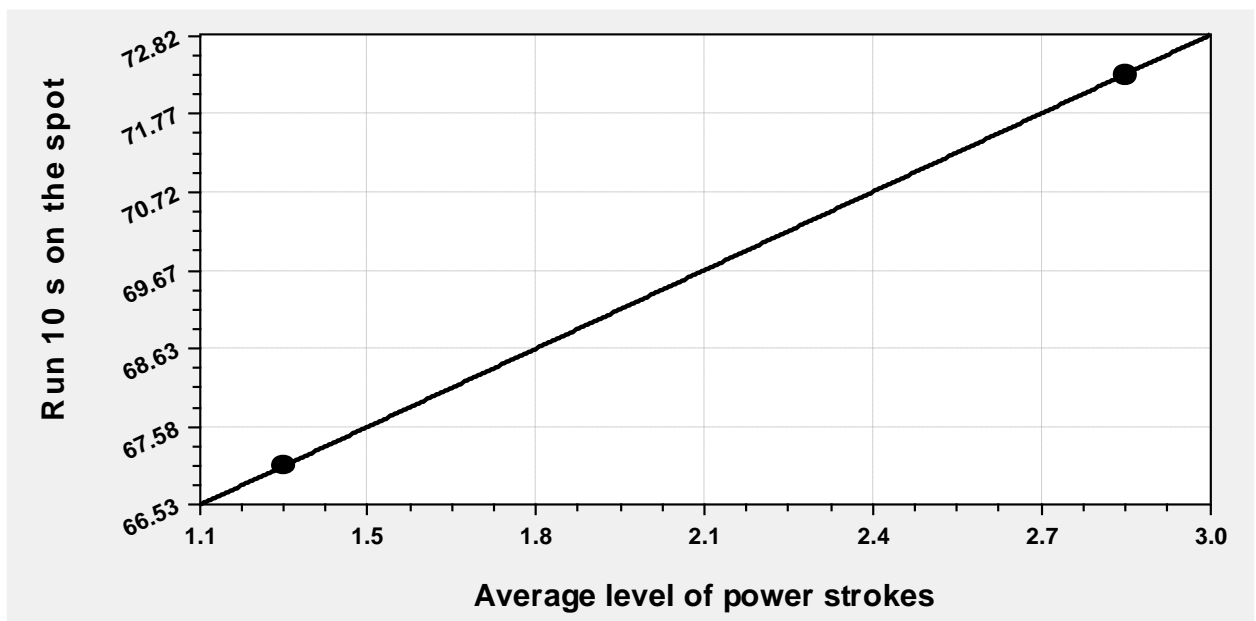


Рис 3.7 Кореляція показника бігу на місці та силових ударів середнього рівня

Log Curve Expert:

Linear Fit:  $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 6.26467741935E+001$



$$b = 3.38709677419E+000$$

Це означає, що вплив тренувань з бігу на місці на розвиток фізичних характеристик, потрібних для ударів високого рівня можна відобразити лінійною функцією (15):

$$ALS = 6,27 + 3,39R_{10}(15)$$

ALS – відсоток ударів середнього рівня;  $R_{10}$  – кількість кроків при бігу на місці.

### **Високий рівень тактичних ударів – біг ялинка (92 м);**

Високий рівень тактичних ударів у пляжному волейболі може бути пов'язаний (Рис 3.8) з здатністю виконувати біг ялинка (92 метри) через спільні вимоги до фізичної підготовки та координації рухів.

Ці навички (Табл 3.8) вимагають хорошої витривалості та здатності до швидкого реагування, що може підтримувати і поліпшувати гру на пляжному волейболі.

Табл 3.8

Вплив тренувань з бігу на 92 м на відсоток тактичних ударів високого рівня

Високий рівень тактичних ударів	Біг ялинка (92 м)
4,35	24,37
6,75	23,39

При встановленні функції кореляції між даними показниками варто пам'ятати, що коефіцієнт кореляції для даної лінійної функції становить 0,42 і є середнім рівнем кореляції.

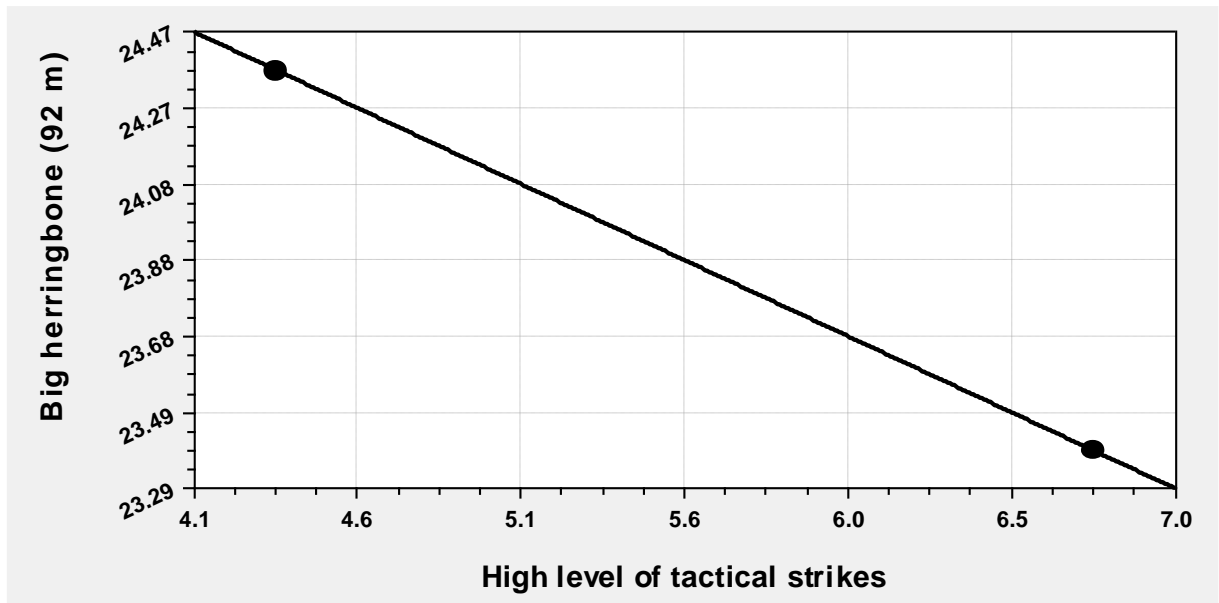


Рис 3.8. Кореляція швидкості бігу на 92 м та відсотку тактичних ударів високого рівня

Log Curve Expert:

Linear Fit:  $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 2.61462500000E+001$

$b = -4.08333333333E-001$

Це означає, що вплив тренувань з бігу на 92 м на розвиток фізичних характеристик, потрібних для тактичних ударів високого рівня можна відобразити лінійною функцією (16):

$$HLTS = 26,15 - 0,41R_{92}(16)$$

HLTS – відсоток тактичних ударів середнього рівня;  $R_{92}$  – результат бігу «ялинка» на 92 м.

### **Середній рівень тактичних ударів – біг 10 с на місці.**

Середній рівень тактичних ударів у пляжному волейболі може мати взаємозв'язок (Рис 3.9) із здатністю виконувати біг 10 секунд на місці через спільні вимоги до фізичної витривалості та реакції. Ці навички (Табл 3.9) вимагають доброї кондиції та здатності швидко реагувати на рухи

супротивника, що може покращувати ефективність гри в пляжному волейболі.

Табл 3.9

Вплив тренувань з бігу на місці на відсоток тактичних ударів високого рівня

Середній рівень тактичних ударів	Біг 10 с на місці
6,95	67,05
4	72,3

При встановленні функції кореляції між даними показниками варто пам'ятати, що коефіцієнт кореляції для даної лінійної функції становить 0,52 і є середнім рівнем кореляції.

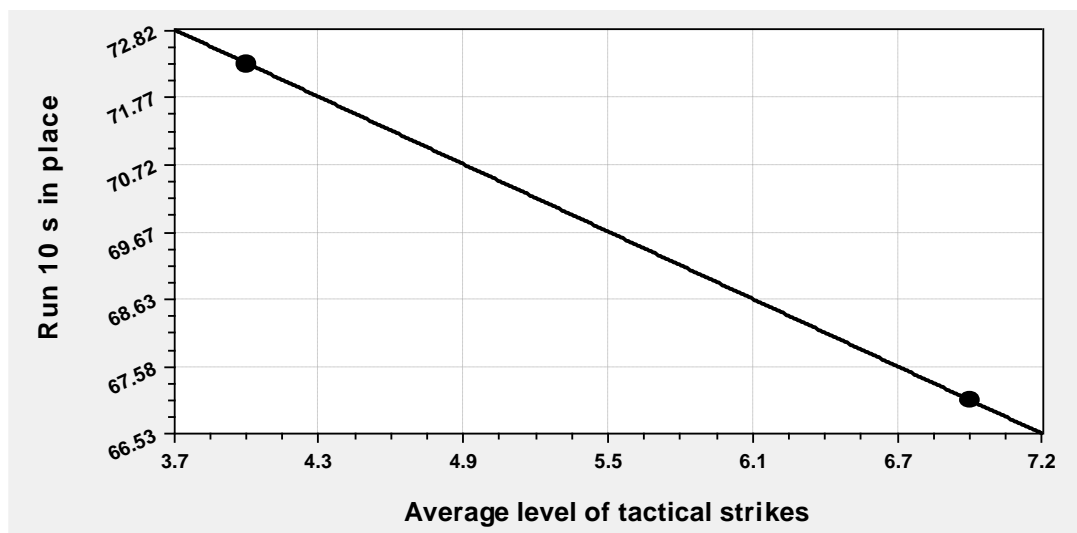


Рис 3.9 Кореляція кількості кроків при бігу на місці і відсотка тактичних ударів середнього рівня

Log Curve Expert:

Linear Fit:  $y=a+bx$

Coefficient Data:

$a = 7.94186440678E+001$

$b = -1.77966101695E+000$

Це означає, що вплив тренувань з бігу на місці на розвиток фізичних характеристик, потрібних для тактичних ударів середнього рівня можна відобразити лінійною функцією (17):

$$ALTS = 79,42 - 1,78R_{10}(16)$$

$ALTS$  – відсоток тактичних ударів середнього рівня;  $R_{10}$  – кількість кроків при бігу на місці 10 с.

### 3.2. Оцінка імовірності влучань по зонам поля

Імовірність влучання при виконанні силових та технічних подач є важливим показником, що демонструє уміння гравців контролювати своє поле в обороні.

Нормальним радіусом контролю можна вважати відстань стрибка, яка завдяки піщаному покриттю є дещо вищою, ніж в звичайному волейболі та становить 2 м.

Відповідно, половина поля команди є квадратом з стороною 8 м і при формуванні зон контролю ділиться на 4 квадрати (Рис 3.10) для яких такі кола є вписаними.

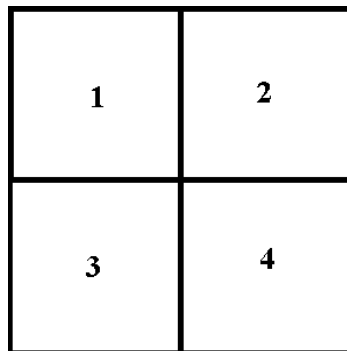


Рис 3.10. Зонування половини ігрового поля за зоною охоплення гравцями

Так як гравця 2, то половина поля завжди перерубуватиме поза зоною контролю команди. Насправді така зона буде навіть більшою, та становитиме (17):

$$S = a^2 - 2\pi r^2, (17)$$

де  $S$  – площа що не підпадає під контроль,  $r$  – радіус зони контролю одного гравця.

При виконанні розрахунків це дає нам  $38,88 \text{ м}^2$ , що становить  $60,75\%$  площі поля.

Відповідно, вже на етапі оцінки середньої можливості контролю поля імовірність влучання має становити  $60,75\%$ , але наявність блоків та стрибків у гору на траєкторії польоту м'яча дозволяє скоротити її.

При статистичному розрахунку імовірності влучань в різні зони поля для команди, що брала участь в даному дослідженні було встановлено такі співвідношення в розподілі пропущених типів подач відносно зон поля: 68,5% силових подач – дальня частина поля, центр та лівий кут; тактичні подачі – 52,8% припадають на зону біля сітки та на 23,5% на центр дальньої смуги ігрового майданчика.

При аналізі з означеним зонуванням це означає – 47,2% подач в зону 4; 46,5% в зону 3, 2,5% в зону 1 та 3,8% в зону 2 (Рис 3.11).

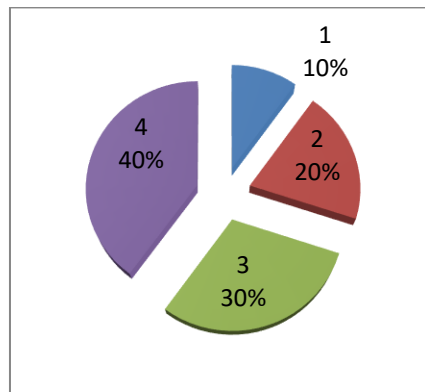


Рис 3.11. Імовірність влучання силових подач

Тут очевидною є тенденція атакувати дальню частину поля.

Для тактичних подач (Рис 3.12) розподіл має дещо інший вигляд та становить: 27,45% для першої зони, 25,05% для другої, 24,75% для третьої та 22,75% для четвертої.

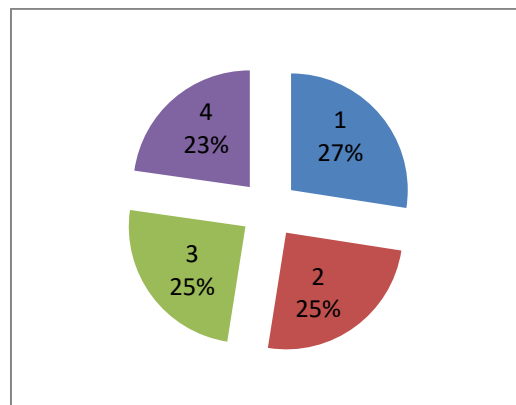


Рис 3.12. Імовірність влучання технічних подач

Тут очевидно, що відмінності є не значними, а тому тактичні подачі розподіляються відносно рівномірно.

### 3.3. Фізико-математична модель траєкторії польоту волейбольного м'яча.

Як було визначено раніше, на траєкторію польоту м'яча, крім безпосередньо вектору сили удару гравця впливає чотири сили (2): сила гравітації, сила Магнуса, виштовхуюча сила та лобовий аеродинамічний опір (формули 3-6).

В ході розрахунку перша з них (3) завжди буде приблизно однаковою з настільки малими відхиленням, що ними можна знехтувати. Розраховуючи силу гравітації для волейбольного м'яча масою 270 г та діаметром 21,3 см, отримуємо (18):

$$F_G = mg^2 = 0,27 \cdot 9,80665 \approx 2,65H. (18)$$

Розраховуючи другу з них (4), ми маємо враховувати, що кутова швидкість м'яча залежить від сили удару та способу його нанесення. Зазвичай це 300-600 rpm (обертів на хвилину), що дає кутову швидкість для розрахунку в радіанах ( $0,1047 \text{ рад}\cdot\text{с}^{-1}$  на оборот [38]) в  $31,41 \text{ рад}\cdot\text{с}^{-1}$ . Густина повітря в нормальних умовах  $1,2255 \text{ кг}/\text{м}^3$  [39]. Швидкість польоту м'яча під час матчів з пляжного волейболу біля  $100 \text{ км}/\text{год}$  тобто біля  $27,8 \text{ м}/\text{с}$  [40].

Тоді розрахунок за формулою (4) дає нам такий показник (19):

$$F_M = \frac{8}{3}\pi \cdot 0,1065^3 \cdot 1,2255 \cdot 31,41 \cdot 27,8 \approx 8,83H, (19)$$

Розраховуючи силу виштовхування, за формулою Архімедової сили (5) ми враховуємо, що її вектор є протилежно направленим до гравітації і компенсує її на отриману величину. Так як всі величини вже охоплено в попередніх формулах, лишається сам розрахунок (20):

$$F_B = \frac{4}{3}\pi \cdot 0,1065^3 \cdot 1,2255 \cdot 9,80665 \approx 0,061H. (20)$$

Як видно, сила виштовхування є досить малою, але все ж, здатна вплинути на силу впливу гравітації, знизивши її з  $2,65 \text{ Н}$  до  $2,589 \text{ Н}$ , тобто на  $2,3\%$ .

Останньою величиною, що підлягає моделюванню є вплив опору повітря на відхилення вектору польоту м'яча, розрахована за формулою квадрата синусу (6).

Тут варто врахувати, що швидкість набігаючого потоку є сумою швидкості м'яча та вітру при лобовому опорі.

Швидкість вітру під час пляжного волейболу може коливатися від декількох кілометрів на годину до значних швидкостей, особливо під час бурь або вітрових умов. В середньому, комфортна швидкість вітру для гри в пляжний волейбол зазвичай становить приблизно 5-15 кілометрів на годину. Однак, в певних випадках швидкість вітру може бути і суттєво вищою, що ускладнює гру та вимагає від гравців додаткових зусиль для контролю над м'ячем.

Для таких середніх показників сила, що впливає на м'яч становитиме (21):

$$F_D = 1,2255SV^2 \sin^2 \alpha, \quad (21)$$

де  $V$  – швидкість набігаючого потоку (сума швидкості м'яча та вітру в м/с), а  $S$  – площа поперечного перерізу м'яча,  $\alpha$  – кут під яким повітря направлено до вектору руху.

Відповідно для мінімального вітру при лобовому опорі повітря така сила становитиме (22):

$$F_D = 1,2255 \cdot \pi \cdot 0,1065^2 \cdot (1,39 + 27,8)^2 \sin^2 \alpha \approx 12,67\pi, \quad (22)$$

Це означає, що при лобовому опорі повітря ми маємо силу порядку 39,8 Н, а для максимально вказаної швидкості вітру в 15 вона становитиме  $14,21\pi$  або 44,61Н.

При попутному вітрі ми отримаємо нульовий опір, так як синус нуля є нуль

При впливу бічного вітру, перпендикулярно до напрямку польоту м'яча формула дещо змінюється і  $V$  складається не з суми швидкості вітру та м'яча, а з швидкості вітру помноженої на синус кута бічного вітру в квадраті. Крім того синус кута, під яким відбувається контакт множать на :

$$F_D = 1,2255 \cdot \pi \cdot 0,1065^2 \cdot (1,39 + 27,8 \sin^2 \varphi)^2 \approx 11,93\pi, \quad (23)$$



Тому для прямого бічного перпендикулярного вітру сила зміщення м'яча буде досить значною і становитиме 37,5Н

В той же час при вітрі з боку під кутом 30 градусів ми маємо показник (24):

$$F_D = 1,2255 \cdot \pi \cdot 0,1065^2 \cdot (1,39 + 27,8 \sin^2 \varphi)^2 \approx 0,97\pi \quad (24)$$

Це буде вектор, що відхиляє м'яч з силою 3,1Н.

### **Аналіз швидкостей та напрямку вітру для чемпіонатів України з пляжного волейболу.**

Для розрахунку реального впливу вітру на відхилення траєкторій польоту м'ячів під час матчів з пляжного волейболу було проведено аналіз швидкостей та напрямків вітру в день змагань відносно розміщення майданчику.

Для аналізу обране майданчики для пляжного волейболу Парк Муромець комплекс «FINNS», м Київ, які є відкритими на відміну від майданчику X-park та на Трухановому острові.

Період моделювання 25, 26 та 27.08. В цей період відбувається III тур Чемпіонату України сезону 2022/2023 серед жінок.

Майданчик, як видно на рис 3.13, орієнтовано з півночі на південь, паралельно Дніпру.

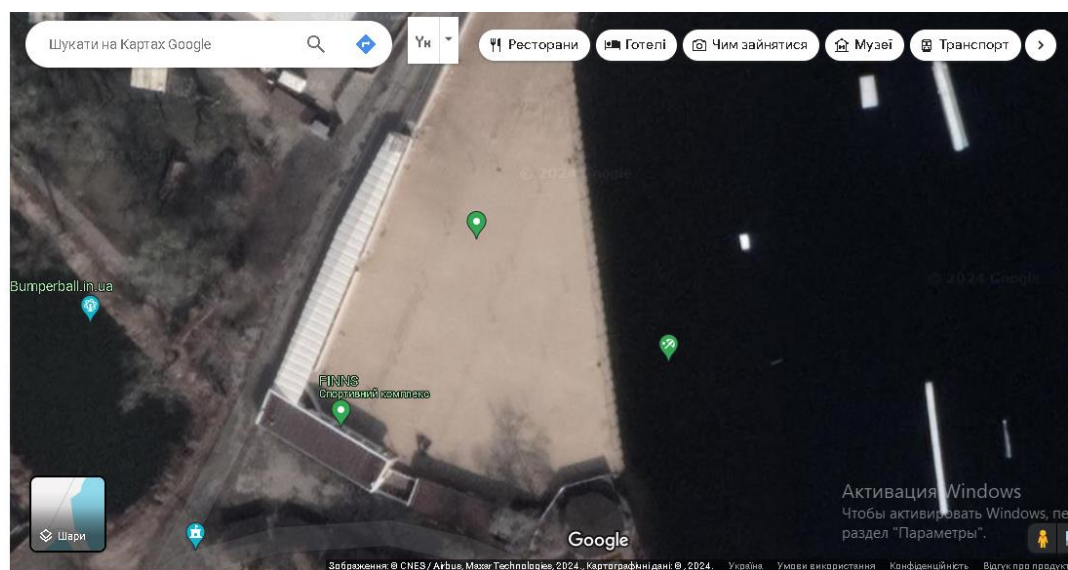


Рис 3.13. Майданчик Парк Муромець

Дані щодо погоди взято з ресурсу Метеопост .com [41], шляхом автоматичної генерації погодних зведень (Табл. 3.10).

Табл. 3.10

Архів погоди та кути опору вітру для команди з Південного боку

День	Час	Вітер	Швидк. Вітру	Кут
25	15:00	Пн.	2 м/с	90
25	18:00	Зх	1 м/с	Бічний
26	9:00	штиль	0 м/с	-
26	12:00	Пд.Сх.	1 м/с	45
26	15:00	Пд.Зх	3 м/с	45
26	18:00	Зх	2 м/с	Бічний
27	12:00	Зх.	3 м/с	Бічний

Бачимо ситуацію 4 типів: вітер на зустріч, бічний вітер, штиль та бічний вітер під кутом 45 градусів.

Для першого випадку при швидкості вітру 2 м/с маємо значення сили 39 Н; для другого при швидкості 1 м/с – 36,2Н, при 2 м/с – 38,75, при 3 м/с – 41,4Н; для третього випадку відхилення немає і для четвертого при швидкості 1 м/с – 18,6Н і при швидкості 3 м/с – 22,4 Н.

Як видно з розрахунків, вплив вітру є найбільш значним з вказаних факторів, що впливають на зміну траєкторії м'яча під час гри.

Проведений аналіз демонструє, що протягом більшої частини матчів в даних змаганнях був бічний перпендикулярний вітер, що створював однакові перепони обом сторонам. В той же час перевага для північної команди протягом матчу 25.08 о 15.00, компенсувалась перевагами 26.08 о 12.00 та 15.00. В обох випадках швидкості вітру були надто малими, щоб здійснити відчутний вплив на результати матчів.

Розроблену методику було б цікаво апробувати в умовах дійсно ускладнених вітром матчів та матчів з штормовим вітром, але наразі в професіональному спорті все частіше матчі проходять в умовах закритих арен, де фактор вітру виключається.

### 3.4. Розробка режиму тренувань з врахуванням імовірності травматизму

#### 3.4.1 Макроцикл тренувань з урахуванням встановлених кореляцій та мікроцикл вправ для нього

Спираючись на отримані закономірності залежності якості виконання технічних дій від показників, проявлених при виконанні вправ, було розроблено макроцикл тренувань та мікроцикл вправ для нього.

Сезонний макроцикл тренувань:

Середня кількість годин на тиждень під час підготовчого та попереднього періодів становить близько 12 годин, а під час періоду змагань зменшується до 8 годин на тиждень, а в період відновлення та оффсезону складає 5 годин на тиждень, тоді можна знайти загальну кількість годин:

Підготовчий та попередній період (6 місяців):  $12 \text{ годин/тиждень} * 4 \text{ тижні/місяць} * 6 \text{ місяців} = 288 \text{ годин}$

Період змагань (6 місяців):  $8 \text{ годин/тиждень} * 4 \text{ тижні/місяць} * 6 \text{ місяців} = 192 \text{ години}$

Період відновлення та оффсезон (2 місяці):  $5 \text{ годин/тиждень} * 4 \text{ тижні/місяць} * 2 \text{ місяці} = 40 \text{ годин}$

Загальна кількість годин тренувань за весь макроцикл буде  $288 + 192 + 40 = 520 \text{ годин}$ .

Підготовчий період (4 місяці).

Протягом цього періоду команда зосереджується на підвищенні загальної фізичної підготовки та вдосконаленні технічних навичок. Тренування включають у себе різноманітні вправи для зміцнення м'язів, підвищення витривалості та швидкості, а також вправи для вдосконалення стрибків, передач та ударів. Зазвичай проводиться 5-6 тренувань на тиждень тривалістю 2-3 години кожне.

Період попередньої підготовки (2 місяці).

На цьому етапі фокус зміщується на інтенсивні тренування, спрямовані на підвищення витривалості, швидкості реакції та розвиток тактичних вмінь. Збільшується кількість вправ, спрямованих на розвиток конкретних

елементів гри. Тривалість тренувань залишається на рівні 2-3 години, а кількість тренувань залишається приблизно на тому ж рівні.

Період змагань (6 місяців).

Основна частина сезону, коли проводяться змагання. Тренування стають менш інтенсивними, а акцент робиться на підтриманні форми та покращенні технічних навичок. Частота тренувань може зменшитися до 4-5 разів на тиждень, а тривалість тренувань скорочується до 1.5-2 годин.

Період відновлення та оффсизон (2 місяці).

Після закінчення змагань спортсмени отримують період відпочинку та відновлення. Тренування в цей період зазвичай скорочуються до мінімуму, і фокус зміщується на відновлення та відпочинок.

Цей сезонний макроцикл забезпечує послідовний та збалансований підхід до підготовки команди протягом всього сезону, забезпечуючи оптимальний розвиток фізичних якостей та технічних навичок для досягнення успіху в волейболі.

Технічний мікроцикл:

Стрибок в довжину з місця (для покращення сили та координації): 4 сеті по 8 повторень, відпочинок між сетами - 2 хвилини. Покращення стрибків в довжину сприятиме покращенню силових подач.

Біг 10 с на місці (для підвищення витривалості та швидкості реакції): 6 сетів по 10 секунд, відпочинок - 1 хвилина між сетами. Покращення швидкості бігу та реакції допоможе у покращенні тактичних подач та ударів.

Біг ялинка (92 м) (для розвитку витривалості та швидкості): 3 пробіги, відпочинок - 3 хвилини між пробігами. Покращення витривалості сприятиме кращій реалізації тактичних ударів.

Стрибок у довжину з місця (для покращення сили та вибуховості): 3 сеті по 10 повторень, відпочинок - 2 хвилини між сетами. Збільшення сили допоможе у кращій реалізації передач.

Підтягування з вису на поперечці (для розвитку силових якостей верхньої частини тіла): 4 сеті по 6 повторень, відпочинок - 2 хвилини між

сетами. Збільшення силових якостей сприятиме кращій реалізації силових ударів та тактичних ударів.

### 3.4.2. Розрахунок імовірності травматизму протягом макроциклу тренувань.

Спираючись на розроблений розклад та загальні розрахунки по окремим етапам макроциклу тренувань, можна розрахувати імовірність травм вцілому, та на окремих етапах, а також на окремому тренуванні.

Для цього використовуємо формулу (8) підставляючи відомі величини. Так для всього макроциклу тренувань така імовірність становитиме (25):

$$P(A) = 1 - (1 - 0,005)^{520} = 1 - 0,07391 = 0,92609, (25)$$

Тобто за увесь макроцикл тренувань імовірність травмування становить майже 93%. Це обумовлено тим, що кількість травм на 1000 годин тренувань в середньому становить 5. Відповідно, імовірність травмування одного гравця за макроцикл тренувань становитиме половину цього числа, тобто 46,345%.

В відповідності до етапів імовірності становитимуть:

- Підготовчий та попередній період (6 місяців) 288 годин – 0,702936 (70%).

- Період змагань (6 місяців) 192 години – 0,618028 (62%).

- Період відновлення та оффсизон (2 місяці) 40 годин – 0,18168 (18%).

За формулою (9) розрахуємо імовірність відновлення після травми протягом сезону (26):

$$P(B) = \frac{n_t}{n_{Tr}} = \frac{4}{5} = 0,8. (26)$$

Це означає, що імовірність відновлення після травми становить 80%.

Так як приблизно 20% травм є такими, що не встигають бути відновленими за період відновлення, то це одна травма на 1000 годин тренувань. Це дає приблизно 41% імовірності отримання травми кимось з команди і 21% імовірності травмування одного з гравців так, щоб він не встиг відновитись протягом сезону.

### **3.5. Розробка рекомендацій з експериментальних елементів для вдосконалення системи змагань**

Ось набір рекомендацій з удосконалення системи змагань з пляжного волейболу за допомогою експериментальних методів:

#### 1. Використання кінетичного піску замість звичайного.

- Провести дослідження щодо впливу кінетичного піску на якість та динаміку гри в пляжний волейбол.

- Провести серію експериментів з використанням кінетичного піску під час тренувань та змагань.

- Оцінити переваги та недоліки використання кінетичного піску з погляду гравців, тренерів та глядачів.

#### 2. Покриття в м'яча, як в м'ячика для гольфу для покращення аеродинаміки:

- Провести тестування різних видів покриття для м'ячів у пляжному волейболі для визначення найефективнішого варіанту.

- Порівняти покращення аеродинаміки та контролю м'яча під час гри з використанням різних покриттів.

- Вивчити вплив нового покриття на стрибучість, швидкість та траєкторію м'яча.

#### 3. Використання в приміщенні потужних вентиляторів для створення різнонаправлених випадкових потоків вітру:

- Розробити спеціальні системи вентиляції для спортивних залів, які дозволять створювати різноманітні потоки повітря.

- Провести експерименти для визначення оптимальних параметрів вентиляційної системи для покращення гри в пляжний волейбол.

- Оцінити вплив випадкових потоків вітру на рух м'яча та реакцію гравців.

#### 4. Система трекінгу м'яча:

- Впровадити спеціальні системи трекінгу для відстеження руху м'яча під час гри.

- Аналізувати дані з систем трекінгу для збільшення об'єктивності суддівства та забезпечення нових можливостей для аналізу гри та покращення стратегії гравців.

- Вивчити вплив системи трекінгу на взаємодію гравців та розвиток стратегій гри.

Ці експериментальні методи можуть сприяти розвитку та удосконаленню системи змагань з пляжного волейболу, покращуючи якість гри та забезпечуючи нові можливості для розвитку цього спорту

Сучасні підходи до побудови тренувальної та змагальної діяльності у пляжному волейболі базуються на комплексному аналізі фізичних, технічних, тактичних та психологічних аспектів гри, а також на використанні передових наукових досліджень та технологій.

Фізична підготовка включає розвиток аеробної та анаеробної витривалості, швидкості, сили, гнучкості та координації рухів. Тренування фокусується на покращенні всіх аспектів фізичної форми гравців.

Технічна майстерність включає постійну практику основних ударів, передач та блокування, а також розвиток новаторських технічних прийомів.

Тактична підготовка включає роботу над формуванням стратегій гри, розробку тактичних комбінацій та адаптацію до стилів супротивників.

Психологічна підготовка спрямована на підвищення ментальної міцності, управління стресом та підвищення самовпевненості гравців.

Використання передових технологій, таких як відеоаналіз, вимірювальні системи та аналітика даних, допомагає тренерам аналізувати та вдосконалювати гру своїх команд.

Також важливим елементом є розробка макроциклу та мікроциклу тренувань з урахуванням кореляцій модельних показників для забезпечення оптимальної фізичної та психологічної підготовки гравців.

Додатково, розроблення новаторських підходів, таких як використання кінетичного піску, покриття м'яча для покращення аеродинаміки та



використання систем трекінгу м'яча, сприяє підвищенню ефективності тренувального процесу та підготовки до змагань.

Усі ці аспекти разом створюють інноваційну та ефективну систему тренувань та змагальної діяльності в пляжному волейболі, яка сприяє досягненню високих результатів на міжнародній арені.

### Висновки до розділу 3.

Для досягнення поставлених завдань, в ході даного дослідження проводилось вимірювання антропометричних та фізично-нейропсихічних параметрів жіночої волейбольної команди. Гравець 1 має зріст 180 см, вагу 70 кг, довжину рук 195 см, довжину ніг 100 см, розмір кисті 19 см та розмір стопи 25 см. Гравець 2 має зріст 175 см, вагу 65 кг, довжину рук 190 см, довжину ніг 98 см, розмір кисті 18 см та розмір стопи 24 см. Фізичні та нейропсихічні параметри показують, що середня довжина стрибка гравця 1 - 2.3 м, а гравця 2 - 2 м, середня висота стрибка для гравця 1 - 0.6 м, а для гравця 2 - 0.5 м. Середня дальність ривка для гравця 1 - 1.1 м, а для гравця 2 - 1 м. Середня сила удару для гравця 1 - 300 кг/см<sup>2</sup>, а для гравця 2 - 280 кг/см<sup>2</sup>. Середня швидкість реакції для гравця 1 - 0.25 с, а для гравця 2 - 0.3 с.

Експериментальний аналіз модельних характеристик в пляжному волейболі включав аналіз відеозаписів ігор та вимірювання різних параметрів гри, таких як технічні дії гравців та результативність їх виконання. Пляжний волейболіст в середньому виконує 85 стрибків за годину або приблизно 1,42 стрибка в хвилину. Він виконує прискорення в бігу кожні 15,4 секунди і долає в середньому 3,3 метри. Структура атакуючих дій показує, що атакуючі технічні дії посідають перше місце з усіх ігрових дій, на подачі припадає 18,5%, на прийомі подачі – 15.3%, передачі – 20%, блок – 13,8%, захист – 9,3%, обманні дії – імітація атаки 0,9% і блоку 0,2%.

Проведено заміри співвідношення між показниками тесту та модельними показниками за такими співвідношеннями з найвищим коефіцієнтом кореляції. Для команди було встановлено співвідношення в розподілі пропущених типів подач відносно зон поля: – 47,2% подач в зону 4; 46,5% в зону 3, 2,5% в зону 1 та 3,8% в зону 2. Для тактичних подач розподіл має дещо інший вигляд та становить: 27,45% для першої зони, 25,05% для другої, 24,75% для третьої та 22,75% для четвертої.

Було визначено, що на траєкторію польоту м'яча, крім безпосередньо вектору сили удару гравця впливає чотири сили: сила гравітації, сила

Магнуса, виштовхуючи сила та лобовий аеродинамічний опір. Розраховано такі середні показники: сила тяжіння - 2,65Н; сила Магнуса - 8,83Н; плавучість - 0,061Н; опір повітря при лобовому опорі 39,8-44,61Н, при перпендикулярному бічному вітрі - 37,5Н, при вітрі під кутом - 3,1Н.

Розраховано показники сили дії вітру на вектор руху м'яча для III туру Чемпіонату України сезону 2022/2023 серед жінок за даними погодних архівів. Для вітру на зустріч (Пн) при швидкості вітру 2 м/с маємо значення сили 39 Н; для бічного вітру (Зх.) при швидкості 1 м/с – 36,2Н, при 2 м/с – 38,75, при 3 м/с – 41,4Н; для вітру під кутом 45 градусів (Пд.Зх та Пд.Сх.) відхилення немає і для четвертого при швидкості 1 м/с – 18,6Н і при швидкості 3 м/с – 22,4 Н.

Розроблено макроцикл тренувань та мікроцикл вправ з урахуванням кореляцій модельних показників. Розраховано імовірності травмування в ході розробленого макроциклу тренувань: Підготовчий та попередній період (6 місяців) 288 годин – 0,702936 (70%). Період змагань (6 місяців) 192 години – 0,618028 (62%). Період відновлення та оффсизон (2 місяці) 40 годин – 0,18168 (18%). За увесь макроцикл тренувань імовірність травмування становить майже 93%.

Розроблено набір рекомендацій з удосконалення системи змагань з пляжного волейболу такими експериментальними методами: використання кінетичного піску замість звичайного, покриття в м'яча, як в м'ячика для гольфу для покращення аеродинаміки, використання в приміщенні потужних вентиляторів для створення різнонаправлених випадкових потоків вітру та система трекінгу м'яча.

Як результат описано систему спортивно-змагальної діяльності.

## **ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ**

1. Проаналізовано та узагальнено методологічні засади планування змагально-спортивної діяльності. Проаналізовано ряд наукових, історичних та документальних джерел, що стосуються спортивно-змагальної діяльності в пляжному волейболі. Проведено аналіз еволюції гри та її місця в олімпійській системі, описано правила та умови змагань, а також висвітлено можливі напрями вдосконалення суддівської роботи, досліджено тактичні аспекти гри науковими колективами.

2. Система спортивно-змагальної діяльності розроблюється через 10 кроків, реалізованих в алгоритмі дослідження: 1) Пошук даних про взаємозв'язки модельних характеристик та фізичних параметрів; 2) Пошук даних про вправи для розвитку фізичних параметрів; 3) Розробка форми особової картки спортсменки; 4) Пошук статистики травматизму; 5) Пошук статистики влучань по зонам поля; 6) Складання статистики погоди для місць змагань; 7) Складання списку допоміжних систем трекінгу; 8) Створення адаптивного алгоритму тренувань; 9) Розробка рекомендацій з вдосконалення м'яча та покриття поля; 10) Створення системи спортивно-загальної діяльності.

Ключовими показниками прямого вимірювання та підрахунку є: 1) антропометричні параметри; 2) фізичні та нейропсихічні параметри; 3) модельні характеристики; 4) статистика травматизму при тренуваннях.

3. Розроблено аналітичну модель підготовки спортсменок з урахуванням ризиків травмувань з метою оптимізації тренерської роботи, а також створено адаптивну систему спортивних заходів, враховуючи взаємозв'язок системи вправ та модельних характеристик.

Для цього було здійснено кореляційний аналіз успішності виконання технічних дій в залежності від нормативів виконання вправ та отримано ряд лінійних функцій. Після цього розроблено макроцикл тренувань та мікроцикл вправ з урахуванням кореляцій модельних показників. Розраховано імовірності травмування в ході розробленого макроциклу

тренувань: Підготовчий та попередній період (6 місяців) 288 годин – 0,702936 (70%). Період змагань (6 місяців) 192 години – 0,618028 (62%). Період відновлення та оффсизон (2 місяці) 40 годин – 0,18168 (18%). За увесь макроцикл тренувань імовірність травмування становить майже 93%.

3. Проаналізовано найбільш ефективні зони для атаки на ігровому полі для атак. Для цього спочатку реалізовано розподіл на 4 зони за радіусом стрибка, що визначає зону покриття гравців в обороні. Визначено, що площа, яка знаходиться поза межами зони контролю команди становить 60,75% площі поля.

Проаналізовано статистику матчів команди та визначено статистику успішності атакуючих дій. Для силових подач – 47,2% подач в зону 4; 46,5% в зону 3, 2,5% в зону 1 та 3,8% в зону 2. Для тактичних подач розподіл має дещо інший вигляд та становить: 27,45% для першої зони, 25,05% для другої, 24,75% для третьої та 22,75% для четвертої.

Було визначено, що на траєкторію польоту м'яча, крім безпосередньо вектору сили удару гравця впливає чотири сили: сила гравітації, сила Магнуса, виштовхуючи сила та лобовий аеродинамічний опір. Розраховано такі середні показники: сила тяжіння - 2,65Н; сила Магнуса - 8,83Н; плавучість - 0,061Н; опір повітря при лобовому опорі 39,8-44,61Н, при перпендикулярному бічному вітрі - 37,5Н, при вітрі під кутом - 3,1Н.

Для перевірки релевантності моделі проведено її апробацію. Розраховано показники сили дії вітру на вектор руху м'яча для III туру Чемпіонату України сезону 2022/2023 серед жінок за даними погодних архівів. Для вітру на зустріч (Пн) при швидкості вітру 2 м/с маємо значення сили 39 Н; для бічного вітру (Зх.) при швидкості 1 м/с – 36,2Н, при 2 м/с – 38,75, при 3 м/с – 41,4Н; для вітру під кутом 45 градусів (Пд.Зх та Пд.Сх.) відхилення немає і для четвертого при швидкості 1 м/с – 18,6Н і при швидкості 3 м/с – 22,4 Н.

4. Запропоновано низку заходів для удосконалення гри, включаючи використання м'яча з виїмками аналогічно гольфу для підвищення

аеродинамічних властивостей, розвиток системи змагань та модернізацію ігрового поля, зокрема, застосування нових матеріалів у заміну традиційного піску.

Таким чином, спираючись на отримані результати можна відзначити значну різноманітність факторів, що впливають на успішність команди в пляжному волейболі. В ході планування тренувань важливо як врахувати модельні характеристики, потрібні для підвищення успішності атаки, так і вплив сторонніх факторів на зразок вітру.

Як результат це дозволить на базі оцінки записів гри команди та статистики погоди, з урахуванням фізичної підготовки розробити адаптивну систему тренувань, що зважатиме на величину ризику травматизму. Крім того тренер отримає можливість статистичної оцінки та корегування фізичних параметрів спортсменки, які необхідно покращити в першу чергу.

#### *Перспективи подальших досліджень.*

В рамках даної роботи було реалізовано локальне дослідження та розроблено модель з досить універсальним застосуванням. В перспективі можливо використання даної моделі для аналізу статистики значної кількості команд в динаміці їх розвитку від новачків до професіоналів, що дасть можливість її вдосконалити.

Крім того при розробці мікроциклу тренувань охоплено лише ті вправи, по яким є найвища кореляція з модельними характеристиками, але для комплексної розробки макроциклу тренувань важливо врахувати максимальну кількість факторів, включаючи всі вправи, харчування, спосіб життя та ін.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Федерація Волейболу (FIVB). (2016). Офіційні правила пляжного волейболу 2017-2020.[https://ukv.org.ua/docs/Methodika/Beach/Rules/2017-2020\\_UCV.pdf](https://ukv.org.ua/docs/Methodika/Beach/Rules/2017-2020_UCV.pdf)
2. Пляжний волейбол як один із видів активного відпочинку / К. А. Шевченко, В. В. Кевпанич, М. І. Шкірта // Україна. Здоров'я нації. - 2019. - № 2. - С. 216. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Uzn\\_2019\\_2\\_85](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Uzn_2019_2_85)
3. Dearing, J.B. (2007). The Untold Story of William G. Morgan, Inventor of Volleyball. WATSON Press. ISBN: 1595941894, 9781595941893. (112 p.)  
[https://books.google.com.ua/books/about/The\\_Untold\\_Story\\_of\\_William\\_G\\_Morgan\\_Inv.html?id=UOI8TsrKFnwC&redir\\_esc=y](https://books.google.com.ua/books/about/The_Untold_Story_of_William_G_Morgan_Inv.html?id=UOI8TsrKFnwC&redir_esc=y)
4. Ingersoll, L. A. (1908) Ingersoll's century history, Santa Monica Bay cities ... prefaced with a brief history of the state of California, a condensed history of Los Angeles County, -1908; supplemented with an encyclopedia of local biography. Los Angeles, L. A. Ingersoll. [Pdf] Retrieved from the Library of Congress, <https://www.loc.gov/item/10014107/>.
5. Fédération Internationale de Volleyball. "The History of Beach Volleyball." Retrieved from [https://www.fivb.com/en/beachvolleyball/thegame\\_bvb\\_glossary/history](https://www.fivb.com/en/beachvolleyball/thegame_bvb_glossary/history)
6. Couvillon, A.R. (2002). Sands of Time: 1895-1969 (Том 1 з серії Sands of Time: The History of Beach Volleyball). Information Guides. ISBN: 0938329480, 9780938329480. (264 p.)  
[https://books.google.com.ua/books/about/Sands\\_of\\_Time\\_1895\\_1969.html?id=RtUNAAAACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.ua/books/about/Sands_of_Time_1895_1969.html?id=RtUNAAAACAAJ&redir_esc=y)
7. Лібович Н. П. Історія виникнення та розвиток волейболу. Правила гри та методика суддівства : лекція з навчальної дисципліни "Теорія і методика спортивних ігор" для студентів спеціальності 017 "Фізична

культура і спорт" спеціалізація "Фітнес і рекреація" / Лібович Н. П., Ковцун В. І. - Львів, 2019. - 15 с. <http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/23157>

8. Hare, Dennis (1981). The Art of Beach Volleyball. Hogar Pub. Co. p. 255. <https://a.co/d/jd8bbqE>

9. Ft. Lauderdale Swatch Beach Volleyball FIVB World Tour Finals | Schedule,  
<http://www.fivb.org/EN/BeachVolleyball/Competitions/WorldTour/2015/Event/Results.asp?TournCode=MSSF2015&Phase=2>

10. International Women's Career Team Victory Leaders, Beach Volleyball Database  
<http://www.bvbinfo.com/Leader.asp?Process=I&Gender=W&Category=2>

11. Mayer, K.C/Stotlar, David (2018). Elite Athlete Development : A Medal and Event Analysis of Top Performing Nations in the Summer Olympic Games. [S.l.] : SSRN.<https://ssrn.com/abstract=2796317>.

12. Beach volleyball at the Summer Olympics. (2020) From Wikipedia, the free encyclopedia  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Beach\\_volleyball\\_at\\_the\\_Summer\\_Olympics](https://en.wikipedia.org/wiki/Beach_volleyball_at_the_Summer_Olympics)

13. Методичні рекомендації до самостійного вивчення навчальної дисципліни «Фізичне виховання» за темою «Волейбол» для студентів спортивних секцій та груп спортивного вдосконалення з волейболу. / О. П. Підгурська, Л. А. Петрук, А. М. Пасевич – Рівне: НУВГП, 2017. - 31 с. <https://ep3.nuwm.edu.ua/7286/1/09-02-19.pdf>

14. Bouwmeester, O.V.A., van de Pol, D., Kuijer, P.P.F.M., Planken, R.N., Terpstra, A., Pannekoek-Hekman, M., Alaeikhaneshir, S., & Maas, M. (2018). Diagnostic properties of the SPIQuestionnaire to detect Posterior Circumflex Humeral Artery Disease in elite volleyball players: a cross-sectional study. European Journal of Radiology, 98, 20-24. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2017.10.002>.

15. Van de Pol, D., Kuijer, P.P.F.M., Terpstra, A., Pannekoek-Hekman, M., Alaeikhaneshir, S., Bouwmeester, O., Planken, R.N., & Maas, M. (2018).



Posterior circumflex humeral artery pathology and digital ischemia in elite volleyball: Symptoms, risk factors & suggestions for clinical management. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(10), 1032-1037. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.03.010>.

16. Nishino, T., Hiraya, D., Yamamoto, Y., Suzu, T., Nishida, Y., Yamazaki, M. (2023). Posterior circumflex humeral artery pathological lesions with digital ischemia in an elite volleyball player: A case report and literature review. *Asia-Pacific Journal of Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation and Technology*, 33, 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.asmart.2023.08.005>.

17. Kugler, A., Krüger-Franke, M., Schurk, B. (2004). TRENDSPORTARTEN: Beach-Volleyball. *Sports Orthopaedics and Traumatology Sport-Orthopädie - Sport-Traumatologie*, 20(4), 235-237. <https://doi.org/10.1078/0949-328X-00225>.

18. Zohaib Ahmad, Akira M. Murakami, Lars Engebretsen, Mohamed Jarraya, Frank W. Roemer, Ali Guermazi, Andrew J. Kompel(2020) Knee cartilage damage and concomitant internal derangement on MRI in athletes competing at the Rio de Janeiro 2016 Summer Olympics. *European Journal of Radiology Open* 7, 100258 <https://doi.org/10.1016/j.ejro.2020.100258>.

19. Nishino, T., Obara, K., Nishida, Y., Yamaguchi, H., Hayashi, M., Yamazaki, M. (2022). Large-scale international volleyball competition in “bubble” under the COVID-19 pandemic. *Asia-Pacific Journal of Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation and Technology*, 27, 9-12. <https://doi.org/10.1016/j.asmart.2021.12.001>.

20. Jaroslaw Krzywanski, Ernest Kuchar, Rafal Mierzynski (2021) Cutaneous larva migrans in a beach volleyball player. *IDCases*, 24,e01084, <https://doi.org/10.1016/j.idcr.2021.e01084>.

21. Milanes, C. B., Pérez Montero, O., Cabrera, J. A., & Cuker, B. (2021). Recommendations for coastal planning and beach management in Caribbean insular states during and after the COVID-19 pandemic. *Ocean & Coastal Management*, 208, 105575. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105575>.

22. P. Kurowski, K. Szelag, W. Zaluski, R. Sitnik,(2018) Accurate ball tracking in volleyball actions to support referees. *Opto-Electronics Review*, 26 (4), pp. 296-306, <https://doi.org/10.1016/j.opelre.2018.10.004>.
23. Xinning Zhou (2021) Research on monitoring volleyball players' competition load based on intelligent tracking technology. *Microprocessors and Microsystems*, 82, p 103881/ <https://doi.org/10.1016/j.micpro.2021.103881>.
24. Kristina Host, Marina Ivašić-Kos (2022) An overview of Human Action Recognition in sports based on Computer Vision. *Heliyon*, 8(6),e09633. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09633>.
25. Olivia Schläppi-Lienhard, Ernst-Joachim Hossner (2015) Decision making in beach volleyball defense: Crucial factors derived from interviews with top-level experts. *Psychology of Sport and Exercise*, 16(1), pp 60-73,<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.07.005>.
26. Ляхова Т.П., Парамей О.А.(2018) Аналіз використання різних видів атакуючих дій у пляжному волейболі. Проблемы и перспективы развития спортивных игр и единоборств в высших учебных заведениях, 2, с 34-37 <https://journals.uran.ua/pprsievnz/article/view/124305/118860>
27. Гунченко, В. В. (2018) Ефективність подач як вагомий фактор змагальної діяльності у пляжному волейболі. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації* (6). pp. 122-129. URI:<http://eprints.zu.edu.ua/id/eprint/28155>
28. Мельник А. Ю (2019) Методика для аналізу статистичних даних стосовно виконання різних способів подачі у змаганнях з пляжного волейболу. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова*, 5(113), с 93-97 <https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/25524/Melnyk.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
29. Michele Forgiarini Saccol, Gabriel Peixoto Leão Almeida, Vivian Lima de Souza. (2016) Anatomical glenohumeral internal rotation deficit and symmetric rotational strength in male and female young beach volleyball players. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 29, p 121-125, <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2015.08.003>.

30. Адашевский В.М., Горчанюк Ю.А. Комплексные исследования некоторых механических характеристик биомеханических систем. Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. зб.наук.пр. Харків, ХХІІІ, 2001, №29. С. 12-20.

31. File:Ball forces during flight.svg. (2023, October 27). Wikimedia Commons. Retrieved 17:19, February 6, 2024 from [https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Ball\\_forces\\_during\\_flight.svg&oldid=815808937](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Ball_forces_during_flight.svg&oldid=815808937).

32. Bush, J. W. M. The aerodynamics of the beautiful game // Sports Physics. — Les Éditions de l'École Polytechnique, 2013. — P. 171. — ISBN 978-2-7302-1615-9.

33. Nancy Hall (2017) Ideal lift of a spinning ball. NASA. <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/beach.html>

34. Post, S. Applied and computational fluid mechanics. — Jones and Bartlett Publishers, 2010. — P. 280–282. <https://books.google.com/books?id=Y8e4q-BZlqYC&pg=PA280>

35. McLean D. (2012) Understanding Aerodynamics: Arguing from the Real Physics. — Wiley, 2012. — 576 p.

36. Соловей О.М., Гунченко В.В. «Аналіз ефективності результатів змагальної діяльності у пляжному волейболі», науково-практичний журнал «Спортивний вісник Придніпров'я» №3/2018, м. Дніпро, 2018, с.126-130.

37. Соловей О.М., Гунченко В.В. «Провідні спеціальні фізичні якості як фактор впливу на результат змагальної діяльності у пляжному волейболі», науково-практичний журнал «Спортивний вісник Придніпров'я» №4/2019, м. Дніпро, 2019, с. 85-94.

38. Федорченко А.М. (1975). Теоретична механіка. Київ: Вища школа., 516 с.

39. Густина повітря. (2023, жовтня 25). Вікіпедія. Процитовано 12:20, лютого 9, 2024 з <https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%93%D1%83%D1%81%D1%82>

[%D0%B8%D0%BD%D0%B0\\_%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%80%D1%8F&oldid=40767138.](https://s4s.in.ua/ua/n311036-interesnye-fakty-pro.html)

40. Цікаві факти про гру у волейбол // Електронний ресурс. Допис 10 Березня 2023 р. Режим доступу: <https://s4s.in.ua/ua/n311036-interesnye-fakty-pro.html>

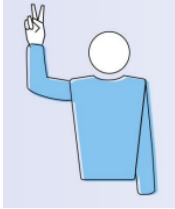

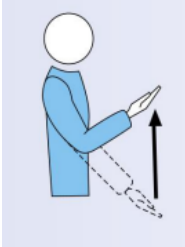

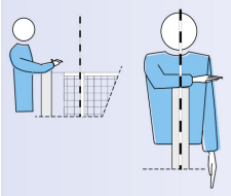
41. Метеопост. (2023) Архів метеозведень (період 3 години) 25-27 Серпень 2023 Київ. Архів метеоданих. Перегляд фактичної погоди на певну дату. <https://meteorpost.com/weather/archive/>

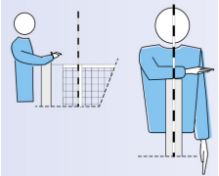
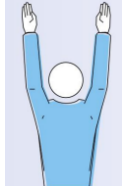
## ДОДАТКИ


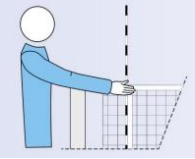


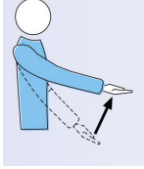

## Додаток А

Табл 1.1

## Основні помилки при грі

Назва	Суть	Сигнал судді
Чотири торкання	Не допускається торкання більше 3 раз однією командою до переходу на сторону противника	
Подвійне торкання	Не допускається більше одного торкання одним гравцем підряд	
Удар з підтримкою	гравець при виконанні удару м'яч знаходиться під долонею гравця на протязі тривалого контакту	
Подача за зоною переходу	перешкода від переходу на майданчик та в ігровий простір суперників під сіткою при повному перетині м'яча нижньою частиною під сіткою. Гравець, який подає, торкається корту (лицьової лінії) або поверхні поза межами зони подачі. Гравець, за винятком того, хто подає, ступає за межі свого корту у момент удару під час подачі.	
Помилка при атакуючому ударі	Гравець доторкнувся до м'яча у межах ігрового простору команди суперника. Гравець направив м'яч "за" (по напрямку виходу за межі поля або сітки). Гравець закінчив	

	<p>атаку, невелико торкаючись м'яча відкритою долонею або направляючи м'яч пальцями.</p> <p>Гравець виконав атаку під час подачі суперника, коли м'яч повністю перебував над верхнім краєм сітки. Гравець здійснив атаку, використовуючи верхню передачу руками з траєкторією, не перпендикулярною лінії його плечей, за винятком ситуацій, коли він передає м'яч своєму партнерові по команді.</p>	
<p>Торкання по іншу сторону сітки</p>	<p>гравець або м'яч доторкнувся до сітки або перетнув її межу, а контакт стався на протилежній стороні сітки від тієї, де знаходився гравець, який виконував дію гравець або м'яч доторкнувся до сітки або перетнув її межу, а контакт стався на протилежній стороні сітки від тієї, де знаходився гравець, який виконував дію</p>	
<p>Помилка при блокуванні</p>	<p>Гравець, який блокує, торкається м'яча в просторі суперника до або одночасно з його атакуючим ударом. Гравець, який блокує, перекиває м'яч в просторі суперника за антеною. Гравець, який блокує, перехоплює подачу суперника. М'яч від блоку направляється "за" (у напрямку виходу за межі поля або сітки).</p>	

Обопільна помилка	обидві команди порушили правила гри в одній і тій же ігровій ситуації веде до перегравання м'яча	
Торкання сітки	Гравці не повинні торкатися сітки, коли вони виконують блок або атакують м'яч. Це включає в себе контакт будь-якою частиною тіла, включаючи руки, голову, корпус, а також одяг. Винятки під час блоку: Є деякі ситуації, коли гравці можуть торкнутися сітки під час блоку без порушення правил. Наприклад, якщо гравець торкнувся сітки, але це не вплинуло на хід гри, і м'яч продовжує рухатися, це може бути допущено. Однак, якщо торкання сітки впливає на гру, то це вважається порушенням.	
М'яч за	м'яч перетнув межу поля або сітки і вибіг за межі гри або "за" (поза) ігрове поле	
Затримка подачі	гравець, який має право на подачу (сервіс), затримується або витрачає занадто багато часу перед тим, як виконати подачу м'яча	
М'яч не підкинутий або не випущений при подачі	час подачі обмежений декількома секундами (зазвичай 12 секунд), і гравець повинен випустити м'яч під час цього інтервалу	
Попередження/зауваження за затримку	Попередження легша санкція, призначена для попередження гравців або команди щодо затягування гри Зауваження може призвести до	

	штрафних очок для команди або втрати права на подачу для команди гравця, якому воно було накладено	
Попередження про неспортивну поведінку	Неспортивне поведіння: суперечка, залякування тощо	
Зауваження про неспортивну поведінку або грубе поведіння	Грубе порушення: агресивність, фізична суперечка, образи чи інші серйозні антиспортивні дії	
Видалення за повторні порушення	За повторне грубе поведіння або бійку гравець може бути видалений на одну партію	
Дискваліфікація	За більш серйозне порушення гравця можуть видалити до кінця гри	



## Додаток Б

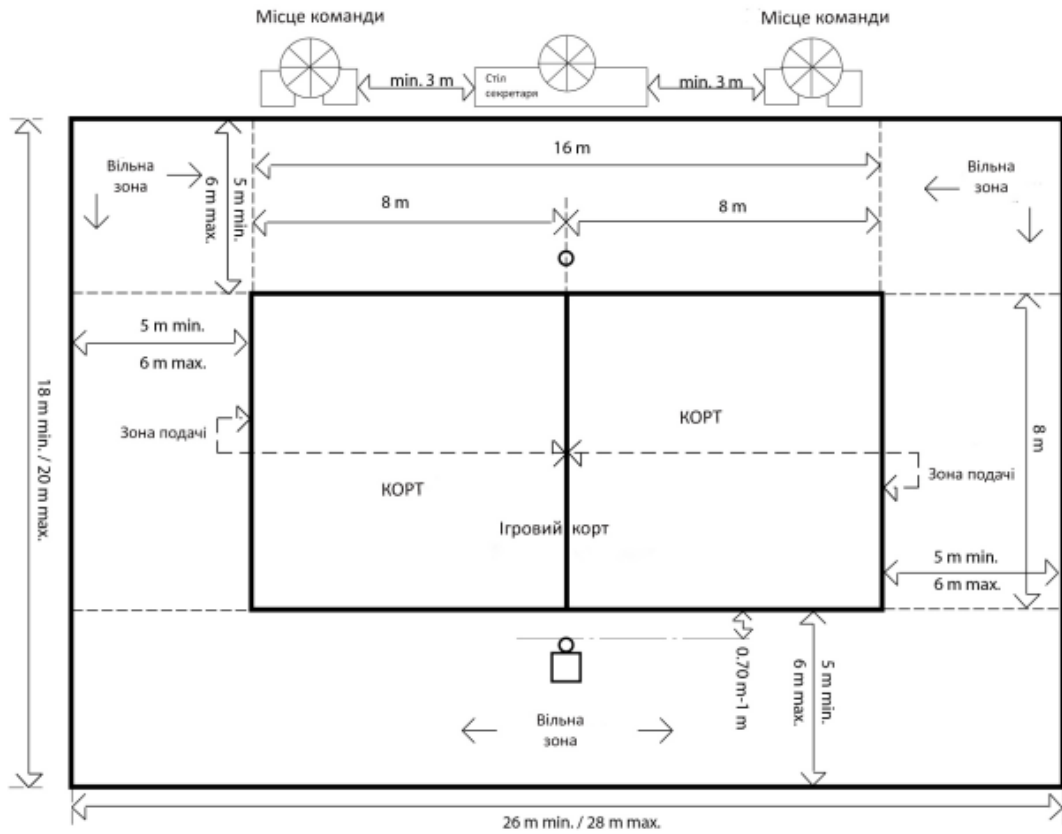
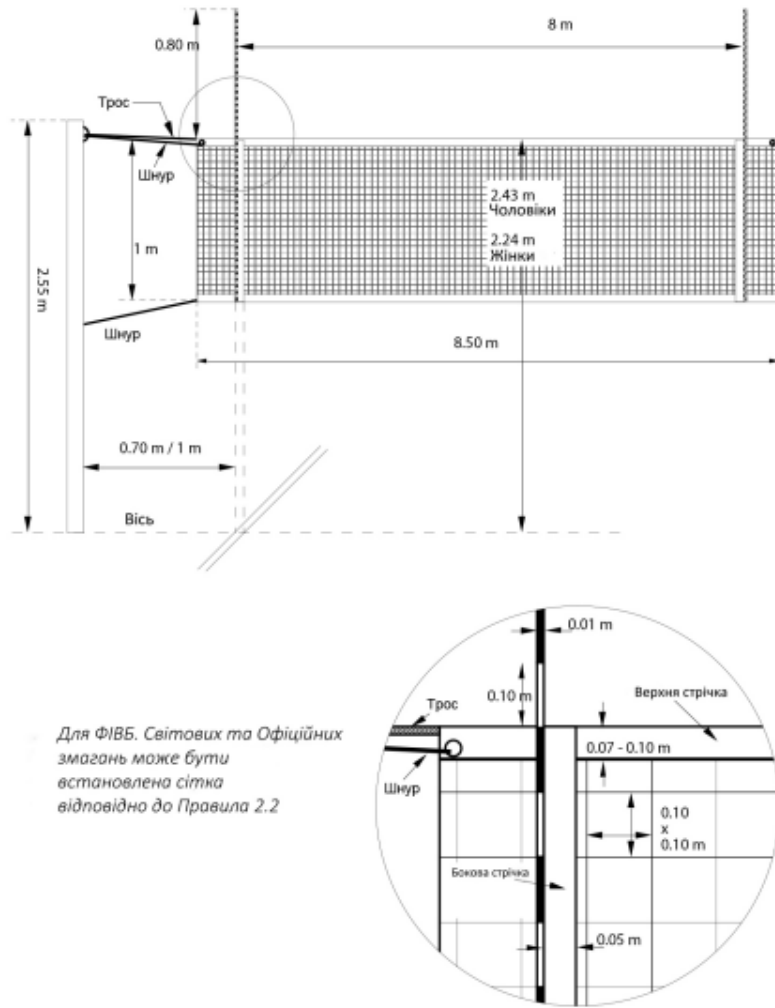


Рис 1.2. Ігровий майданчик за стандартами FIVB

Додаток В.



Для ФІВБ. Світових та Офіційних змагань може бути встановлена сітка відповідно до Правила 2.2

Рис 1.3. Параметри сітки



Рис 1.4. Вільям Джей Морган, винахідник волейболу (мінтонет, перейменовано в волейбол Альфредом Т Хальстедом)

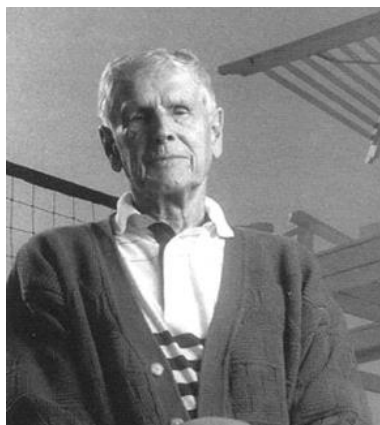


Рис 1.5. Пауль «Пабло» Джонсон, винахідник формули 2х2

## Додаток Д.

Табл. 1.3.

Статистика жіночих команд пляжного волейболу літніх олімпійських ігор [12]

Year	Host	Gold medal match			Bronze medal match			Teams
		Gold medalists	Score	Silver medalists	Bronze medalists	Score	4th place	
1996 Details	 Atlanta	 Sandra Pires and Jackie Silva	2–0	 Mônica Rodrigues and Adriana Samuel	 Natalie Cook and Kerri Pottharst	2–0	 Barbra Fontana and Linda Hanley	18
2000 Details	 Sydney	 Natalie Cook and Kerri Pottharst	2–0	 Shelda Bede and Adriana Behar	 Sandra Pires and Adriana Samuel	2–0	 Yukiko Takahashi and Mika Teru Saiki	24
2004 Details	 Athens	 Misty May and Kerri Walsh Jennings	2–0	 Shelda Bede and Adriana Behar	 Holly McPeak and Elaine Youngs	2–1	 Natalie Cook and Nicole Sanderson	24
2008 Details	 Beijing	 Misty May-Treanor and Kerri Walsh Jennings	2–0	 Tian Jia and Wang Jie	 Xue Chen and Zhang Xi	2–0	 Talita Antunes and Renata Ribeiro	24
2012 Details	 London	 Misty May-Treanor and Kerri Walsh Jennings	2–0	 Jennifer Kessy and April Ross	 Larissa França and Juliana Silva	2–1	 Xue Chen and Zhang Xi	24
2016 Details	 Rio de Janeiro	 Laura Ludwig and Kira Walkenhorst	2–0	 Ágatha Bednarczuk and Bárbara Seixas	 April Ross and Kerri Walsh Jennings	2–1	 Talita Antunes and Larissa França	24
2020 Details	 Tokyo	 Alix Klineman and April Ross	2–0	 Mariafe Artacho del Solar and Taliqua Clancy	 Joana Heidrich and Anouk Vergé-Dépre	2–0	 Tina Graudiņa and Anastasija Kravčenko	24

## Додаток Е

Табл. 1.4

## Статистика чемпіонатів в Україні

Рік	Чемпіон України	Володар Кубку України
1996	Замрій Галина / Іларіонова Вікторія	Смолянець Ірина / Баденко Оксана
1997	Плешко Світлана / Чорна Олена	Пилипчак Наталія / Поліщук Вікторія
1998	Жданова Алла / Поліщук Вікторія	Погоріла Вікторія / Бейкун Оксана
1999	Ошейко Галина / Подурян Ольга	Жданова Алла / Поліщук Вікторія
2000	Ошейко Галина / Подурян Ольга	Ошейко Галина / Подурян Ольга
2001	Подурян Ольга / Бабуріна Світлана	Ошейко Галина / Бабуріна Світлана
2002	Бабуріна Світлана / Ошейко Галина	Не проводився
2003	Будко Тетяна / Дробишевська Ольга	Пригарницька Ганна / Лисенко Олена
2004	Бабуріна Світлана / Ошейко Галина	Бабуріна Світлана / Ошейко Галина
2005	Бабуріна Світлана / Ошейко Галина	Бабуріна Світлана / Ошейко Галина
2006	Бабуріна Світлана / Ошейко Галина	Шумейко Наталія / Тарасова Вікторія 10
2007	Бабуріна Світлана / Ошейко Галина	Шумейко Наталія / Крайня Наталія

2008	Бабуріна Світлана / Ошейко Галина	Шумейко Наталія / Малишева Олена
2009	Бабуріна Світлана / Ошейко Галина	Змієвська Валентина / Самодай Марина
2010	Чекмарьова Ксенія / Сметанюк Вікторія	Чекмарьова Ксенія / Фотенко Поліна
2011	Басанова Олена / Грицюк	Не проводився
2012	Валентина Бабуріна Світлана / Махно Інна	Растикус Вікторія / Ярзуткіна Дар'я
2013	Бабуріна Світлана / Муленко Діана	Шумейко Наталія / Чекмарьова Ксенія
2014	Муленко Діана / Махно Інна	Чекмарьова Ксенія / Давідова Валентина
2015	Давідова Валентина / Щіпкова Євгенія	Давідова Валентина / Щіпкова Євгенія
2016	Давідова Валентина / Щіпкова Євгенія	Давідова Валентина / Щіпкова Євгенія