



ФІЗИЧНА ОСВІТА І СПОРТ

УДК 796.015.132:612.017.1:796.012.1

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.15838034>

Синергетика фізіологічних і моторних характеристик у підготовці спортсменів ігрових видів спорту

Козіна Жанетта Леонидівна

доктор наук з фізичного виховання і спорту, професор, завідувач кафедри олімпійського і професійного спорту, спортивних ігор та туризму, Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, вул. Алчевських, 29, Харків,
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5588-4825>

Дяченко Андрій Юрійович

доктор наук з фізичного виховання і спорту, професор, завідувач кафедри водних видів спорту, Національний університет фізичного виховання і спорту України, вул. Фізкультури, 1, Київ,
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9781-3152>

Азієв Єльшан

аспірант кафедри теорії та методики фізичної культури і спорту, Запорізький національний університет, 69600, м. Запоріжжя, вул. Університетська, 66,
ORCID <https://orcid.org/0009-0008-2721-6799>

Грищенко Остап Володимирович

старший викладач кафедри фізичного виховання, Львівський торговельно-економічний університет, вул. Туган-Барановського, 10, Львів,
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0589-8716>



Прийнято: 07.05.2025 | Опубліковано: 17.05.2025

Анотація. У статті представлено результати комплексного дослідження, спрямованого на обґрунтування та експериментальну перевірку синергетичної моделі взаємодії між фізіологічними параметрами та руховими якостями спортсменів, які спеціалізуються у командних ігрових видах спорту. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю удосконалення підходів до функціональної підготовки з урахуванням цілісного, інтегративного характеру адаптації спортсмена до специфіки ігрової діяльності. Теоретико-методологічною основою дослідження стали принципи системності, варіативності адаптації, а також біоенергетичного і нейрофізіологічного забезпечення рухових дій. Розроблена типова модель побудована на базі міждисциплінарного аналізу, що об'єднує дані фізіологічної діагностики (HRV, HRR, VO_{2max} , лактатна толерантність) з результатами тестування вибухової сили, швидкості, витривалості та координації у спортсменів, які займаються гандболом, футболом і регбі. Методами математичної статистики (кореляційний та факторний аналіз) встановлено суттєві взаємозв'язки між показниками функціональної адаптації та якістю реалізації техніко-тактичних дій в умовах змагального навантаження. Зокрема, виявлено, що високий рівень варіабельності серцевого ритму та ефективне відновлення після навантаження позитивно корелюють з ігровою стабільністю, точністю прийняття рішень та моторною витривалістю. Емпіричне підтвердження отримано шляхом аналізу змагальної активності та фізіологічної реактивності спортсменів ($n = 90$). Практичне значення дослідження полягає у можливості використання запропонованої моделі для прогнозування функціональної ефективності, індивідуалізації тренувального процесу та побудови адаптивних програм підготовки з урахуванням ігрового амплуа. Перспективи подальших



досліджень пов'язані з валідацією моделі у контексті вікової, статевої та позиційної диференціації.

Ключові слова: гандбол, футбол, регбі, функціональна підготовка, фізіологічна адаптація, рухові якості, варіабельність серцевого ритму, VO_2 тах, лактатна толерантність, ігрова ефективність.

Synergetics of Physiological and Motor Characteristics in the Training of Team Sport Athletes

Zhanetta Kozina

Doctor of Sciences on Physical Education and Sports, Professor, Head of the Department of Olympic and Professional Sports, Sports Games and Tourism, Kharkiv National Pedagogical University named after G.S. Skovoroda,

29 Alchevskikh St., Kharkiv, Ukraine,

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5588-4825>

Andrii Diachenko

Doctor of Sciences on Physical Education and Sports, Professor, Head of the Department of Aquatic Sports, National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Fizkultury str., 1, Kyiv, Ukraine,

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9781-3152>

Yelshan Aziyev

Postgraduate student, Department of Theory and Methods of Physical Culture and Sports, Zaporizhzhia National University, 66 Universytetska St., Zaporizhzhia,

ORCID <https://orcid.org/0009-0008-2721-6799>



Ostap Hryshchenko

Senior Lecturer, Department of Physical Culture, Lviv Trade-Economic
University, Tugan-Baranovsky str., 10, Lviv, Ukraine,
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0589-8716>

Abstract. *The article presents the results of a comprehensive study aimed at substantiating and experimentally verifying a synergetic model of interaction between physiological parameters and motor qualities in athletes specializing in team sports. The relevance of the research lies in the need to improve approaches to functional training by considering the holistic and integrative nature of athlete adaptation to the specifics of competitive activity. Theoretical and methodological foundations of the study are based on the principles of system complexity, adaptive variability, as well as bioenergetic and neurophysiological support of motor actions. The proposed model was developed through interdisciplinary analysis, integrating data from physiological diagnostics (HRV, HRR, VO_2max , lactate tolerance) with the results of testing explosive strength, speed, endurance, and coordination among athletes in handball, football, and rugby. Using mathematical statistics (correlation and factor analysis), significant relationships were established between functional adaptation indicators and the quality of technical and tactical performance under competitive load. In particular, it was found that a high level of heart rate variability and effective post-exercise recovery positively correlate with game stability, decision-making accuracy, and motor endurance. Empirical validation was conducted through analysis of competitive performance and physiological reactivity in a sample of athletes ($n = 90$). The practical value of the study lies in the potential application of the proposed model for predicting functional efficiency, individualizing training processes, and designing adaptive preparation programs based on playing position. Prospects for further research include validation of the model in the context of age, sex, and positional differentiation.*

Keywords: *handball, football, rugby, functional training, physiological adaptation, motor qualities, heart rate variability, VO_{2max} , lactate tolerance, game performance.*

Постановка проблеми. Сучасний спортивний процес у командних ігрових видах спорту характеризується високою динамікою, мінливістю ігрових ситуацій, потребою у швидкому прийнятті рішень та багатовекторному фізіологічному навантаженні. У цьому контексті функціональна готовність спортсмена не може розглядатися як сукупність ізольованих фізичних якостей. Натомість необхідне вивчення комплексної взаємодії – синергетики – між руховими та фізіологічними характеристиками, що забезпечують ефективність ігрової діяльності.

Наукова проблема полягає в недостатній розробленості підходів до інтегрального аналізу взаємозв'язку між біоенергетичними, нейрофізіологічними та моторними параметрами, які формують готовність спортсмена до виконання спеціалізованих ігрових завдань. Традиційні системи підготовки часто спираються на ізольовану оцінку витривалості, сили, швидкісних показників або техніко-тактичних навичок, ігноруючи їхню взаємодію в умовах змагального навантаження [4; 5; 8].

Зважаючи на тенденції до індивідуалізації тренувального процесу, актуальним є пошук моделей, які враховують не лише рівень розвитку окремих компонентів підготовленості, а й їхню взаємодію — як передумову стабільної спортивної результативності та функціональної стійкості до стресових ігрових факторів. Вирішення цієї проблеми потребує міждисциплінарного підходу, що поєднує методи функціональної діагностики, спортивної фізіології, біомеханіки та теорії рухової підготовки.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Попри наявність численних досліджень, присвячених розвитку окремих фізичних якостей (швидкості, сили, витривалості) та аналізу фізіологічних механізмів

адаптації спортсменів, проблема інтегрованої оцінки та цілеспрямованого розвитку синергетичних зв'язків між руховими та фізіологічними характеристиками у гравців командних видів спорту залишається недостатньо вирішеною. Зокрема: не систематизовано методологічні підходи до кількісного та якісного виміру синергетичних ефектів у структурі загальної і спеціальної підготовленості; недостатньо вивчені механізми взаємозв'язку між нейрофізіологічними показниками (ЧСС, VO_2max , варіабельність серцевого ритму) та динамікою моторних дій в умовах змінної ігрової ситуації; обмежено представлені дані щодо впливу інтегральних функціональних профілів спортсмена на ефективність реалізації техніко-тактичних дій; практично відсутні адаптивні моделі тренувального навантаження, побудовані з урахуванням синергетичної взаємодії між фізичними і фізіологічними параметрами відповідно до амплуа та індивідуального ігрового стилю спортсмена.

Выщезгадани аспекти зумовлюють потребу у новому підході до структурування фізичної функціональної підготовленості, де ключовим принципом є не лише тренування ізольованих якостей, а й формування узгодженої системи «організм – рух – ситуація» як адаптивної основи спортивної діяльності.

Аналіз науково-методичних джерел підтвердив, що в структурі підготовленості гравців командних видів спорту ключову роль відіграє інтеграція рухових якостей і фізіологічних можливостей, що формує цілісну функціональну ефективність. У футболі і регбі актуальним є поєднання швидкісно-силової витривалості та аеробної потужності; у гандболі – динамічна стійкість до змін ритму гри та здатність до багаторазового виконання вибухових дій (кидки, стрибки, зміни напрямку руху).

Проведений огляд наукових джерел підтверджує зростання уваги до проблеми комплексного вдосконалення функціональної підготовленості спортсменів, що спеціалізуються у командних ігрових видах спорту. У низці

досліджень [1; 4; 8] акцентується увага на необхідності використання програмно-керованих моделей розвитку фізичних якостей з урахуванням ігрової специфіки, однак ці моделі здебільшого мають фрагментарний характер та не інтегрують дані фізіологічної діагностики у тренувальний процес.

Роботи, присвячені функціональній діагностиці футболістів [2; 3; 4], підтверджують цінність таких параметрів як VO_2max , HRR і Wingate у прогнозуванні витривалості, однак залишаються недостатньо вивченими їхні зв'язки з ігровими рішеннями в динамічному середовищі. Аналогічно, дослідження, присвячені гандболу [6; 7; 11; 14], виявляють факторну структуру підготовленості, але не пропонують механізмів поєднання моторного й фізіологічного профілю гравця в єдиній моделі.

Особливе значення для нашого дослідження мають роботи, що розкривають вплив фізіологічних маркерів на якість ігрових дій у регбі [8; 9]. У них виокремлено зв'язки між інтервальною витривалістю та ефективністю контактних фаз гри, проте не здійснено системного аналізу механізмів, що обумовлюють цей зв'язок.

Ряд публікацій [10; 12; 13] підтверджують ефективність використання HRV як чутливого індикатора адаптації, проте зазвичай цей показник застосовується у медичному або відновлювальному контексті. У нашому ж дослідженні HRV розглядається як функціональний предиктор стабільності техніко-тактичних дій у фазах стресу.

Загалом, наявна література переважно акцентує увагу або на фізіологічній підготовці, або на розвитку рухових якостей, в той час як інтегративні підходи до аналізу їхньої синергії, з урахуванням специфіки виду спорту, залишаються недостатньо опрацьованими. Це й зумовило необхідність побудови нашої моделі, що поєднує фізіологічні маркери адаптації з руховою ефективністю, на основі статистично верифікованих залежностей.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Мета дослідження – наукове обґрунтування та експериментальна перевірка підходів до вивчення синергетичних взаємозв'язків між руховими та фізіологічними характеристиками у структурі підготовленості спортсменів, які спеціалізуються у командних ігрових видах спорту.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Проаналізувати науково-методичні джерела щодо взаємозв'язку рухових і фізіологічних компонентів підготовленості в ігрових видах спорту.
2. Визначити найбільш інформативні показники фізіологічного та моторного характеру, що характеризують функціональну готовність спортсменів до змагальної діяльності.
3. Розробити модель синергетичної взаємодії між фізіологічними параметрами та руховими якостями відповідно до специфіки командного виду спорту.
4. Провести емпіричну перевірку залежностей між рівнем фізіологічної адаптації та ефективністю виконання ігрових дій.

Об'єкт дослідження – процес фізичної та функціональної підготовки спортсменів командних ігрових видів спорту.

Предмет дослідження – синергетичні взаємозв'язки між руховими якостями та фізіологічними характеристиками у структурі підготовленості гравців, що впливають на ефективність змагальної діяльності.

У дослідженні застосовано комплекс методів, які дозволили забезпечити багаторівневий аналіз синергетичної взаємодії між фізіологічними параметрами та руховими якостями спортсменів, що спеціалізуються у командних ігрових видах спорту.

Теоретичні методи дослідження: аналіз і узагальнення науково-методичної літератури з фізіології спорту, теорії тренувального процесу, біомеханіки, функціональної підготовки та адаптації; логіко-структурне

моделювання зв'язків між фізіологічними та моторними компонентами підготовленості спортсменів.

Емпіричні методи дослідження включали:

- ✓ Педагогічне спостереження за виконанням техніко-тактичних дій у змагальних і тренувальних умовах.

- ✓ Фізіологічна діагностика, яка включала: вимірювання частоти серцевих скорочень у спокої, під час і після навантаження (HRrest, HRpeak, HRR); визначення варіабельності серцевого ритму (HRV, показники SDNN, RMSSD); оцінку аеробної потужності (VO_{2max}) за протоколами субмаксимального та прогресивного тестування; аналіз лактатного обміну (поріг, концентрація лактату після навантаження, швидкість очищення).

- ✓ Оцінювання рухових якостей, що передбачало застосування: тестів на вибухову силу (CMJ, тричі з місця); тестів на швидкість (біг 30 м з ходу); тестів на витривалість (інтервальний біг 6×30 м, Yo-Yo IR1); тестів на зміну напрямку та координацію (Illinois, Arrowhead test, фліп-тест).

- ✓ Методи математичної статистики: розрахунок середніх значень, стандартних відхилень, коефіцієнтів варіації; визначення кореляційних зв'язків між фізіологічними показниками та ефективністю виконання ігрових дій (коефіцієнт Пірсона r); факторний аналіз з метою виокремлення латентних структурних компонентів функціональної підготовленості; використання критерію Стьюдента (t) для оцінки достовірності відмінностей між підгрупами спортсменів.

Методологія побудови типової структурної моделі (рис.). Вихідним положенням стало уявлення про фізичну функціональну підготовленість як системну властивість організму, де окремі фізіологічні та рухові елементи не функціонують ізольовано, а утворюють синергетичні зв'язки, що забезпечують адаптацію до змагальних навантажень.

У контексті командних видів спорту враховувалась ролева специфіка та динаміка ігрових ситуацій, що вимагають одночасної реалізації енергетичної, моторної та когнітивної складових.

Нами проведено фізіологічну діагностику 90 спортсменів (по 30 з футболу, гандболу, регбі), яка включала: показники ЧСС у спокої і під навантаженням, HRV (варіабельність серцевого ритму), $VO_2\max$ (максимальне споживання кисню), концентрацію лактату після специфічного навантаження, швидкість відновлення ЧСС (HRR).

Паралельно виконано рухові тести: тести на швидкість (30 м з ходу), вибухову силу (стрибки: СМЖ, тричі з місця), витривалість (інтервальні бігові проби), тести на зміну напрямку (Illinois, Arrowhead), координацію (фліп-тести, сенсомоторні завдання).



Рисунок. *Методологія побудови типової структурної моделі*

Виконано кореляційний аналіз для виявлення залежностей між фізіологічними й руховими показниками ($r > 0,6$ – включались у модель). Застосовано факторний аналіз для виявлення латентних структур взаємозв'язків – він дозволив виділити функціональні кластери: «кардіореспіраторна витривалість», «енергетична стабільність», «вибухова моторика».

На основі результатів було побудовано структурну карту взаємозалежностей, яка показала, які фізіологічні системи найбільше впливають на специфічні рухові якості у кожному виді спорту.

Отримана модель була перевірена в умовах контрольного тренувального модуля (3 тижні) з подальшим повторним вимірюванням ключових показників. Модель визнано валідною, якщо зміна цільових моторних параметрів була суттєво кращою у спортсменів з вищими початковими показниками взаємопов'язаних фізіологічних факторів ($p < 0,05$, t-критерій).

Таким чином, розроблена модель є результатом послідовної багаторівневої валідації: теоретичної, емпіричної, статистичної та практичної. Вона дозволяє не лише пояснити, але й прогнозувати результативність фізичної підготовки залежно від індивідуального функціонального профілю спортсмена.

Виклад основного матеріалу дослідження. Здійснений аналіз наукових досліджень дозволяє визначити інформативні показники, які відображають рівень функціональної готовності: для гандболістів – рівень анаеробного порогу, швидкість виконання багаторазових рухів (швидкість ведення м'яча, кидки з місця та в русі), варіабельність серцевого ритму в ігрових фазах; для футболістів – відновлювальна здатність (пульс після інтервального бігу 6×30 м), ВМПК, час реакції в умовах сенсомоторного навантаження; для регбістів – вибухова сила нижніх кінцівок (тест вертикального стрибка), рівень лактату після контактних дій, пульсова адаптація до багаторазових зіткнень.

На основі аналізу емпіричних даних і кореляційного моделювання було розроблено типову структурну модель, яка відображає функціональні взаємозв'язки між провідними фізіологічними показниками (серцево-судинна регуляція, аеробна продуктивність, енергетична адаптація) та специфічними руховими якостями (швидкість, вибухова сила, витривалість, координація) у контексті кожного командного виду спорту.

Модель демонструє, що у гандболістів високий рівень анаеробного порогу (4.0–6.0 ммоль/л) і стабільність HRV ($SDNN > 50$ мс) прямо корелюють з ефективністю короткочасної вибухової активності ($r = 0,74$, $p < 0,01$). Особливе значення має взаємодія між динамікою ЧСС у фазі контратаки та збереженням технічної точності під тиском. Таким чином, модель передбачає поєднання високої інтенсивності коротких циклів руху з контролем автономної нервової системи.

У структурі футбольної моделі ключову роль відіграють: VO_{2max} як системний показник аеробної потужності (середні значення > 58 мл/кг/хв), ЧСС відновлення (HRR після 1 хв = -30 уд/хв або більше), результативність у тесті на зміну напрямку (Arrowhead Test $< 8,5$ с).

Модель показує, що взаємодія між вМПК і техніко-тактичною активністю (відсоток точних передач, рішень) є статистично значущою ($r = 0,71$, $p < 0,01$). Встановлено: гравці з кращими показниками HRV і швидкісної витривалості демонструють стабільність у фазах високого темпу гри, що підтверджує синергію між аеробною системою та моторним контролем.

Для гравців регбі побудована модель враховує адаптацію до контактних дій і коротких анаеробних навантажень. Суттєвими є: індекс швидкого лактатного очищення (зниження на $>40\%$ за 5 хв), потужність у тесті Wingate (понад 10 Вт/кг), вибухова сила у тесті СМЖ (>45 см).

Модель відображає, що високий рівень анаеробної продуктивності та адаптивність до гіпоксії тісно пов'язані з ефективністю ривків, швидкістю прийняття рішень і стійкістю до контактного навантаження ($r = 0,68$ – $0,76$, $p <$

0,05). Виявлено синергію між стабільністю центральної регуляції (зменшення симпатoadреналової активності) та динамікою рухової сили під навантаженням.

У таблиці представлено узагальнені результати емпіричної перевірки взаємозв'язків між фізіологічними показниками адаптації та якісними характеристиками ігрової діяльності спортсменів, які спеціалізуються у гандболі, футболі та регбі. Структура таблиці дозволяє порівняти вид спорту, домінантні фізіологічні маркери, характер ігрових дій, а також статистичну силу зв'язку (коефіцієнт кореляції r , рівень значущості p).

Таблиця

Емпірична перевірка залежностей між фізіологічною адаптацією та ігровою ефективністю

Вид спорту	Фізіологічні параметри	Ігрові дії	Зв'язок (r , p)
Гандбол	HRV (SDNN), HRR, лактатна толерантність	Кидки під тиском, втрати м'яча, точність передач	$r = 0,74$; $p < 0,01$ $r = -0,65$; $p < 0,05$
Футбол	VO ₂ max, HRR, ЧСС у грі	Передачі, перехоплення, ефективність дій у 2-му таймі	$r = 0,71$; $p < 0,01$ $r = -0,58$; $p < 0,05$
Регбі	Wingate, лактат після гри, HRV	Контактні дії, прийняття рішень, захист	$r = 0,68$; $p < 0,05$

Висока варіабельність серцевого ритму (HRV) гандболістів, здатність до швидкого відновлення (HRR) і толерантність до лактату пов'язані з точністю технічних дій, зниженням кількості втрат м'яча та ефективністю в умовах тиску. Було зафіксовано статистично значущу кореляцію між варіабельністю серцевого ритму (HRV, SDNN) і кількістю результативних технічних дій у другій половині матчу ($r = 0,74$; $p < 0,01$). Гандболісти з вищими показниками HRR (Heart Rate Recovery) демонстрували кращу точність кидків на тлі втомі (середній % влучних кидків – 76,4% проти 61,3% у спортсменів з менш

ефективним відновленням). Високий рівень лактатної толерантності був пов'язаний з меншою кількістю втрат м'яча в умовах пресингу суперника ($r = -0,65$; $p < 0,05$).

Високі значення VO_{2max} і HRR футболістів дозволяють підтримувати техніко-тактичну ефективність у другому таймі, зменшують кількість помилок у стомленому стані. Виявлено сильний позитивний зв'язок між показником VO_{2max} та ефективністю ігрових дій у 2-му таймі (передачі, перехоплення, рух без м'яча) – $r = 0,71$; $p < 0,01$. Гравці з кращим HRR (зниження ЧСС ≥ 30 уд/хв за 1 хв після спринту) демонстрували на 18–21% більше якісних рішень в умовах змін ігрової ситуації (оцінювалось за GPS та відеоаналізом). ЧСС під час ігрових епізодів корелювала з точністю передач під тиском ($r = -0,58$; $p < 0,05$), що свідчить про важливість адаптивного контролю збудження.

Показники анаеробної потужності (Wingate) регбістів, ефективність лактатного очищення та стабільність вегетативної регуляції (HRV) прямо впливають на якість виконання контактних і тактичних дій. Рівень Wingate power output (максимальна анаеробна потужність) позитивно корелював з ефективністю проходження контактних зон — $r = 0,68$; $p < 0,05$. Гравці з нижчою концентрацією лактату після другого тайму зберігали вищу точність прийняття рішень (за шкалою тренерської оцінки — +1,2 бала у порівнянні з контрастною групою). Було підтверджено, що варіабельність ЧСС є прогностичним маркером ігрової стабільності у фазах тиску та захисту.

В усіх трьох видах спорту було підтверджено наявність тісного взаємозв'язку між якістю фізіологічної адаптації (кардіореспіраторні, метаболічні, вегетативні маркери) та ефективністю реалізації техніко-тактичних дій в умовах підвищеного навантаження, що доводить, що фізіологічна адаптованість є не лише основою витривалості, а й фактором когнітивно-моторної стабільності під час гри.

HRV є чутливим індикатором стану вегетативної нервової системи та відображає здатність організму до саморегуляції. Вищий рівень HRV свідчить

про більший резерв адаптації, що дозволяє гравцям підтримувати когнітивно-моторну стабільність навіть за умов високого стресу, типового для ігор з швидкою зміною фаз атаки та оборони.

Швидке зниження ЧСС після інтенсивної роботи вказує на високий рівень парасимпатичної активності, що є маркером ефективної кардіореспіраторної адаптації. HRR (швидкість відновлення ЧСС після навантаження) важливо в умовах повторних навантажень — наприклад, при ривках або зіткненнях, де короткий час відновлення критичний.

$\dot{V}O_2\max$ є інтегральним показником аеробної продуктивності. У футболі, де гра триває понад 90 хв і вимагає активної участі протягом усього часу, цей показник прямо впливає на здатність гравця до відновлення між епізодами високої інтенсивності та підтримки високої якості рухів.

Лактатна толерантність / очищення лактату характеризують ефективність анаеробного енергозабезпечення. У регбі та гандболі, де мають місце багаторазові короткі, але інтенсивні епізоди (кидки, контакти, ривки), здатність організму швидко утилізувати лактат є ключовою для уникнення передчасної втоми та збереження точності рухів.

Wingate test (максимальна анаеробна потужність) тісно пов'язаний із здатністю виконувати потужні дії за короткий проміжок часу — типово для регбі, де повторні зіткнення, спроби та прориви потребують високого рівня вибухової сили і нейром'язової синхронізації.

Таким чином, таблиця демонструє, що високий рівень фізіологічної адаптації забезпечує не лише енергетичну ефективність, а й психофізіологічну стійкість до стресових умов гри, знижуючи ризик помилок і забезпечуючи високу якість виконання рухових і тактичних завдань.

Висновки. У ході дослідження підтверджено, що фізична функціональна підготовленість гравців командних видів спорту має бути розглянута як інтегрована система, у якій синергетично взаємодіють

фізіологічні та моторні компоненти. Такий підхід дозволяє вийти за межі традиційного тренування ізольованих якостей.

Встановлено, що провідними показниками фізіологічної адаптації, які впливають на ефективність виконання ігрових дій, є варіабельність серцевого ритму (HRV), максимальне споживання кисню (VO_{2max}), швидкість відновлення (HRR) та здатність до лактатної компенсації. Ці параметри демонструють статистично значущі зв'язки з точністю, швидкістю і стабільністю техніко-тактичних дій.

Побудовано типову структурну модель синергетичної взаємодії між провідними фізіологічними системами (серцево-судинною, дихальною, метаболічною) та руховими характеристиками (вибуховою силою, витривалістю, координацією, швидкістю). Модель враховує ігрову специфіку (гандбол, футбол, регбі) та адаптаційні особливості спортсменів.

Проведена емпірична перевірка встановлених залежностей підтвердила, що спортсмени з вищим рівнем фізіологічної адаптації демонструють суттєво кращу реалізацію техніко-тактичних дій в умовах зростання втоми й стресу. Виявлені кореляції ($r = 0,68-0,74$; $p < 0,05$) підтверджують функціональну обґрунтованість запропонованої моделі.

Результати дослідження мають практичне значення для вдосконалення індивідуалізованого тренувального процесу у командних видах спорту. Модель може бути використана як інструмент прогнозування ігрової ефективності, оптимізації навантажень та побудови відновлювальних програм з урахуванням фізіологічного профілю спортсмена.

Список використаних джерел

1. Дяченко А., Вей Б. Теоретико-методичні засади програмного забезпечення фізичної підготовки футболістів на етапі спеціалізованої базової підготовки. Спортивна наука та здоров'я людини. 2023. № 2 (10).



2. Anam K., Setiowati A., Indardi N., Irawan F. A., Aditia E. A., Aziz A. та ін. The effect of FIFA 11+ kids warm-up program on agility in football: An experimental study. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*. 2024. № 56. С. 631–638.
3. Diachenko A., Leibo W., Lisenchuk G., Denysova L., Lysenchuk S. Football Players' Cardiorespiratory System and Intermittent Endurance Test. *Sport Mont*. 2021. Vol. 19.
4. Diachenko A., Shkrebtii Y., Chenging Y. Ergometric and physiological characteristics of special physical fitness of athletes in sports with endurance. *Slobozhanskyi herald of science and sport*. 2021. Vol. 9, № 2. С. 15–25.
5. Kozina Zh., Protas M., Siryi O., Hresko O., Zavada V. та ін. Comparative characteristics of the technical and physical fitness level of young football players of different game functions at the specialized basic training stage. *Health Technologies*. 2023. № 1 (3). С. 6–18. DOI: <https://doi.org/10.58962/HT.2023.1.3.6-18> .
6. Kozina Z., Zubko V. The factor structure of the preparedness of handball players of different qualifications. *Health-saving technologies, rehabilitation and physical therapy*. 2021. Vol. 2 (2). С. 7–10.
7. Kozina Z., Zubko V. V. Comparative characteristics of the factor structure of preparedness of handball players of different qualifications. *Health-saving technologies, rehabilitation and physical therapy*. 2021. Vol. 2 (1). С. 50–53.
8. Kvasnytsya O., Tyshchenko V., Ivanska O., Ivanenko C., Halemendyk Ю., Plahotniuk O. та ін. Control of the Physical and Technical Fitness of Elite Professional Rugby Union Players. *Health, Sport, Rehabilitation*. 2024. Т. 10, № 2. С. 33–46. DOI: <https://doi.org/10.58962/HSR.2024.10.2.33-46> .
9. Kvasnytsya O., Tyshchenko V., Latyshev M., Kvasnytsia I., Kirsanov M., Plakhotniuk O., Buhaiov M. Team Performance Indicators that Predict Match Outcome in Rugby Union. *Pamukkale Journal of Sport Sciences*. 2024. Vol. 15 (1). С. 203–216. DOI: <https://doi.org/10.54141/psbd.1342340> .

10. Lisenchuk G., Zhigadlo G., Tyshchenko V., Odynets T., Omelianenko H., Piptyk P. та ін. Assess psychomotor, sensory-perceptual functions in sport games. *Journal of Physical Education and Sport*. 2019. Vol. 19 (2). Art 175. C. 1205–1212. DOI: 10.7752/jpes.2019.02175.

11. Lochman V., Tyshchenko V., Tovstopiatko F., Pyptiuk P., Ivanenko S., Pozmogova N. Use of innovative technical means to increase the training process effectiveness in handball. *Journal of Physical Education and Sport*. 2021. Vol. 21 (4). Art 215. C. 1695–1704. DOI: 10.7752/jpes.2021.04215.

12. Malikov M., Tyshchenko V., Bogdanovska N., Savchenko V., Moskalenko N., Ivanenko S. та ін. Functional fitness assessment of elite athletes. *Journal of Physical Education and Sport*. 2021. Vol. 21 (1). Art 36. C. 374–380. DOI: 10.7752/jpes.2021.01036.

13. Malikov M., Tyshchenko V., Boichenko K., Bogdanovska N., Savchenko V., Moskalenko N. Modern and methodic approaches to express-assessment of functional preparation of highly qualified athletes. *Journal of Physical Education and Sport*. 2019. Vol. 19 (3). Art 219. C. 1513–1518. DOI: 10.7752/jpes.2019.03219.

14. Plokhikh V., Popovych I., Kruglov K., Sabadukha O., Melnyk N., Omelianiuk S., Hoian I. Strategies for extreme self-organization among handball players. *Journal of Physical Education and Sport*. 2024. Vol. 24 (8). C. 1849–1859.

15. Shchepotina N., Kostiukevych V., Asauliuk I., Stasiuk V., Vozniuk T., Dmytrenko S., Adamchuk V. Management of training process of team sports athletes during the competition period on the basis of programming (Football-Based). *Physical Education Theory and Methodology*. 2021. Vol. 21 (2). C. 142–151.