

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет

Навчально-науковий медичний інститут
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра фізичного виховання і спорту
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Наталія ПЕТРЕНКО

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня _____ магістр
(бакалавр / магістр)

зі спеціальності _____ 017 Фізична культура і спорт _____,
(код та назва)

освітньо-професійної програми _____ Фізична культура і спорт _____
(освітньо-професійної / освітньо-наукової) (назва програми)

на тему: ПІДВИЩЕННЯ ТАКТИЧНОГО МИСЛЕННЯ ГАНДБОЛІСТІВ
НА ОСНОВІ ІМІТАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ _____

Здобувача групи _____ СПм – 301
(шифр групи)

_____ Николюк Степан Степанович
(прізвище, ім'я, по батькові)

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

(підпис)

_____ Степан НИКОЛЮК _____
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник: _____ доцент, к.фіз.вих. доцент, Роман СТАСЮК _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота магістра складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, практичних рекомендацій, списку використаної літератури (61 найменувань). Робота містить 3 таблиці та 9 рисунків. Загальний обсяг роботи складає 62 сторінки.

Імітаційні моделі дозволяють створювати різноманітні тренувальні сценарії, які максимально наближені до реальних умов змагань. Це є однією з ключових переваг їх використання у спортивній підготовці. Завдяки імітаційним моделям тренери можуть відтворювати конкретні ситуації, що можуть виникнути під час гри, і таким чином готувати спортсменів до будь-яких можливих викликів.

Мета дослідження – розвиток системи підготовки гандбольної команди на основі імітаційної моделі ігрової діяльності.

Використано такі **методи дослідження**: теоретичний аналіз літературних джерел, педагогічне спостереження, метод експертних оцінок, метод статистичного моделювання, педагогічний експеримент, методи математичної статистики.

Теоретично обґрунтовано загальні принципи моделювання у спортивних іграх, що виступають атрибутами побудови імітаційних моделей будь-якої спортивної гри, з врахуванням динаміки гри, аналізу тактичних схем, а також поведінкових реакцій гравців у різних ситуаціях. Розроблено алгоритми поведінки гравців на основі моделювання, що забезпечує високу точність і реалістичність імітаційних моделей у реальних умовах тренувального і змагального процесів гандболістів.

Практична значимість отриманих результатів полягає у тому, що на основі розроблених практичних рекомендацій створена та практично апробована імітаційна модель формування оптимального складу гандбольної команди, прогнозування результатів гри команди. Розроблені практичні рекомендації на основі імітаційної моделі гри мають ефективність згідно з результатами проведеного експерименту та можуть бути рекомендовані для практичного впровадження як компоненту тактичної підготовки у ДЮСШ і СДЮШОР із командно-ігрових видів спорту.

Ключові слова: спортивні ігри, гандбол, імітаційне моделювання, прогнозування.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ..... | 4 |
| ВСТУП..... | 5 |
| РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У КОМАНДНИХ ВИДАХ СПОРТУ | 8 |
| 1.1. Поняття та структура імітаційних моделей у спорті | 8 |
| 1.2. Системний підхід до розробки імітаційних моделей у спортивному тренуванні..... | 13 |
| 1.3. Застосування моделювання для аналізу ігрових ситуацій у гандболі | 16 |
| Висновки до розділу 1..... | 22 |
| РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ..... | 23 |
| 2.1. Методи дослідження..... | 23 |
| 2.1.1. Теоретичний аналіз літературних джерел..... | 23 |
| 2.1.2. Педагогічне спостереження..... | 23 |
| 2.1.3. Метод експертних оцінок | 24 |
| 2.1.4. Метод статистичного моделювання..... | 25 |
| 2.1.5. Педагогічний експеримент..... | 26 |
| 2.1.6. Методи математичної статистики..... | 26 |
| 2.2. Організація дослідження..... | 27 |
| РОЗДІЛ 3. МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ У КОМАНДНИХ ВИДАХ СПОРТУ | 28 |
| 3.1. Системи моделювання її теоретичні підходи та емпіричні дослідження | 28 |
| 3.2. Механізми та алгоритми функціонування імітаційної моделі у гандболі | 33 |
| Висновки до розділу 3..... | 41 |
| РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ..... | 42 |
| ВИСНОВКИ | 52 |
| ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ..... | 54 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ..... | 56 |

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

| | |
|----------------------|---|
| АЗД | Аналіз змагальної діяльності |
| ГК «RGM Group-СумДУ» | Гандбольний клуб Сумського державного університету |
| ДЮСШ | Дитячо-юнацька спортивна школа |
| СДЮШОР | Спеціалізована дитячо-юнацька спортивна школа олімпійського резерву |
| ТТД | Техніко-тактичні дії |
| ЦТР | Цільова точка руху |

ВСТУП

Актуальність теми. Інтенсивна комп'ютеризація нашого суспільства веде до перегляду багатьох теоретичних, практичних положень і норм, які раніше вважалися незмінними та єдино вірними. У сучасному світі технології проникли у всі сфери життя, включаючи спорт і фізичну культуру. Традиційні методи тренування, засновані на багаторічному досвіді тренерів і спортсменів, тепер доповнюються новітніми досягненнями в галузі інформаційних технологій. Це відкриває нові можливості для аналізу, планування та вдосконалення тренувального процесу [3; 14; 39; 60].

Імітаційні моделі дозволяють створювати різноманітні тренувальні сценарії, які максимально наближені до реальних умов змагань. Це виступає однією з ключових переваг їх використання у спортивній підготовці. Завдяки імітаційним моделям тренери можуть відтворювати конкретні ситуації, що можуть виникнути під час гри, і таким чином готувати спортсменів до будь-яких можливих викликів. Наприклад, у гандболі можна змодельовати сценарії, де команда грає в меншості, де суперник застосовує певну тактику, або навіть ситуації, якщо необхідно закинути вирішальний м'яч у останні секунди поєдинку. Такі тренування допомагають спортсменам розвивати швидкість прийняття рішень, покращувати координацію і взаємодію між гравцями [6; 23; 45].

Також імітаційні моделі надають можливість детально аналізувати поведінку гравців у різних ситуаціях. За допомогою таких моделей можна відстежувати кожен рух спортсмена, його позицію на полі, взаємодію з іншими гравцями та суперниками. Це дозволяє виявляти сильні та слабкі сторони кожного гравця, а також команди в цілому. Тренери можуть використовувати ці дані для корекції тренувального процесу, зосереджуючи увагу на вдосконаленні слабких аспектів гри. Крім того, детальний аналіз імітаційних моделей дає змогу розробляти індивідуальні тренувальні програми, які враховують особливості кожного гравця, його фізичні та психологічні характеристики.

Традиційні методи тренування і аналізу спортивної діяльності, які були ефективними протягом десятиріччя сьогодні не завжди відповідають вимогам сучасного спорту. Це обумовлено стрімким розвитком науки і технологій, що відкривають нові можливості для оптимізації тренувального процесу[16; 22].

У спортивній літературі не повністю розкрито питання, що присвячені математичним методам, зокрема імітаційному моделюванню ігрової діяльності. Це створює певний вакуум у знаннях, який необхідно заповнити для досягнення нових висот у спорті. Імітаційне моделювання є потужним інструментом, який дозволяє не лише відтворювати реальні умови гри, але й аналізувати різні сценарії та їх вплив на результат. Використання математичних моделей у спорті дозволяє більш точно прогнозувати результати, оптимізувати тренувальні навантаження та виявляти найефективніші стратегії гри.

Застосування методів імітаційного моделювання у спорті виступає досить актуальним і перспективним напрямом досліджень, дозволяє випробовувати нові стратегії та методики, знаходити оптимальні рішення для підготовки спортсменів.

Мета дослідження – удосконалення системи підготовки гандбольної команди на основі імітаційної моделі ігрової діяльності.

Завдання дослідження.

1. На основі літературного аналізу сформулювати методичні принципи імітаційного моделювання ігрової діяльності у спорті.
2. Визначити вплив різних складових під час гри на результативність дій у нападі та захисті гандболістів.
3. Експериментально обґрунтувати ефективність застосування практичних рекомендацій з елементами імітаційного моделювання ігрової діяльності у підготовці гандбольних команд.

Об'єктом дослідження – тактична підготовка спортивної гри у гандбол.

Предметом дослідження – підвищення тактичного мислення гандболістів на основі імітаційних моделей.

Методи дослідження: теоретичний аналіз літературних джерел, педагогічне спостереження, метод експертних оцінок, метод статистичного моделювання, педагогічний експеримент, методи математичної статистики.

Наукова новизна. Теоретично обґрунтовано загальні принципи моделювання у спортивних іграх, що виступають атрибутами побудови імітаційних моделей будь-якої спортивної гри, з врахуванням динаміки гри, аналізу тактичних схем, а також поведінкових реакцій гравців у різних ситуаціях. Розроблено алгоритми поведінки гравців на основі моделювання, що забезпечує високу точність і реалістичність імітаційних моделей у реальних умовах тренувального і змагального процесів гандболістів.

Практична значимість отриманих результатів полягає у тому, що на основі розроблених практичних рекомендацій створена та практично апробована імітаційна модель формування оптимального складу гандбольної команди, прогнозування результатів гри команди. Розроблені практичні рекомендації на основі імітаційної моделі гри мають ефективність згідно з результатами проведеного експерименту та можуть бути рекомендовані для практичного впровадження як компоненту тактичної підготовки у ДЮСШ і СДЮШОР із командно-ігрових видів спорту.

Апробація результатів дослідження. Основні результати дослідження доповідалися й розглядалися на X Міжнародній науково-методичній конференції «Інноваційні технології в системі підвищення кваліфікації фахівців фізичного виховання і спорту» (Суми, 10–11 листопада 2024).

Структура і обсяг роботи. Кваліфікаційна робота магістра складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, практичних рекомендацій, списку використаної літератури (61 найменувань). Робота містить 3 таблиці та 9 рисунків. Загальний обсяг роботи складає 62 сторінки.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У КОМАНДНИХ ВИДАХ СПОРТУ

1.1. Поняття та структура імітаційних моделей у спорті

Початок будь-якого процесу моделювання передбачає наявність певного, як правило, кінцевого числа елементів, які і є складовими частинами моделі. Процес побудови моделі передбачає якийсь спосіб опису цих елементів та його взаємозв'язку. Самі елементи моделі разом із сукупністю їх взаємозв'язків між собою розглядаються як система [9; 28; 47].

Залежно від мети та предмета у дослідженні існує велика кількість визначень системи на різних рівнях. Система визначається, як група або сукупність об'єктів, об'єднаних деякою формою регулярної взаємодії або взаємозалежності для виконання цієї функції [11; 55].

Аналізуючи велику кількість визначень системи, виділяють такі характерні властивості систем [12; 38; 57]:

- система є, перш за все, сукупність елементів (об'єктів, підсистем, частин тощо);
- між елементами системи (або їх властивостями) існують зв'язки, які у рамках аналізованої системи вважаються значнішими, ніж зв'язки з елементами, що не входять до системи;

Аналіз та синтез систем зазвичай пов'язані з побудовою та вивченням їх моделей. Багато систем, незважаючи на різноманіття їхніх зв'язків, вдається досліджувати давати досить простими засобами. Проте у даний час для більшості цікавлять людину систем характерний так званий бар'єр складності, коли людина не в змозі охопити всілякі переплетення зв'язків і явищ, що становлять поведінку системи в цілому, не в змозі правильно оцінити динаміку системи і спрогнозувати наслідки своїх рішень. Визначення таких складних систем зазвичай зводиться до такого: система розчленовується на кінцеве

безліч взаємозалежних елементів, які називаються підсистемами; кожна підсистема знову розбивається на підсистеми і т.д. до отримання таких частин, які на даному рівні (етапі) дослідження вважаються неподільними. Ці неподільні частини називаються елементами системи. Під час розбиття системи враховуються зв'язки між підсистемами всіх рівнів. До кожного елемента будується модель його функціонування. Усі отримані моделі об'єднуються у єдину модель системи загалом, з допомогою якої виробляється подальше її дослідження. Такий підхід становить суть системного підходу [19; 33; 61].

Будь-яка система повинна виконувати поставлені перед нею завдання. Якщо цілі та завдання, що стоять перед системою, чітко визначені, то можна говорити про якість функціонування системи, що оцінюється за допомогою показників ефективності [34; 43; 59].

Під показником ефективності розуміється така числова чи якісна характеристика системи з допомогою, якою оцінюють ступінь пристосованості системи до виконання поставлених перед нею завдань [12; 45].

У випадку для оцінки якості функціонування використовують декілька показників. Тоді говорять про багатокритеріальне завдання якості оцінки.

Показник ефективності залежить від структури системи, характеру впливів довкілля, значень параметрів самої системи.

Системи можна досліджувати за допомогою різноманітних методів, тобто практично будь-яке наукове дослідження можна розглядати, у певному відношенні, як вивчення тієї чи іншої системи.

Дослідження системи та процесу її функціонування за допомогою моделювання називається імітаційним моделюванням [2; 30].

Можна виділити чотири характерні риси операційного методу (імітаційного моделювання) дослідження систем [8; 31; 49; 54].

1. Під час операційного дослідження розв'язуване завдання зазвичай розглядається у цілому, у комплексі, з урахуванням усіх основних, істотних властивостей системи та у взаємодії із зовнішнім середовищем, інакше кажучи, операційний підхід є системним підходом.

2. У дослідженні операцій здійснюється єдність підходу до рішення завдання незалежно від її конкретної сутності. Єдність методу – це друга важлива особливість операційного підходу на відміну конкретних наук.

3. Операційний підхід обов'язково передбачає математизацію опису системи, тобто, чіткий, більш повний і точний кількісний опис явищ, предметів і зв'язків, що становлять систему. Сучасні складні системи у спорті, здебільшого неможливо визначати експериментальним шляхом. Тому операційний підхід передбачає насамперед побудова математичної моделі та проведення з її допомогою модельного експерименту.

4. На відміну від конкретних наук методи дослідження операцій застосовуються для отримання цілком конкретних числових результатів, що використовуються безпосередньо для прийняття рішення в даній ситуації. Якщо в традиційних наукових дисциплінах (фізиці, хімії, тощо) модель явища зазвичай створюється для побудови відповідної теорії, відшукування основних закономірностей, то в дослідженні операцій модель служить для імітації, мисливого відтворення процесу функціонування системи з метою відшукування числових характеристик показників ефективності та оцінки якості роботи системи.

Процес дослідження системи під час операційного підходу зазвичай розбивають на два етапи. Перший етап пов'язаний з аналізом системи та побудовою її математичної моделі, другий – з розучуванням властивостей системи за допомогою побудованої моделі. На другому етапі вихідні посилення досить формалізовані і тому для вироблення рекомендацій широко використовуються різні математичні методи оптимізації (лінійне та динамічне програмування, дискретні методи оптимізації, тощо). У цьому сенсі мета першого етапу – створити умови для застосування цих математичних методів. Іншими словами, на першому етапі необхідно побудувати чіткий логічний і математичний опис системи.

Зазвичай під моделюванням розуміють уявлення цікавої системи у зручному вигляді для подальшого дослідження.

Розрізняють моделювання фізичне та математичне. Під фізичним моделюванням розуміють відтворення досліджуваного процесу із збереженням його фізичної природи [21; 37; 40; 56].

Імітаційне моделювання – це засіб дослідження процесів шляхом вивчення явищ, що мають різний фізичний зміст, але описуються однаковими математичними залежностями. Під математичною моделлю розуміють сукупність співвідношень (формул, рівнянь, нерівностей, логічних умов, операторів тощо), що визначають характеристики станів системи та вихідні сигнали в залежності від параметрів системи, вхідних сигналів та початкових умов [34; 50].

Методологія системного моделювання почала проникати в теорію та методику фізичного виховання та спортивного тренування. З позицій системного підходу стали розглядатися як спорт і спортивне тренування, так і їх окремі компоненти. Розгляд і дослідження цих компонентів проводилося, зокрема, шляхом побудови моделей (найчастіше абстрактних) цих процесів і явищ. Так, у наукових працях (В. М. Костюкевич 2016; В.М. Платонов 2021) показано, що в системі спортивного тренування існують три напрями використання методу моделювання:

- моделі фізичного стану;
- моделі навчання;
- моделі спортивного тренування.

Модель змагальної діяльності складається з наступних компонентів:

- спеціальна фізична підготовленість;
- технічна підготовленість;
- тактична підготовленість.

Ці компоненти складаються, своєю чергою, з відповідних підсистем.

Така класифікація дає орієнтацію у напрямках, у яких необхідно рухатися під час моделювання спортивного тренування. Практично в цих працях відбувається опис закономірностей спортивного тренування за допомогою термінів кібернетики і, зокрема, моделювання. Використання принципу

системного підходу в теоретичних дослідженнях структури тренувального процесу є плідним, оскільки розчленування процесу тренування на складові дозволяє розглядати їх окремо. Подальший перебіг теоретичних міркувань дозволяє досліджувати кожен з цих складових у всьому різноманітті їхніх зв'язків та відносин. Спочатку використовується логічний прийом аналізу, а далі, використовуючи метод синтезу в міркуваннях можна розглядати спортивне тренування як предмет дослідження в цілому.

У низці спортивних досліджень [15; 25; 44] метод моделювання застосовується як метод абстрактного розгляду специфіки спортивного тренування та метод побудови докладніших моделей функціонування окремих елементів системи спортивної тренування.

Під час цього до типу логічних та математичних моделей відносяться кореляційні, регресійні та факторні моделі:

- зростання спортивних результатів;
- рівня тренуваності;
- структури рухових аспектів;
- структури технічної майстерності спортсмена;
- взаємозв'язки всіх сторін підготовленості спортсмена;
- ступеня надійності змагальної діяльності.

Абстрактні моделі, що застосовуються у побудові тренування спортсменів у річному, мезо- та мікроциклах, а також модель формування індивідуальної структури рухів, постає важливим інструментом у спортивній науці та тренувальній практиці. Цей клас моделей використовує кібернетичну термінологію та математико-статистичні методи для аналізу, розуміння та оптимізації процесів тренувального процесу спортсменів. Під час тренування важливо враховувати індивідуальні особливості спортсменів, їх фізичну та психологічну готовність, а також специфіку спортивної дисципліни. Абстрактні моделі дозволяють систематизувати ці дані і використовувати їх для планування тренувального процесу з максимальною ефективністю.

1.2. Системний підхід до розробки імітаційних моделей у спортивному тренуванні

Безпосередньо застосуванню методу моделювання, під час якого результати його доведені до рівня реалізації, присвячені лише окремі наукові праці [10; 35; 42], що мають загальний характер і представлені у вигляді формул і показують залежність будь-якої змінної тренувального процесу та спортивного результату спортсмена.

У деяких працях [4; 26; 53] розглядається вплив фізичних навантажень на тренувальний процес та зміни в організмі спортсменів. У них формулюються загальні принципи моделювання цих процесів, використовуючи диференціальні рівняння для опису перебігу цих процесів у різних системах організму. Такі дослідження закладають теоретичні основи для подальшого розвитку моделювання фізичних навантажень і їх впливу на фізіологічні процеси, проте не вдається до конкретної імплементації цих моделей у комп'ютерних системах.

У дослідженнях [13; 29; 37; 48] розкриваються дві математичні моделі, що імітують процеси короткострокової та довготривалої адаптації організму спортсменів у відповідь на виконання фізичних вправ. У математичній моделі вхідними параметрами були:

- рівень концентрації гормонів у крові спортсмена;
- швидкість метаболізму гормонів.

У процесі експерименту спортсмен виконував роботу на велоергометрі зі збільшенням потужності, з періодичним виміром вищеописаних параметрів.

На виході моделі було отримано лінійні рівняння, що адекватно описують фізичну підготовленість спортсмена, яка складалася з чотирьох компонентів:

- аеробного;
- анаеробного;
- швидкісних якостей спортсменів;
- силових якостей спортсменів.

У результаті було запропоновано засіб складання індивідуальних модельних характеристик спортсменів.

Імітаційна модель змагальної діяльності спортсменів, що складається з двох блоків: блоку потужності та блоку швидкості. У блоці потужності встановлюється зв'язок між енергетичною вартістю вправи та потужністю, яка реально розвивається спортсменом. У блоці швидкості здійснюється перетворення запиту зі швидкості на потужність.

У дослідженнях [5; 17; 25] проводилося тестування спортсменів у процесі, якого визначалися:

- потужність аеробного джерела;
- ємність фосфогенного джерела;
- ємність лактаcidного джерела;
- анаеробний поріг.

Модель, яка базується на системі трьох диференціальних рівнянь, є важливим інструментом для аналізу енергетичних процесів в організмі під час фізичної активності. Ці рівняння відображають кінетику споживання кисню, а також використання готівкових запасів фосфогенного та лактаcidного джерел енергії, що є ключовими в процесах, пов'язаних з аеробною та анаеробною енергетикою.

Перше рівняння зазвичай описує динаміку споживання кисню, яке залежить від інтенсивності фізичної активності та метаболічних потреб організму. Воно відображає, як швидко кисень використовується для забезпечення енергетичних потреб м'язів під час тренування або змагань.

Друге рівняння моделі відповідає за динаміку використання фосфогенних запасів енергії, таких як фосфокреатин, що є важливими для швидкої аденозинтрифосфатного ресинтезу у перших хвилинах фізичної активності або у короткочасних інтенсивних навантаженнях.

Третє рівняння моделі описує кінетику використання лактату або лактатного джерела енергії, що є основним процесом під час анаеробного

обміну речовин, особливо під час інтенсивних навантажень, якщо кисню недостатньо для повного окислення вуглеводів.

Представлена модель відображає процес енергетичного забезпечення м'язової роботи незалежно від виду рухової діяльності.

Цікавою є аналогова механічна модель для дослідження техніки рухів спортсмена [32; 36; 52]. Механічна модель складається з трьох блоків різної ваги, що імітують тулуб, верхній плечовий пояс і верхню кінцівку спортсмена, з'єднаних пружинами. Надаючи різну швидкість і «включаючи» в рух у різній послідовності ці «частини тіла», було знайдено оптимальний варіант передачі швидкості від ланки до ланки у процесі виконання спортсменом руху.

Узагальнюючи, представлений короткий огляд застосування методів моделювання у спортивно-педагогічних дослідженнях, можна зробити наступний висновок. У даний час дослідження ведуться за трьома напрямками:

- аналіз, синтез та узагальнення явищ та процесів спорту та спортивного тренування, за допомогою математичних моделей;
- розробка та застосування механічних моделей, що імітують окремі (особисті) питання спортивного тренування;
- створення імітаційних моделей та обробкою результатів на комп'ютера.

Сутність цих досліджень переважно зводиться до наступного. Береться один (рідше декілька) фізіологічний чи біохімічний показник стану організму спортсмена, що має сильну кореляційну залежність зі спортивним результатом. Цей показник реєструють і обробляють у різних фазах втоми (відновлення) організму спортсмена. Після цього складаються регресійні, лінійні, чинникові і т. п. залежності між різними показниками. Їх і розглядають як модельні, а математико-статистичний облік цих даних на ПК дозволяє розбити ці залежності на ситуації, які важко створити у природних умовах.

Зазначені напрями виступають перспективними і надалі. Однак у літературі недостатньо розкрито про імітаційні моделі, які одночасно охоплюють широке коло проблем спортивного тренування і в той же час доведені до конкретної реалізації їх на комп'ютері.

1.3. Застосування моделювання для аналізу ігрових ситуацій у гандболі

Перш ніж аналізувати літературні джерела, присвячені проблемі використання імітаційного моделювання у спортивних іграх, потрібно розглянути:

- питання класифікації ігор, зокрема і спортивних;
- дані аналізу змагальної (у разі) ігрової діяльності;
- різні моделі, які були розроблені та реалізовані у спортивних іграх, у тому числі і гандболі.

У спортивно-педагогічній літературі [12; 16; 44] представлені результати численних спроб дати вичерпне визначення поняття гра, зробити класифікацію ігор та ін. Проте жодне з цих визначень і жодна з цих класифікацій, не є зараз загальноприйнятими. Це багатофункціональний феномен – «гра», з широким спектром впливу на людини і людство всіх етапах філогенезу і онтогенезу.

За класифікацією, запропонованою В. М. Платонов [16], ігри можна поділити на:

- ігри, що базуються на змагальності. Це ігри у спорті, у культурній діяльності та змагання в ерудиції, координації та ін. Ці ігри атрибути свят та народних гулянь, телепрограм та всіляких шоу. Такі ігри вимагають підготовки та тренування;

- ігри, що мають основу виконання ролі (тобто, театралізація, імітування, наслідування). Ця стратегія реалізується в театрі, цирку та їм подібним інститутам;

- ігри шансів. На відміну від першого типу ігор, виграш досягається тут не через боротьбу, а через операції з числовими та іншими значеннями. Від особистих якостей того, хто грає, такі ігри залежать мало. Подібні ігри тяжіють до утилітарних цілей, отримання матеріальної вигоди. Стратегія і, отже, типи ігор можуть переплітатися, як це відбувається у лотереях.

Природно, що це класифікація має певні недоліки. Так перший і третій типи (ознаки) кожна як одна. Відмінність ігор за першим і третім критерієм полягає, лише, за рівнем фізичної активності гравців. В іграх першого типу рухова активність учасників гри максимальна і потребує спеціальної фізичної підготовки. Необхідно розвивати як рухові якості гравців, так і створювати в процесі тренування великий багаж спеціальних рухових умінь і навичок. А в іграх третього типу рухова активність гравців майже повністю відсутня.

Спортивні ігри, відрізняються такими особливостями:

- процес гри є результатом протиборства двох гравців, або команд, які мають прямо протилежні цілі;
- процес ігрової діяльності чітко регламентований правилами змагань;
- правила гри однозначно трактуються в усіх країнах та затверджуються міжнародними спортивними об'єднаннями (федераціями);
- гравці-учасники спортивної гри цілеспрямовано (і зазвичай цілий рік) тренуються, готуючи себе до виступу;
- тренувальний процес підготовки гравців і команд здійснюється на основі цілеспрямованого планування та програмування цього процесу, з використанням загальних та приватних методик підготовки;
- як правило, гравці об'єднані у клуби, у яких є керівний, тренерський та допоміжний персонал;
- учасниками спортивної гри (як цілісного процесу) є як гравці, так і глядачі (вболівальники). Тому сама гра вже починає розвиватися не лише за своїми власними законами, (законами ігрового процесу), а й за законами шоу-бізнесу;
- у зв'язку з комерціалізацією більшості ліг за ігровими видами спорту, в які об'єднані спортивні команди, вони (ліги та команди) починають розвиватися (також і) за законами бізнесу. Причому закони бізнесу починають трансформувати внутрішні закони самої гри. Що рівень комерціалізації виду спортивної гри, то вище рівень цієї трансформації.

Цікаво, що майже всі спортивні ігри задовольняють усі три групи в наведеній класифікації. Так, наприклад, гандбол задовольняється першим критерієм, оскільки є змагальним та вимагає спеціальних тренувань. Задовольняють цю гру і другому критерію, оскільки кожен гравець через диференціацію ігрових функцій грає свою роль. За третім критерієм постійна зміна ситуації на майданчику створює щохвилини ситуації невизначеності під час вибору рішення кожним із гравців. Ця невизначеність у грі професійних команд веде до отримання матеріальної вигоди.

Чинником ігор, які володіють усім набором перерахованих, системних властивостей – небагато, футбол (у тому числі й американський), баскетбол, бейсбол, волейбол, гандбол, теніс, хокей та деякі інші. Ці ознаки є спільними всім спортивним ігор, утім усередині класу спортивних ігор є відмінності однієї гри від іншої.

Кожна гра має свою специфіку та класифікацію і відповідає наступним критеріям:

- за кількістю гравців, які приймають одночасно (і в цілому) участь у грі у складі однієї команди. У спортивних іграх їх чисельність коливається від 1 (теніс та ін.) до 15 (регбі);

- за рівнем диференціації функцій гравців. Чим вище ступінь спеціалізації функцій гравців, тим у неї ширша стратегія та тактика, тим вищий рівень розвитку самої спортивної гри. Процес еволюційного розвитку кожної гри починається з першого етапу, якщо немає чіткого поділу гравців із різних амплуа. На цьому етапі розвитку гри кожен гравець може замінити кожного. У міру розвитку гри утворюється поділ функцій. Одні гравці краще грають у деяких місцях майданчика, інші в інших місцях. Взаємозамінність гравців стає менш можливою, оскільки гравець одного амплуа не може замінити гравця іншого амплуа. З'являються гравці вирішальні, які чітко впевнені завданням і мають порівняно невеликий обсяг техніко-тактичних прийомів, але які володіють ними досконало. Відбувається чітка диференціація гравців за своїми

ролями (амплуа). За цим вищезазначеним критерієм диференціації ігрових функцій гравців, можна класифікувати спортивні ігри між собою:

- розмір майданчика, де проводиться гра, з одного боку: збільшення майданчика для гри вимагає від гравців прояву більшого розвитку рухових якостей для подолання більшого простору. З іншого боку: зменшення «території», що припадає на одного гравця (щільність гри), веде до збільшення кількості інформації, яку гравцеві доводиться «переглядати» за одиницю часу, що підвищує вимоги до прояву його психічних та психомоторних якостей;

- за параметром «чутливості» до можливості диференціювання рівня майстерності команд-суперників. Фактично кожен ігровий матч можна розглядати як інструмент (засіб) порівняння рівня майстерності команд, що беруть участь у цьому матчі;

- за загальною кількістю атак, що проводяться командами у ході однієї гри. Чим більша кількість атак, за відведений правилами гри час, команда може зробити, тим більша ймовірність того, що ця гра має більшу «чутливість» до диференціювання рівня майстерності команд, які беруть участь в одній грі;

- за ступенем впливу на кінцевий результат матчу «суб'єктивної» думки арбітра;

- за рівнем «керованості» її ходом з боку тренерського складу команди. У гандболі є чітка диференціація функцій гравців у місці поля і майже будь-якому ігровому епізоді, тобто гандбольна стратегія та тактика досить добре формалізовані і дуже зручні для моделювання.

Останні 20–30 років спостерігається бурхливе зростання такого напряму спортивної тренування як аналіз змагальної діяльності спортсмена (АЗД).

Науковці [4; 17; 45] зазначають, що дані аналізу змагальної діяльності є основним критерієм оцінки різних сторін підготовленості спортсмена. На сьогодні практично у всіх видах спортивних ігор є досить добре розроблені та уніфіковані методики АЗД.

Спостереження, аналіз та узагальнення у цих дослідженнях робиться як командних, так і індивідуальних дій гравців під час матчу. Спостереження

ведеться як з метою практичних, для подальшого використання їх результатів у тренувальному процесі команд з баскетболу, волейболу, гандболу та ін, так і з науковою метою.

Реєстрація параметрів ігрової діяльності ведеться як візуально, із заповненням заздалегідь підготовлених протоколів, так і за допомогою аудіо-відео-записуючої апаратури, з подальшим розшифруванням цих даних відповідно до мети, яка стоїть перед дослідником.

Протоколи, які заповнюються дослідниками під час візуальних спостережень, бувають графічні та стенографічні.

Як правило, у ході педагогічних спостережень, у гравців однієї (або двох команд одночасно) команди реєструється загальна кількість прийомів, що виконуються за одну гру.

Загальна кількість виконаних техніко-тактичних дій (ТТД) виконаних за одиницю часу дозволяє під час подальшого аналізу визначити активність гравця або команди. Далі, зазвичай, розраховується ефективність техніко-тактичних процесів. Ефективність – це частка успішно виконаних дій по відношенню до їх загальної кількості.

У зв'язку з недосконалістю зорового сприйняття ходу ігрового процесу, останніми роками, з метою об'єктивізації цього процесу, активно використовується відеозйомка [24; 46; 52].

Застосування відеозйомки під час аналізу змагальної діяльності дозволяє:

- по-перше, шляхом багаторазового «прокручування» записаної гри, отримати значно більше інформації, ніж під час безпосереднього її перегляду;
- по-друге, у ході навчально-тренувального процесу, у процесі розбору гри з гравцями, застосовувати «стоп-кадр» та уповільнений повтор під час аналізу тієї чи іншої ігрової ситуації;
- по-третє, застосування відеотехніки з науковою метою, що дозволяє розраховувати кінематичні параметри застосовуваних гравцями технічних

прийомів. Знаючи антропометричні та вагові дані гравців, можна обчислити динамічні характеристики техніки їх рухів.

Під час моделювання спортивної гри, варіюючи значеннями вихідних параметрів, можна отримати граничні ймовірності знаходження системи в кожному стані. Запропонований підхід, реалізований у моделі, перспективний, тому що використовує у своїй основі досить добре розроблений математичний апарат, що під час коректної ідентифікації та формалізації вхідних даних моделі може бути досить плідним для спортивної практики. До недоліків цієї моделі потрібно віднести її велику абстрактність і маленьку «глибину» проникнення у процес гри, що моделюється, тому що формалізації піддається лише результат атаки команд. Викликає питання, також, сам вибір станів системи та віднесення її різнорідних станів в одну групу. Так, до однієї групи станів віднесені як «гол, забитий командою» (який є результатом атаки), і сама атака, це не зовсім коректно з погляду спортивної тактики [27; 30; 50].

У літературі яка присвячена гандболу [5; 26; 58] спостерігається інтенсивне зростання наукових праць, присвячених дослідженню ігрової діяльності та навчально-тренувального процесу. Починають інтенсивно використовувати терміни «система» і «модель», «система підготовки гандболістів». У результаті обробки та узагальнення педагогічних спостережень отримано кількісні параметри ігрової діяльності команд різної кваліфікації та рівня підготовленості. Для гравців різного амплуа підраховано параметри ігрової діяльності, які можна як модельні. Зібрано великий фактичний матеріал з оцінки рівня підготовки гандболістів за допомогою різноманітних тестів. Ці дані також можна розглядати як модельні.

Отримані моделі розподілялися за обсягом змагальної діяльності, обсягу тактичних показників у нападі та захисті, кількості помилок та порушення правил гри. Розглянуті моделі гандболу є миттєві зрізи гри чи підготовки гандболістів. Однак для спортивного тренування необхідні моделі, що імітують динаміку ігрового процесу.

ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 1

1. Проведений аналіз літературних джерел показав, що моделюванню змагальної діяльності у спортивних іграх, зокрема в гандболі, присвячено багато публікацій. Ці роботи охоплюють різні аспекти, такі як тактична підготовка, технічні навички, фізичне навантаження та інші ключові компоненти спортивної діяльності. Науковці часто звертають увагу на важливість моделювання для оптимізації навчально-тренувального процесу та підвищення результативності спортсменів.

Однак, у більшості праць під терміном «моделювання» зазвичай розуміється лише аналіз ігрової діяльності або навчально-тренувального процесу, без глибшого занурення у створення комплексних моделей. Найчастіше використовується статистична обробка отриманих даних, що дозволяє виявити певні тенденції та закономірності, але не забезпечує повноцінного моделювання всіх аспектів змагальної діяльності.

2. Останнім часом спостерігається значне зростання кількості наукових праць, що досліджують ігрову діяльність та навчально-тренувальний процес у гандболі. Вони охоплюють широкий спектр тем, включаючи фізичну підготовку, тактичні схеми, психологічну підготовку та аналіз ігрових ситуацій. Значна увага приділяється оптимізації тренувального процесу для досягнення максимальної ефективності. У науковій спільноті активно використовуються терміни «система» і «модель». Наприклад, «система підготовки гандболістів» стала ключовим поняттям, що включає в себе комплекс заходів, методик та засобів, спрямованих на всебічний розвиток гравців. Моделі, що використовуються в дослідженнях, дозволяють науковцям і тренерам краще розуміти ігрові процеси та розробляти ефективні стратегії підготовки. Використання моделей сприяє формалізації знань про тренувальний процес, що дозволяє створювати більш точні і персоналізовані програми тренувань. Цей підхід не лише покращує результати спортсменів, але й сприяє розвитку теоретичних основ спорту, роблячи внесок у загальний прогрес у сфері гандболу.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Методи дослідження

Для вирішення поставлених завдань застосовувалися такі методи дослідження: теоретичний аналіз літературних джерел, педагогічне спостереження, метод експертних оцінок, метод статистичного моделювання, педагогічний експеримент, методи математичної статистики.

2.1.1. Теоретичний аналіз літературних джерел. У першому розділі роботи проводився детальний аналіз вітчизняної [18; 20; 41; 50] та зарубіжної літератури [51; 53; 58; 61], що стосується теорії та методики спортивних ігор. Розглядалися різні аспекти моделювання та імітаційного моделювання у спорті. Особлива увага приділялась працям, що стосуються аналізу ігрової діяльності, навчально-тренувального процесу, а також розробці моделей, які можуть бути застосовані для вдосконалення підготовки спортсменів.

Після проведення аналізу спеціальної літератури [3; 18 24] наводиться класифікація спортивних ігор, яка побудована на основі різних критеріїв. Ця класифікація включає поділ ігор за типом рухової активності, тактичними та технічними характеристиками, а також рівнем командної взаємодії. Також розглядаються ігри з різними структурами змагальної діяльності та специфічними вимогами до підготовки спортсменів. Такий підхід дозволяє систематизувати знання про спортивні ігри та створює основу для подальшого розвитку методик тренування і моделювання, спрямованих на підвищення ефективності підготовки та результативності спортсменів у різних видах спорту.

2.1.2. Педагогічне спостереження. Педагогічні спостереження проводилися у період проведення педагогічного експерименту 2023–2024 р. У процесі проведення педагогічних спостережень за ігровою діяльністю двох команд рівня вищої ліги Чемпіонату України: ГК «RGM Group-СумДУ», ГК

«RGM Group-СумДУ II» м. Суми. До протоколу, для кожного гравця, вносили такі ігрові показники: у нападі (кількість забитих голів, кількість промахів під час кидку, кількість втрат м'яча під час виконання кидка м'яча у ворота, кількість втрат м'яча під час обігравання гравця, кількість втрат м'яча під час виконання передачі м'яча); у захисті «кількість перехоплень м'яча» (під час блокування кидка м'яча, під час обігравання, під час передачі м'яча); із загальнокомандних показників фіксувалися (загальна кількість атак, проведених командою, кількість атак у швидкому прориві, кількість атак у позиційному нападі, кількість атак у швидкому прориві та переході у позиційний напад).

Протоколи склалися в графічному та стенографічному вигляді, з подальшим розшифруванням та статистичною обробкою.

2.1.3. Метод експертних оцінок. Для оцінки імітаційної моделі ігрового процесу застосовувався метод експертної оцінки. Під час використання цього методу експерти з гандболу (n=8): чотири мали звання «Заслужений тренер України» та чотири - «судді національної категорії», тренерський стаж 20 років. Під час перегляду на екрані монітора імітаційної моделі гандбольної гри мали оцінити ступінь її адекватності реальному ігровому процесу. В індивідуальній бесіді кожному з експертів ставилося три питання щодо ступеня відповідності імітаційної моделі гри у гандбол:

- 1) на скільки зображуваний на екрані процес гри відповідає реальному ігровому процесу, що відбувається на гандбольному полі?;
- 2) на скільки зображуваний на екрані процес гри відображає реальні тактичні командні взаємодії гравців на гандбольному полі?;
- 3) на скільки правильно зображуваний на екрані ігровий процес відображає реальні групові та індивідуальні тактико-технічні дії гравців у захисті та нападі?.

Усі три запитання експертам задавалися двічі. Перший раз без попередніх пояснень, відразу після пред'явлення ігрового процесу на екрані. Вдруге питання задавалися експериментатором після попереднього показу та

пояснення сутності побудованої моделі та процесів, що відбуваються в ній під час різного рівня прояву рухових якостей гравців та інших параметрів моделі. Під час відповіді на кожне питання пропонувалося 10 варіантів відповідей, за кожне з яких нараховувалося певну кількість балів (від 0 до 10).

Під час проведення педагогічного експерименту проводилося ранжування гравців за рівнем спортивної майстерності. Експерти письмово ранжували (за зайнятими місцями) гравців-кандидатів у команду за рівнем їхньої гри. Потім визначалася сумарна оцінка (всіх експертів), отримана кожним гравцем залежно від ефективності гри. З цих даних визначалися коефіцієнти, які потім використовувалися в імітаційній моделі.

2.1.4. Метод статистичного моделювання. *Метод Монте-Карло* – основним принципом моделювання систем, що містять статистичні або ймовірні елементи [42]. Цей термін розуміють як синонім терміна «імітаційне моделювання». Найбільшу користь вибіркового методу Монте-Карло приносить під час моделювання ймовірнісних ситуацій, але його можна використовувати під час вирішення детерміністичних завдань, які не мають аналітичне рішення. У методі Монте-Карло дані попереднього досвіду виробляються штучним шляхом, використанням генератора випадкових чисел разом із інтегральною функцією розподілу ймовірностей для досліджуваного процесу. Випадкові числа використовуються для отримання дискретного ряду випадкових змінних, що імітує результати, яких можна було б очікувати.

Метод моделювання величин. У процесі побудови імітаційної моделі ігрового процесу у гандболі модельованими об'єктами були: ігрове поле, гравці, м'яч. Ігрове поле графічно зображувалось у вигляді зменшеного прямокутника у натуральних пропорціях. На полі зображена середня лінія і дві зони воротаря. Для кожного з дванадцяти польових гравців, на кожному кроці їх перебування на ігровому майданчику моделювалися 14 характеристик (параметрів) розділених на 4 групи: координатно-габаритні, тактико-технічні параметри нападу, психологічні, тактико-технічні параметри захисту.

Для кожного гравця моделювалися блоки станів, у яких він може перебувати в кожний момент часу, і дій, які може зробити. З цих змінних, далі, склалися алгоритми поведінки кожного гравця на майданчику. Стани кожного гравця ділилися на групи загальнокомандних станів та станів захисника та нападника. Техніко-тактичні дії кожного гравця, у свою чергу, поділялися на групи техніко-тактичних дій у нападі та захисті. Таким чином забезпечувалася повнота моделювання ігрової діяльності кожного гравця.

2.1.5. Педагогічний експеримент. Педагогічний експеримент проходив у м. Суми, на базі Сумського державного університету (СумДУ), у якому брали участь гравці команди вищої ліги ГК «RGM Group-СумДУ» (n=14) та ГК «RGM Group-СумДУ II» (n=14). Спортивна кваліфікація спортсменів – 1-й розряд і КМСУ. Педагогічний експеримент проведений під час виступу ГК «RGM Group-СумДУ» та ГК «RGM Group-СумДУ II» у вищій лізі. Вирішувалося завдання прогнозування результату гандбольного матчу перед грою з конкретним суперником.

Вхідними даними моделі, перед кожним матчем, були статистичні параметри ігрової діяльності команди. Фіксувалися і статистично оброблялися результати конкретних тактико-технічних дій кожного гравця і всієї команди загалом. Під час внесення цих даних у імітаційну модель, здійснювався «аналіз моделі» (n=1000). Ця кількість реалізацій моделі (однієї та другої команд) відповідає приблизно 9–10 фактичним гандбольним матчам. Для оцінки точності зробленого за допомогою імітаційного моделювання прогнозу його результат після закінчення гри, порівнювався з фактичним.

2.1.6. Методи математичної статистики. Усі дані експериментального дослідження оброблялися методом середніх величин [1; 7].

Математична обробка виконувалася на персональному комп'ютері з використанням статистичних пакетів STATISTICA 6.0 та графічних методів [2]. Для підготовки таблиць та проміжних розрахунків використовувався Microsoft Excel.

2.2. Організація дослідження

Дослідження проводилося у рамках трьох послідовних та взаємопов'язаних етапів, що забезпечували безперервність у плануванні, зборі, обробці та інтерпретації теоретичних і експериментальних даних. Такий підхід дозволив забезпечити комплексне та систематичне вивчення досліджуваної теми, що сприяло отриманню надійних висновків. Це забезпечило цілісне розуміння предмету дослідження та підвищило якість отриманих даних.

Перший етап (вересень – грудень 2023 року) Проводилось вивчення літературних джерел, що стосуються теми магістерської роботи. Для побудови імітаційної моделі ігрового процесу ГК «RGM Group-СумДУ» протягом річного циклу були підібрані методи статистичного моделювання. На цьому етапі дослідження було сформульовано тему магістерської роботи, визначено об'єкт і предмет дослідження, а також окреслено завдання, що сприятимуть досягненню поставленої мети. Це включало детальний аналіз наявних наукових робіт, вибір відповідних методик і технологій, а також визначення ключових аспектів, які потребують дослідження для створення ефективної імітаційної моделі.

Другий етап (січень – травень 2024 року) – було проведено педагогічний експеримент з ГК «RGM Group-СумДУ» та ГК «RGM Group-СумДУ II». Вирішувалося завдання прогнозування результату гандбольного матчу перед грою з конкретним противником. Вхідними даними моделі, перед кожним матчем, були статистичні параметри ігрової діяльності команди. Фіксувалися і статистично оброблялися результати конкретних тактико-технічних дій кожного гравця і всієї команди загалом.

Третій етап (червень – жовтень 2024 року) - було здійснено аналіз результатів, проведено статистичну обробку даних, а також їх узагальнення, систематизацію та інтерпретацію з формулюванням висновків. На завершальному етапі виконано написання та оформлення магістерської роботи, включаючи огляд літератури, опис практичних рекомендацій.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ У КОМАНДНИХ ВИДАХ СПОРТУ

3.1. Системи моделювання її теоретичні підходи та емпіричні дослідження

Для створення імітаційної моделі спортивної гри необхідно спочатку чітко окреслити її межі, що є одним із ключових етапів моделювання. Це дозволяє визначити основні параметри, які впливають на функціонування моделі, а також врахувати можливі обмеження і зовнішні чинники.

Спортивна гра, як система, являє собою складною багаторівневою структурою. Кожен із цих рівнів має свою якісну та кількісну специфіку, яка відрізняє його від інших рівнів. Усі рівні системи пов'язані між собою. Завдання імітаційного моделювання, у нашому випадку, полягає в тому, щоб адекватно описати ігровий процес, що моделюється. Це передбачає необхідність виявлення суттєвих характеристик кожного рівня системи моделювання та взаємозв'язок між ними.

Розподіл системи на рівні може проводитися з різним ступенем деталізації. Ступінь деталізації розподілу залежить від кількісної та якісної специфіки рівнів системи та завдань, поставлених у дослідженні. Виникає проблема визначення меж моделюваної системи, як гри, що одночасно є частиною системи вищого порядку (обмеження зверху), і водночас виступає системою вищого порядку для нижчих рівнів.

Істотними характеристиками процесу ігрової діяльності: тактика, що застосовується командами, набір техніко-тактичних дій та рівень розвитку рухових якостей гравців. Ці складові повинні бути обов'язково враховані в моделі для адекватного опису реального ігрового процесу. Під час створення імітаційної моделі врахувати всі її складові, навіть більшість, неможливо і не потрібно. Необхідно визначити лише найістотніші їх.

На рис. 3.1 наведено схему розташування рівнів, з яких складається ігрова діяльність. У лівому стовпці таблиці даються блоки рівнів, з яких складається система. Далі наводиться стовпець з номерами рівнів, потім їхня назва.



Рис. 3.1. Структура рівнів побудови ігрової діяльності

Рівні аналізованої системи розташовані, зверху – вниз, у порядку підпорядкування від верхніх до нижніх. Рівні, що знаходяться вище, є узагальнюючими для рівнів, розташованих нижче. Кожен із рівнів має свою кількісну та якісну специфіку, що відрізняє його від кількісних та якісних змінних інших рівнів.

Від вищих рівнів донизу йдуть керуючі впливу і ставиться мета для функціонування нижчим рівням. На основі цих керуючих цільових установок нижчі рівні здійснюють свою діяльність. Ця діяльність здійснюється, також, у відповідність до якісної специфіки цього рівня, який знаходиться у низу. Тут на

нижчому рівні відбувається трансформація керуючих впливів вищого рівня на вирішення завдань даного рівня та вироблення цільових установок і керуючих впливів для рівнів, які лежать ще нижче.

Рівні, які ще нижче, за цією ж схемою, виробляють керуючий вплив для ще більш низьких рівнів, і т.д. Нижчі рівні, своєю чергою, надають певний, зворотний вплив на рівні розташовані вище, що у тому, що вони визначають перелік можливих впливів ними. Цей перелік можливих впливів детермінований якісною специфікою та ступенем розвитку нижчого рівня..

За допомогою цих багаторазових повторень діяльності всієї системи вибирається дедалі оптимальний варіант взаємодії її рівнів, у тому числі вона має складатися. Таким шляхом йде діалектичний процес становлення, розвитку та самовдосконалення системи. Довготривалий процес вироблення оптимальних взаємин між внутрішніми рівнями системи і розглядається (у контексті побудови імітаційної моделі), як процес спортивного тренування.

Розглянемо більш конкретно представлені рівні і процес взаємовідносини між ними в моделі, що моделюється.

Рівень A1 (рис. 3.1). На цьому рівні виробляється спільна стратегія участі команди у турнірі, формуються цілі та завдання цієї участі. Цільовою, результуючою, функцією цього рівня є спортивний результат, який потрібно досягти командою в турнірі. Регульованою змінною цього рівня є планована структура витрат ресурсів (потенціалу) своєї команди у серії ігор турніру, залежно від сили та характерних особливостей команд-противників. На цьому рівні визначається, в яких іграх необхідно грати на перемогу, в яких зберегти сили для гри з іншими командами.

Специфікою рівня A2 є вироблення стратегії і тактики проведення однієї конкретної гри в залежності від цілей і керуючих впливів, поставлених на рівні A1 (загальної стратегії участі в турнірі) і специфіки конкретного противника в цій грі. На цьому рівні йде формування того, які конкретні дії будуть вжиті командою у відповідь на ті чи інші дії команди супротивника. Визначається склад гравців, тактика можливих заміन тощо. і т.п. На рівні A2 визначається яка

конкретна розстановка гравців застосовуватиметься командами для досягнення перемоги в цьому конкретному матчі. На що робитиметься акцент у захисті та нападі: на позиційний чи швидкий напад, на особистий, зонний чи змішаний захист тощо. Тобто визначається загальна схема командних дій у цьому матчі. Кожна з команд може застосовувати кілька варіантів загальнокомандних дій. Вибір варіанта цих дій залежить в першу чергу від загального завдання команди на гру (яка виробляється на рівні A1) та загальної стратегії проведення матчу (рівень A2). При цьому необхідно володіти інформацією про набір конкретних командних дій, якими володіє команда взагалі, і зараз, зокрема.

Рівень A3 визначає зміст і характер загальнокомандних взаємодій гравців обох команд. У цьому прикладі добре видно механізм взаємовідносини трьох рівнів системи: від рівня A1, до рівня A3. Застосовувана командою тактика гри у захисті та нападі (рівень A3), визначає набір і характер групових взаємодій її гравців (рівень A4). У будь-якій спортивній грі гравці вступають у взаємодію один з одним. Усі ігрові ситуації, у яких гравець діє строго індивідуально, можна віднести до розряду групових взаємодій гравців (рівень A4). Групові взаємодії здійснюються як між гравцями однієї команди, і з участю гравців команди противника. Сенс та характер цих взаємодій є змістовною частиною рівня A4. Тут, своєю чергою, видно залежність рівня A4 від рівня A3. Залежно від загальнокомандної ігрової схеми застосовуваної командами (рівень A3) відбувається застосування тих чи інших групових взаємодій гравців (рівень A4). Розглянемо далі, рухаючись вниз за схемою, механізм функціонування системи. Характер групових взаємодій гравців (рівень A4) визначає собою набір конкретних індивідуальних дій (рівень A5), які необхідно виконати гравцям для досягнення кінцевого результату у грі.

Індивідуальні дії (рівень A5) гравці виконують вже після того, як кожен із гравців потрапляє в ту чи іншу тактичну ситуацію, яка є похідною групових взаємодій між гравцями (рівень A4). Напрямок цього впливу, дотримуючись схеми (рис. 3.1), зверху – вниз. Розглянемо описану частину системи у зворотний бік, тобто знизу – вгору, де рівень A5 впливає рівень A4. Вплив цей

виявляється у тому, що ті чи інші групові взаємодії гравців (у тому числі і комбінації, рівень А4), підбираються з урахуванням індивідуальних особливостей та техніко-тактичних переваг окремих гравців команди, що беруть участь до комбінації (рівень А5).

Рівні А 5 та А 6 розглядаються як один субстрат (або як один рівень) і називаються техніко-тактичними діями. Змістовною стороною рівня А5 є ухвалення рішення щодо застосування того чи іншого технічного прийому. Цей рівень належить до блоку тактики гри. Рівень А6 відноситься до блоку техніки гри і визначає собою (у нашій моделі) факт виконання або не виконання конкретного технічного прийому. На виході цього рівня визначається результат виконання (або виконання) цього техніко-тактичного прийому.

Нижче рівня А6 лежить рівень А7 – варіанти виконання технічних процесів. На цьому рівні у чистому вигляді працюють закони техніки рухів. «Обраний» гравцем технічний прийом набуває, на цьому рівні, своє матеріальне втілення. Кожним гравцем «обирається» технічна форма і зміст, що реалізується на м'язовому рівні, обраного на рівні А6 прийому.

Нижче рівня А7 розташовується рівень А8 – фізична підготовленість гравців. Змістовною стороною цього рівня є ступінь розвитку фізичних якостей спортсмена: сили, швидкості, витривалості, гнучкості і т.д., включаючи морфологічні дані гравця. Завдання цього рівня (А8) ставляться рівнем А 7, у залежності від необхідного засобу (техніки) виконання рухового завдання – «підбирається» необхідний для цього рівень розвитку тих чи інших рухових якостей гравця.

Крім функцій оперативного реагування та побудови складних загальнокомандних дій у ході гри, на цьому рівні відбувається формування багажу спеціальних теоретичних знань та понять. На цьому рівні знаходяться також центри соціальної мотивації та життєвих установок гравця.

Під час побудови імітаційної моделі моделювати весь цей спектр відносин між рівнями системи неможливо. Важливо провести обмеження моделі, що моделюється зверху так і знизу.

3.2. Механізми та алгоритми функціонування імітаційної моделі у гандболі

Процес функціонування системи модулювання є послідовний перехід її з одного стану в інший з застосуванням - методу імітації. Система моделювання представляється як сукупність підсистем (гравців та м'яча) та їх взаємодії у просторі ігрового поля та у часі.

Координати гравця на полі. У кожен момент часу для виконання чергової дії необхідно знати фізичне розташування гравця на полі. Після прийняття гравцем рішення про переміщення його на полі в напрямку цільової точки, на кожному кроці імітаційного моделювання, відбувається стрибкоподібне переміщення його у цьому напрямку на відстань рівну величині його швидкості, яка задана в параметрах цього гравця. Напрямок переміщення гравця задається такими змінними гравця, як «відстань його до воріт» та його цільовою точкою руху.

Два і більше гравців не можуть одночасно перебувати в точці з одними й тими самими координатами. Гравці та м'яч розташовуються лише у просторі ігрового поля. У разі виходу гравця або м'яча за простір ігрового поля, м'яч передається протилежній команді, а команді м'ячем, що володіла до цього, фіксується «втрата м'яча».

Цільова точка руху гравця (ЦТР). Це поняття запроваджено із суто технологічних позицій, з метою надати імітаційної моделі динаміки. ЦТР – це точка, координати якої розташовуються на прямій, що подумки проводиться, між нападаючим гравцем і середній лінії чужих воріт. З цієї точки ймовірність ураження воріт гравцем, що робить напад під час кидку, є максимальною. Як правило, ЦТР гравця знаходиться в районі зони вільних кидків, тобто між 6-ти і 9-ти метровими лініями. У цій зоні ймовірність взяття воріт нападаючим гравцем є максимальною.

У разі участі у атаці всіх шести польових гравців зона нападу ділиться на шість рівних частин, у середині кожної знаходиться ЦТР кожного із шести гравців нападу.

ЦТР захисників «прив'язаний» до ЦТР нападаючих та їх (нападників) відстані до воріт. ЦТР захисників на кожному кроці гри знаходяться між ЦТР «свого» нападаючого і центром своїх воріт. Для захисника така змінна як «відстань до воріт» діє зі зворотним знаком. У зв'язку з цим чим ближче до своїх воріт знаходиться захисник, тим більшу він проявляє активність у протидії своєму нападникові.

Таким чином відбувається рух нападаючого гравця у бік найбільшої ймовірності ураження воріт у кожний момент часу. Для захисника, у кожен момент часу, ймовірність поразки воріт зважає на зворотний знак. Рухаючись за своїм алгоритмом, гравець може потрапити у стани, в яких вибір подальшого руху залежить не тільки від його координат, і відповідно від ЦТР, але і від взаємодії його з захисниками. Якщо на шляху у нападника з'являється захисник, він може вступити у взаємодію з ним або з гравцями своєї команди.

На новому кроці, після визначення ситуації (для цього всі умови перевіряються (обчислюються) спочатку) в якій гравець тепер опинився, він виконує подальший рух за своїм алгоритмом. Описаний механізм функціонування одного кроку гравця повторюється кожному наступному його кроці у процесі імітаційного моделювання. Один такт атаки команди складається з сукупності всіх дій всіх гравців, які виконуються кожним з них за один крок. Практично, один такт атаки - це сума дій, що робляться всіма гравцями команди в один момент часу.

Оскільки модель працює у дискретному режимі, то переміщення всієї системи однією проміжок виконується після прорахунку імітаційних дій, виконуваних кожним гравцем. Після цього система робить стрибок на один крок. Тимчасовий проміжок між двома сусідніми стрибками значень називається один такт атаки команди.

За час одного такту атаки кожен гравець здійснює одноразово процедуру «ухвалення рішення» на основі аналізу ситуації, у якій він опинився, з урахуванням параметрів, які задаються для нього на початку реалізації моделі.

На цьому рівні прийняття рішення між гравцями здійснюються різноманітні взаємодії. Взаємодії здійснюються гравцями як у захисті, так і в нападі. Принцип структурного програмування в моделюванні дозволяє довільно додавати блоки, що описують різного роду комбінації і взаємоузгоджені дії гравців за завданням.

Необхідними елементами взаємодії гравців у моделі у захисті були:

- розбір гравців, тобто знаходження кожним гравцем захисту свого гравця нападу під час втрати м'яча;

- під час застосування зонної системи захисту гравцями застосовується «підстраховка» захисника, розташованого у захисті поруч. Це робиться з метою включення механізмів «виходу» або «напіввиходу» захисників на гравця з м'ячем під час наближення м'яча.

У нападі, під час швидкого прориву нападниками, використовується механізм розтягування захисників. Сутність цього механізму у тому, що у кожному кроці атаки м'яч віддається «найкращому» нападаючому, і кожен із початківців намагається бути «не пов'язаним» своїм захисником. Цей тактичний прийом у нападі називається «виходом гравця на вільне місце».

Таким чином, наведені приклади показують, яким чином здійснюється механізм зв'язку індивідуальних дій всіх гравців, з груповими та командними діями.

Наступним елементом гри, що моделюється, за ступенем узагальнення, являє собою, одна атака команди. Це поняття у імітаційній моделі повністю узгоджується з однойменним поняттям практики та теорії спортивних ігор.

Одна атака – це сукупність дій, що робляться всіма гравцями команди від моменту отримання ними м'яча, до моменту отримання якогось конкретного результату (виходу) цих командних дій.

У табл. 3.1 представлений повний перелік наслідків атак, які можливі під час гри в гандбол. Цей перелік результатів є числом кінцевим. Список цих результатів представляє собою перелік вихідних даних моделі.

Таблиця 3.1

Реалізації атак
RGM Group-СумДУ та RGM Group-СумДУ II

| № з/п | Результати атак | RGM Group-СумДУ (n=14) | RGM Group-СумДУ II (n=14) |
|--|------------------------------------|------------------------|---------------------------|
| <i>Суми виходів атак у швидкому прориві</i> | | | |
| 1 | Перехід у позицію | 14 | 1 |
| 2 | Забитий гол | 4 | 4 |
| 3 | Промах | 1 | 2 |
| 4 | Втрата м'яча під час кидка | 0 | 0 |
| 5 | Втрата м'яча під час «обігравання» | 11 | 7 |
| 6 | Втрата м'яча під час передачі | 0 | 2 |
| <i>Сума атак команд у позиційному нападі</i> | | | |
| 1 | Забитий гол | 17 | 3 |
| 2 | Промах | 4 | 4 |
| 3 | Втрата м'яча під час кидка | 5 | 4 |
| 4 | Втрата м'яча під час «обігравання» | 0 | 0 |
| 5 | Втрата м'яча під час передачі | 1 | 17 |
| 6 | Загальна кількість атак | 56 | 44 |

У табл. 3.1 наводиться сумарна кількість атак RGM Group-СумДУ та RGM Group-СумДУ II, протягом однієї реалізації. Потрібно зазначити, що суми атак можуть бути не завжди однаковими. Це пов'язано з тим, що частина атак команди, які проводяться у швидкому прориві, може бути зупинена захисниками з порушенням правил. І тут атака зупиняється. Результатом цієї атаки є «перехід нападаючої команди в позиційний напад».

На лічильнику кількості атак фіксується цей результат – закінчення атаки у швидкому прориві. За правилами змагань м'яч вводиться у гру ця команда.

Наступного разу нападаюча команда здійснює атаку, перебуваючи в позиційному нападі. Таким чином, за одне володіння м'ячем команда проводить вже другу атаку.

У табл. 3.1 перші шість пунктів – це чисельні значення суми виходів атак RGM Group-СумДУ та RGM Group-СумДУ II у швидкому прориві. Другі п'ять рядків – це чисельні значення наслідків атак команд у позиційному нападі.

У позиційному нападі перший рядок – кількість забитих командою голів протягом однієї реалізації моделі. Під час розіграшу процедури кидка м'яча у ворота можливі три варіанти наслідків:

- забитий гол;
- м'яч при кидку не влучив у створ воріт (кидок повз ворота);
- м'яч у момент виконання кидка був втрачений (через технічну помилку гравця або успішний блок захисника).

Якщо м'яч під час кидку пройшов повз блок захисника і воротаря і влучив у ворота – фіксується гол і в рядку «забитий гол» до чисельного значення додається одиниця. Атака у разі закінчується, і команда противника починає, за правилами змагань, свою атаку з центру поля, відразу ж перебуваючи у позиційному нападі. З цієї ситуації команді супротивника практично неможливо організувати швидку атаку.

У поняття «мимо воріт», крім безпосереднього результату «кидок повз ворота», входить ще й випадок, коли м'яч відбивається воротарем або штангою. У цих ситуаціях до чисельного значення у графі «мимо воріт» додається одиниця, а в другому випадку відбувається ще й розіграш напряду відскоку м'яча (від штанги чи воротаря).

Розіграш напряду відскоку м'яча проводиться за допомогою випадкових чисел. Імовірність оволодіння м'ячем будь-якої з команд, у разі залежить від кількості її гравців, які знаходяться на лінії воріт і від їх (гравців) радіусів. Чим більше цих гравців і чим більше значення їх радіусів, тим більша ймовірність оволодіння м'ячем гравцями цієї команди.

Якщо м'ячем опановує захисник, то команди змінюються ролями. Команда, яка захищається, стає нападаючою, нападаюча команда – захищається. У цій ситуації всі гравці стартують із тих місць (координат) на майданчику, в яких їх застав кидок м'яча у ворота.

Якщо м'ячем знову опанували нападники, то починається вже нова атака цієї ж команди у позиційному нападі, оскільки захисники найчастіше не встигають відреагувати.

Ігрова ситуація розігрується в такому ж порядку при «втраті м'яча під час кидку», відмінність цієї ситуації лише в тому, що м'яч блокується захисником, і він не долітає до воріт. До чисельного значення графі «втрата м'яча при кидку» нападаючої команди додається одиниця і відбувається розіграш м'яча, що відскочив за прикладом, описаним у попередній ситуації (кидок «мимо воріт»).

«Втрата м'яча під час «обігрування». Ця ситуація виникає в момент розіграшу такої процедури як «обігрування». Ця ситуація починає реалізовуватись при дотику R (радіусів) гравців захисту та нападу на просторі ігрового поля. У ситуації «обігрування» можуть брати участь два і більше гравці.

За допомогою датчика випадкових чисел відбувається розіграш психологічних та технічних коефіцієнтів, що характеризують параметри «обігрування» гравців. Мета цього розіграшу з'ясувати ймовірність вступу гравців у процедуру «обігрування». Якщо «так» – за допомогою датчика випадкових чисел відбувається розіграш самої процедури «обігрування». Якщо «ні» – ситуація «розіграш» не використовується.

У разі втрати м'яча нападаючим, у ситуації розіграшу, до чисельного значення у графі «втрата м'яча під час «обігрування» додається одиниця та гравці обох команд змінюючись ролями (захисник-нападник), стартують з тих координат, на яких вони в цей момент часу перебували.

У разі виграшу «обігрування» нападаючим, як правило, здійснюється вихід цього гравця віч-на-віч з воротарем команди противника, і дія

розвивається далі за алгоритмом нападника. захисник після цього залишається за спиною нападаючого.

«Втрата м'яча під час передачі». Команда може втратити м'яч у момент передачі м'яча партнеру одним із її гравців. Імовірність втрати м'яча гравцем збільшується, по-перше, під час передачі м'яча на велику відстань і, по-друге, під час передачі м'яча через «голови» великої кількості гравців команди супротивника. Під час виконання кожної передачі м'яча розігрується ймовірність її успішності.

Якщо передача м'яча успішна, він потрапляє до адресата, а в разі невдалої передачі, м'яч може опинитися у найближчого гравця, зокрема гравця своєї команди, якщо він знаходиться на шляху або поруч з тим, хто передавав.

Команді, яка втратила м'яч, до чисельного значення у графі «втрати м'яча під час передачі» додається одиниця, і гравці обох команд змінюють за ролями (напад-захист). Починається атака протилежної команди, і гравці стартують у ній з тих координат, на яких була невдала передача м'яча.

Під час проведення атаки у швидкому прориві існує також п'ять виходів атаки, що і під час позиційного нападу. Ще одним можливим виходом атаки може бути «перехід у позицію», (табл. 3.1). Ця ситуація виникає в тому випадку, якщо під час атаки захисники встигають утворити організований захист, тобто кожен із захисників займає на майданчику місце між «своїм» нападником і центром воріт. Цей швидкий прорив далі неминуче перетворюється на позиційне нападу, оскільки всі захисники розташовуються «на шляху» нападаючих, які за своєму подальшому просуванні до воріт неминуче повинні розпочати «обігрування» із захисниками.

З виникненням цієї ситуації на майданчику в ході реалізації моделі, у графі «перехід у позицію» у нападаючої команди додається одиниця, і команди відразу розташовуються в позиції біля воріт команди, яка захищається. Відбувається подальший розіграш м'яча, але тепер уже позиційна атака нападаючої команди.

У таблиці можливих наслідків атаки немає такого результату, як втрата м'яча в аут. Цей випадок передбачений у моделі та включений у результати «мимо воріт» та «втрата м'яча під час передачі». Таким чином, вищенаведеними результатами вичерпується весь набір можливих закінчень атаки обох команд.

Перед початком запуску статистичної моделі задається загальна кількість атак, яке буде проведено обома командами в процесі роботи з моделлю. Число атак команд в одній реалізації може бути не однаковим через причини, зазначені вище. Підсумовування всіх результатів атак команд відбувається в процесі функціонування моделі доти, доки загальна їх кількість не досягне величини, заданої на початку реалізації. У процесі взаємодії з моделлю, як правило, загальна кількість атак в одній реалізації становила: 100, 500 або 1000. Така кількість атак в одній реалізації є зручною для наочного подання даних та їх подальшої статистичної обробки. Кінцеві числові дані кожної реалізації представлялися на екрані монітора, або у роздрукованому вигляді у формі, представлений у табл. 3.1. Протягом однієї реалізації моделі в ході експерименту всі техніко-тактичні параметри гравців під час гри у захисті та нападі є незмінними. Неможливо втрутитися у хід однієї реалізації гри доти, доки не буде здійснено необхідну кількість атак обома командами. Таким чином, процес функціонування представленої імітаційної моделі гандболу в короткому вигляді можна представити наступним чином. Гравець, володіючи певним набором (довільно задаються) психологічних і техніко-тактичних якостей, рухається в ході гри за алгоритмом своєї поведінки. Алгоритм поведінки гравця в захисті і нападі, також, є сукупністю змінних, що довільно задаються. Кожен крок руху гравця за алгоритмом складає основу оцінки їм ситуації на майданчику що виникла результаті дій гравців своєї та протилежної команди попередньому кроці. Вибір певного продовження свого руху здійснюється за допомогою результуючого числа отриманого множенням чисельного значення взятого з випадкових чисел на ймовірності всіх змінних цього гравця та всіх інших гравців на майданчику. Аналогічним чином, на кожному кроці йде прорахунок своїх подальших дій усіма іншими гравцями.

Висновки до розділу 3

1. Спортивна гра, як система, є складною багаторівневою структурою. Кожен із цих рівнів має свою якісну та кількісну специфіку, яка відрізняє його від інших рівнів. Усі рівні системи пов'язані між собою певними стосунками. Завдання імітаційного моделювання, у нашому випадку, полягає в тому, щоб адекватно описати ігровий процес, що моделюється. Це передбачає необхідність виявлення суттєвих характеристик кожного рівня системи модулювання та взаємозв'язок між ними. Розподіл системи на рівні може проводитися з різним ступенем деталізації. Ступінь деталізації розподілу залежить від кількісної та якісної специфіки рівнів системи та завдань, поставлених у дослідженні. Виникає проблема визначення меж моделюється системи, як гра, являє одночасно частиною системи вищого порядку (обмеження зверху), й те водночас гра є системою вищого порядку для нижчих рівнів.

2. Процес функціонування імітаційної моделі гандболу можна описати наступним чином. Гравець, маючи певний набір психологічних і техніко-тактичних якостей (довільно заданих), рухається за алгоритмом своєї поведінки під час гри. Ці якості включають його витривалість, швидкість реакції, технічні навички та тактичні знання, які задаються відповідно до сценарію моделювання. Алгоритм поведінки гравця у захисті та нападі також являє сукупність змінних, які задаються довільно. Ці змінні включають різні тактичні дії, такі як переміщення на майданчику, взаємодія з іншими гравцями, блокування, передачі та атаки по воротах.

Таким чином, модель враховує як індивідуальні особливості гравця, так і динамічну взаємодію всіх учасників гри. Це дозволяє імітувати реалістичні ігрові ситуації та аналізувати різні стратегії і тактики. На кожному етапі моделювання прораховуються подальші дії всіх гравців, що забезпечує комплексне розуміння розвитку ігрових подій і дозволяє тренерам та аналітикам приймати більш обґрунтовані рішення щодо підготовки та управління командою.

РОЗДІЛ 4

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Представлені результати статистичного експерименту щодо дослідження взаємозв'язку техніко-тактичних параметрів гравців у нападі з чисельними значеннями результатів атак гандбольних команд «RGM Group-СумДУ» та «RGM Group-СумДУ II».

На рис. 4.1 представлені результати зміни чисельних значень результатів атак обох команд під час поступового збільшенні всіх параметрів нападу гравців команди «RGM Group-СумДУ». Змінювані параметри нападу гравців експериментальної команди були такі:

- 1) можливість успішного виконання кидка м'яча у ворота;
- 2) можливість успішного виконання передачі м'яча;
- 3) можливість успішного виграшу єдиноборств.

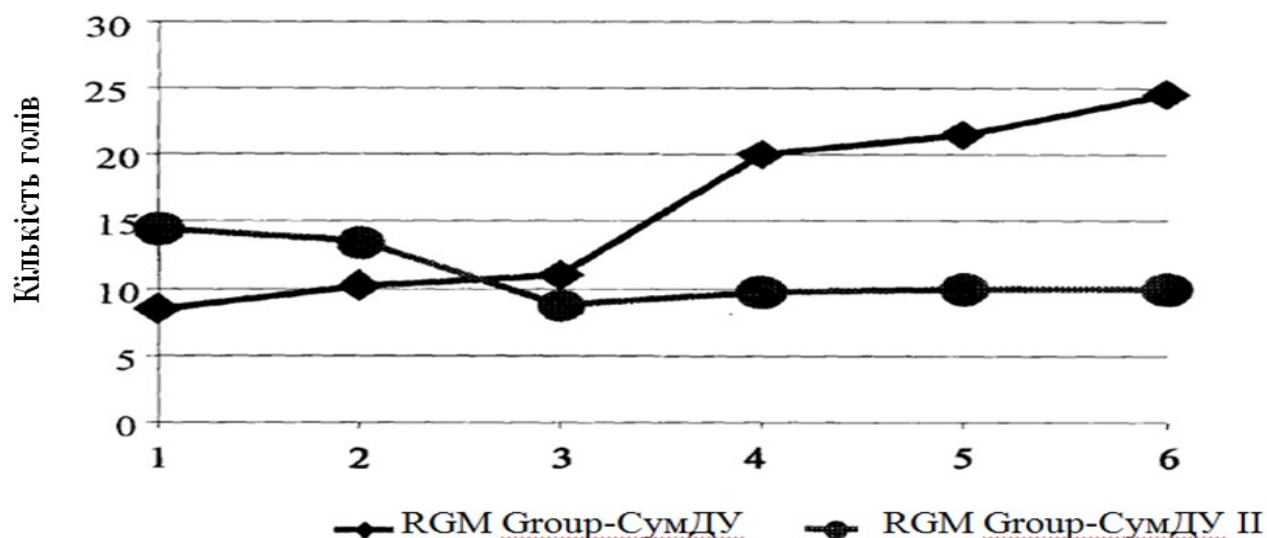


Рис. 4.1. Результативність команд, залежно від параметрів нападу гравців

Для чистоти експерименту зміни піддавалися параметри нападу всіх гравців «RGM Group-СумДУ» команди, одночасно і на однакову величину.

Крок зміни всіх параметрів нападу, кожного гравця «RGM Group-СумДУ» команди складав - 0,3%. Техніко-тактичні параметри гравців «RGM

Group-СумДУ II» команди у всіх реалізаціях імітаційної моделі протягом експерименту не змінювалися.

Розглянемо вплив параметрів нападу гравців «RGM Group-СумДУ» команди на результативність.

На рис. 4.1, видно, що на тлі неухильного, але недостовірного ($p>0,05$), зниження кількості голів забитих командою «RGM Group-СумДУ II» з 14,5 до 10, спостерігається різке збільшення кількості голів, забитих гравцями цієї команди ($p<0,001$), з 8,5% до 24,5% (кожний експеримент, для зручності статистичної обробки складався зі 100 реалізацій моделі). Під час максимальних значення чинників, що змінюється, практично кожна друга атака гравців команди, закінчується взяттям воріт. Це говорить про прямий і дуже високий ступінь зв'язку змінних, що варіюються, з результативністю атак команди ($p<0,001$). Результативність атак команди «RGM Group-СумДУ II», параметри нападу гравців якої не змінювалися у експерименті, статистично змінилася недостовірно ($p>0,05$).

На рис. 4.2 представлені графіки зміни кількості переходів атак у позицію зі швидкого нападу, зі збільшенням усіх коефіцієнтів нападу гравців «RGM Group-СумДУ» та «RGM Group-СумДУ II» команди на 0,3%.

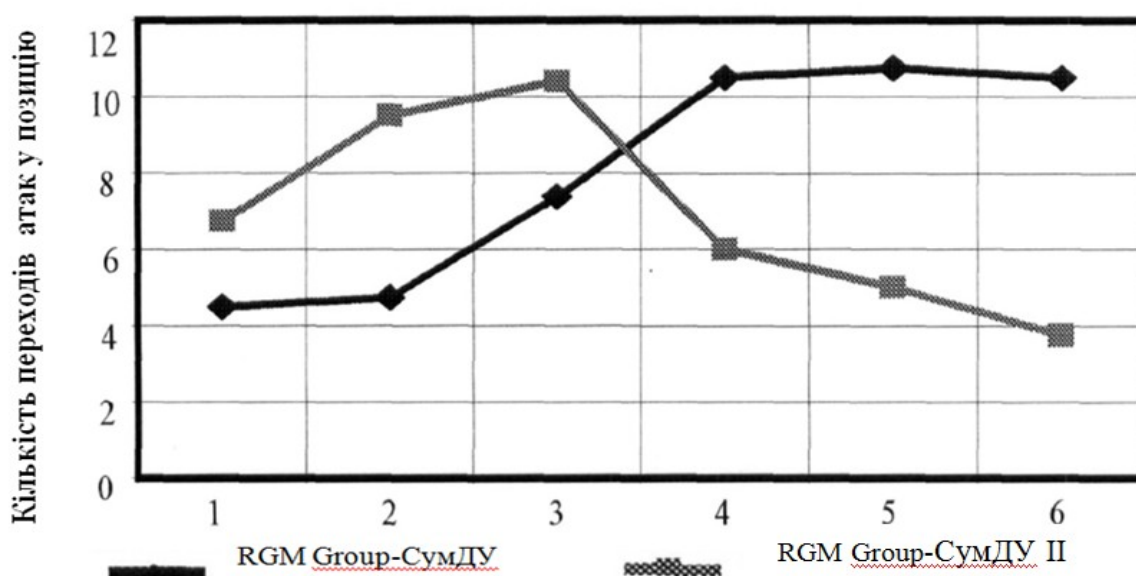


Рис. 4.2. Кількості швидких атак, що перейшли у позицію

Під час зростання даного чинника кількість переходів у позицію гравцями команди «RGM Group-СумДУ II» спочатку збільшується, а потім знижується в інтервалі від 6,75% атак до 3,75% атак за максимального значення параметрів нападу команди «RGM Group-СумДУ», проте ці зміни недостовірні ($p > 0,01$).

Кількість переходів у позицію гравцями «RGM Group-СумДУ» (рис.4.2) істотно збільшується: з 4,5% до 10,5% переходів у позицію під час 100 атак. Під час цього, практично кожна п'ята атака команди закінчується переходом у позицію. Це збільшення переходів швидких атак на позицію відбувається рахунок технічних помилок суперників.

Дані на діаграмі «RGM Group-СумДУ» представлені на рис. 4.2 мають суттєві коефіцієнти кореляції з кількістю голів забитих лівою командою ($r=0,941$), та негативні зв'язки з кількістю забитих голів «RGM Group-СумДУ II» ($r=0,806$) та кількістю технічних помилок своєї команди, $r=-0,816$ (табл.4.1). Характер та напрямок цих зв'язків повністю підтверджуються даними спортивної практики. Отримані чисельні значення дають кількісну оцінку цих зв'язків. У табл. 4.1 представлено кореляційну матрицю вихідних параметрів моделі, під впливом діючого чинника.

Таблиця 4.1

Аналіз результативності атак та помилок команд RGM Group-СумДУ та RGM Group-СумДУ II з урахуванням позиційних переходів

| № з/п | Результати атак | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------------|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | Голи RGM Group-СумДУ | 1 | | | | | | |
| 2 | Голи RGM Group-СумДУ II | -615 | 1 | | | | | |
| 3 | Перехід у позицію RGM Group-СумДУ | 941 | -806 | 1 | | | | |
| 4 | Перехід у позицію RGM Group-СумДУ II | -818 | 149 | -668 | 1 | | | |
| 5 | Помилки RGM Group-СумДУ | -991 | 657 | -968 | 816 | 1 | | |
| 6 | Помилки RGM Group-СумДУ II. | 349 | -826 | 635 | -088 | -451 | 1 | |
| 7 | Атаки RGM Group-СумДУ | 977 | -590 | 941 | -877 | -991 | 432 | 1 |
| 8 | Значення чинника | 962 | -739 | 929 | -681 | -951 | 017 | 919 |
| 9 | Параметри чинника | 0,5 | 0,8 | 1,1 | 1,4 | 1,7 | 2,0 | 2,0 |

Коефіцієнти кореляції між кількістю забитих голів гравцями командами «RGM Group-СумДУ» та «RGM Group-СумДУ II» та значеннями всіх

параметрів нападу становлять, відповідно $r = 0,962$ і $- 0,739$ (табл.4.1), що говорить про високий позитивний зв'язок між змінними в першому випадку та про негативну, суттєвого, зв'язку між параметрами, у другому випадку.

Параметр «кількість голів команди «RGM Group-СумДУ», має суттєву негативний зв'язок з параметром кількість переходів команди позицію ($r = - 0,818$), і позитивний зв'язок із загальною кількістю атак ($r = 0,977$).

Дуже істотна негативна зв'язок є з «кількістю технічних помилок» команди «RGM Group-СумДУ» ($r = - 0,991$). Фактично, це говорить про майже функціональний зв'язок між кількістю технічних помилок і кількістю забиваються командою голів.

Кількість голів, що забиваються гравцями команди «RGM Group-СумДУ II», має істотний негативний зв'язок, тільки, з «кількістю переходів у позицію» гравцями команди «RGM Group-СумДУ» ($r = - 0,806$), і з кількістю технічних помилок, що допускаються гравцями цієї команди ($r = - 0,826$). Ці факти повністю відповідають логіці перебігу ігрового процесу у гандболі.

Кількість переходів швидких атак у позицію гравцями команди «RGM Group-СумДУ II» має істотний негативний зв'язок з кількістю голів, що забиваються командою «RGM Group-СумДУ» ($r = - 0,818$) і кількістю переходів у позицію ($r = - 0,668$) гравцями цієї команди. Є негативні, істотні, зв'язку «кількості переходів у позицію» командою «RGM Group-СумДУ», і з сумарною дією всіх параметрів нападу команди «RGM Group-СумДУ II» ($r = - 0,681$).

Величина загальної кількості атак, що проводяться командою «RGM Group-СумДУ», суттєво пов'язана з кількістю голів, що забиваються цією командою ($r = 0,977$), кількістю переходів цієї команди у позицію ($r = 0,941$) та основним значенням чинника, що діє ($r = 0,919$).

Аналіз рис. 4.3 показує, що збільшення рівня технічних параметрів гравців нападу команди «RGM Group-СумДУ» однонаправлено тягне за собою збільшення кількості атак, що здійснюються командою з 48,25 атак, до 53,5 атак, з 100 можливих ($r = 0,97$).

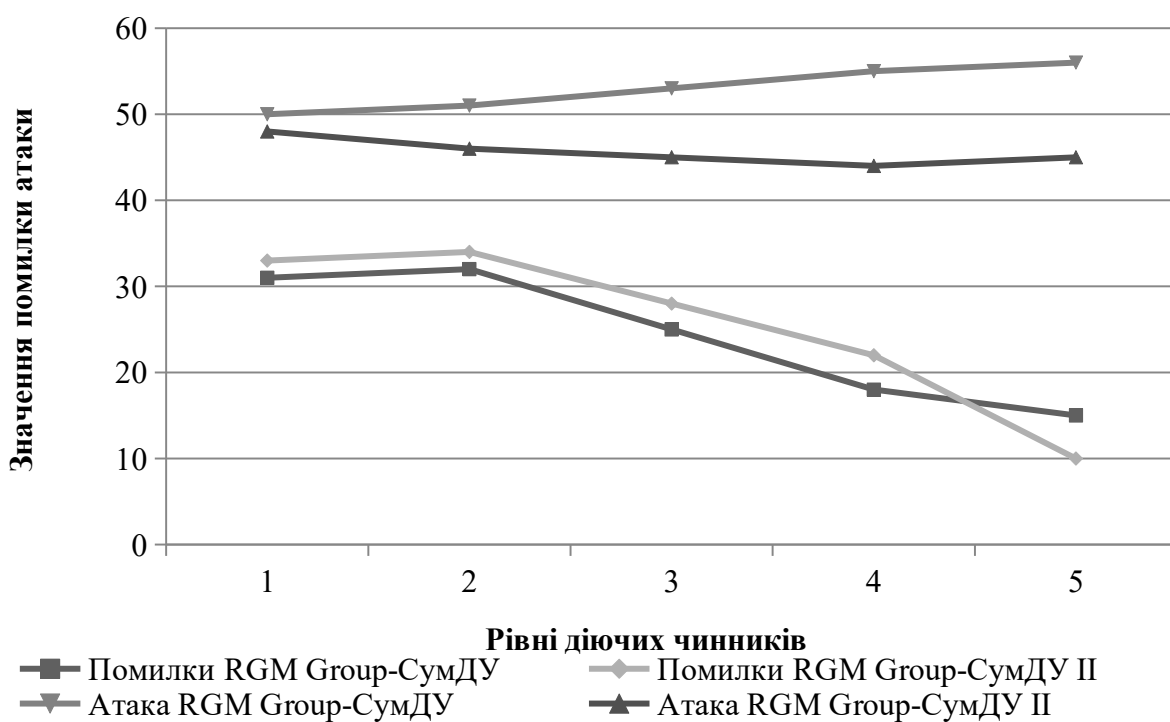


Рис. 4.3. Кількість атак та технічних помилок, команд «RGM Group-СумДУ» та «RGM Group-СумДУ II»

Кількість технічних помилок, що допускаються гравцями «RGM Group-СумДУ», практично не залежить від величини чинника, що змінюється у експерименті, і знаходиться в межах від мінімального значення (21,75 атак, що закінчуються помилкою), до максимального значення – 26,4 атаки. Кількість технічних помилок, що допускаються гравцями «RGM Group-СумДУ II», має суттєвий негативний зв'язок з кількістю забитих голів ($r = -0,826$) та загальною кількістю атак «RGM Group-СумДУ» ($r = -0,991$). Кількість технічних помилок, які допускаються у нападі гравцями «RGM Group-СумДУ», негативно корелює з наступними ігровими показниками: кількістю забитих голів ($r = -0,991$); кількістю переходів команди «RGM Group-СумДУ» на позицію ($r = -0,968$); загальною кількістю атак команди ($r = -0,991$). Проводився порівняльний аналіз результату експерименту. Графічне зображення дає наочне порівняльне уявлення про вклад гравців різного амплуа команди «RGM Group-СумДУ» до загального характеру зміни результату атаки. На рис. 4.4 представлені дані про кількість голів, що забиваються командою «RGM Group-СумДУ», під час зміни

параметрів нападу всіх гравців і окремо по кожному амплуа гравців. З графіків видно, що на тлі загального збільшення ($p < 0,001$) результативності атак усієї команди з 8 до 24,5 голів під час 100 реалізаціях моделі, спостерігається збільшення результативності по кожному амплуа ($p < 0,05$). За абсолютною величиною найбільше збільшення результативності спостерігається у центральних гравців, щонайменше крайніх та напівсередніх.

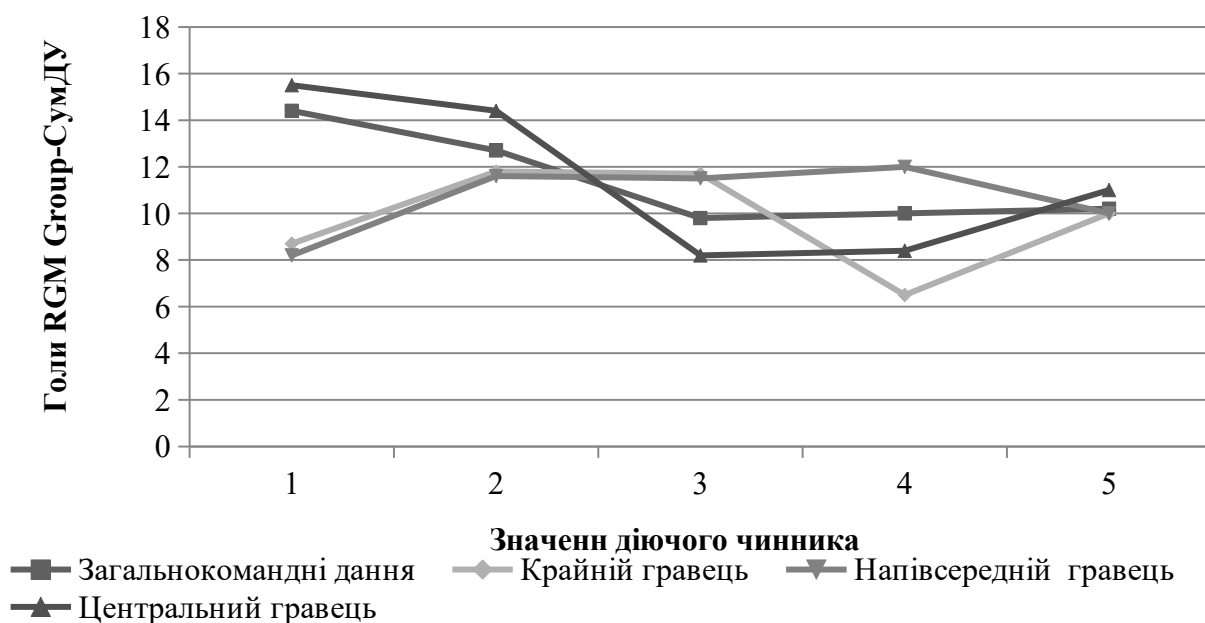


Рис. 4.4. Аналіз впливу параметрів нападу на результативність атак команди "RGM Group-СумДУ" та окремих амплуа гравців

На рис. 4.5 і 4.6 показаний характер зміни кількості переходів у позицію командами «RGM Group-СумДУ» та «RGM Group-СумДУ II». У загальнокомандних параметрах команди «RGM Group-СумДУ» видно тенденцію до збільшення кількості переходів швидких атак у позицію зі збільшенням сили впливу діючого чинника ($p > 0,05$). У гравців команди «RGM Group-СумДУ II» проглядається ця ж загальнокомандна тенденція. Однак у напівсередніх і крайніх гравців команди «RGM Group-СумДУ» та «RGM Group-СумДУ II» цієї тенденції не спостерігається ($p > 0,1$).

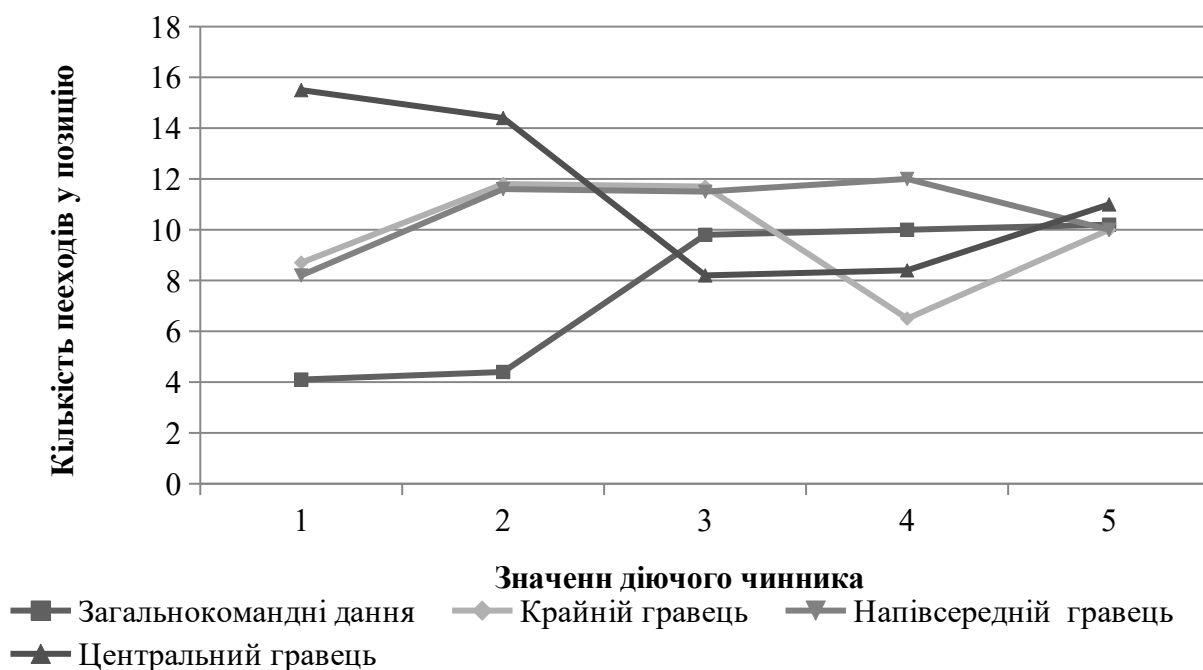


Рис. 4.5. Кількість переходів швидких атак у позицію у команди «RGM Group-СумДУ»

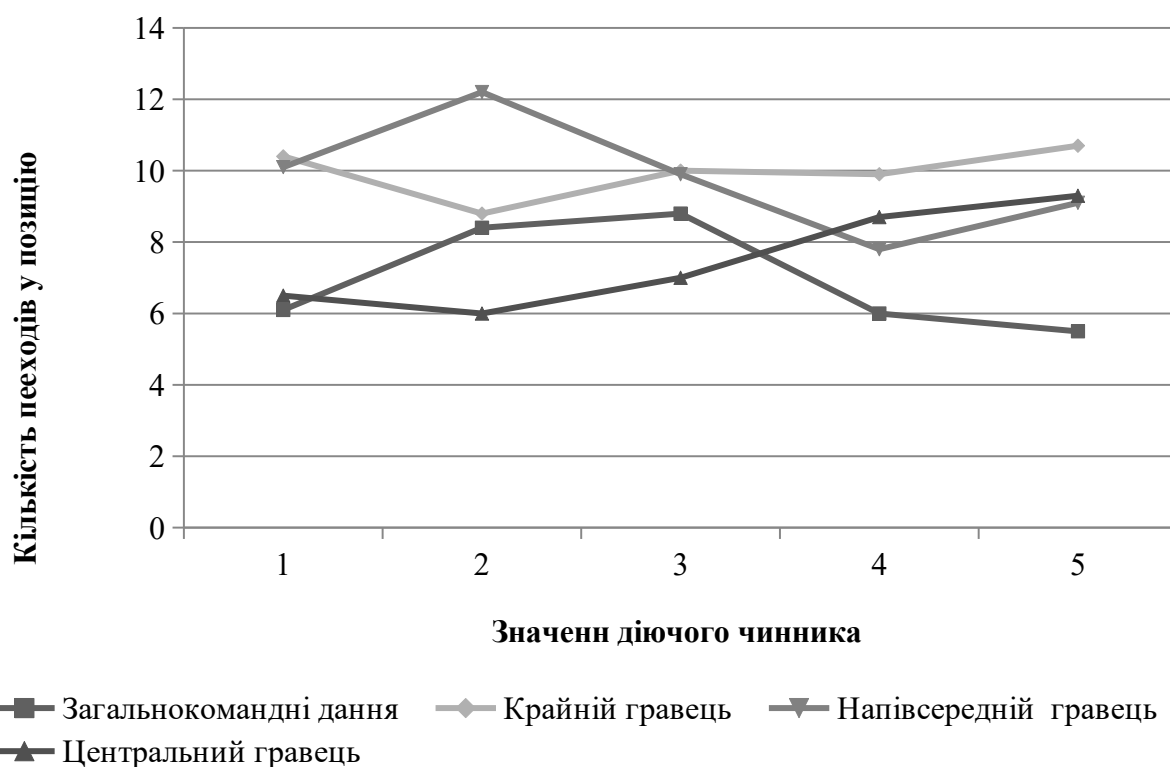


Рис. 4.6. Кількість переходів швидких атак у позицію у команди «RGM Group-СумДУ II»

Цікавим є характер зміни кількості технічних помилок (втрат м'яча), що допускаються гравцями команди «RGM Group-СумДУ» під час зміни градації досліджуваного чинника (рис. 4.7). Видно чітке зменшення кількості технічних помилок усієї команди ($p < 0,001$). Такий же характер зміни спостерігається у гравців інших амплуа, проте тенденція до зменшення кількості помилок зі збільшенням значення досліджуваного чинника виражена слабкіше. І це природно, так як загальнокомандний результат є сумою вкладу результатів гравців.

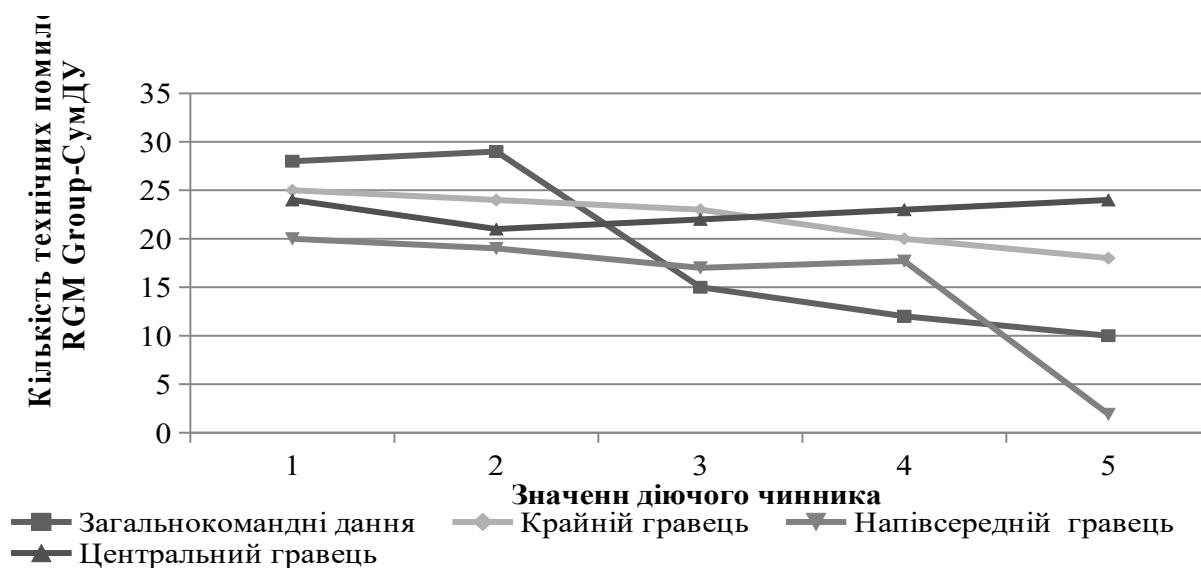


Рис. 4.7. Динаміка числа технічних помилок команди RGM Group-СумДУ

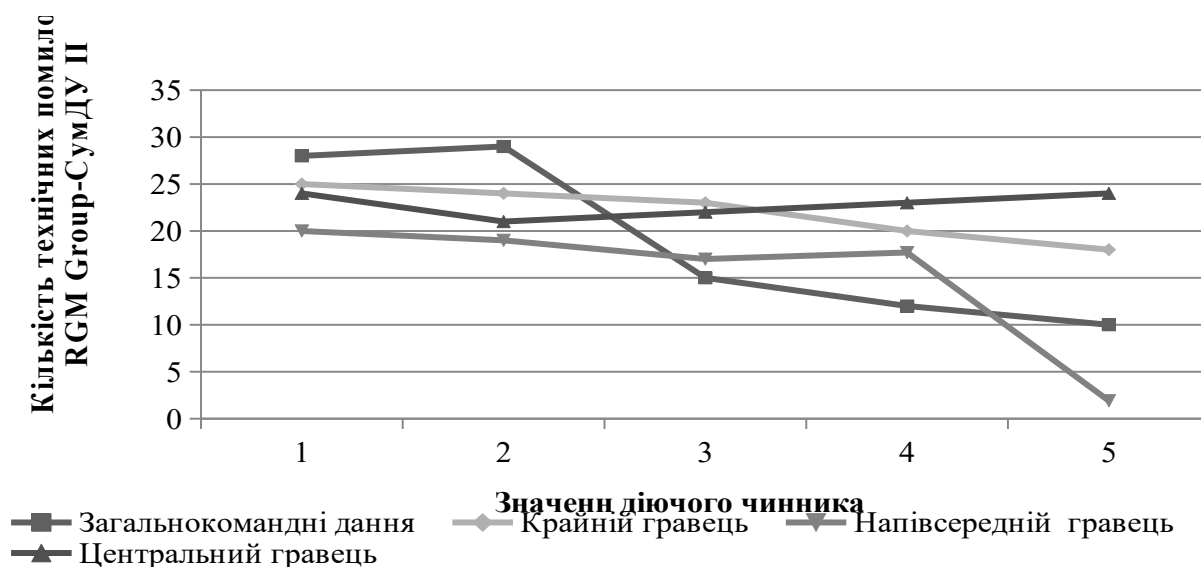


Рис. 4.8. Динаміка числа технічних помилок команди RGM Group-СумДУ II

Що стосується кількості технічних помилок, які допускаються гравцями команди «RGM Group-СумДУ II» (рис. 4.8), то впливу досліджуваного чинника не виявлено ($p < 0,001$). Під час аналізу зміни загальної кількості атак команди «RGM Group-СумДУ» із збільшенням значення діючого чинника спостерігається односпрямоване збільшення загальної кількості атак під час одного і тому ж числі реалізацій ($p < 0,001$). Є тенденція до збільшення загальної кількості атак, що здійснюються ю командою під час зміни параметрів нападу центральних гравців ($p < 0,05$). Подібної тенденції для крайніх гравців не простежується. Найпростішим методом оцінки адекватності імітаційної моделі є метод експертних оцінок. Ідея експерименту полягала в тому, що експерти з гандболу під час перегляду на екрані монітора гандбольної гри, мали оцінити ступінь адекватності реального ігрового процесу (табл. 4.2).

Таблиця 4.2.

**Результати опитування експертів щодо
адекватності імітаційної моделі**

| № з/п | Заслужений тренер України | Судді національно і категорії | Бали | | | | | |
|-------|---------------------------|-------------------------------|--------------|-----|-----|-----------------|-----|-----|
| | | | До пояснення | | | Після пояснення | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | + | | 8 | 8 | 7 | 8 | 8 | 9 |
| 2 | + | | 9 | 7 | 7 | 9 | 9 | 8 |
| 3 | + | | 8 | 9 | 8 | 6 | 7 | 8 |
| 4 | + | | 7 | 6 | 9 | 9 | 8 | 8 |
| 5 | | + | 7 | 8 | 7 | 8 | 8 | 7 |
| 6 | | + | 7 | 8 | 8 | 8 | 9 | 8 |
| 7 | | + | 8 | 7 | 8 | 8 | 8 | 9 |
| 8 | | + | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 9 |
| X | | | 7,8 | 7,8 | 7,6 | 8,3 | 8,2 | 7,9 |
| V% | | | 7,7 | 8,0 | 8,4 | 6,3 | 8,0 | 7,3 |

Під час відповіді на кожне питання пропонувалося 10 варіантів відповідей за кожне з яких нараховувалося таку кількість балів:

- 1 бал - абсолютно не відповідає;
- 2 бали - цілком не відповідає;
- 3 бали - здебільшого не відповідає, ніж відповідає;
- 4 бали - в деякій частині відповідає, а в іншому – ні;

5 балів - більше не відповідає, ніж відповідає;

6 балів - більше відповідає, ніж відповідає;

7 балів - у деякій частині не відповідає, а в іншому відповідність;

8 балів - здебільшого відповідає, ніж відповідає;

9 балів - повністю відповідає;

10 балів - абсолютно відповідає.

Ступінь адекватності моделі оцінювалася за:

- абсолютну величину виставлених експертами оцінок у відповіді питання;

- ступеня узгодженості думок експертів при відповіді на запитання.

Середня величина оцінок, виставлених експертами під час відповіді на всі питання, що коливається у межах від 7,6 до 7,8 бала, за десятибальною системою оцінок. Оцінка досить висока. Як видно з таблиці. 4.2 після розмови з експертами величина оцінок дещо зростає (від 7,9 до 8,3). Відмінність в оцінках до пояснення та після статистично достовірно ($p < 0,05$) з усіх трьох питань.

Різниця між результатами опитування до та після розмови пояснюється мабуть невмінням експертів сприймати абстрактну візуальну інформацію з екрану. Однак після відповідного інструктажу з докладним поясненням процесів, що відбуваються всередині моделі, величина оцінок, що виставляють експерти зростає.

Ступінь узгодженості думок експертів оцінювався за величиною коефіцієнта варіації ($V\%$) величини математичного очікування оцінок (8 експертів під час відповіді на запитання). Як бачимо з результатів таблиці 4,6 коефіцієнт варіації математичного очікування оцінок поставлених експертами досить низький, та знаходиться у межах від 6,3% до 8,4%. Це говорить про досить високу ступеня узгодженості думок експертів щодо адекватності імітаційної моделі реального ігрового процесу, що відбувається на майданчику.

Таким чином, проведене опитування думок кваліфікованих експертів про ступінь адекватності імітаційної моделі реальному ігровому процесу показав досить високий рівень цієї адекватності, та узгодженості думок експертів.

ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз літературних джерел з цієї проблеми показав, що моделюванню змагальної діяльності у спортивних іграх, зокрема в гандболі, присвячено багато публікацій. Ці праці охоплюють різні аспекти, такі як тактична підготовка, технічні навички, фізичне навантаження та інші ключові компоненти спортивної діяльності. Дослідники часто звертають увагу на важливість моделювання для оптимізації навчально-тренувального процесу та підвищення результативності спортсменів.

2. Процес функціонування представленої імітаційної моделі гандболу в короткому вигляді можна представити наступним чином: гравець, володіючи певним набором (довільно задаються) психологічних і техніко-тактичних якостей, рухається в ході гри за алгоритмом своєї поведінки. Алгоритм поведінки гравця в захисті і нападі, також сукупністю змінних, що довільно задаються. Кожен крок руху гравця за алгоритмом складає основу оцінки їм ситуації на майданчику що виникла результаті дій гравців своєї та протилежної команди попередньому кроці. Вибір певного продовження свого руху здійснюється за допомогою результуючого числа отриманого множенням чисельного значення взятого з випадкових чисел на ймовірності всіх змінних цього гравця та всіх інших гравців на майданчику.

3. Представлені результати статистичного експерименту щодо дослідження взаємозв'язку техніко-тактичних параметрів гравців у нападі та захисті з чисельними значеннями результатів атак гандбольних команд «RGM Group-СумДУ» та «RGM Group-СумДУ II». За результатами видно, що під час неухильного, але недостовірного ($p > 0,05$), зниження кількості голів забитих командою «RGM Group-СумДУ II» з 14,5 до 10, спостерігається різке збільшення кількості голів, забитих гравцями цієї команди ($p < 0,001$), з 8,5% до 24,5% (кожний експеримент, для зручності статистичної обробки складався зі 100 реалізацій моделі). Під час максимальних значеннях чинників, що змінюється, практично кожна друга атака гравців команди, закінчується

взяттям воріт. Це говорить про прямий і дуже високий ступінь зв'язку змінних, що варіюються, з результативністю атак команди ($p < 0,001$). Результативність атак команди «RGM Group-СумДУ II», параметри нападу гравців якої не змінювалися у експерименті, статистично змінилася недостовірно ($p > 0,05$).

4. Параметр «кількість голів команди «RGM Group-СумДУ», має суттєву негативний зв'язок з параметром кількість переходів команди позицію ($r = - 0,818$), і позитивний зв'язок із загальною кількістю атак ($r = 0,977$). Дуже істотна негативна зв'язок є з «кількістю технічних помилок» команди «RGM Group-СумДУ» ($r = - 0,991$). Фактично, це говорить про майже функціональний зв'язок між кількістю технічних помилок і кількістю забиваються командою голів. Кількість голів, що забиваються гравцями команди «RGM Group-СумДУ II», має істотний негативний зв'язок, тільки, з «кількістю переходів у позицію» гравцями команди «RGM Group-СумДУ» ($r = - 0,806$), і з кількістю технічних помилок, що допускаються гравцями цієї команди ($r = - 0,826$). Ці факти повністю відповідають логіці перебігу ігрового процесу у гандболі. Кількість технічних помилок, що допускаються гравцями «RGM Group-СумДУ», практично не залежить від величини чинника, що змінюється у експерименті, і знаходиться в межах від мінімального значення (21,75 атак, що закінчуються помилкою), до максимального значення - 26,4 атаки. Кількість технічних помилок, що допускаються гравцями «RGM Group-СумДУ II», має суттєвий негативний зв'язок з кількістю забитих голів ($r = - 0,826$) та загальною кількістю атак «RGM Group-СумДУ» ($r = - 0,991$). Середня величина оцінок, виставлених експертами під час відповіді на всі питання, що коливається у межах від 7,6 до 7,8 бала, за десятибальною системою оцінок. Оцінка досить висока. Як видно з таблиці. 4.2 після розмови з експертами величина оцінок дещо зростає (від 7,9 до 8,3). Відмінність в оцінках до пояснення та після статистично достовірно ($p < 0,05$) з усіх трьох питань.

Подальші дослідження можуть бути направлені на вдосконаленні алгоритмів поведінки гравців у різних ігрових ситуаціях. Це включає моделювання тактичних схем та їх впровадження в тренувальний процес.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Виділивши та описавши параметри, умов та дій гравців, можна переходити до складання алгоритмів імітаційного моделювання ігрової діяльності гравця на майданчику і далі до прогнозування всього ігрового процесу у імітаційній моделі.

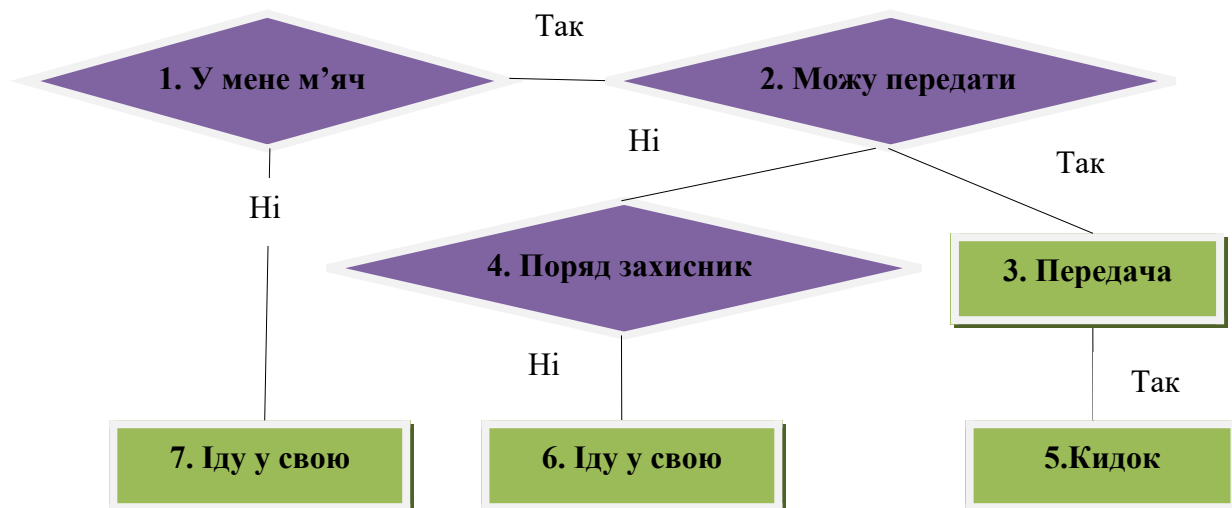
На рисунках представлені особистий та сумарний алгоритм поведінки гравця на майданчику під час гри. Усі види алгоритмів складаються з двох видів блоків «умов» та «дій».

Алгоритм зображується у вигляді блоків. Дії зображуються у квадратах. Умови зображуються у вигляді ромбів. Зв'язки між блоками зображуються як стрілочки. З умов виходить два види стрілок: TRUE та FALSE (у нас «Так», або «Ні»). Рух у алгоритмі йде ліворуч - праворуч і зверху - вниз. Кожен алгоритм починається з перевірки умови (або умов) і закінчується на дії. Цим самим забезпечується сумісність алгоритмів один з одним. Сумарний алгоритм поведінки гравця розбитий на три блоки, які склалися окремо, а потім об'єднувалися в один.

Він складений із наступних алгоритмів:

- алгоритм поведінки гравця у нападі;
- алгоритм поведінки гравця у зонному захисті.

Алгоритм поведінки гравця у нападі. Дії та умови у схемі алгоритму пронумеровані з метою запобігання плутанини при викладанні його змістовної частини, оскільки у різних частинах алгоритму є повтори тих самих дій і умов. Насамперед гравцем перевіряється умова володіння, чи не володіння м'ячем («У мене м'яч»). Якщо «Ні» – гравець йде в свою зону. Якщо «Так» - перевіряється умова передачі м'яча у відрив своєму гравцю, оскільки забити м'яч, перебуваючи у відриві найлегше. Якщо гравця своєї команди у відриві «Ні" - перевіряється умова чи поруч захисник.. Якщо «Так» і можна передати м'яч гравцеві своєї команди що перебуває в кращій позиції, здійснюється передача м'яча нападнику. І цей процес відбувається на кожному новому етапі реалізації моделі.



Алгоритм поведінки гравця у нападі

Алгоритм поведінки гравця у зонному захисті. перевіряє умову «Мій нападник із м'ячем?». Якщо «Так» - захисник рухається на свого нападаючого. Мета захисника у цьому випадку увійти з нападником у ситуацію «Обіграти». Ця ситуація є для нього вигіднішою. Якщо «Ні» - перевіряється умова «Я найближчий до нападника з м'ячем?». Ця умова є пріоритетною в порівнянні з іншими, так як нападник з м'ячем, без опіки становить безпосередню загрозу воротам. Якщо «ні» - перевіряється умова «Чи я можу обіграти нападника». Під час позитивної відповіді на це питання гравець йде у свою точку. Цим самим захисник зберігає своє місце розташування між нападником та серединою своїх воріт.



Алгоритм поведінки гравця у зонному захисті

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Антомонов М. Ю., Коробейніков Г. В., Хмельницька І. В. Математичні методи оброблення та моделювання результатів експериментальних досліджень. Одеса: Олімпійська література, 2021. 216 с.
2. Ахметов Р. Ф., Кутек Т. Б. Методика і методологія наукових досліджень у фізичному вихованні та спорті : навч. посіб. Житомир : Вид-во ЖДУ імені І. Франка, 2022. 192 с.
3. Арзютов Г. М., Гуска М. Б., Гуска М. В. Прогнозування точності побудови руху у спортивних іграх з урахуванням коригувань просторово-часових параметрів *Вісник Кам'янець-Подільського національного університету. Фізичне виховання, спорт і здоров'я людини*. 2011. Випуск 4. С. 10–16.
4. Борисова О. В., Сушко Р. О. Розвиток спортивних ігор в умовах глобалізації спорту : метод. рекомендації. Київ, 2016. 36 с.
5. Бріскін Ю., Пітин М., Білик О. Перспективи вдосконалення виконання технічних дій кваліфікованими гандболістами. *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2016. №2. С.18–19.
6. Дорошенко Е. Ю., Сердюк Д. Г., Мітова О. О. Удосконалення техніко-тактичних дій висококваліфікованих гандболістів: проблеми, пошуки, шляхи вирішення: [монографія]. Запоріжжя: ООО ЛПС, 2016. 312 с.
7. Дармосюк В. М., Пархоменко О. Ю., Васильєва Л. Я. Практикум з математичної статистики : посібник за змішаною формою навчання. Миколаїв : видавець Румянцева Г. В., 2023. 154 с.
8. Василюк В. М. Прогнозування змагальної діяльності студентів-спортсменів. *Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізичне виховання, спорт і здоров'я людини*. 2016. Випуск 9. С. 83–91.
9. Власов А. П., Лукашук В. В., Сидорук В. В. Моделювання мотиваційних ситуацій у спорті вищих досягнень. *Physical Education Theory and Methodology*, 2012. №3. С.46–50.

10. Вовканич Л. С., Конестяпін В. Г., Митроган Т. М., Коваль Н. А. Прогнозування спортивного результату бігунів на середні дистанції за показниками велоергометричних анаеробних тестів. *Спортивна наука України*. 2007. № 2 (11). С. 2–7.

11. Вовканич Л., Власов А., Савицький Г., Лозинський А. Перспективи використання програмно-апаратного комплексу для моделювання функціонального стану спортсмена. *Теорія та методика фізичного виховання*. 2008. № 7. С. 3–6.

12. Волков В. Л. Теорія та методика дитячого та юнацького спорту: підручник. Київ: Освіта України. 2016. 464 с.

13. Огірко І., Дзюбан О. Довготермінове та короткотермінове прогнозування в Олімпійських видах спорту. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2003. №16. С. 62–68.

14. Поперешняк С. В., Вечерковська А. С. Теорія ймовірностей і математична статистика з використанням інформаційних технологій : навч. посіб. Київ: ВПЦ «Київський ун-т», 2020. 295 с.

15 Платонов В. М. Система олімпійської підготовки: основи менеджменту / за загальною редакцією Платонова В.М. – К.: 2018. – 624 с.

16 Платонов В. М. Сучасна система спортивного тренування: підручник. – К.: Перша друкарня, 2021. 672 с.

17 Приступа Є. Н., Тищенко В. О. Система підготовки висококваліфікованих команд з гандболу в річному макроциклі. *Фізична активність, здоров'я і спорт*. 2016. №2(24). С. 45–53.

18 Приступа Є. Н., Тищенко В.О. Стан проблеми контролю тренувальної та змагальної діяльності в системі підготовки команд високої кваліфікації з гандболу. *Фізична активність, здоров'я і спорт*. 2016. №4(26). С. 39–49.

19 Перцухов А. А., Шаленко В. В. Модельні характеристики провідних футболістів різного ігрового амплуа. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2021. № 1 (81).С. 47-58.

20 Спортивна аналітика як наука: що таке прогнозування – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kp.ua/sport/696641-faktsportyvnaia-analytyka-kak-nauka-chto-takoe-prohnozyrovanye>

21 Соловійов М. Прогнозування результатів спортивних ігор на основі методів багатовимірного аналізу. 2023. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://surl.li/ruuhe>

22 Сергієнко Л. П. Теорія та методика дитячого і юнацького спорту: підручник. Київ. : Кондор, 2016. 542 с.

23 Сердюк Д. Г. Удосконалення техніко-тактичних дій кваліфікованих гандболістів на основі контролю показників змагальної діяльності [автореферат]. Дніпро: Дніпропетр. держ. ін-т фіз. культури і спорту. 2016. 24 с.

24 Стасюк Р. М., Клименченко Т. Г., Гриб Т. О. Модельні характеристики основ змагальної діяльності та контролю гандболістів. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова*. 2020. Випуск 2 (122). С. 154–158.

25 Стасюк Р. М. Чехранов К. О. Індивідуалізація технічної підготовки гандболістів. Інноваційні технології в системі підвищення кваліфікації фахівців фізичного виховання і спорту: V Міжнародна наук.-метод. конф., тези доп. Суми: Сум. держ. ун-т, 2020. С. 101–103.

26 Тищенко В. О. Використання технічних засобів у гандболі. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*. 2014. Випуск 17. С. 586–591.

27 Латишев, М. В., Квасниця, О. М., Спесивих, О. О., Квасниця, І. Прогнозування: методи, критерії та спортивний результат. *Спортивний вісник Придніпров'я*, (1), 2019. С. 39–47

28 Наумець, Є. О.. Прийняття рішень на основі прогнозування результатів спортивних змагань з використанням методів штучного інтелекту: нейромережеві технології у професійному футболі. In *The 5th International scientific and practical conference "The world of science and innovation" (December 9-11, 2020) Cognum Publishing House, London, United Kingdom. 2020.. 607 с.*

29 Мітова О. Проблеми контролю в сучасних командних спортивних іграх. *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2015. №3. С. 89–95.

30 Мітова О. Проблеми контролю у командних спортивних іграх у зв'язку з сучасними тенденціями їх розвитку. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*. 2016. Випуск 2. С. 184–190.

31 Мітова О. О. Ретроспективний аналіз формування системи контролю у командних спортивних іграх. *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2016. № 1. С. 74–81.

32 Мітова О, Онищенко В. Модель комплексного контролю на етапі початкової підготовки у спортивних іграх (на прикладі міні-баскетболу). *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 15: Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт)*. 2015. Випуск 10(65). С. 108–112.

33 Мітова О., Шинкарук О. Обґрунтування підходу до формування системи контролю в командних спортивних іграх. *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2022. № 1. С. 191–200.

34 Мартин В. Д.; Огірко І. В. Математичне моделювання як засіб пізнання в спорті. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 1998. №12., С. 13–15.

35 Математичні моделі прогнозування результатів футбольних матчів – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://surl.li/etksyl>

36 Маєвська С. М., Гриньків М. Я., Вовканич Л. С., Старостюк Г. К. Модельні характеристики спортсменів окремих видів спорту зі швидкісно-силовою спрямованістю тренувального процесу. *Теорія та методика фізичного виховання*. 2011. № 3. С. 36–41.

37 Костюкевич В. М. Теоретичні та методичні основи моделювання тренувального процесу спортсменів ігрових видів спорту [дисертація]. Київ: Нац. ун-т фіз. виховання та спорту України. 2012. 560 с.

38 Костюкевич В. М. Теорія і методика спортивної підготовки (на прикладі командних ігрових видів спорту): навч. посіб. 2-ге вид. перероб. та доп. Київ: КНТ; 2018. 616 с.

39 Заневський І. П. Комп'ютерна математика та моделювання складних систем у спорті. *Physical Education Theory and Methodology*, 2007. №8. С.17–23.

40 Защук С. Моделювання системи ефективності змагальної діяльності при швидкому прориві у баскетболістів високої кваліфікації. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту*. № 2–3. 2005. С. 11–16.

41 Жалій Р., Скидан С., Косуков М. Методологічні і теоретичні аспекти прогнозування спортивних здібностей. *Актуальні проблеми фізичної культури, спорту та фізичного виховання* : зб. матеріалів II Всеукр. наук.-практ. Інтернетконф. з міжнар. участю. Полтава : Нац. ун-т імені Юрія Кондратюка, 2021. С. 235–239.

42 Федір З., Огірко І. Специфіка модельних характеристик та моделювання спортивного протиборства. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2003. № 18. С. 114-117

43 Фролова Л. С., Глазирін І. Д. Використання методики «Balltest» як педагогічного методу підвищення рівня розвитку ігрового і тактичного мислення гандболістів. *Вісник Запорізького нац. ун-ту. Серія: Фізичне виховання та спорт*. 2009 №2. С. 155–160.

44 Шинкарук О. А. Теорія і методика підготовки спортсменів: управління, контроль, відбір, моделювання та прогнозування в олімпійському спорті : навч. посіб. Київ, 2013. 136 с.

45 Шинкарук О., Мітова О. Система контролю підготовки початківців у командних спортивних іграх: проблемні питання та сучасні підходи. *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2017. №1. С. 105–112.

46 Шандригось В. І., Шандригось Г. А. Навчальна дисципліна «Моделювання і прогнозування в спорті» у підготовці магістрів зі спорту. *Стратегічне управління розвитком фізичної культури і спорту*. 2018. С. 118–122.

47 Шевченко Н. Ю., Ареф'єва О. Б. Прийняття рішень на основі прогнозування результатів спортивних змагань з використанням нейромережових технологій. *Вісник Донбаської державної машинобудівної академії*. 2019. №. 1. С. 175–180.

48 Червона С. П., Мерзлікін М. В. Помещикова І. П. Методи прогнозування спортивних досягнень в ігрових видах спорту. Фізичне виховання та спорт в закладах освіти. Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції. Харків, 2023. С. 151–154.

49 Цаконас А. Д., Дуніас Г. Д., Штовба С. Д. Прогнозування результатів футбольних матчів за допомогою машини опорних векторів. *Вісник Житомирського інженерно-технологічного інституту*. 2003. №1. С. 181–186.

50 Циганок В. І. Наукове забезпечення підготовки гандболістів високої кваліфікації: моделювання, планування: Методичні рекомендації. Запоріжжя: ЗДУ, 2000. 28 с.

51 Acşinte A., Alexandru E., Costea L. M. Power and strength training in team handball. *EHF Web Periodical*. 2015. P. 1–7.

52 Buceta J. M. Basketball for Young players. Guidelines for coaches / J. M. Buceta, M. Mondoni, A. Avakumovic, L. Killik. Madrid : FIBA, 2000. 358 p.

53 Belka J., Hulka K., Safár M., Weisser R., Mikova L. Analysis of the fitness level in elite handball players (U16 and U18) between 2003 and 2013. *Journal of Physical Education and Sport*. 2016. №16(4). P. 90–98.

54 Bompa T., G. Haff. *Periodization: theory and methodology of training*. USA: Human kinetics publishers, 2009. 480 p.

55 Giorgio Gandolfi. *NBA Coaches Playbook. Techniques, tactics, and teaching points*. Gandolfi Giorgio. Human Kinetics. 344 p.

56 Maksymenko I. G. *Footzal : the testing of structure of young players physical state*. Спорт и наука : издание на националната спортна академия за младежта и спорта, Българския Съюз за физическата култура и спорт, Българския Олимпийски Комитет. София, 2008. № 6. С. 126–131.

57 Sushko R. Efficiency analysis of competitive activity of highly skilled basketball players europe2015. *History, Problems and Prospects of Development of Modern Civilization*. Proceedings of the XVII International Academic Congress Tokyo University Press, 2016. P. 839–843.

58 Solovey O. M, Mitova O. O., Solovey D. O., Boguslavskiy V. V., Ivchenko O. M. Analysis and generalization of competitive activity results of handball clubs in the game development aspect. *Pedagogy of physical culture and sports*. 2020. №24(1). P. 36–43.

59 Haff G. *Periodization Strategies for Youth Development. Strength and Conditioning for Young Athletes*. England, Routledge: Science and Application. 2013. P. 149–168 p.

60 Milić M. Anthropometric and physical characteristics allow differentiation of young female volleyball players according to playing position and level of expertise / M. Milić, Z. Grgantov, K. Chamari, L. Ardigò, A. Bianco, J. Padulo. *Biology of sports*. 2017. № 34(1). P. 19–26.

61 Palao J. M. Design, validation, and reliability of an observation instrument for technical and tactical actions in indoor volleyball / J. M. Palao, P. Manzanares, E. Ortega. *European Journal of Human Movement*. 2015. № 34. P. 75–95.