

## ОСНОВИ СПОРТИВНОГО ТРЕНУВАННЯ

### РЕЗУЛЬТАТИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ТАКТИЧНИХ МАНЕР ВЕДЕННЯ СУТИЧКИ У ДЗЮДОЇСТІВ ВИСОКОГО КЛАСУ

**Козіна Ж., Демура І.**

Харківський національний педагогічний університет ім. Г.С. Сковороди

Результати застосування методів математичного моделювання для визначення індивідуальних тактичних манер ведення сутички у кваліфікованих дзюдоїстів. В роботі була визначена найбільш універсальна модель на основі якої можна визначати індивідуальні особливості спортсменів. За допомогою факторного аналізу було виділено 4 основних фактора комплексної підготовленості дзюдоїстів. Кластерний аналіз показників тестування дзюдоїстів показав, що всі випробовувані розподіляються на 3 групи (кластера). Згідно переважаючим факторам у спортсменів кожного кластера, групи дзюдоїстів, що утворилися, були охарактеризовані як «ігровики», «темповики», «силовики». В результаті застосування розробленої методики дзюдоїсти експериментальної групи достовірно підвищили свою змагальну ефективність, у той час як змагальна ефективність спортсменів контрольної групи залишилась практично без змін.

**Ключові слова:** дзюдо, стиль, сутичка, ігровики, темповики, силовики, математична модель, індивідуальна манера.

**Вступ.** В даний час все більшої актуальності набуває проблема індивідуального підходу до навчально-тренувального процесу спортсменів [1, 2, 3, 6, 7, 8]. Це пов'язано з умовами спортивної боротьби, що ускладнюються, а також із зменшенням кількості учнів в групах початкової підготовки, і, відповідно, з обмеженням можливостей спортивного відбору. Крім того, головна проблема спорту вищих досягнень — неможливість нескінченного підвищення об'єму і інтенсивності тренувальних навантажень — штовхає на пошук нових шляхів вдосконалення процесу підготовки спортсменів [1, 2, 3, 9]. Одним з таких шляхів є індивідуалізація процесу підготовки в спорті [2, 7, 8, 9].

У різних видах спорту автори розрізняють різні стилі ведення спортивної боротьби. У єдиноборствах, наприклад, розрізняють «силовиків», «темповиків» і «технарів» [1, 2].

Згідно даним провідних фахівців в теорії і практиці спорту [4, 5, 9], найбільш доцільними і універсальними є математичні моделі, які ґрунтуються на фундаментальних законах фізики, математики, тобто запозичені з фундаментальних наук. В зв'язку з цим є актуальним пошук універсальних математичних моделей для визначення індивідуальних особливостей спортсменів.

Дослідження проведене згідно Звідному плану науково-дослідної роботи Міністерства України у справах сім'ї, молоді та спорту на 2006—2010 р. по

темі 2.4.1.4.3 п «Психологічні, педагогічні і медико-біологічні засоби відновлення працездатності в спортивних іграх».

**Формулювання мети роботи.** *Мета роботи* — виявити найбільш загальні математичні моделі для визначення індивідуальних особливостей спортсменів щодо розвитку рухових здібностей.

*Методи дослідження:* аналіз літературних даних, метод оцінки результатів змагальної діяльності і індивідуальної спортивної майстерності дзюдоїстів, методи визначення функціонального стану організму спортсменів, психофізіологічні методи дослідження, методи визначення фізичного розвитку та фізичної підготовленості, метод визначення вестибулярної стійкості, методи математичної статистики.

*Показники варіаційної пульсометрії* визначаються автоматизовано по електрокардіограмі, по якій велася математична обробка величин кардіоінтервалів. Для цих цілей застосовувався прилад *Кардіолаб*.

Показники серцевого ритму визначали за методикою Баєвського [2].

*Тестування на тредбані.* Для оцінки функціональних можливостей застосовували навантаження постійної потужності на тредбані тривалістю 3 хв при швидкості стрічки 8 км/год. Реєстрували ЧСС при роботі кожні 10 с і ЧСС відновлення до початкового рівня також кожні 10 с.

В якості *психофізіологічних показників* визначалися результати почуття часу, швидкості простію і складної реакції на світлові й звукові подразники.

Застосовувалися наступні тести:

1. Проста реакція на світловий подразник
2. Проста реакція на звуковий подразник.
3. Складна реакція розрізнення
4. Теппінг-тест.
5. Відтворення заданого інтервалу часу.

В якості показників фізичного розвитку визначали зріст, масу спортсмена, в якості показників фізичної підготовленості визначали силу кисті за допомогою кистьового динамометра, станову силу та висоту стрибка з місця за допомогою контактної платформи.

Вестібулярна стійкість визначалася за допомогою механічного крісла Барані. Обертання здійснювалося уручну протягом 20 с із швидкістю 2 об/с. Через кожні 2с реєструвалися показники ЧСС за допомогою фотоелементної установки. ЧСС реєструвалася також після завершення обертання протягом 10 с кожні 2с. У дослідженні взяли участь 42 спортсмена-дзюдоїста середніх вагових категорій 60—81 кг (14 майстрів спорту, 28 — кандидатів у майстри спорту), з них — 22 спортсмена експериментальної групи і 20 спортсменів контрольної групи.

**Результати дослідження.** В результаті проведеного аналізу можливостей прояву індивідуальних особливостей розвитку фізичних якостей була визначена найбільш універсальна модель взаємозв'язку прояву рухових здібностей, на основі якої можна визначити індивідуальні особливості спортсменів [8].

Згідно положенням класичної фізики [8], кількість зовнішньої роботи пропорційна кількості внутрішніх енергетичних ресурсів (рис. 1):

$$A = kE, \quad (1)$$

де  $A$  — кількість зовнішньої роботи

$k = \text{const}$

$E$  — кількість внутрішніх енергетичних ресурсів.

Виходячи з цього можна укласти, що загальна кількість зовнішньої роботи, яку може зробити людина або машина залежить від кількості його внутрішніх енергетичних ресурсів (палива).

Як відомо, загальна кількість роботи прямо пропорційно силі, помноженій на відстань.

$$A = F \cdot S, \quad (2)$$

де  $A$  — робота,

$F$  — сила,

$S$  — відстань.

Оскільки відстань — це швидкість помножена на час, загальну кількість роботи і енергетичних ресурсів можна виразити таким чином:

$$A = F \cdot V \cdot t, \quad (3)$$

де  $A$  — робота,

$F$  — сила,

$V$  — швидкість,

$t$  — час.

Крім того, відомо, що загальна кількість роботи прямо пропорційно потужності, помноженій на час роботи:

$$A = N \cdot t, \quad (4)$$

де  $A$  — кількість зовнішньої роботи, відповідна загальному енергетичному потенціалу людини;

$N$  — потужність навантаження

$t$  — загальний час роботи.

Потужність навантаження виражається як твір сили на швидкість:

$$N = F \cdot V, \quad (5)$$

де  $N$  — потужність навантаження

$F$  — сила

$V$  — швидкість.

Тоді загальну кількість енергетичних ресурсів можна виразити таким чином:

$$A = F \cdot V \cdot t \quad (6)$$

Ця формула співпадає з формулою (3), і в нашому дослідженні була застосована для пояснення індивідуальних особливостей спортсменів.

При однаковому значенні  $A$ , тобто однакової можливості виконання зовнішньої роботи і загальної кількості енергетичних ресурсів, робота може виконуватися переважно за рахунок підвищення сили ( $F$ ) при зменшенні швидкості ( $V$ ) і загального часу роботи ( $t$ ). В цьому випадку спортсмен тяжитиме до «силовиків», тобто буде схильний до виконання роботи силового характеру. Робота може також виконуватися за рахунок підвищення швидкості ( $V$ ) при зменшенні інших параметрів. В цьому випадку спортсмен відрізнятиметься вираженими швидкісними якостями. Робота може бути також забезпечена переважним збільшенням сили і швидкості ( $F \cdot V$ ), тобто потужності навантаження і зменшенням часом її виконання ( $t$ ). В цьому випадку спортсмен відрізнятиметься вираженими швидкісно-силовими якостями.

Робота може бути виконана за рахунок збільшення загального часу її виконання ( $t$ ) при зменшенні її потужності ( $F \cdot V$ ). В цьому випадку спортсмен відрізнятиметься переважним розвитком витривалості.

Крім того, робота може бути виконана за рахунок рівномірного прояву всіх показників і оптимальної регуляції прояву даних показників у необхідній кількості в необхідний момент часу. В цьому випадку спортсмен відрізнятиметься вираженими координаційними здібностями.

Природно, що при підвищенні рівня тренуваності відбувається загальне збільшення енергетичного потенціалу, і, відповідно, збільшення потенційної кількості виконаної зовнішньої

*Продовження на 35 сторінці*

роботи (А). Проте індивідуальні схильності до прояву і розвитку різних рухових здібностей зберігаються при будь-якому рівні енергопотенціалу.

Тепер розглянемо можливості практичного застосування даної моделі при визначенні індивідуальних типів спортсменів і, відповідно, можливостей індивідуального планування тренувального процесу.

Згідно вище викладеним основним фізичним закономірностям і отриманим раніше нами даних, визначимо приналежність спортсменів до позначених вище груп і застосуємо цю формулу до завдань спортивного тренування.

У *єдиноборствах* «силовики» — це явна перевага показника сили (F) і силової витривалості (F\*t); «темповики» — перевага швидкості (V) і швидкісної витривалості (V\*t); «технарі» або «ігровики» — перевага координаційних здібностей, тобто здатності нервової системи до регуляції оптимальних співвідношень показників у формулі (F\*V\*t).

На наступному етапі дослідження визначені фізичні закономірності були застосовані для пояснення індивідуальних розходжень спортсменів в єдиноборствах, визначених за допомогою методів математичної статистики.

Для цього була визначена загальна і індивідуальна факторна структура підготовленості дзюдоїстів високого класу, а також визначені їх індивідуальні стилі ведення поєдинку шляхом кластерного аналізу [6, 7].

Для цього були проаналізовані показники комплексного тестування дзюдоїстів, що включало дані функціональної підготовленості, психофізіологічних можливостей, фізичного розвитку і фізичної підготовленості. При проведенні факторного аналізу були виключені показники, що свідомо корелюють між собою (всього для факторного аналізу було відібрано 17 показників) (табл. 1).

За допомогою факторного аналізу, проведеного методом головних компонент, було виділено 4 основних фактора методом «кам'янистого осипу» Кеттела.

До першого фактора (28,6% від загальної сумарної дисперсії) (табл. 2) увійшли наступні показники: ЧСС на 2 с при обертанні на кріслі Барані (r=0,95), ЧСС на 90 с відновлення після виконання стандартного навантаження на третбані (r=0,94), ЧСС відразу після закінчення обертання на кріслі Барані (r=0,93), показник середнього значення ЧСС в серцевому ритмі (r=0,95), ЧСС через 10 с після закінчення обертання на кріслі Барані (r=0,88), ЧСС спокою (r=0,68).

Слід зазначити, що до першого фактора увійшли показники, що відображають рівень регуляції вегетативного балансу з боку ЦНС.

Таблиця 1.

Показники тестування дзюдоїстів високого класу (n=22)

Показники	Хср.	σ
Вік, років	19,00	1,87
Маса, кг	78,79	15,99
Зріст, см	175,78	6,34
Сила кисті, кг	51,22	9,02
Станова сила, кг	147,22	29,06
Час реакції на звук Хср., с	0,24	0,04
Час реакції вибору Хср., с	0,43	0,04
Кількість натиснень з секунду в теплінг-тесті, 1/с	6,88	0,47
Помилка відтворення інтервалів часу 1с	-0,19	0,09
Помилка відтворення інтервалів часу 5с	-0,69	0,56
Помилка відтворення інтервалів часу 10с	-0,18	0,74
Висота стрибка, см	37,09	5,45
Коефф. варіац. у серцевому ритмі (%)	8,11	3,30
ЧССвідновл. через 30 с, уд/хв	121,11	26,55
ЧССпри оберт. на кріслі Барані, уд/хв	66,7	2,43
ЧССпісля оберт.на кріслі Барані, уд/хв	68,4	3,25

Таке швидке включення механізмів енергозабезпечення, швидкий прихід в стан «бойової готовності» навіть при тестуванні в стані спокою свідчить про адекватну регуляцію вегетативного балансу з боку ЦНС і про високу реактивність симпатичного відділу вегетативної нервової системи. Виходячи з вищевикладеного, перший фактор був названий «Симпатикотонія» (табл. 2).

До другого фактора (28,5% від загальної сумарної дисперсії) увійшли такі показники, як вік (r=-0,92), маса (r=0,85), сила кисті (r=0,81), станова сила (r=0,72), зріст (r=0,68) (табл. 1). Неважко відмітити, що показники, що увійшли до другого фактора переважно відображають рівень розвитку силових здібностей, абсолютної сили. Виняток становить показник віку, що увійшов до другого фактора з негативним коефіцієнтом взаємозв'язку, проте це можна пояснити тим, що в нашому дослідженні молодші спортсмени виявилися сильнішими. Виходячи з отриманих даних, другий фактор був названий «Сила» (рис. 1).

До третього фактору (9,4% від загальної сумарної дисперсії) увійшли такі показники, як середнє значення часу реакції на звук (r=0,94), кваліфікація (r=0,80), висота стрибка (r= -0,75), відтворення інтервалів часу 1 с (r=0,74) (табл.1). До третього фактора увійшли показники, що характеризують швидкість реакції і вибухову силу. Проте всі ці

Повернена матриця компонентів показників тестування дзюдоїстів високого класу (n=22)

Назва показників	№ фактора, внесок в загальну дисперсію			
	симпатикотонія 28,6%	сила 28,5%	Швидкісна витривалість 9,4%	Парасимпатикотонія 9,2%
ЧСС при оберт. на кріслі Барані, уд/хв	0,95			
ЧССвідновл. через 30 с після навантаження, уд/хв	0,94			
ЧСС після оберт.на кріслі Барані, уд/хв	0,93			
Хср.в серц.ритмі, уд/хв	0,89			
ЧССпісля оберт. на кріслі Барані через 10с	0,88			
ЧССспокою, уд/хв	0,68			
Вік, років		-0,92		
Маса, кг		0,85		
сила кисті, кг		0,81		
становна сила, кг		0,72		
Зріст, см		0,68		
Час реакції на звук Хср., с			0,94	
висота стрибка, см			-0,75	
Помилка відтворення інтервалів часу 1 с			0,74	
Коеф.варіац. у серц.ритмі, (%)				0,96
Час реакції вибору Хср., с				0,64

показники увійшли до фактора із знаком, протилежним позитивній характеристиці даних якостей. У зв'язку з цим ми охарактеризували цей фактор як протилежний розвитку вибухової сили і швидкості реакції. Такою якістю є витривалість, а в боротьбі — спеціальна витривалість або швидкісна витривалість. Тому третій фактор і був названий «Швидкісна витривалість».

До четвертого фактора (9,2% від загальної сумарної дисперсії) увійшли всього два показники: коефіцієнт варіацій в серцевому ритмі ( $r = 0,96$ ) і середнє значення часу реакції вибору ( $r = 0,64$ ). З отриманих даних виходить, що з підвищенням активності парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи сповільнюється швидкість реакції вибору, що є природним віддзеркаленням здібності до загальної релаксації організму. У зв'язку з цим четвертий фактор був названий «Парасимпатикотонія» (табл. 2).

Як видно з таблиці 2, найбільший внесок в сумарну дисперсію вносять перший і другий фактор, з чого логічно укласти, що найбільш значущими в структурі підготовленості дзюдоїстів високого класу є показники реактивності нервової системи, що відбиваються в симпатикотонії і показники розвитку силових здібностей. Менш значущими, хоча і достатньо важливими, є показники швидкісної вит-

ривалості і уміння розслабитися, що виражається в парасимпатикотонії.

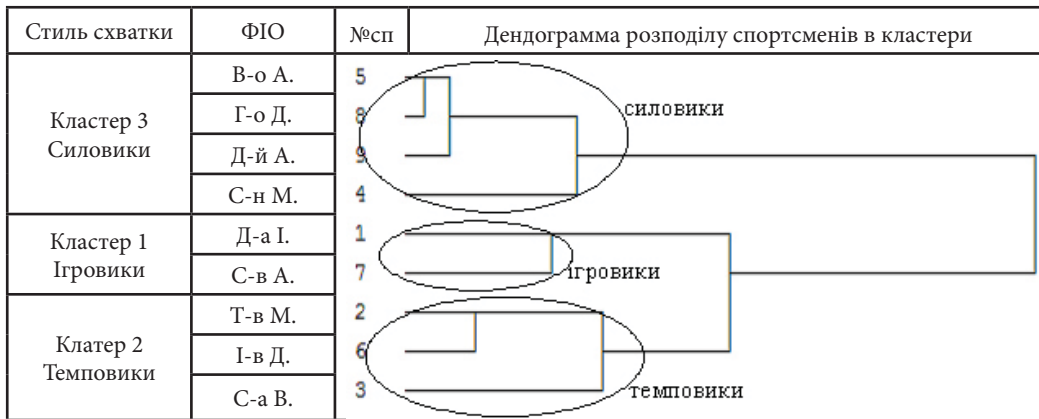
Далі була виявлена індивідуальна факторна структура підготовленості спортсменів, для чого були визначені процентні значення вираженості кожного фактора у кожного спортсмена.

Для визначення індивідуальних стилів ведення поєдинку був проведений кластерний аналіз показників тестування спортсменів, результати якого були зіставлені з індивідуальними факторними значеннями.

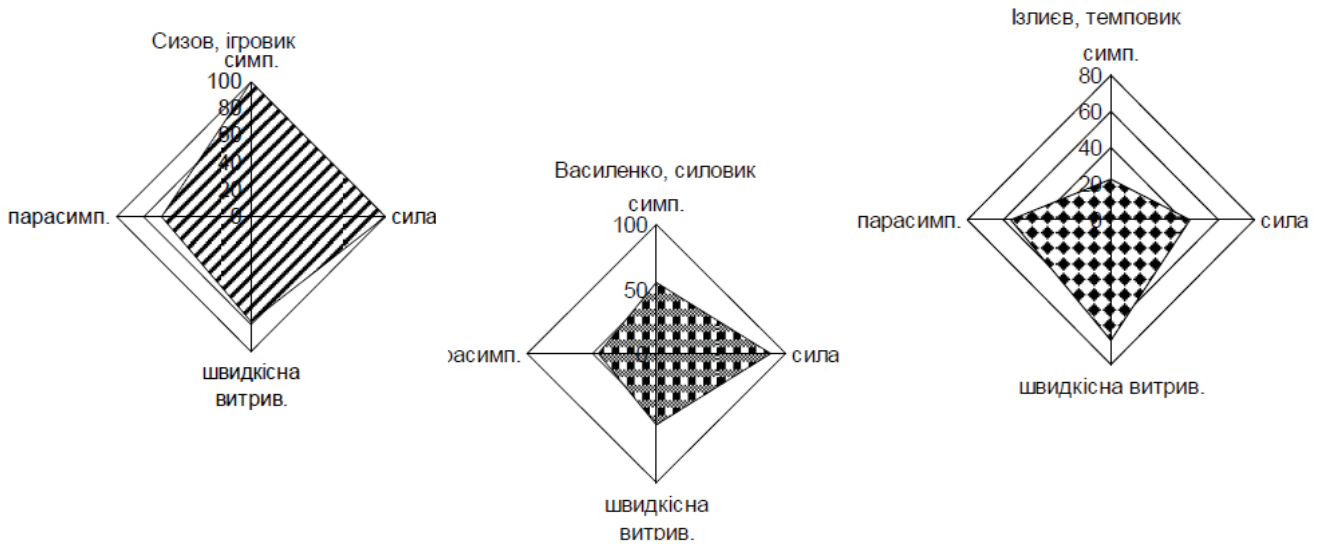
Кластерний аналіз показників тестування дзюдоїстів показав, що всі випробовувані розподіляються на 3 групи (кластера) (рис. 1, 2). Кластери визначалися по ступеню «схожості» спортсменів згідно показникам комплексного тестування (рис. 2).

До першого кластера увійшли спортсмени №№ 1 і 7, до другого кластера увійшли спортсмени №№ 2, 3, 6, і до третього кластера увійшли спортсмени №№ 5, 6, 9, 4, 1.

Для характеристики спортсменів кожної групи, що утворилися, були проаналізовані індивідуальні факторні моделі спортсменів (табл. 2). Було виявлено, що у спортсменів першого кластера (Д-а і С-в) найбільш виражений перший фактор, тобто у них висока реактивність нервової системи, особливо симпатичного відділу вегета-



**Рис. 1.** Дендограма розподілу дзюдоїстів в кластери (для прикладу показано 9 спортсменів)



**Рис. 2.** Приклади індивідуальної вираженості факторів у дзюдоїстів з різними тактичними манерами ведення сутички

тивної нервової системи і помірно виражений другий фактор (рис. 1, 2).

У спортсменів другого кластера найсильніше виражений третій фактор, що характеризує розвиток спеціальної (швидкісної) витривалості (рис. 1,2) у поєднанні з активністю парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи, тобто з четвертим фактором (рис. 2).

У спортсменів третього кластера переважає розвиток другого фактора («сила») у поєднанні з розвитком третього або четвертого факторів (рис. 6). Згідно переважаючим факторам у спортсменів кожного кластера, групи дзюдоїстів, що утворилися, були охарактеризовані як «ігровики» (1-й кластер), «темповики» (2-й кластер), «силовики» (3-й кластер).

#### Висновки:

1. Отримані результати свідчать про ефективність застосування методів математичного моделювання, факторного та кластерного аналізу для визначення індивідуальних манер ведення сутички у дзюдоїстів високого класу.

2. В практичній роботі тренерів дзюдо варто застосовувати принципи математичного моделювання для виявлення індивідуальних манер ведення поєдинку та розробляти методики індивідуальної підготовки дзюдоїстів.

В перспективі подальших досліджень планується розширення застосування методів математичного моделювання в дзюдо та інших видах спорту.

## Список літератури

1. *Ананченко К.В., Гринь Л.В.* Анализ соревновательной и тренировочной деятельности дзюдоистов высокой квалификации на этапе специализированной базовой подготовки // Педагогіка, психологія та мед.-біол. пробл. фіз. виховання і спорту. — 2006. — № 9. — С. 8—13.
2. *Дмитриев А.В.* Факторы, определяющие индивидуальную манеру в боксе: Автореф. канд. дис. — М., 1980. — 22 с.
3. *Ермаков С.С.* Совершенствование техники движений высококвалифицированных спортсменов с позиций обеспечения безопасности их жизнедеятельности и инженерной психологии // Физическое воспитание студентов творческих специальностей: сб. научн. трудов под ред. проф. Ермакова С.С. — Харьков: ХДАДИ (ХХПИ), 2001. — № 4. С. 16—23.
4. *Ермаков С.С.* Инженерная психология в совершенствовании техники движений высококвалифицированных спортсменов с позиций обеспечения безопасности их жизнедеятельности // Физическое воспитание студентов творческих специальностей: сб. научн. трудов под ред. проф. Ермакова С.С. — Харьков: ХДАДИ (ХХПИ), 2001. — № 5. С. 15—29.
5. *Иегуменов В.М., Шиян В.В.* Проблема планирования предсоревновательной подготовки в спортивной борьбе: Теория и практика физической культуры, 1999, № 5, С. 61.
6. *Козина Ж.Л.* Научно-методические пути индивидуализации учебно-тренировочного процесса в спортивных играх // Проблемы и перспективы развития спортивных игр и единоборств в высших учебных заведениях // Сборник статей под ред. Ермакова С.С. / электронная научная конференция, г. Харьков, 15 января 2005 года. — Харьков: ХГАДИ, 2005. — С. 188.
7. *Козина Ж.Л., Переньолкін Р.П.* Індивідуалізація навчально-тренувального процесу баскетболістів I розряду на основі факторних моделей // Теорія та методика фізичного виховання. Науково-методичний журнал. — Харків: ОВС, 2005. — №2. — С. 31—37.
8. *Козина Ж.Л.* Математическое моделирование индивидуальных особенностей спортсменов // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту: наукова монографія за редакцією проф. Ермакова С.С. — Харків: ХДАДМ (ХХПИ), 2008. — №4. — С. 56-59.
9. *Коробейніков Г.В., Дуднік О.К.* Діагностика психоемоційних станів у спортсменів // Спорт. медицина. — 2006. — № 1. — С. 33—36.

*Надійшла до редакції 02.06.2010 р.*

**Козина Ж., Демура И.** Результаты применения методов математического моделирования для определения индивидуальных тактических манер ведения поединка у квалифицированных дзюдоистов.

В работе была определена наиболее универсальная модель, на основе которой можно определять индивидуальные особенности спортсменов. С помощью факторного анализа было выделено 4 основных фактора комплексной подготовленности дзюдоистов. Кластерный анализ показателей тестирования дзюдоистов показал, что все испытуемые распределяются на 3 группы (кластера). Согласно преобладающим факторам у спортсменов каждого кластера, образовавшиеся группы дзюдоистов были охарактеризованы как «игровики», «темповики», «силовики». В результате применения разработанной методики дзюдоисты экспериментальной группы достоверно повысили свою соревновательную эффективность, в то время как соревновательную эффективность спортсменов контрольной группы осталась практически без изменений.

**Ключевые слова:** дзюдо, стиль, схватка, игровики, темповики, силовики, математическая модель, индивидуальная манера.

**Kozina Zh., Demura I.** Rezultaty applications of methods of mathematical design for determination of individual tactical manners of conduct of duel for skilled judoists.

The most universal model on the basis of which it is possible to determine the individual features of sportsmen was in-process certain. By a factor analysis it was selected 4 basic factor of complex preparedness of judoists. Klasterniy the analysis of indexes of testing of judoists rotined that all of examinee was distributed on 3 groups (cluster). In obedience to prevailing factors for the sportsmen of every cluster, appearing groups of judoists were described as «players», «strong men», «rapid». As a result of application of the developed method the judoists of experimental group for certain promoted the competition efficiency, while competition efficiency of sportsmen of control group remained practically without changes.

**Keywords:** judo, style, fight, «players», «strong men», «rapid». mathematical model, individual manner.