

# Определение индивидуальных особенностей спортсменов с помощью математического моделирования и методов многомерного анализа

Козина Ж.Л.<sup>1</sup>, Ягелло В.<sup>2</sup>, Ягелло М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харьковский национальный педагогический университет имени Г.С. Сковороды

<sup>2</sup>Университет физического воспитания и спорта им. Анджеев Снядецкого

## Аннотации:

**Цель:** выявить наиболее общие математические модели для определения индивидуальных особенностей спортсменов по развитию двигательных способностей и выявить индивидуальные особенности стиля ведения поединка квалифицированных дзюдоистов. **Материал.** В исследовании приняли участие 22 спортсмена-дзюдоиста средних весовых категорий 60-81 кг. **Результаты.** Определена модель, на основе которой можно выявлять 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). **Выводы.** Полученные результаты свидетельствуют об эффективности применения методов математического моделирования, факторного и кластерного анализа для определения индивидуальных манер ведения схватки у дзюдоистов высокого класса. В практической работе тренеров дзюдо следует применять принципы математического моделирования для выявления индивидуальных манер ведения поединка и разрабатывать методики индивидуальной подготовки дзюдоистов.

**Козина Ж.Л., Ягелло В., Ягелло М. Визначення індивідуальних особливостей спортсменів за допомогою математичного моделювання і методів багатовимірної аналізу. Мета:** виявити найбільш загальні математичні моделі для визначення індивідуальних особливостей спортсменів з розвитку рухових здібностей і виявити індивідуальні особливості стилю ведення поединку кваліфікованих дзюдоїстів. **Матеріал.** У дослідженні взяли участь 22 спортсмена-дзюдоїста середніх вагових категорій 60-81 кг. **Результати.** Визначена модель, на основі якої можна виявляти індивідуальні особливості спортсменів. За допомогою факторного аналізу було виділено 4 основні чинники комплексної підготовленості дзюдоїстів. Кластерний аналіз показників тестування дзюдоїстів показав, що всі випробовувані розподіляються на 3 групи (кластера). **Висновки.** Отримані результати свідчать про ефективність застосування методів математичного моделювання, факторного та кластерного аналізу для визначення індивідуальних манер ведення сутички у дзюдоїстів високого класу. У практичній роботі тренерів дзюдо слід застосовувати принципи математичного моделювання для виявлення індивідуальних манер ведення поединку і розробляти методики індивідуальної підготовки дзюдоїстів.

**Kozina Z.L., Jagiello Wladyslaw, Jagiello Marina. Determination of sportsmen's individual characteristics with the help of mathematical simulation and methods of multi-dimensional analysis. Purpose:** to create the most general mathematical models for determination of sportsmen's individual motor abilities' characteristics and individual features of qualified judo wrestlers' fighting style. **Material:** in the research 22 sportsmen – judo wrestlers of average weight categories (60-81 kg) participated. **Results:** model, on the base of which it becomes possible to determine individual characteristics of sportsmen, has been found. With the help of factorial 4 main factors analysis of judo wrestlers' complex fitness have been marked out. Cluster analysis of judo wrestlers' testing indicators showed that all tested sportsmen could be divided in 3 groups (clusters). **Conclusions:** the received results witness about effectiveness of mathematical simulation methods, as well as methods of factorial and cluster analysis for determination of individual fighting styles of elite judo wrestlers. In their practical work coaches should apply principles of mathematical simulation for determination of individual features of fighting styles and work out methodic of judo wrestlers' individual training.

## Ключевые слова:

дзюдо, стиль, схватка, математическая модель, индивидуализация.

дзюдо, стиль, сутичка, математична модель, індивідуалізація.

judo, style, fight, mathematical model, individualization.

## Введение.

В настоящее время все большую актуальность приобретает проблема индивидуального подхода к учебно-тренировочному процессу спортсменов [1; 9; 10; 17; 21; 24]. Это связано с усложняющимися условиями спортивной борьбы. Также с уменьшением количества занимающихся в группах начальной подготовки и с ограничением возможностей спортивного отбора [13; 14; 27; 30; 31; 33]. Кроме того, главная проблема спорта высших достижений – невозможность бесконечного повышения объема и интенсивности тренировочных нагрузок. Это указывает на необходимость поиска новых путей совершенствования процесса подготовки спортсменов [35; 36]. Одним из таких путей является индивидуализация процесса подготовки в спорте [3; 4; 5; 6; 7; 10; 39].

В различных видах спорта авторы различают разные стили ведения спортивной борьбы. В единоборствах различают [1; 8; 9]:

- спортсмены вариативного стиля ведения поединка;
- спортсмены скоростного стиля ведения поединка

на протяжении длительного времени;

- спортсмены силового стиля ведения поединка.

В спортивных играх спортсмены разделяются по функциям. Так, в баскетболе различают «центровых», «крайних нападающих», «защитников» [3; 4; 36]. В волейболе различают «нападающих первого темпа», «нападающих второго темпа», «связующих», «либеро» [4; 6; 10]. В циклических видах спорта авторы выделяют спортсменов с преимущественным развитием скоростно-силовых качеств, спортсменов с преимущественным развитием выносливости и спортсменов с преимущественным развитием координационных способностей [36].

В спортивной физиологии [23; 26; 29; 32; 34; 38] существует физиологическое обоснование индивидуальных особенностей спортсменов. Например, у спортсменов с преимущественным развитием скоростно-силовых качеств преобладают белые мышечные волокна в композиции мышц. У спортсменов с преимущественным развитием выносливости преобладают красные мышечные волокна [11; 22; 38].

Однако в настоящее время не сформулированы

общие принципы разделения спортсменов по индивидуальным особенностям преобладания определенных качеств.

**Цель, задачи работы, материал и методы.**

*Цель работы* – выявить наиболее общие математические модели для определения индивидуальных особенностей спортсменов по развитию двигательных способностей и выявить индивидуальные особенности стиля ведения поединка квалифицированных дзюдоистов.

*Методы исследования:* анализ литературных данных, методы определения функционального состояния организма спортсменов (метод вариационной пульсометрии, определение аэробной работоспособности при тестировании на тредбане), психофизиологические методы исследования (время простой реакции на звук, время зрительно-моторной реакции выбора, ошибка воспроизведения интервалов времени), методы определения физического развития и физической подготовленности, метод определения вестибулярной устойчивости, методы математической статистики с применением факторного и кластерного анализа.

Показатели вариационной пульсометрии определялись автоматизировано с помощью прибора Кардиолаб.

Тестирование на тредбане. Для оценки функциональных возможностей применяли нагрузки постоянной мощности на тредбане продолжительностью 3 мин при скорости ленты 8 км·ч<sup>-1</sup>. Регистрировали частота сердечных сокращений (ЧСС) при работе каждые 10 с и ЧСС восстановления до первоначального уровня также каждые 10 с [6; 8; 9].

Психофизиологические показатели определялись с помощью компьютеризированных тестов [6].

В качестве показателей физического развития определяли рост, массу тела спортсмена. В качестве показателей физической подготовленности определяли силу кисти (динамометр), становую силу и высоту прыжка с места (контактная платформа).

Вестибулярная устойчивость определялась с помощью механического кресла Барани. Вращение осуществлялось вручную в течение 20 с со скоростью 2 об·с<sup>-1</sup>. Через каждые 2с регистрировались показатели ЧСС с помощью монитора непрерывной регистрации сердечного ритма «Polar». ЧСС регистрировалась также после завершения вращения в течение 10 с каждые 2с и через 90 с после окончания работы. В исследовании приняли участие 22 спортсмена-дзюдоиста средних весовых категорий 60–81 кг [8; 9].

**Результаты исследования.**

*Математическое обоснование взаимосвязи формирования разных стилей спортивной борьбы с преобладающим развитием различных физических качеств и антропометрических показателей.*

Согласно данным ведущих специалистов в теории и практике спорта [39; 40], наиболее целесообразными и универсальными являются математические модели, которые основываются на фундаментальных

законах физики, математики (т.е. заимствованы из фундаментальных наук). В этой связи является актуальной поиск универсальных математических моделей для определения индивидуальных особенностей спортсменов.

В результате проведенного анализа взаимосвязи возможностей проявления индивидуальных особенностей развития физических качеств была определена наиболее универсальная модель взаимосвязи проявления основных физических качеств, на основе которой можно определять индивидуальные особенности спортсменов.

Общее количество работы и энергетических ресурсов можно выразить таким образом:

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

где, A – работа, F – сила, V – скорость, t – время.

Тогда общее количество энергетических ресурсов можно выразить следующим образом:

$$A = F \times V \times t \quad (4).$$

Теперь применим эту формулу к задачам спортивной тренировки. При одинаковом значении A (т.е. одинаковой возможности выполнения внешней работы и общего количества энергетических ресурсов) работа может выполняться преимущественно за счет повышения силы (F) при уменьшении скорости (V) и общего времени работы (t). В этом случае спортсмен будет тяготеть к «дзюдоистам силового стиля ведения поединка»: будет склонен к выполнению работы силового характера. Работа может также выполняться за счет повышения скорости (V) при уменьшении других параметров. В этом случае спортсмен будет отличаться выраженными скоростными качествами. Работа может быть также обеспечена преимущественным увеличением произведения силы и скорости (F×V): мощности нагрузки и уменьшением временем ее выполнения (t). В этом случае спортсмен будет отличаться выраженными скоростно-силовыми качествами.

Работа может быть также выполнена за счет увеличения общего времени ее выполнения (t) при уменьшении ее мощности (F×V). В этом случае спортсмен будет отличаться преимущественным развитием выносливости.

Кроме того, работа может быть выполнена за счет равномерного проявления всех показателей и оптимальной регуляции проявления данных показателей в необходимом количестве в необходимый момент времени. В этом случае спортсмен будет отличаться выраженными координационными способностями.

Естественно, что при повышении уровня тренированности происходит общее увеличение энергетического потенциала и увеличение потенциально возможного количества выполняемой внешней работы (A). Однако индивидуальные склонности к проявлению и развитию разных двигательных способностей сохраняются при любом уровне энергопотенциала.

Теперь рассмотрим возможности практического применения данной модели при определении индивидуальных типов спортсменов и возможностей индивидуального планирования тренировочного процесса.

Согласно выше изложенным основным физическим закономерностям и полученным ранее нами данными, определим принадлежность спортсменов к обозначенным выше группам.

Согласно формуле (4)  $A = F \times V \times t$  и полученным ранее [4; 6; 7; 36] результатам, можно заключить, что в *единоборствах* [1; 8; 9]: «дзюдоисты силового стиля ведения поединка» – это явное преобладание показателя силы ( $F$ ) и силовой выносливости ( $F \times t$ ); «дзюдоисты скоростного стиля ведения поединка на протяжении длительного времени» – преобладание скорости ( $V$ ) и скоростной выносливости ( $V \times t$ ); «дзюдоисты вариативного стиля ведения поединка» – преобладание координационных способностей, т.е. способности нервной системы к регуляции оптимальных соотношений показателей в произведении ( $F \times V \times t$ ).

Физико-математические закономерности изменения биомеханических и физиологических параметров в связи с изменением линейных размеров тела

Одним из аспектов теоретической концепции индивидуализации процесса подготовки спортсменов в ситуационных видах спорта является влияние длины тела на абсолютные и относительные показатели различных физических качеств.

Существуют строгие математические закономерности взаимосвязи между линейными размерами тела и абсолютными и относительными величинами силы, потребления кислорода и другими физиологическими и биомеханическими величинами [2; 15; 16; 17].

Данные закономерности определяют показатели абсолютных и относительных величин физиологических и биомеханических параметров и влияют на образ жизни человека, уровень его двигательной активности. Это обусловлено зависимостью скорости

обмена веществ от линейных размеров тела и его массы. Это определяет закономерности индивидуальных различий спортсменов, которые необходимо учитывать при индивидуальном планировании нагрузок и при планировании средств восстановления, режима питания и образа жизни спортсмена.

Применение методов многомерного анализа для определения индивидуальных стилей ведения поединка у дзюдоистов.

Теоретическое обоснование с точки зрения биомеханических и физиологических закономерностей индивидуальных различий показывает необходимость применения эффективных методов определения индивидуальных особенностей спортсменов. Одними из таких методов являются методы многомерного анализа: факторный анализ, кластерный анализ, совместное применение этих двух методов. Сочетание методов факторного и кластерного анализа является быстрым и эффективным способом определения индивидуальных тактических манер ведения поединка квалифицированных дзюдоистов.

На первом этапе исследования была определена общая и индивидуальная факторная структура подготовленности квалифицированных дзюдоистов. Также определены их индивидуальные стили ведения поединка (кластерный анализ). Для этого были проанализированы показатели комплексного тестирования дзюдоистов, включавшего данные функциональной подготовленности, психофизиологических возможностей, физического развития и физической подготовленности. При проведении факторного анализа были исключены показатели, заведомо коррелирующие между собой (всего для факторного анализа было отобрано 15 показателей) (табл. 1).

**Таблица 1.** Повернутая матрица компонентов показателей тестирования квалифицированных дзюдоистов (n=22)

Название показателей	№ фактора, вклад в общую дисперсию			
	1 28,6%	2 28,5%	3 9,4%	4 9,2%
ЧСС при вращении на кресле Барани, уд·мин <sup>-1</sup>	0,95			
ЧСС после вращения на кресле Барани через 90 с, уд·мин <sup>-1</sup>	0,94			
ЧСС сразу после вращения на кресле Барани, уд·мин <sup>-1</sup>	0,93			
ЧСС после вращения на кресле Барани через 10 с, уд·мин <sup>-1</sup>	0,88			
ЧСС покоя, уд·мин <sup>-1</sup>	0,68			
Возраст, лет		-0,92		
Масса тела, кг		0,85		
Сила кисти, кг		0,81		
Становая сила, кг		0,72		
Длина тела, см		0,68		
Время простой реакции на звук, мс			0,94	
Высота прыжка, см			-0,75	
Воспроизведение интервалов времени 1 с, ошибка, мс			0,74	
Коэффициент вариаций в сердечном ритме, мс				0,96
Время реакции выбора, мс				0,64

С помощью факторного анализа (метод главных компонент) было выделено 4 основных фактора методом «каменистой осыпи» Кеттела. Для характеристики каждого фактора были проанализированы вошедшие в него показатели. В первый фактор (28,6% от общей суммарной дисперсии) (табл. 1) вошли следующие показатели: ЧСС на 2 с при вращении на кресле Барани ( $r=0,95$ ); ЧСС на 90 секунде восстановления после выполнения стандартной нагрузки на тредбане ( $r=0,94$ ); ЧСС сразу после окончания вращения на кресле Барани ( $r=0,93$ ); показатель среднего значения ЧСС в сердечном ритме ( $r=0,95$ ); ЧСС через 10 с после окончания вращения на кресле Барани ( $r=0,88$ ), ЧССпокоя ( $r=0,68$ ).

Следует отметить, что в первый фактор вошли показатели уровня регуляции вегетативного баланса со стороны центральной нервной системы (ЦНС). Так, увеличение ЧСС покоя, среднего показателя ЧСС в сердечном ритме, ЧСС при начале и сразу после окончания вращения на кресле Барани указывают на активизацию симпатического отдела вегетативной нервной системы. С одной стороны, повышение ЧСС в ответ на вращение свидетельствует об адекватной реакции вестибулярного аппарата на вращение, сопровождающееся активизацией симпатического отдела вегетативной нервной системы. С другой стороны, повышение ЧСС покоя и средних значений ЧСС в сердечном ритме, свидетельствует об активизации симпатического отдела вегетативной нервной системы. Это может отражать недостаточный уровень функциональной подготовки спортсменов. Однако в нашем случае повышение ЧСС в состоянии покоя можно расценивать также и как быстрое включение систем энергообеспечения мышечной деятельности в ответ на начало тестирования. В этом случае есть тестирование воспринимается как раздражитель, на который организм реагирует как и на мышечную работу.

Такое быстрое включение механизмов энергообеспечения, быстрый приход в состояние «боевой готовности» (даже при тестировании в состоянии покоя) свидетельствует об адекватной регуляции вегетативного баланса со стороны ЦНС и о высокой реактивности симпатического отдела вегетативной нервной системы. Исходя из вышеизложенного, первый фактор был назван «Симпатикотония».

Во второй фактор (28,5% от общей суммарной дисперсии) вошли такие показатели: возраст ( $r=0,92$ ), масса ( $r=0,85$ ), сила кисти ( $r=0,81$ ), становая сила ( $r=0,72$ ), длина тела ( $r=0,68$ ) (табл. 1). Нетрудно заметить, что показатели во второй факторе большей частью отражают уровень развития силовых способностей, абсолютной силы. Исключение составляет показатель возраста, вошедший во второй фактор с отрицательным коэффициентом взаимосвязи. Это можно объяснить тем, что в нашем исследовании более молодые спортсмены оказались более сильными. Исходя из полученных данных, второй фактор был назван «Сила».

В третий фактор (9,4% от общей суммарной дис-

персии) вошли показатели: среднее значение времени реакции на звук ( $r=0,94$ ), квалификация ( $r=0,80$ ), высота прыжка ( $r=-0,75$ ), воспроизведение интервалов времени 1 с ( $r=0,74$ ) (табл. 1). В третий фактор вошли показатели, характеризующие скорость реакции и взрывную силу. Однако все эти показатели вошли в фактор со знаком, противоположным положительной характеристике данных качеств. В связи с этим мы охарактеризовали этот фактор как противоположный развитию взрывной силы и скорости реакции. Таким качеством является выносливость. В борьбе – специальная выносливость или скоростная выносливость. Поэтому третий фактор и был назван «Скоростная выносливость».

В четвертый фактор (9,2% от общей суммарной дисперсии) вошли всего два показателя: коэффициент вариаций в сердечном ритме ( $r=0,96$ ) и среднее значение времени реакции выбора ( $r=0,64$ ). Из полученных данных следует, что с повышением активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы замедляется скорость реакции выбора. Это является естественным отражением способности к общей релаксации организма. В связи с этим четвертый фактор был назван «Парасимпатикотония».

Как видно из таблицы 1, наибольший вклад в суммарную дисперсию вносят первый и второй фактор. Из этого логично заключить, что наиболее значимыми в структуре подготовленности дзюдоистов высокого класса являются показатели реактивности нервной системы. Они отражаются в симпатикотонии и показатели развития силовых способностей. Менее значимыми (хотя и достаточно важными) являются показатели скоростной выносливости и умения расслабляться. Эти показатели выражаются в парасимпатикотонии.

Далее была выявлена индивидуальная факторная структура подготовленности спортсменов, для чего были определены процентные значения выраженности каждого фактора у каждого спортсмена (табл. 2).

Из таблицы 1 видно, что у всех спортсменов наблюдается различная выраженность различных факторов, несмотря на практически одинаковую квалификацию и весовую категорию. Это свидетельствует о наличии существенных индивидуальных различий, что должно проявляться в различных стилях ведения поединка и необходимости применения индивидуальных программ подготовки дзюдоистов высокой квалификации.

Для определения индивидуальных стилей ведения поединка был проведен кластерный анализ показателей тестирования спортсменов, результаты которого были сопоставлены с индивидуальными факторными значениями.

Кластерный анализ показателей тестирования дзюдоистов показал, что все испытуемые распределяются на 3 группы (кластера) (табл. 2, рис. 1). Кластеры определялись по степени «похожести» спортсменов согласно показателям комплексного тестирования (рис.1).

**Таблица 2.** Примеры индивидуальной выраженности факторов в структуре подготовленности квалифицированных дзюдоистов (%) и принадлежность к кластеру в кластерном анализе (условный номер)

Спортсмены, условный номер	Фактор 1 – симпатикотония	Фактор 2 – сила	Фактор 3 – скоростная выносливость	Фактор 4 – парасимпатикотония	Кластер, условный номер
1	88,89	22,22	11,11	22,22	1
2	77,78	11,11	100	77,78	2
3	66,67	33,33	33,33	33,33	2
4	33,33	77,78	88,89	11,11	3
5	55,56	88,89	55,56	44,44	3
6	22,22	44,44	66,67	55,56	2
7	100	100	77,78	66,67	1
8	11,11	55,56	22,22	88,89	3
9	44,44	66,67	44,44	100	3



**Рис. 1.** Дендограмма распределения квалифицированных дзюдоистов в кластеры (для примера показано 9 спортсменов): А – дзюдоисты силового стиля ведения поединка; В – дзюдоисты вариативного стиля ведения поединка; С – дзюдоисты скоростного стиля ведения поединка на протяжении длительного времени; N – номер спортсмена.

Как видно из дендограммы (рис. 1), в первый кластер вошли спортсмены №№ 1 и 7, во второй кластер вошли спортсмены №№ 2,3,6 и в третий кластер вошли спортсмены №№ 5,6,9,4,1.

Для характеристики спортсменов каждой образовавшейся группы были проанализированы индивидуальные факторные модели спортсменов (табл. 2). Было выявлено, что у спортсменов первого кластера (1 и 7) наиболее выражен первый фактор. У них высокая реактивность нервной системы, особенно симпатического отдела вегетативной нервной системы. Также умеренно выражен второй фактор (табл. 2, рис. 2).

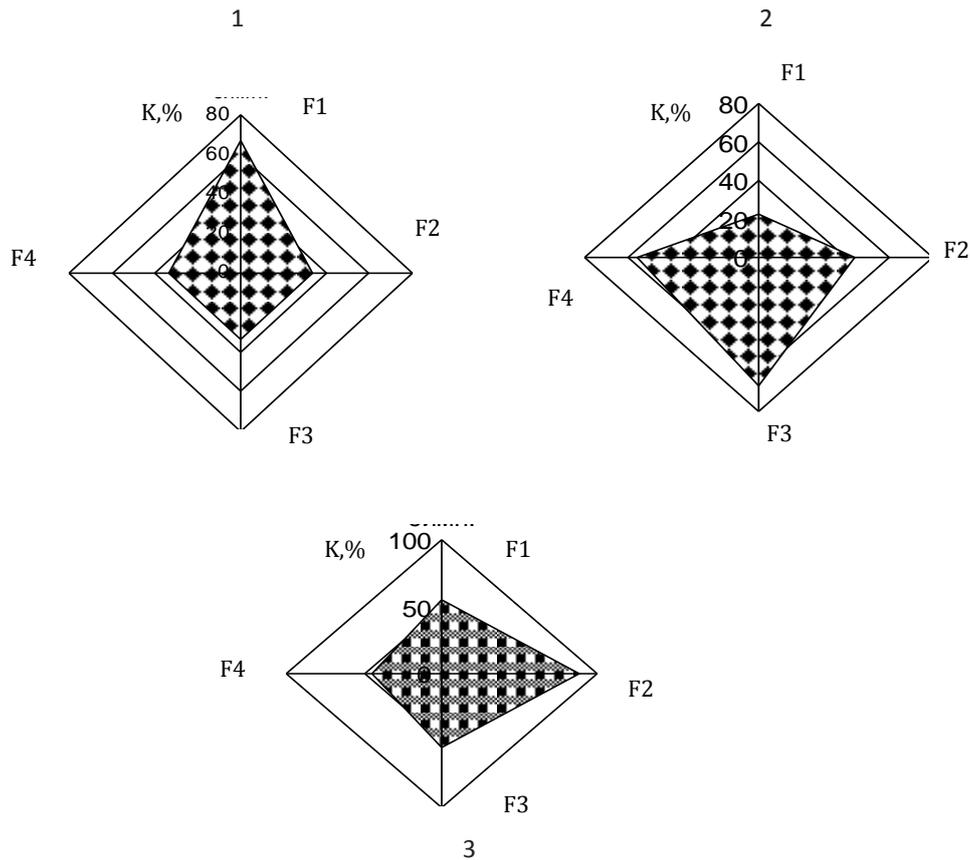
У спортсменов второго кластера наиболее сильно выражен третий фактор (характеризующий развитие специальной или скоростной выносливости, табл. 2, рис. 2) в сочетании с активностью парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (с четвертым фактором, табл. 2, рис. 2). У спортсменов третьего кластера преобладает развитие второго фактора («сила») в сочетании с развитием третьего или четвертого факторов (табл. 2, рис. 2). Согласно преоб-

ладающим факторам у спортсменов каждого кластера, образовавшиеся группы дзюдоистов были охарактеризованы как «В» (1-й кластер), «С» (2-й кластер), «А» (3-й кластер).

#### Дискуссия.

Авторы рассматривали проблемы биомеханической обусловленности индивидуальных различий в свете биологических различий живых организмов с различными размерами тела [17; 19; 20; 24]. Конечно, полностью экстраполировать данные закономерности на человека нельзя. Однако существование данных закономерностей определяет индивидуальные различия людей с различными антропометрическими данными.

Тем не менее, представленные в работе теоретические положения и экспериментальные данные подтверждаются исследованиями многих авторов [1; 36; 39]. Результаты их исследований показывают, что при увеличении длины тела все относительные значения показателей жизненно важных функций снижаются. Это отражается на показателях физиологического и педагогического тестирования, значениях зрительно-



**Рис. 2.** Графические модели выраженности факторов у дзюдоистов: F1 – фактор 1, «Симпатикотония»; F2 – фактор 2 – «Сила»; F3 – фактор 3 – «Скоростная выносливость»; F4 – фактор 4 – «Парасимпатикотония»; K – индивидуальная выраженность фактора, %; 1 – дзюдоисты-«В»; 2 – дзюдоисты-«С»; 3 – дзюдоисты-«А»

моторной реакции и общей выносливости высокорослых спортсменов [1, 4; 5; 6; 7].

Исходя из вышеизложенных положений, можно объяснить факт наличия индивидуальных различий людей с различными антропометрическим и данными: с увеличением линейных размеров тела увеличивается время скорости реакции, период сокращения и расслабления мышцы. Это ведет к уменьшению частоты движений, замедляется обмен веществ. Это накладывает отпечаток на образ жизни людей: чем больше линейные размеры и масса тела, тем менее подвижен человек. Это накладывает отпечаток на: особенности темперамента (типологические свойства нервной системы) и «комфортного» режима жизни человека; скорости восстановления и времени для появления суперкомпенсации. Это влечет за собой необходимость индивидуальных различий в построении тренировочного процесса (количество повторений упражнений, построение микроциклов и мезоциклов, величина и характер нагрузки и отдыха).

Наши исследования согласуются также с данными работ по взаимосвязи силы, быстроты и выносливости. Эти физические качества находятся в противоположных взаимоотношениях и обуславливают проявление индивидуальных особенностей спортсменов относительно специфики спортивной специализации и соревновательной деятельности [12; 37].

В нашей работе предложено применение методов многомерного анализа для определения индивидуальных особенностей ведения соревновательных поединков спортсменов. Методы многомерного анализа часто применяются для объединения показателей тестирования в группы согласно корреляционным связям (факторный анализ). Кроме того, для объединения испытуемых в группы применяется кластерный и дискриминантный анализ. Так, в работах [4; 5; 6; 7] показаны алгоритмы определения индивидуальных особенностей спортсменов в игровых видах спорта, определяющие их игровое амплуа и возможности взаимодействия в тренировочной и соревновательной деятельности.

Однако предложенный в данном исследовании алгоритм определения индивидуальных особенностей стиля ведения поединка квалифицированных дзюдоистов является новым. С этой точки зрения проведенное исследование раскрывает новые перспективы изучения закономерностей формирования и проявления индивидуальных особенностей спортсменов.

#### **Выводы.**

1. Результаты математического моделирования взаимосвязи различных физических качеств позволяют сделать следующие выводы: количество энергетических ресурсов спортсмена (количество выполненной внешней работы) может быть выражено формулой.

Эта формула отражает: пропорциональность количества работы произведению силы, скорости и времени выполнения работы; индивидуальные особенности возможностей развития двигательных способностей спортсменов в различных видах спорта (как преобладание одного или нескольких множителей); в каждом виде спорта спортсмены могут быть разбиты на группы, различающиеся по соотношению отдельных множителей.

2. Математическое моделирование изменений абсолютных и относительных показателей функциональных возможностей свидетельствует о существовании строгих математических закономерностей. Эти закономерности объясняют изменение физиологических и биомеханических показателей по мере изменения антропометрических показателей спортсменов.

3. С помощью факторного анализа методом главных компонент, было выделено 4 основных фактора: первый фактор (28,6%) «симпатикотония»; второй фактор (28,5%) «Сила»; третий фактор (9,4%) «Скоростная выносливость»; четвертый фактор (9,2%) «парасимпатикотонии».

4. Обнаружена индивидуальная факторная структура подготовленности спортсменов. Кластерный анализ показателей тестирования дзюдоистов показал, что все испытуемые делятся на 3 группы (кластера). Согласно преобладающим факторам у спортсменов каждого кластера, группы дзюдоистов были охарактеризованы как: «В» (1-й кластер), «С» (2-й кластер), «А» (3-й кластер).

5. Полученные результаты свидетельствуют об эффективности применением методов математического моделирования, факторного и кластерного анализа для определения индивидуальных манер ведения схватки у дзюдоистов высокого класса. В практической работе тренеров дзюдо следует применять принципы математического моделирования для выявления индивидуальных манер ведения поединка и разрабатывать методики индивидуальной подготовки дзюдоистов.

#### Конфликт интересов.

Авторы заявляют, что не существует конфликта интересов.

#### Литература:

1. Ананченко К.В. Анализ соревновательной и тренировочной деятельности дзюдоистов высокой квалификации на этапе специализированной базовой подготовки / Ананченко К.В., Гринь Л.В. // Педагогіка, психологія та мед.-біол. пробл. фіз. виховання і спорту. – 2006. – № 9. – С. 8–13.
2. Богданов К.Ю. Физик в гостях у биолога / К. Ю. Богданов – М.: Наука, Библиотечка Квант. – выпуск 49. – Москва. – 1986. – 144 с.
3. Козина Ж.Л. Научно-методические пути индивидуализации учебно-тренировочного процесса в спортивных играх / Козина Ж.Л. // Проблемы и перспективы развития спортивных игр и единоборств в высших учебных заведениях, 2005. – 1, С.188-189.
4. Козина Ж.Л. Анализ и обобщение результатов практической реализации концепции индивидуального подхода в тренировочном процессе в спортивных играх / Ж.Л. Козина // Физическое воспитание студентов творческих специальностей: сб. научн. трудов под ред. Ермакова С.С. – Харьков: ХГАДИ (ХХПИ). – 2009. – № 2. – С. 34–47.
5. Козина Ж.Л. Эффективність застосування нетрадиційної форми аутогенного тренування для відновлення працездатності баскетболістів / Козина Ж.Л. Слюсарев В.Ф., Волков Є.П. // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту: Збірник наукових праць під ред. Єрмакова С.С., Харьков, ХХПИ, 2001. – №14. – С. 8–15.
6. Козина Ж.Л. Система индивидуализации подготовки спортсменов в игровых видах спорта: Монография / Ж.Л. Козина. – Lambert Academic Publishing Russia. – 2011. – 532 с.
7. Козина Ж.Л. Результаты разработки и практического применения алгоритма системного анализа в научных исследованиях в области спортивных игр / Козина Ж.Л. // Слобжанський науково-спортивний вісник. – Харків: ХДАФК. – 2006. – Випуск № 9. – С. 157–165.
8. Козина Ж.Л. Математическое моделирование

#### References:

1. Ananchenko KV, Grin' LV. Analiz sorevnovatel'noj i trenirovochnoj deiatel'nosti dziudoistov vysokoj kvalifikacii na etape specializirovannoj bazovoj podgotovki [Analysis of competition and training functioning of elite judo wrestlers at stage of specialized basic training]. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports* 2006;9:8–13. (in Russian)
2. Bogdanov KIu. *Fizik v gostiakh u biologa* [Physicist's visiting biologist], Moscow: Science; 1986. (in Russian)
3. Kozina ZhL. Nauchno-metodicheskie puti individualizacii uchebno-trenirovochnogo processa v sportivnykh igrakh [Scientific-methodic ways of training process individualization in sport games]. *Problemy i perspektivy razvitiia sportivnykh igr i edinoborstv v vysshikh uchebnykh zavedeniakh*, 2005;1:188-189. (in Russian)
4. Kozina ZhL. Analiz i obobshchenie rezul'tatov prakticheskoy realizacii koncepcii individual'nogo podkhoda v trenirovochnom processe v sportivnykh igrakh [Analysis and generalization of results of practical realization of individual approach conception in training process of sport games]. *Fizicheskoe vospitanie studentov tvorcheskikh special'nostej* 2009;2:34–47. (in Russian)
5. Kozina ZhL, Sliusarev VF, Volkov IeP. Efektivnist' zastosuvannia netradicijnoi formi autogennoho trenuvannia dlia vidnovlennia pracezdatnosti basketbolistiv [Effectiveness of non-traditional form of autogenic training for recreation of basketball players; workability]. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports* 2001, vol.14, S. 8–15. (in Ukrainian)
6. Kozina ZhL. *Sistema individualizacii podgotovki sportsmenov v igrovyykh vidakh sporta* [System of individualization of sportsmen's training in game kinds of sports], Lambert Academic Publishing Russia; 2011. (in Russian)
7. Kozina ZhL. Rezul'taty razrabotki i prakticheskogo primeneniia algoritma sistemnogo analiza v nauchnykh issledovaniakh v oblasti sportivnykh igr [Results of systemic development and practical application of systemic analysis algorithm in scientific researches in the sphere of

- индивидуальных особенностей спортсменов / Козина Ж.Л. // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту: наукова монографія за редакцією проф. Єрмакова С.С. – Харків: ХДАДМ (ХХІІІ), 2008. – №4. – С. 56–59.
9. Козина Ж.Л. Результаты застосування методів математичного моделювання для визначення індивідуальних тактичних манер ведення сутички у дзюдоїстів високого класу / Козина Ж.Л., Демура І. // Теорія та методика фізичного виховання. – 2010. – № 7. – С. 17–38.
  10. Козина Ж.Л. Методологические основы определения индивидуальных особенностей волейболисток на этапе специализированной базовой подготовки Физическое воспитание студентов / Козина Ж.Л., Ермаков С.С., Погорелова А.О. // научный журнал. – Харьков: ХОВНОКУ–ХГАДИ, 2012. – №3. – С. 53–61
  11. Особливості сприйняття екстремальної ситуації людей з різними типологічними особливостями вищої нервової діяльності (на прикладі роуп-джампінгу) / Козина Ж.Л., Остроушко С.С., Репко О.О., Поліщук С.Б., Попова А.В., Чуприна О.І. // Физическое воспитание и спорт в высших учебных заведениях: сборник статей XI Международной научной конференции, 23–24 апреля 2015 года: в 2-х ч.– Харьков, 2015. Ч.2. – С. 79–85.
  12. Скоростно-силова підготовка в скалолазани на рснове аналізу розвитку фізических качеств елітних спортсменів / Репко Е.А., Козина Ж.Л., Жигаева М.В., Мавроди С.А., Козин С.В. // Физическое воспитание и спорт в высших учебных заведениях // Сборник статей X Международной научной конференции, посвященной 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова и 210-летию ХНПУ имени Г.С. Сковороды. – 24 – 25 апреля 2014 г. В двух частях. Часть II. – Белгород-Харьков-Красноярск-Москва. 2014. – С. – 183–191
  13. Ягелло В. Профіль строення тела мужчин, занимающихся бейсболом / Ягелло В., Ягелло М., Козина Ж.Л. // Физическое воспитание студентов // научный журнал. – Харьков: ХОВНОКУ–ХГАДИ. – 2012. – №6. – С. 140–143.
  14. Ягелло В. Соматические аспекты спортивного мастерства в таэквондо ITF / Ягелло В., Козина Ж.Л., Ягелло М. // Физическое воспитание студентов. – 2015. – № 4. – С. 51–55. <http://dx.doi.org/10.15561/20755279.2015.0408>
  15. Alexander R. McN. Biophysical problems of small size in vertebrates / Alexander, R. McN. // Unknown Journal – Requested journal to be added to ULPD. – 69. – pp. 3–14, 1996.
  16. Alexander R. McN. Simple models of human locomotion / Alexander, R. McN // Unknown Journal – Requested journal to be added to ULPD. 1997. – 2. – pp. 129–135.
  17. Alexander R. McN. A minimum energy cost hypothesis for human arm trajectories / Alexander, R. McN // Biological Cybernetics. 1997. – 76. – pp. 97–105.
  18. Alexander R. McN. Muscle geometry / Alexander, R. McN. // Journal of Physiology, 1998. – 512. – pp. 315–315.
  19. Alexander, R. McN. Biomechanics: Stable Running / Alexander, R. McN. // Current Biology, Volume 17. – Issue 7. – 3 April 2007. – pp. R253–R255.
  20. Alexander R. McN. Biomechanics: Leaping lizards and dinosaurs, Nature / Alexander R. McN. – 4 January 2012. 100–110.
  21. Kozina Zh.L., Sobko I.N., Kolomic N.A., Jagiełło Władysław, Jagiełło Marina, Allocation algorithm for athletes group to form tactical tasks in game team sports using the methods of multivariate analysis (illustrated women sport games], *Slobozhans'kij naukovo-sportivnij visnik* 2006;9:157–165. (in Russian)
  8. Kozina Zh.L. Matematicheskoe modelirovanie individual'nykh osobennostej sportsmenov [Mathematical simulation of sportsmen's individual characteristics]. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports* 2008;4:56–59. (in Russian)
  9. Kozina ZhL, Demura I. Rezul'tati zastosuvannia metodiv matematichnogo modeliuвання dlia viznachennia individual'nikh taktichnikh maner vedennia sutichki u dziuidoistiv visokogo klassu [Results of mathematical simulation methods' application for determination of individual tactic fighting styles of elite judo wrestlers]. *Teoriia ta metodika fizichnogo vikhovannia* 2010;7:17–38. (in Ukrainian)
  10. Kozina ZhL, Ermakov SS, Pogorelova AO. Metodologicheskie osnovy opredeleniia individual'nykh osobennostej volejbolistok na etape specializirovannoj bazovoj podgotovki [Methodological principles of determination of female volleyball players' individual features at stage of specialized basic training]. *Physical education of students* 2012;3:53–61. (in Russian)
  11. Kozina ZhL, Ostroushko SS, Riepkoo OO, Polishchuk SB, Popova AV, Chuprina OI. Osoblivosti sprijnattia ekstremal'noi situacii liudej z rizmimi tipologichnimi osoblivostiami vishchoi nervovoi diial'nosti [Specificities of extreme situations' perception by people of different typological features of supreme nervous functioning]. *Fizicheskoe vospitanie i sport v vysshikh uchebnykh zavedeniakh*, 2015;2:79–85. (in Russian)
  12. Repko EA, Kozina ZhL, Zhigaeva MV, Mavrodi SA, Kozin SV. Skorostno-silovaia podgotovka v skalolazanii na osnove analiza razvitiia fizicheskikh kachestv elitnykh sportsmenov [Speed-power training in rock climbing on the base of analysis of physical qualities' condition of elite sportsmen]. *Fizicheskoe vospitanie i sport v vysshikh uchebnykh zavedeniakh* 2014;2:183–191 (in Russian)
  13. Iagello V, Iagello M, Kozina ZhL. Profil' stroeniia tela muzhchin, zanimaiushchikhsia bejsbolom [Profile of body composition of men, practicing baseball]. *Physical education of students* 2012; 6:140–143. (in Russian)
  14. Jagiello Wladyslaw, Kozina ZhL, Jagiello Marina. Somatic aspects of sports championship in taekwon-do ITF. *Physical Education of Students*, 2015;4:51-55. <http://dx.doi.org/10.15561/20755279.2015.0408>
  15. Alexander R. McN. Biophysical problems of small size in vertebrates. *Unknown Journal – Requested journal to be added to ULPD*, 1996;69:3–14
  16. Alexander R. McN. Simple models of human locomotion. *Unknown Journal – Requested journal to be added to ULPD*, 1997;2:129–135.
  17. Alexander R. McN. A minimum energy cost hypothesis for human arm trajectories. *Biological Cybernetics*, 1997;76:97–105.
  18. Alexander R. McN. Muscle geometry. *Journal of Physiology*, 1998;512:315–315.
  19. Alexander R. McN. Biomechanics: Stable Running, *Current Biology*, 2007;17(7):253–255.
  20. Alexander R. McN. Biomechanics: Leaping lizards and dinosaurs, *Nature*, 2012;4:100–110.
  21. Kozina ZhL, Sobko IN, Kolomic NA, Jagiełło Władysław, Jagiełło Marina. Allocation algorithm for athletes group to form tactical tasks in game team sports using the methods of multivariate analysis (illustrated women Ukrainian team basketball with hearing impairments). *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of*

- Ukrainian team basketball with hearing impairments). Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports, 2014, vol.12, pp. 40-48. <http://dx.doi.org/10.1556/18189172.2014.1208>
22. Aluja A. Affective modulation of the startle reflex and the reinforcement sensitivity theory of personality: The role of sensitivity to reward / Aluja A., Blanch A., Blanco E., Balada F. // *Physiology & Behavior*. – 2015. – 138: 332–339. <http://dx.doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.09.009>.
  23. Boag S. Personality assessment, “construct validity” and the significance of theory. *Personality and Individual Differences* / Boag S. – 2015. 1, 24-30. <http://dx.doi.org/10.1016/j.paid.2014.12.039>.
  24. Brandwood A. Incidence of healed fracture in the skeletons of birds, molluscs and primates / Brandwood A., Jayes A. S., Alexander R. McN // *Journal of Zoology*, vol. 208, no. 1, 2009, pp. 55–62.
  25. Jurow I.A. Empirical research of sport individuality / Jurow I.A. *Experimental psychology*. – 2012. – V. 5. № 3. p. 108–114.
  26. Kozina Z.L. Analysis of students’ nervous system’s typological properties, in aspect of response to extreme situation, with the help of multi-dimensional analysis / Kozina Z.L., Iermakov S.S. // *Physical education of students* 2015. – 3. – pp.10–19. <http://dx.doi.org/10.1556/20755279.2015.0302>
  27. Kozina Zh.L. The concept of individual approach in sport / Kozina Zh.L., Prusik Krzysztof, Prusik Katarzyna // *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 2015, no.3, pp. 28–37. <http://dx.doi.org/10.1556/18189172.2015.0305>
  28. Mutter F. Role of models in sports – Can success in professional sports increase the demand for amateur sport participation? / Mutter F, Pawlowski T. // *Sport Management Review*. 2014. – 17 (3). – pp. 324–336. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smr.2013.07.003>.
  29. Pot N. School sports and identity formation: Socialisation or selection? / Pot N., Schenk N., van Hilvoorde I. // *European Journal of Sport Science*, 2014. – №5. – 484–491. <http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2013.873483>.
  30. Research of hands’ strength and endurance indications of arm sport athletes having different levels of skills / Podrigalo L.V., Galashko M.N., Galashko N.I., Prusik Krzysztof, Cieslicka Mirosława // *Physical Education of Students*. – 2014. – vol.2. – p. 37–40. <http://dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.907140>
  31. Rowe N.F. Sporting capital: a theoretical and empirical analysis of sport participation determinants and its application to sports development policy and practice / Rowe N.F. // *International Journal of Sport, Policy and Politics*. – 2014. – 7 (1). – pp. 43–61. <http://dx.doi.org/10.1080/19406940.2014.915228>.
  32. Self-determination and framing. An Interactionist Perspective on Self-Determination Theory: Place for Framing in Autonomy Support. – Reginald Xi Wang. – 2013. – New York University. – p. 35–39.
  33. Shiloh S. Individual differences in rational and intuitive thinking styles as predictors of heuristic responses and framing effects / Shiloh S., Salton E. and Sharabi D. // *Personality and Individual Differences*. – 2002. – 32. – pp. 415–429.
  34. Stanovich K. E. Individual differences in framing and conjunction effects / Stanovich K. E. and West R.F. // *Thinking and Reasoning*. 1998. – № . – pp. 289–317.
  35. Tavana M. A fuzzy inference system with application to player selection and team formation in multi-player sports / Tavana M., Azizi F., Azizi F., Behzadian M. // *Sport Management Review*. – 2013. – 16 (1). – pp. 97–110. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smr.2012.06.002>
  36. Kozina Zhanneta, Sobko Irina, Bazulyk Tatyana, Ryepko Olena, Lachno Olena, Ilintskaya Anna. The applying of the concept of individualization in sport. *Journal of Physical Education and Sport*, 2015(2),172 – 177. <http://dx.doi.org/10.7752/jpes.2015.02027>
  37. Kozina Zh, Ryepko OA, Prusik Krzysztof, Prusik Katarzyna, *physical training and sports*, 2014;12:40-48. <http://dx.doi.org/10.1556/18189172.2014.1208>
  22. Aluja A, Blanch A, Blanco E, Balada F. Affective modulation of the startle reflex and the reinforcement sensitivity theory of personality: The role of sensitivity to reward. *Physiology & Behavior*, 2015;138:332–339. <http://dx.doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.09.009>.
  23. Boag S. Personality assessment, “construct validity” and the significance of theory. *Personality and Individual Differences*, 2014;1:24–30. <http://dx.doi.org/10.1016/j.paid.2014.12.039>.
  24. Brandwood A, Jayes AS, Alexander RMcN. Incidence of healed fracture in the skeletons of birds, molluscs and primates, *Journal of Zoology*, 2009;208(1):55–62.
  25. Jurow IA. Empirical research of sport individuality. *Experimental psychology*, 2012;5(3):108–114.
  26. Kozina ZL, Iermakov SS. Analysis of students’ nervous system’s typological properties, in aspect of response to extreme situation, with the help of multi-dimensional analysis. *Physical Education of Students*, 2015;3:10-19. <http://dx.doi.org/10.1556/20755279.2015.0302>
  27. Kozina ZhL, Prusik Krzysztof, Prusik Katarzyna. The concept of individual approach in sport. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 2015;3:28-37. <http://dx.doi.org/10.1556/18189172.2015.0305>
  28. Mutter F, Pawlowski T. Role of models in sports – Can success in professional sports increase the demand for amateur sport participation? *Sport Management Review*, 2014;17(3):324–336. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smr.2013.07.003>
  29. Pot N, Schenk N, van Hilvoorde I. School sports and identity formation: Socialisation or selection? *European Journal of Sport Science*, 2014;(5):484–491. <http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2013.873483>
  30. Podrigalo LV, Galashko MN, Galashko NI, Prusik Krzysztof, Cieslicka Mirosława. Research of hands’ strength and endurance indications of arm sport athletes having different levels of skills. *Physical Education of Students*, 2014;2:37–40. <http://dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.907140>
  31. Rowe N.F. Sporting capital: a theoretical and empirical analysis of sport participation determinants and its application to sports development policy and practice. *International Journal of Sport, Policy and Politics*, 2014, 7 (1):43–61. <http://dx.doi.org/10.1080/19406940.2014.915228>
  32. Reginald Xi Wang. *Self-determination and framing. An Interactionist Perspective on Self-Determination Theory: Place for Framing in Autonomy Support*, New York University; 2013.
  33. Shiloh S, Salton E, and Sharabi D. Individual differences in rational and intuitive thinking styles as predictors of heuristic responses and framing effects. *Personality and Individual Differences*, 2002;32:415–429.
  34. Stanovich KE, and West RF. Individual differences in framing and conjunction effects. *Thinking and Reasoning*, 1998;4:289–317.
  35. Tavana M, Azizi F, Azizi F, Behzadian M. A fuzzy inference system with application to player selection and team formation in multi-player sports. *Sport Management Review*, 2013;16(1):97–110. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smr.2012.06.002>
  36. Kozina Zhanneta, Sobko Irina, Bazulyk Tatyana, Ryepko Olena, Lachno Olena, Ilintskaya Anna. The applying of the concept of individualization in sport. *Journal of Physical Education and Sport*, 2015(2),172 – 177. <http://dx.doi.org/10.7752/jpes.2015.02027>
  37. Kozina Zh, Ryepko OA, Prusik Krzysztof, Prusik Katarzyna,

- dx.doi.org/10.1016/j.smr.2012.06.002.
36. The applying of the concept of individualization in sport / Kozina Zhanneta, Sobko Irina, Bazulyk Tatyana, Ryepko Olena, Lachno Olena, Ilinskaya Anna // *Journal of Physical Education and Sport*, 2015. – №2. – Art 27. – pp. 172 – 177. <http://dx.doi.org/10.7752/jpes.2015.02027>
  37. Theoretical-methodological study of development of power-speed in climbing / Kozina Zh., Ryepko O.A., Prusik Krzysztof, Prusik Katarzyna, Cieślicka Mirosława // *Physical education of students*. – 2014. – vol.1. – pp. 27–33. <http://dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.903690>
  38. Thorpe S. K. S. Orangutans use compliant branches to lower the energetic cost of locomotion / Thorpe S. K. S., Crompton R. H. and Alexander R. McN. – *Biology Letters*. – 2007. 1. 148-155.
  39. Tyshchenko V.A. Methodological foundations of the modern training system of skilled handball players / Tyshchenko V.A. // *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*. – 2014. – Vol.1. – p. 76–79. <http://dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.894395>
  40. Yermakova T.S. Individualization of forming health culture of schoolchildren at Polish schools / Yermakova T.S. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*. – 2015. – vol.1, p. 29–33. [10.15561/18189172.2014.1206](http://dx.doi.org/10.15561/18189172.2014.1206)
  - Cieślicka Mirosława. Theoretical-methodological study of development of power-speed in climbing. *Physical education of students*, 2014;1:27–33. <http://dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.903690>
  38. Thorpe SKS, Crompton RH, and Alexander RMcN. Orangutans use compliant branches to lower the energetic cost of locomotion, *Biology Letters*, 2007;1:148-155.
  39. Tyshchenko VA. Methodological foundations of the modern training system of skilled handball players. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports* 2014;1:76–79. <http://dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.894395>
  40. Yermakova TS. Individualization of forming health culture in schoolchildren of Polish schools. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 2015;1:29-33. <http://dx.doi.org/10.15561/18189172.2015.0106>

#### Информация об авторах:

**Козина Жаннета Леонидовна;** д.н. ФВиС, проф.; <http://orcid.org/0000-0001-5588-4825>; [Zhanneta.kozina@gmail.com](mailto:Zhanneta.kozina@gmail.com); Харьковский национальный педагогический университет; ул. Артема 29, г. Харьков, 61002, Украина.;

**Ягелло Владислав;** <http://orcid.org/0000-0001-7417-4749>; [wjagiello1@wp.pl](mailto:wjagiello1@wp.pl); Университет физического воспитания и спорта им. Анджея Снядецкого; Ул. Веска 1, 80-336, Гданьск, Польша.

**Ягелло Марина;** <http://orcid.org/0000-0001-5591-4537>; [wjagiello1@wp.pl](mailto:wjagiello1@wp.pl); Университет физического воспитания и спорта им. Анджея Снядецкого; Ул. Веска 1, 80-336, Гданьск, Польша.

**Цитуйте эту статью как:** Козина Ж.Л., Ягелло В., Ягелло М. Определение индивидуальных особенностей спортсменов с помощью математического моделирования и методов многомерного анализа // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2015. – N12 – С. 41–50. <http://dx.doi.org/10.15561/18189172.2015.1207>

Электронная версия этой статьи является полной и может быть найдена на сайте: <http://www.sportpedagogy.org.ua/html/arhive.html>

Эта статья Открытого Доступа распространяется под термином Creative Commons Attribution License, которая разрешает неограниченное использование, распространение и копирование любыми средствами, обеспечивающими должное цитирование этой оригинальной статьи (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru>).

Дата поступления в редакцию: 25.08.2015  
Принята: 29.08.2015; Опубликована: 10.09.2015

#### Information about the authors:

**Kozina Z.L.;** <http://orcid.org/0000-0001-5588-4825>; [Zhanneta.kozina@gmail.com](mailto:Zhanneta.kozina@gmail.com); H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University; Artema str. 29, Kharkov, 61002, Ukraine.

**Jagiello Wladyslaw;** <http://orcid.org/0000-0001-7417-4749>; [wjagiello1@wp.pl](mailto:wjagiello1@wp.pl); Gdansk University of Physical Education and Sport; ul. Wiejska 1, 80-336 Gdansk, Poland.

**Jagiello Marina;** <http://orcid.org/0000-0001-5591-4537>; [wjagiello1@wp.pl](mailto:wjagiello1@wp.pl); Gdansk University of Physical Education and Sport; ul. Wiejska 1, 80-336 Gdansk, Poland.

**Cite this article as:** Kozina Z.L., Jagiello Wladyslaw, Jagiello Marina. Determination of sportsmen's individual characteristics with the help of mathematical simulation and methods of multi-dimensional analysis. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 2015;12:41–50. <http://dx.doi.org/10.15561/18189172.2015.1207>

The electronic version of this article is the complete one and can be found online at: <http://www.sportpedagogy.org.ua/html/arhive-e.html>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en>).

Received: 25.08.2015  
Accepted: 29.08.2015; Published: 10.09.2015