

УДК 796.42.032–056.26

АЛЬТЕРНАТИВНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ НАЙБІЛЬШ ІНФОРМАТИВНИХ СПОРТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ

*Тамара Кутек, Рустам Ахметов, Віктор Шаверський, Олександр Скалій, Василь Толчак
Житомирський державний університет імені Івана Франка*

Анотації:

Актуальність теми дослідження. Спортивний результат у багатьох швидко-силових видах спорту легкої атлетики визначається швидкістю та ритмо-темповою структурою рухів, силою та потужністю, вертикальною та горизонтальною швидкостями руху загального центру маси тіла, антропометричними параметрами спортсменів та іншими факторами. Всі ці параметри є важливими характеристиками і визначають спортивний результат. Оскільки конкретні значення параметрів залежать випадковим чином від конкретного спортсмена, оскільки вони завжди мають деякий випадковий розкид, який можна описати методами математичної статистики. **Мета роботи** – застосування альтернативного методу математичної статистики для виділення найбільш інформативних спортивних параметрів. **Методи дослідження:** аналіз, порівняння, систематизація, узагальнення науково-методичної літератури, тестування, медико-біологічні методи, кіноциклографія, методи математичної статистики. **Результати роботи.** На сьогоднішній день для виділення найбільш інформативних пара-

An Alternative Method of Determining the Most Informative Sports Parameters

Relevance of the research topic. Sports result in many speed-strength sports of athletics is determined by the speed and rhythm-tempo structure of movements, strength and power, vertical and horizontal speeds of movement of the general center of body mass, anthropometric parameters of athletes and other factors. All these parameters are important characteristics and determine sports performance. Since the specific values of the parameters depend randomly on a particular athlete, they always have some random spread, which can be described by the methods of mathematical statistics. **The purpose of the work** is to select the most informative sports parameters for solving the problem of predicting the performance of athletes using an alternative method of mathematical statistics. **Research methods:** analysis, comparison, systematization, generalization of scientific and methodical literature, testing, biomedical methods, cinecyclography, methods of mathematical statistics. **Results of work.** Today, factor

Альтернативный метод определения наиболее информативных спортивных параметров

Актуальность темы исследования. Спортивный результат во многих скоростно-силовых видах спорта легкой атлетики определяется скоростью и ритмо-темповой структурой движений, силой и мощностью, вертикальной и горизонтальной скоростями движения общего центра массы тела, антропометрическими параметрами спортсменов и другими факторами. Все эти параметры являются важными характеристиками и определяют спортивный результат. Поскольку конкретные значения параметров зависят случайным образом от конкретного спортсмена, постольку они всегда имеют некоторый случайный разброс, который можно описать методами математической статистики. **Цель работы** – использование альтернативного метода математической статистики для выделения наиболее информативных спортивных параметров. **Мета роботи** – застосування альтернативного методу математичної статистики для виділення найбільш інформативних спортивних параметрів. **Методи исследования:** анализ, сравнение, систематизация, обобщение научно-методической литературы, тестирование, медико-биологические методы, киноциклография, методы математической статистики. **Результаты**

метрів із деякої повної сукупності випадкових параметрів особливе значення має факторний аналіз. У цій роботі робиться спроба поєднати загальновідомі методи сучасного факторного аналізу та поки що маловідомі в педагогічних колах методи так званої фундаментальної теорії домінантних ієрархічних систем, яка одержала світове визнання та висвітлена вже в багатьох монографіях із експертного оцінювання.

Висновки. Відповідно до психологічних досліджень, один експерт здатен об'єктивно порівнювати та ранжувати одночасно не більше 5 параметрів. У цій роботі ми порівнюємо 20 спортивних і антропометричних параметрів, але порівняння проводимо попарно з використанням теорії домінантних ієрархічних систем.

Ключові слова:

факторний аналіз, інформативні параметри, експериментальне ранжування, експертне оцінювання.

analysis is of particular importance in order to isolate the most informative parameters from a certain complete set of random parameters. In this work, an attempt is made to combine the well-known methods of modern factor analysis and the methods of the so-called fundamental theory of dominant hierarchical systems, which are still little known in pedagogical circles, which have received worldwide recognition and are already covered in many monographs on expert assessment. **Conclusions.** According to psychological research, one expert is able to objectively compare and rank no more than 5 parameters at the same time. In this work, we compare 20 sports and anthropometric parameters, but the comparison is carried out in pairs using the theory of dominant hierarchical systems.

factor analysis, informative parameters, experimental ranking, expert assessment.

работы. На сегодняшний день для выделения наиболее информативных параметров из некоторой полной совокупности случайных параметров особое значение имеет факторный анализ. В этой работе делается попытка соединить общеизвестные методы современного факторного анализа и пока что малоизвестные в педагогических кругах методы так называемой фундаментальной теории доминантных иерархических систем, которая получила мировое признание и освещена уже во многих монографиях по экспертному оцениванию. **Выводы.** Согласно психологическим исследованиям, один эксперт способен объективно сравнивать и ранжировать одновременно не больше 5 параметров. В этой работе мы сравниваем 20 спортивных и антропометрических параметров, но сравнение проводим попарно с использованием теории доминантных иерархических систем.

факторный анализ, информативные параметры, экспериментальное ранжирование, экспертное оценивание.

Постановка проблеми. У даній роботі вперше зроблено спробу поєднати загальновідомі та визнані методи сучасного факторного аналізу і, поки що, маловідомі в педагогічних колах методи фундаментальної теорії домінантних ієрархічних систем [1–3; 14], які висвітлені вже в багатьох наукових працях з експертного оцінювання й в останні роки знаходять впровадження у різних галузях науки і техніки.

Основна увага приділяється питанням безпосереднього застосування даної теорії до вирішення задачі експертного оцінювання та ранжування певної сукупності антропометричних, технічних і спеціальних параметрів спортсменів.

Аналіз останніх досліджень. Прогнозування – розробка прогнозів у спорті – є формою конкретизації передбачення перспектив розвитку того чи іншого процесу або явища, характерного для спортивної діяльності [10; 12]. Прогнозування тісно пов'язане з управлінням, тому що забезпечує досить обґрунтовані передумови для прийняття управлінських рішень як у сфері організації спорту, так і у процесі спортивної підготовки та змагальної діяльності [7–9].

Прогнозування ґрунтується на використанні методу екстраполяції, що припускає поширення висновків, отриманих зі спостереження над однією частиною певного явища, на інші його частини [4–6; 11]. В умовах спорту екстраполяція дозволяє здійснити прогнози підвищення результативності на основі вивчення відповідних закономірностей у попередні роки. Завдання прогнозування результатів спортсменів можна вирішити на базі факторного аналізу й динаміки розвитку параметрів фізичної підготовки і спортивних результатів [13–15]. Особлива увага приділяється «ранньому» прогнозуванню на період до 17 років за даними етапу початкової підготовки (10-13 років).

Мета роботи – застосування альтернативного методу математичної статистики для виділення найбільш інформативних спортивних параметрів.

Методи дослідження: аналіз, порівняння, систематизація, узагальнення науково-методичної літератури, тестування, медико-біологічні методи, кіноциклографія, методи математичної статистики.

Результати дослідження. Як відзначалося в попередніх публікаціях, розмірність вектора інформативних параметрів фізичної підготовки спортсменів \vec{X}_p принципово обмежується кількістю вікових груп і в даній роботі є не більшою шести. Підбір різних можливих

II. Науковий напрям

комбінацій інформативних параметрів є досить великим і складним в обробці результатів. Так для $p=3$ й $N=8$ потрібно відібрати комбінації трьохмірних сукупностей \bar{X}_p :

$$C_5^3 + C_6^3 + C_7^3 + C_8^3 = 10 + 15 + 21 + 15 = 102 \quad (1)$$

При використанні результатів факторного аналізу також виникають певні труднощі, зумовлені зміною найбільш інформативних комбінацій параметрів від однієї вікової групи до іншої. У зв'язку з цим становлять інтерес альтернативні методи виділення найбільш інформативної сукупності параметрів фізичної підготовки для задачі прогнозу середньої результативності.

У даній роботі загальні положення фундаментальної теорії т.зв. домінантних ієрархічних систем опускаються, основна увага приділяється питанням безпосереднього застосування цієї теорії до задачі експертного оцінювання та ранжування 20-мірної сукупності антропометричних, технічних і спеціалізованих параметрів спортсменів. Необхідно відзначити, що суттєва відмінність і оригінальність даної теорії полягає в тому, що вона дозволяє досить коректно здійснювати науково-обґрунтовані експертні оцінки не лише кількісних параметрів (до яких відносяться всі вимірні параметри фізичної підготовки), а й також часто використовувані в спортивно-педагогічній роботі т.зв. лінгвістичні показники якості (ЛПЯ), які можна описати тільки словесно, без застосування традиційних кількісних показників. Наприклад, до ЛПЯ відноситься такий показник, як „здатність вислуховувати спортсменом від тренера критичні зауваження та мобілізувати відповідні фізичні резерви”.

Одним із центральних положень теорії домінантних ієрархічних систем є введення 9-бальної шкали ступеня важливості (пріоритетності) параметрів при їхньому попарному порівнянні (табл. 1).

Таблиця 1

Ступінь важливості	Визначення	Пояснення
1	Однакова важливість	Дві дії вносять однаковий вклад у досягнення цілі
3	Деяка перевага однієї значущості над іншою (слабка значущість)	Існують міркування на користь переваги однієї. Однак, ці міркування недостатньо переконливі
5	Суттєва значущість або сильна значущість	Є надійні дані та логічні міркування для того, щоб показати переваги однієї над іншою
7	Очевидна значущість	Переконливе свідчення на користь переваги однієї над іншою
9	Абсолютна значущість	Свідчення на користь переваги однієї над іншою найвищим чином переконливі
2, 4, 6, 8	Проміжні значення між двома сусідніми судженнями	Ситуації, коли необхідно компромісне рішення
Зворотні величини наведених вище чисел	Якщо дії і при порівнянні з дією j приписується одне з визначених вище ненульових чисел, то дії j при порівнянні з дією і приписується зворотне значення	Якщо узгодженість була постульована при одержанні n числових значень для утворення матриці попарних порівнянь
Раціональні значення	Відношення, що виникають для заданої шкали	Те ж

Використовуючи зазначену таблицю, було сформовано т.зв. експертну матрицю пріоритетності (ЕМПР) – квадратна несиметрична матриця попарних порівнянь розміром $N \times N$ ($N=20$) з позитивними елементами A_{ij} та зі зворотною симетрією. Елементи верхнього трикутного блоку матриці A ($j \geq i$), у зв'язку з її великим розміром, подані у вигляді таблиці 2.

Експертна матриця пріоритетності

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1	5	5	9	9	7	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/5
2		1	1	5	7	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5	1/5	1/5	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/5	1/7
3			1	7	7	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5	1/5	1/5	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/5	1/7
4				1	1	1/3	1/5	1/7	1/5	1/7	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/5
5					1	1/5	1/5	1/7	1/5	1/7	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/5
6						1	1/5	1/7	1/3	1/5	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/5
7							1	1/3	3	5	1/5	1/5	1/3	5	5	7	7	7	7	1
8								1	5	3	1/3	1/3	1/5	7	7	9	9	9	5	3
9									1	3	1/5	1/5	1/5	1	1	3	3	3	3	1/5
10										1	1/5	1/3	1/5	1	1	3	3	3	3	1/5
11											1	7	5	9	9	7	5	5	5	1
12												1	1/7	3	3	5	5	5	5	1
13													1	5	5	7	7	7	5	3
14														1	3	5	5	5	3	1
15															1	5	5	5	3	1/3
16																1	3	3	1/3	1/5
17																	1	1	1/3	1/5
18																		1	1/3	1/5
19																			1	1/7
20																				1

$$A=(A_{ij}), i,j=1,2,\dots,N; A_{ji}=1/A_{ij};$$

$$A_{ii}=1, A_{ij} \in \{1,2,3,4,5,6,7,8,9,1/2,1/3,1/4,1/5,1/6,1/7,1/8,1/9\},$$

де A_{ij} – пріоритет параметра A_i перед A_j – показує на скільки параметр A_i важливіший – більш пріоритетний – (при $A_{ij} > 1$) чи менш пріоритетний (при $A_{ij} < 1$), ніж параметр A_j .

Відзначимо, що відповідно до психологічних досліджень один експерт може об’єктивно порівнювати та ранжувати одночасно не більше 5 параметрів. Нами здійснено порівняння 20 параметрів фізичної підготовки (!), але попарно. Після формування ЕМПР потрібно вирішити задачу визначення ваги чи кількісної міри ступеня важливості кожного з 20 параметрів. Відзначимо, що зазвичай роблять евристичне зважування параметрів дуже суб’єктивно й орієнтовно без якогось математичного аналізу та відповідного обґрунтування. Так, у цьому випадку було встановлено такий евристичний ваговий вектор параметрів фізичної підготовки (номери в розширеному списку 2–21):

$$P_E^T = (P_1, P_2, \dots, P_{20}), \sum P_n = 1 \dots n = 1, 2, \dots, 20.$$

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pn	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.10	0.10	0.10	0.04
n	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pn	0.20	0.06	0.10	0.02	0.03	0.02	0.01	0.01	0.03	0.08

Відповідно ж до теорії ієрархічних систем задача оптимального зважування (ранжування) зводиться до алгебраїчної спектральної задачі для ЕМПР, тобто до перебування власних значень і власних векторів матриці A :

$$A \vec{H} = \lambda \vec{H} \Rightarrow \lambda = \lambda_m, m=1, \dots, N, \lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_N, \vec{H} = \vec{H}_1, \vec{H}_2, \dots, \vec{H}_N,$$

де $\{\lambda_m, \vec{H}_m\}$ – сукупність власних значень і власних векторів матриці A . Оптимальний ваговий вектор ОВВ – це нормований перший власний вектор, що відповідає максимальному власному значенню $\lambda_{\max} = \lambda_1$:

$$P_n^{opt} = (H_1)_T / \Sigma, \Sigma = \Sigma(H_1)_n, n = 1, 2, \dots, N.$$

II. Науковий напрям

Можна показати, що така досить нетривіальна процедура формування вагового вектора зовсім не суперечить природній емпіричній оцінці, принаймні у випадку, коли всі параметри рівнозначні. Тоді, емпірична оцінка вагового вектора представляється у вигляді рівномірного розподілу $P_n=1/N$. Виявляється, що спектральний аналіз ЕМПР із $A_{ij}=1$ також дає рівномірний розподіл $P_n^{opt}=1/N$. Кількісний спектральний аналіз ЕМПР А (табл. 2) на ПЕОМ із математичним забезпеченням типу MatLab дає такий оптимальний ваговий вектор:

Ранжування 20 параметрів

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
12	14	9	13	21	8	15	16	11	10	20	2	17	18	19	7	3	4	5	6
17.4	14.7	10.8	9.2	7.9	7.8	4.6	3.9	3.7	3.6	2.7	2.6	2.1	1.8	1.8	1.3	1.3	1.3	0.8	0.8

(1 рядок – порядковий номер параметра; 2 рядок – номер параметра в таблиці Сааті; 3 рядок – вага в % ; ступінь довіри – 75,3%)

Розширений перелік 20 параметрів спортсменів

1. Спортивний результат (висота) – цільова функція.

Антропометричні параметри (2-7)

2. Довжина тіла.
3. Довжина гомілки.
4. Довжина стегна.
5. Окружність стегна.
6. Окружність литкового м'яза.
7. Маса тіла.

Технічні параметри (8-14)

(Реєстровані та розрахункові показники технічної підготовки)

8. Швидкість розбігу перед відштовхуванням.
9. Швидкість вильоту ЗЦТ (у момент відриву).
10. Кут вильоту ЗЦТ.
11. Тривалість фази відштовхування.
12. Висота вильоту ЗЦТ.
13. Імпульс сили відштовхування.
14. Ступінь використання силових можливостей поштовху (%).

Спеціалізовані параметри (15-21)

(Рівень спеціальної фізичної підготовки)

15. Біг 30 м (с).
16. Швидкість спринтерського бігу (10 м з ходу).
17. Стрибок угору у висоту з двох ніг з місця.
18. Стрибок у довжину з місця.
19. Стрибок угору з штовхової ноги (махом іншої).
20. Стрибок угору з трьох кроків.

$$\vec{P}_{opt}^T = (P_1^{opt}, P_2^{opt}, \dots, P_{20}^{opt}),$$

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_n^{opt}	0.026	0.013	0.013	0.008	0.008	0.013	0.078	0.108	0.036	0.037
n	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
P_n^{opt}	0.174	0.092	0.147	0.046	0.039	0.021	0.018	0.018	0.027	0.079

$$\lambda_{max} = 24,935, \gamma = 1 - (\lambda_{max} - N)/N = 75.3\%,$$

де параметр γ характеризує ступінь довіри до експертів (чим ближчий до 100%, тим більший ступінь довіри; практично прийнятний ступінь довіри часто перевищує 75%). Порівняння оптимального вектора з емпіричним показує їхнє істотне розходження, що ще раз підкреслює відмічений раніше висновок психологічних досліджень про недостатню обґрунтованість і ефективність емпіричних оцінок у випадку $N > 5$.

Для подальшого регресійного аналізу були вибрані такі 4 параметри: X_{12} , X_9 , X_{20} , X_8 .

Дискусія. До сьогоднішнього дня більше уваги зверталось на те, яким чином пристосувати спортсмена до вимог складної системи підготовки. Сьогодні потрібна й адаптація самої системи підготовки і управління до можливостей та інтересів спортсменів. Необхідною стає оновлена модель спортивної науки, коли особистість спортсмена є пріоритетним. Тренувальний процес має базуватися на індивідуальних особливостях спортсменів, метою якого є спортивний максималізм.

У науково-методичному забезпеченні навчально-тренувального процесу важливо зберегти рівновагу між специфічними методами та підходами інших суміжних галузей та методами спортивної психології.

Комплексність дослідження дозволяє вносити корективи, обґрунтовувати оцінки та висновки у спортивній науці, впроваджувати рекомендації окремих тренерів. При цьому використання експертних оцінок фахівців у такому випадку є доцільним і перспективним підходом.

Висновки. У дослідженні було поєднано загальновідомі та визнані методи сучасного факторного аналізу та методи фундаментальної теорії домінантних ієрархічних систем. Основна увага приділялася питанням безпосереднього застосування даної теорії для вирішення задачі експертного оцінювання та ранжування певної 20-мірної сукупності антропометричних, технічних і спеціальних параметрів спортсменів. У результаті проведеного дослідження отримано найбільш інформативні параметри спортсменів, які були використані для подальшого регресійного аналізу: X_{12} , X_9 , X_{20} , X_8 .

Перспективи подальших досліджень. Застосування альтернативних методів визначення найбільш інформативної сукупності спортивних параметрів для вирішення задачі прогнозу результативності спортсменів у швидко-силових видах легкої атлетики.

Список літературних джерел

1. Ахметов Р.Ф. Групповые статистические характеристики и факторный анализ многомерной совокупности параметров спортсменов в задачах прогноза результативности // Педагогика, психология та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2004. – № 6. – С. 91-104.
2. Ахметов Р.Ф. Теоретико-методичні основи управління системою багаторічної підготовки спортсменів швидко-силових видів спорту: автореф. дис. ... д-ра наук з фіз. виховання і спорту. – К., 2006. – 39 с.
3. Ахметов Р.Ф., Кутек Т.Б. Совершенствование спортивной подготовки квалифицированных спортсменов // Здоровье, спорт, реабилитация. – Харьков, 2017. – С. 44-49.
4. Баландин В.И., Блудов Ю.М., Плахтиенко В.А. Прогнозирование в спорте. – М.: Физкультура и спорт, 2009. – 187 с.
5. Гантмахер Ф. Р. Теория матриц. 5-е изд. – М.: Физматлит, 2004. – 560 с. – ISBN 5-9221-0524-8.
6. Крамер Г. Математические методы статистики: Пер. с англ. / Под ред. академика А.Н. Колмогорова. – М.: Мир, 2005. – 648 с.
7. Kutek T. Management of technical skills of highly qualified female athletes specializing in athletic jumps / Akhmetov R., Kutek T., Shaverskiy V. // Journal of Physical Education and Sport. – 2016. – V. 16. – № 2. – (89). – P. 569-572.
8. Kutek T. Development and application of model characteristics for optimizing the educational and training process of qualified athletes / Kutek T., Akhmetov R., Vovchenko I., Dmitrenko S., Shaverskiy V., Chernyshenko T. // Journal of Physical Education and Sport. – 2018. –

References

1. Akhmetov R.F. Group statistical characteristics and factor analysis of a multidimensional set of parameters of athletes in the tasks of predicting performance // Pedagogy, psychology and medical-biological problems in physical education and sports. – 2004. – No. 6. – S. 91-104.
2. Akhmetov R.F. Theoretical and methodological foundations of the management of the system of bagatoric training of athletes in sports and strength types of sports: abstract of Ph.D. dis. ... Doctor of Science z fiz. vikhovannya and sports. – K., 2006. – 39 p.
3. Akhmetov R.F., Kutek T.B. Improving the sports training of qualified athletes // Health, sports, rehabilitation. – Kharkov, 2017. – S. 44-49.
4. Balandin V.I., Bludov Yu.M., Plakhtienko V.A. Sports forecasting. – M.: Physical culture and sport, 2009. – 187 p.
5. Gantmakher F.R., Matrix theory. 5th ed. – M.: Fizmatlit, 2004. – 560 p. – ISBN 5-9221-0524-8.
6. Kramer G. Mathematical methods of statistics: Per. from English / Ed. Academician A.N. Kolmogorov. – M.: Mir, 2005. – 648 p.
7. Kutek T. Management of technical skills of highly qualified female athletes specializing in athletic jumps / Akhmetov R., Kutek T., Shaverskiy V. // Journal of Physical Education and Sport. – 2016. – V. 16. – № 2. – (89). – P. 569-572.
8. Kutek T. Development and application of model characteristics for optimizing the educational and training process of qualified athletes / Kutek T., Akhmetov R., Vovchenko I., Dmitrenko S., Shaverskiy V., Chernyshenko T. //

V. 18. – № 2. – (138). – P. 933-936.

9. Kutek T. Improving the technology for managing the training process of qualified athletes / Kutek T., Akhmetov R., Potop V., Kostiukevych V., Mykula M., Vovchenko I., Shaverskyi V., Asauliyuk I., Dmitrenko S., Nabokov Y., Tolkach V. // *Journal of Physical Education and Sport*. – 2019. – Vol. 19, № 330. – P. 2200-2205.

10. Платонов В. Н. Периодизация спортивной тренировки. Общая теория и ее практическое применение / В. Н. Платонов. – К. : Олимп. лит., 2013. – 624 с. 56.

11. Plakhtienko V.A., Melnik V.G. Sports forecasting. – L.: VDKIFK, 1990. – 79 p.

12. Попов Г.И. Прогностическое тестирование спортсменов // *Современные достижения спортивной науки: Тезы докладов Международной конференции*. – Санкт-Петербург, 2004. – С. 102.

13. Пугачев В.С. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Наука, 2002. – 496 с.

14. Saaty L. Decision making with the analytic hierarchy process, *Int. J. Services Sciences*, Vol. 1, No. 1, 2008.

15. Harman H.H. Modern factor analysis. – University of Chicago Press, 1960. Русский перевод: Современный факторный анализ. – М.: Статистика, 2002. – 516 с.

Journal of Physical Education and Sport. – 2018. – V. 18. – № 2. – (138). – P. 933-936.

9. Kutek T. Improving the technology for managing the training process of qualified athletes / Kutek T., Akhmetov R., Potop V., Kostiukevych V., Mykula M., Vovchenko I., Shaverskyi V., Asauliyuk I., Dmitrenko S., Nabokov Y., Tolkach V. // *Journal of Physical Education and Sport*. – 2019. – Vol. 19, № 330. – P. 2200-2205.

10. Platonov V.N. Periodization of sports training. General theory and its practical application / V.N. Platonov. – K.: Olympus. lit., 2013. – 624 p. 56.

11. Plakhtienko V.A., Melnik V.G. Sports forecasting. – L.: VDKIFK, 1990. – 79 p.

12. Popov G.I. Predictive testing of athletes // *Modern achievements of sports science: Abstracts of the International Conference*. – St. Petersburg, 2004. – S. 102.

13. Pugachev V.S. Theory of Probability and Mathematical Statistics. – M.: Nauka, 2001. – 496 p.

14. Saati T.L. Decision making with the analytic hierarchy process, *Int. J. Services Sciences*, Vol. 1, No. 1, 2008.

15. Harman H.H. Modern factor analysis. – University of Chicago Press, 1960. Russian translation: Modern factor analysis. – M.: Statistics, 2002. – 516 p.

DOI: [https://doi.org/10.31652/2071-5285-2021-12\(31\)-66-72](https://doi.org/10.31652/2071-5285-2021-12(31)-66-72)

Відомості про авторів:

Кутек Т. Б.; orcid.org/0000-0001-9520-4708; zu.edu.fvsport@ukr.net; Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10008, Україна.

Ахметов Р. Ф.; orcid.org/0000-0003-3059-3604; zu.edu.fvsport@ukr.net; Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10008, Україна.

Шаверський В. К.; orcid.org/0000-0002-9068-1019; vks1308u@gmail.com; Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10008, Україна.

Скалій О. В.; orcid.org/0000-0001-7480-451X; skaliy@wp.pl; Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10008, Україна.

Толкач В. П.; orcid.org/0000-0002-2528-2345; pentat-tolkach@ukr.net; Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10008, Україна.