

УДК 796.431.071.5

**АНАЛІЗ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ МІЖ ВИСОТОЮ СТИБКА  
ТА СИЛОЮ М'ЯЗІВ КВАЛІФІКОВАНИХ СПОРТСМЕНІВ**  
*Тамара Кутек<sup>1</sup>, Рустам Ахметов<sup>1</sup>, Тетяна Скалій<sup>1</sup>, Володимир Потоп<sup>2</sup>*  
<sup>1</sup>Житомирський державний університет імені Івана Франка  
<sup>2</sup>Екологічний університет (м. Бухарест, Румунія)

**Анотації:**

**Актуальність теми дослідження.** Для ефективного управління навчально-тренувальним процесом кваліфікованих спортсменів необхідна оперативна інформація про їх спеціальну фізичну підготовленість. Швидкісно-силові якості розвиваються в процесі тренувальних занять із використанням великої кількості різноманітних фізичних вправ. Цей факт пояснює певні протиріччя, що зустрічаються в науково-методичній літературі стосовно розвитку швидкісно-силових якостей. При виборі вправ для розвитку цих якостей та визначення їх дозування суттєву допомогу надають знання характеру кореляційної залежності між висотою стрибка вгору з місця та силою м'язів, яка проявляється під час виконання стрибка. У зв'язку з цим, досить актуальною є розробка методики визначення залежності висоти стрибка від сили м'язів, швидкості збільшення ізометричного напруження, довжини та маси тіла спортсменів. **Мета дослідження** – встановити чинники від яких залежить висота стрибка у висоту з місця та дослідити різницю між характером отриманої залежності і станом спортсменів. **Матеріал і методи дослідження:** аналіз науково-методичної та спеціальної літератури, методи множинного кореляційного та регресивного аналізу, порівняльний аналіз. **Результати дослідження.** Результати кореляційного аналізу показують достовірну залежність висоти стрибка від відносної сили м'язів. Крім того, необхідно враховувати, при якій масі тіла отримано те чи інше значення відносної сили.

**Висновки.** Висота стрибка вгору з місця суттєво залежить від сили м'язів і маси тіла. Висота стрибка у волейболістів і баскетболістів при фіксованому значенні сили м'язів і маси тіла суттєво більша, ніж у важкоатлетів і представників циклічних видів спорту.

**Ключові слова:**

управління, швидкісно-силові якості, кореляційна залежність, сила м'язів, регресивний аналіз.

**Analysis of the Relationship Between the Height of the Jump and Muscle Strength of Qualified Athletes**

**Relevance of the research topic.** To effectively manage the training process of qualified athletes, operational information about their special physical fitness is necessary. Speed-strength qualities develop in the process of training sessions using a large number of different physical exercises. This fact explains certain contradictions that are found in the scientific and methodological literature regarding the development of speed-power qualities. When choosing exercises for developing these qualities and determining their dispensing, substantial knowledge is provided by knowing the nature of the correlation between the height of the jump up from the spot and the strength of the muscles involved in performing the jump. In this regard, it is quite important to develop a method for determining the dependence of the height of the jump on the strength of muscles, the rate of increase of isometric tension, length and body weight of athletes. **The purpose of the study** is to establish the factors on which the height of a high jump from a place depends, to investigate the difference in the nature of the resulting dependence and the condition of athletes. **Material and research methods:** analysis of scientific, methodological and specialized literature, methods of multiple correlation and regression analysis, comparative analysis. **The results of the study.** The results of the correlation analysis show a significant dependence of the height of the jump on the relative strength of the muscles. In addition, it is necessary to consider at what body mass one or another value of relative strength is obtained.

**Findings.** The height of the jump up from the spot essentially depends on the strength of the muscles and body mass. The jump height of volleyball and basketball players with a fixed value of muscle strength and body weight is significantly greater than in weightlifters and representatives of cyclical sports.

control, speed-power qualities, correlation dependence, muscle strength, regression analysis.

**Анализ взаимосвязи между высотой прыжка и силой мышц квалифицированных спортсменов**

**Актуальность темы исследования.** Для эффективного управления учебно-тренировочным процессом квалифицированных спортсменов необходима оперативная информация об их специальной физической подготовленности. Скоростно-силовые качества развиваются в процессе тренировочных занятий с использованием большого количества различных физических упражнений. Этот факт объясняет определенные противоречия, которые встречаются в научно-методической литературе относительно развития скоростно-силовых качеств. При выборе упражнений для развития этих качеств и определения их дозирования существенную помощь предоставляет знание характера корреляционной зависимости между высотой прыжка вверх с места и силой мышц, задействованных в выполнении прыжка. В связи с этим, довольно актуальной является разработка методики определения зависимости высоты прыжка от силы мышц, скорости нарастания изометрического напряжения, длины и массы тела спортсменов. **Цель исследования** – установить факторы, от которых зависит высота прыжка в высоту с места, исследовать разницу в характере полученной зависимости и состоянием спортсменов. **Материал и методы исследования:** анализ научно-методической и специальной литературы, методы множественного корреляционного и регрессивного анализа, сравнительный анализ. **Результаты исследования.** Результаты корреляционного анализа показывают достоверную зависимость высоты прыжка от относительной силы мышц. Кроме того, необходимо учитывать, при какой массе тела получено то или иное значение относительной силы.

**Выводы.** Высота прыжка вверх с места существенно зависит от силы мышц и массы тела. Высота прыжка у волейболистов и баскетболистов при фиксированном значении силы мышц и массы тела существенно больше, нежели в тяжелоатлетов и представителей циклических видов спорта.

управление, скоростно-силовые качества, корреляционная зависимость, сила мышц, регрессивный анализ.

**Постановка проблеми.** Швидкісно-силові якості розвиваються в процесі тренувальних занять із використанням великої кількості різноманітних фізичних вправ. Цей факт пояснює певні протиріччя, що зустрічаються в науково-методичній літературі стосовно розвитку швидкісно-силових якостей. При виборі вправ для розвитку цих якостей та визначення їх дозування суттєву допомогу надають знання характеру кореляційної залежності між висотою стрибка вгору з місця та силою м'язів, які задіяні у виконанні стрибка. У зв'язку з цим, досить актуальною є розробка методики визначення залежності висоти стрибка від сили м'язів, швидкості наростання ізометричного напруження, довжини та маси тіла спортсменів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Необхідною умовою для створення наукової теорії управління системою багаторічної підготовки кваліфікованих спортсменів є широке узагальнення практичного досвіду роботи, а також експериментальне виявлення чинників, які в більшій мірі визначають успіх у конкретному виді спорту. Значущість окремих чинників можна з достатньою достовірністю встановити шляхом визначення кореляційної залежності між ними. Ряд авторів визначили кореляційну залежність висоти стрибка від сили м'язів за допомогою коефіцієнта кореляції [1–3; 7; 10; 13]. Результати досліджень у багатьох випадках не співпадають [1; 5; 6; 8; 13]. Ці вчені не отримали статистично значущої кореляції, тоді як інші дослідники виявили достатньо високий статистично значущий коефіцієнт кореляції (0,585) [14]. Л. Оганджанов також отримав достовірний, хоча й невисокий коефіцієнт кореляції між силою м'язів і висотою стрибка (0,215) [10].

**Мета дослідження** – встановити чинники від яких залежить висота стрибка у висоту з місця та дослідити різницю між характером отриманої залежності і станом спортсменів.

**Матеріал та методи дослідження.** У дослідженні було використано наступні методи: аналіз науково-методичної та спеціальної літератури, методи множинного кореляційного та регресивного аналізу. В експериментах брали участь 104 спортсмени, що спеціалізуються у різних видах спорту. Всі досліджувані залежно від кількості використаних у тренуванні силових і стрибкових вправ були розділені на три групи:

1-а: спортсмени, тренування яких включає велику кількість вправ силового характеру з обтяженням (штангісти) – 24 особи.

2-а: спортсмени, у тренуванні яких відносно багато стрибкових вправ (волейболісти й баскетболісти) – 22 особи.

3-я: спортсмени, у тренуванні яких менше силових вправ, аніж у представників 1-ї групи, і менше стрибкових вправ, аніж у спортсменів 2-ї групи (лижники, стаєри, футболісти) – 58 осіб.

У процесі експерименту в кожного досліджуваного реєструвалися наступні показники: 1) статична сила м'язів, задіяних у стрибку; 2) крива ізометричного напруження; 3) висота стрибка вгору з місця (без маху руками); 4) маса тіла; 5) довжина тіла. Статична сила реєструвалася в положенні напівприсіду (кут у колінному суглобі  $90^\circ$ ). На плечах досліджуваного знаходилася металева поперечина, з'єднана за допомогою троса з індикаторним динамометром. Ланцюг від динамометра прикріплювався до підлоги. Перед досліджуванним ставилося завдання поступово максимально напружити м'язи. Виконувалися дві спроби з інтервалом 2 хвилини. У якості показника статичної сили брався кращий результат. У цьому ж вихідному положенні за допомогою тензодинамометра на осцилографі МПО-2 реєструвалася крива ізометричного напруження. За показник швидкості збільшення ізометричного напруження бралася максимальне значення похідної цієї кривої (середнє арифметичне для чотирьох кращих спроб із шести). Для визначення похідної кривої використовувалися методи диференціювання емпіричної функції [3]. Для п'яти точок кривої за методом найменших квадратів підбиралася парабола третього порядку. Після диференціювання рівняння цієї параболи знаходилося значення похідної в центральній точці.

Висота стрибка визначалася за кращим результатом із шести виконаних підряд спроб. При цьому до уваги бралася чиста висота стрибка, виключаючи величину витягнутої стрічки за рахунок підйому на носки.

**Результати та їх обговорення.** Для визначення надійності вимірювань було використано метод поділу тесту на дві частини (на парні й непарні вимірювання). За результатами 58 досліджуваних були розраховані коефіцієнти надійності для статичної сили м'язів, швидкості збільшення ізометричного напруження, висоти стрибка й після перерахування за формулою Спірмена–Броуна виявилися рівними відповідно 0,949; 0,903 і 0,970. Таким чином, усі вимірювання можна вважати досить надійними для використання їх у кореляційному аналізі. Нормальність розподілу зазначених ознак перевірялася для 1-ї та 2-ї груп спортсменів за допомогою критерію  $W$  [3], тому що кількість досліджуваних у них була меншою п'ятдесяти. Для 3-ї групи використовувався коефіцієнт асиметрії й критерій, побудований на відношенні середнього лінійного відхилення до середнього квадратичного. Використовувався 5-процентний рівень значущості. У жодному випадку гіпотеза нормальності не була відкинута. Коефіцієнти кореляції між досліджуваними ознаками розраховувалися окремо для кожної групи, а потім за допомогою зет-перетворення Фішера знаходилися їх середні значення.

Для вивчення залежності висоти стрибка від сили м'язів і маси тіла було розраховане рівняння множинної регресії  $\beta$ -коефіцієнтами:

$$t_1 = 0,394 \times t_2 + 0,253 \times t_3, \quad (1)$$

де  $t_1$  – висота стрибка,  $t_2$  – сила м'язів, поділена на масу тіла,  $t_3$  – маса тіла.

Усі змінні виражені в стандартизованому масштабі. Коефіцієнти регресії при  $t_2$  та  $t_3$  достовірні (відповідно при 0,1- і 1-процентному рівні значимості). Множинний коефіцієнт кореляції для рівняння (1) рівний 0,420. Додавання в рівняння регресії змінної  $t_4$  (довжина тіла) не привело до достовірного підвищення множинного коефіцієнта кореляції. Він збільшився всього на 0,001. Таким чином, результати кореляційного аналізу показують, що існує достовірна залежність висоти стрибка від відносної сили м'язів. Однак необхідно також урахувати, при якій масі тіла отримане те чи інше значення відносної сили. Між висотою стрибка та довжиною тіла статистично значимого зв'язку не встановлено.

Для з'ясування залежності висоти стрибка від швидкості збільшення ізометричного напруження за результатами 80 досліджуваних ми розраховали наступні рівняння регресії:

$$t_1 = 0,307 \times t_2 + 0,069 \times t_4, \quad (2)$$

$$t_1 = 0,249 \times t_2 + 0,097 \times t_5, \quad (3)$$

де  $t_1$  і  $t_2$  зберігають колишнє значення,  $t_4$  – швидкість збільшення ізометричного напруження, визначена як відношення максимальної похідної кривої ізометричного напруження до маси тіла, а  $t_5$  – змінна, що відбиває взаємодію сили м'язів і швидкості збільшення ізометричного напруження й визначається як їх добуток.

У рівняннях (2) і (3) коефіцієнти регресії при  $t_4$  та  $t_5$  недостовірні (критерій Стьюдента відповідно рівний 0,56 і 0,75). Таким чином, у даному дослідженні не встановлена значима залежність висоти стрибка від швидкості збільшення ізометричного напруження. Це узгоджується з результатами, отриманими раніше [1], де швидкість збільшення ізометричного напруження визначалася як тривалість досягнення сили, рівної половині максимуму. В ряді робіт зазначена властивість м'язів оцінювалася за тривалістю досягнення максимальної сили й між цим показником і висотою стрибка був установлений достовірний зв'язок [1; 2; 4; 7; 9; 13]. Це протиріччя, можливо, пояснюється тим, що ні максимальна похідна кривої ізометричного напруження, ні тривалість досягнення половини максимального зусилля не враховують швидкість збільшення ізометричного напруження в період, коли воно досягає значної величини й наближається до максимуму, а очевидно, саме ця властивість м'язів корелює з висотою стрибка.

Для вирішення другого завдання дослідження був використаний множинний лінійний регресійний аналіз. Для кожної групи досліджуваних розраховувалися рівняння регресії виду:

$$X_1 = b_1 + b_2 \times X_2 + b_3 \times X_3, \quad (4)$$

де  $X_1$  – висота стрибка,  $X_2$  – відносна сила м'язів,  $X_3$  – маса тіла.

## II. Науковий напрям

Швидкість збільшення ізометричного напруження та довжина тіла не були включені в аналіз, тому що в першій частині дослідження не було встановлено їх значимого впливу на висоту стрибка. Для перевірки гіпотези про величину коефіцієнтів регресії були використані критерії, побудовані на основі статистики мінімуму розбіжної інформації [3]. Були перевірені чотири нульові гіпотези проти однієї альтернативної, яка стверджує, що всі коефіцієнти в рівнянні (4) для всіх трьох груп спортсменів повинні бути різними.

У ході аналізу було встановлено:

1. Всі коефіцієнти в рівнянні (4) значимі.

2. При описі залежності висоти стрибка від сили м'язів і маси тіла для спортсменів усіх трьох груп можуть бути використані ті самі коефіцієнти  $b_2$  та  $b_3$ . Це означає, що зі зміною сили м'язів і маси тіла висота стрибка в спортсменів усіх трьох груп змінюється однаково.

3. Для спортсменів 1-ї (штангісти) та 3-ї (циклічні види, футбол) груп можна використовувати однакові величини коефіцієнтів  $b_1$ , у той час як для 2-ї групи (волейбол, баскетбол) цей коефіцієнт повинен бути більшим. Іншими словами, при одній і тій же силі м'язів і масі тіла спортсмени 2-ї групи стрибають вище, ніж представники двох інших груп.

Таким чином, характер співвідношення між висотою стрибка та силою м'язів у штангістів такий же, як і в представників циклічних видів спорту, а більше середнє значення висоти стрибка в спортсменів 3-ї групи зумовлене тільки більшою величиною відносної м'язової сили (див. табл. 1). У той же час спортсмени 2-ї групи мають інше співвідношення між силою м'язів і висотою стрибка, яке дає їм можливість стрибати вище представників 1-ї та 3-ї груп.

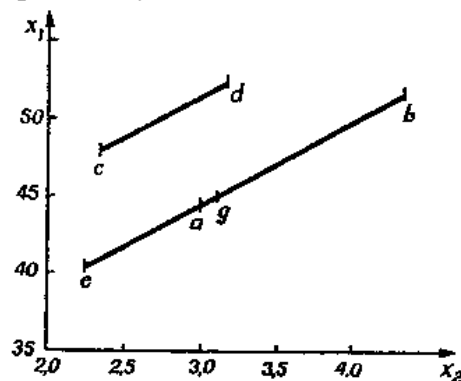
Таблиця 1

**Співвідношення між силою м'язів і висотою стрибка у спортсменів різних груп**

Групи	Середня висота стрибка, см	Відносна сила м'язів, $\bar{X}$
3-я	41	2,49
2-а	48,6	2,51
1-а	44,9	3,08

*Примітка.* Спортсмени всіх трьох груп за середніми значеннями висоти стрибка значимо відрізняються між собою. За відносною силою м'язів спортсмени 1-ї групи значимо відрізняються від представників 2-ї та 3-ї груп. Значимість відмінностей визначалася за *t*-критерієм Стьюдента.

Для ілюстрації результатів дослідження на рисунку 1 наведені лінії регресії, які показують залежність висоти стрибка від відносної сили м'язів при фіксованому значенні маси тіла (75 кг) у спортсменів усіх груп. Видно, що лінії регресії в штангістів і представників циклічних видів спорту перебувають на одній висоті й мають той самий нахил. Лінія регресії для волейболістів і баскетболістів має той же нахил, але розташована вище. Лінії регресії нанесені для інтервалів значення сили, фактично зареєстрованих у досліді в осіб, які мають масу тіла  $75 \pm 1,0$  кг.



**Рис. 1. Лінії регресії, які показують залежність висоти стрибка від відносної сили м'язів при фіксованому значенні маси тіла (75 кг):**

*1 (a – b) – для штангістів:  $X_1 = 27,9 + 5,5 \times X_2$ ; 2 (c – d) – для волейболістів і баскетболістів:  $X_1 = 34,8 + 5,5 \times X_2$ ; 3 (e – g) – для представників циклічних видів спорту:  $X_1 = 27,9 + 5,5 \times X_2$*

**Дискусія.** Дослідження ряду авторів показують, що потужність м'язів може бути збільшена принаймні двома способами: 1) за рахунок збільшення кількості активних міофіламентів у м'язах, які скорочуються; 2) за рахунок підвищення швидкості хімічних реакцій м'язів, які постачають енергію [2; 8; 10; 13]. Виходячи з цього, а також враховуючи, що висота стрибка визначається потужністю, яка розвивається м'язами у фазі відштовхування, результати даного експерименту можна інтерпретувати таким чином: тренування, характерні для спортсменів 1-ї групи, вдосконалюють, в основному, перший із зазначених чинників (очевидно, за рахунок збільшення поперечника м'язів і відсотка моторних одиниць, які залучаються до скорочення); тренування спортсменів 2-ї групи вдосконалюють другий чинник.

### Висновки:

1. Висота стрибка вгору з місця значимо залежить від сили м'язів і маси тіла ( $R = 0,42$ ).
2. Висота стрибка у волейболістів і баскетболістів при фіксованому значенні сили м'язів і маси тіла суттєво більша, ніж у штангістів і представників циклічних видів спорту.
3. Не встановлено суттєвих відмінностей у характері співвідношення між висотою стрибка та силою м'язів у штангістів і представників циклічних видів спорту.

### Список літературних джерел

1. Ахметов Р. Ф. *Теоретико-методичні основи управління багаторічною підготовкою стрибунів у висоту високого класу*. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2005. 283 с.
2. Ахметов Р. Ф. *Теоретико-методичні основи управління системою багаторічної підготовки спортсменів швидкісно-силових видів спорту*: автореф. дис. ... д-ра наук з фіз. виховання та спорту: 24.00.01 – Олімпійський та професійний спорт. Київ, 2006. 39 с.
3. Безмилов М., Шинкарук О. Педагогічне тестування баскетболістів різної кваліфікації та ігрових амплуа для ефективності змагальної діяльності. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту*. 2010. № 3. С. 8–11.
4. Баширова Л. М., Баширов Р. Р. Математическое моделирование в спорте. Ташкент: Медицина, 1988. 143 с.
5. Бобровник В. І. Рациональна система організації тренувального процесу в стрибках у висоту на етапах максимальної реалізації індивідуальних спроможностей та збереження досягнень. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту*. 2002. № 1. С. 3–11.
6. Волков Л. В. *Теория и методика детского и юношеского спорта*. К.: Олимпийская литература, 2002. 293 с.
7. Кутек Т. Б. Моделирование в процесі управління навчально-тренувальним процесом спортсменок, які спеціалізуються в легкоатлетичних стрибках. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*. 2013. Вип. 17, т. 1. С. 343–347.
8. Кутек Т. Б. *Теоретико-методичні основи управління багаторічною підготовкою кваліфікованих спортсменок, які спеціалізуються в легкоатлетичних стрибках*: автореф. дис. ... д-ра наук з фіз. виховання та спорту: 24.00.01 – Олімпійський та професійний спорт. Львів, 2014. 36 с.
9. Максименко Г. Н. *Теоретико-методические основы подготовки юных легкоатлетов*. Луганск: Альма-матер, 2007. 394 с.
10. Оганджанов А. Л. *Управление подготовкой квалифицированных легкоатлетов-прыгунов*. М.: Физическая культура, 2005. 200 с.
11. Платонов В. Н. *Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте*. К.: Олимпийская литература, 2004. 807 с.
12. Попов Г. И. Прогностическое тестирование спортсменов. *Современные достижения спортивной науки*: тезы докл. Междунар. конгр. СПб., 1994. – С. 102.
13. Стрижак А. П. *Научно-методические основы управления тренировочным процессом высококвалифицированных легкоатлетов-прыгунов*: автореф. дисс. ... д-ра пед. наук.: 13.00.04 – Теория и методика физ. воспитания, спортивной тренировки и оздоровительной физ. культуры. М., 1992. 32 с.

### References

1. Akhmetov R. F. *Theoretical and methodological bases of management of long-term preparation of jumpers in the height of a high class*. Zhytomyr: View at ZDU them. I. Franko, 2005. 283 p.
2. Akhmetov R. F. *Theoretical and methodological bases of management of the system of multi-year training of athletes of speed-power sports: author's abstract. dis ... Doctor of Science in Physics. education and sports: 24.00.01 – Olympic and professional sport*. Kyiv, 2006. 39 p.
3. Bezmirov M., Shynkaruk O. Pedagogical testing of basketball players of various qualifications and game roles for the effectiveness of competitive activities. *Theory and methods of physical education and sport*. 2010. No. 3. P. 8-11.
4. Bashirova L. M., Bashirov R. R. Mathematical modeling in sports. Tashkent: Medicine, 1988. 143 p.
5. Bobrovnik V. I. Rational system of organization of the training process in high jumps at the stages of maximum realization of individual abilities and preservation of achievements. *Theory and methods of physical education and sport*. 2002. No. 1. S. 3-11.
6. Volkov L.V. *Theory and methods of children's and youth sports*. K.: Olympic literature, 2002. 293 p.
7. Kutek T. B. Modeling in the process of management of the training process of athletes who specialize in athletics jumps. *Physical culture, sports and health of the nation*. 2013. Issue 17, t. 1. P. 343-347.
8. Kutek T. B. *Theoretical and methodical bases of management of long-term preparation of qualified athletes who specialize in athletics jumps: author's abstract. dis ... Doctor of Science in Physics. education and sports: 24.00.01 – Olympic and professional sport*. Lviv, 2014. 36 p.
9. Maksimenko G. N. *Theoretical and methodological foundations for the preparation of young athletes*. Lugansk: Alma Mater, 2007. 394 p.
10. Ogandzhanov A. L. *Management of the training of qualified athletes-jumpers*. M.: Physical culture, 2005. 200 p.
11. Platonov V. N. *System of training athletes in the Olympic sport*. K.: Olympic literature, 2004. 807 p.
12. Popov G. I. Prognostic testing of athletes. *Modern achievements of sports science: theses of the reports*. International cong. SPb., 1994. P. 102.
13. Strizhak A. P. *Scientific-methodical bases of management of the training process of highly skilled athletes-jumpers: author. diss. ... dr. ped. sciences. : 13.00.04 – Theory and methods of physical. education, sports training and*

14. Шаверський В. К. Електроміографічна оцінка ефективності відштовхування у швидкісно-силових видах легкої атлетики. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*. 2016. Вип. 20. С. 237–241.

15. Яворська Т. С. Факторний аналіз найінформативніших параметрів стрибунів у довжину з розбігу. *Молода спортивна наука України* : у 4 т. 2010. Вип. 14, т. 1. С. 375–380.

improving physical. culture. M., 1992. 32 p.

14. Shaversky V. K. Electromyographic evaluation of repulsion efficiency in speed-force types of athletics. *Physical culture, sports and health of the nation*. 2016. 20. P. 237-241.

15. Yavorska T. Y. Factor analysis of the most informative parameters of jumpers in length from run. *Young sports science of Ukraine*: 4 t. 2010. 14, t. 1. S. 375-380.

### **DOI:**

### **Відомості про авторів:**

Кутек Т. Б.; [orcid.org/0000-0001-9520-4708](https://orcid.org/0000-0001-9520-4708); [zu.edu.fvsport@ukr.net](mailto: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](https://orcid.org/0000-0003-3059-3604); [zu.edu.fvsport@ukr.net](mailto:zu.edu.fvsport@ukr.net); Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10008, Україна.

Скалій Т. В.; [orcid.org/0000-0002-6779-877X](https://orcid.org/0000-0002-6779-877X); [skaliy@wp.pl](mailto:skaliy@wp.pl); Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10008, Україна.

Потоп В. А.; [orcid.org/0000-0001-8571-2469](https://orcid.org/0000-0001-8571-2469); [vladimir\\_potop@yahoo.com](mailto:vladimir_potop@yahoo.com); Екологічний університет у Бухаресті, бульвар Василе Міля, 1G, сектор 6, Бухарест, 061341, Румунія.