

**Моделі виконання «ривка» важкоатлетками високої кваліфікації***Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника (м. Івано-Франківськ)*

**Постановка наукової проблеми та її значення.** Починаючи з 2000 р., жіноча важка атлетика отримала олімпійське визнання. Це значною мірою стимулювало зацікавленість науковців до вивчення особливостей виконання кожної, зокрема, змагальної вправи висококваліфікованими важкоатлетками [1; 3; 5; 6]. Аналіз сучасних наукових джерел демонструє, що дослідження «ривка» стосувались окремих параметрів цієї змагальної вправи, проведені з відносно невеликими вибірками спортсменок, тож не дають цілісної уяви про закономірності впливу різних чинників на змагальний результат [4; 7]. Відповідно, наше дослідження спрямоване на виявлення актуальних біомеханічних показників виконання цього руху висококваліфікованими важкоатлетками всіх вагових категорій.

**Завдання роботи** – дослідити параметри виконання «ривка» важкоатлетками високої кваліфікації; визначити основні фактори, що забезпечують успішне виконання «ривка»; побудувати математичні моделі виконання «ривка».

**Методи дослідження** – аналіз науково-методичної літератури; відеокomp'ютерний аналіз техніки виконання «ривка» важкоатлетками, призерками чемпіонатів світу, Європи та України; методи математично-статистичної обробки даних.

**Організація дослідження.** Відеокomp'ютерна фіксація змагальної діяльності важкоатлетів здійснювалася протягом 2006–2014 рр. на міжнародних змаганнях за допомогою авторської програми, яка дає змогу отримати на ПК просторово-часові характеристики руху системи «спортсмен – штанга» [2]. У дослідженнях проаналізовано успішні спроби 92 найсильніших важкоатлеток, які ставали призерами чемпіонатів світу (ЧС), чемпіонатів Європи (ЧЄ) та Олімпійських ігор (ОІ), а також 32 українських спортсменок, учасниць зазначених змагань.

Дослідження проведено відповідно до теми НДР ЛДУФК «Моделювання та прогнозування інтегральної підготовки кваліфікованих спортсменів різної статі у силових видах спорту» на 2011–2015 рр.

**Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження.** У результаті проведених досліджень встановлено кінематичні та динамічні параметри виконання змагальної вправи «ривок» важкоатлетками різних вагових категорій. Кореляційний і факторний аналіз дає змогу констатувати вирішальну роль для успішного виконання вправи, здатності спортсменок проявляти необхідний рівень прикладеної до снаряду сили й розвинутої потужності руху.

Відносна ефективність реалізації силового потенціалу, яка може бути визначена за співвідношенням сили до ваги снаряду, у призерів Європи й світу відрізняється в межах  $\pm 2\%$ . Силкові показники європейських спортсменок при виконанні ривка в різних в. к. становлять 87–95 % від аналогічних показників призерок ЧС. Українські спортсменки відносно європейських демонструють у чотирьох категоріях нижчі силкові показники 80–92 %, у трьох категоріях (до 53, до 69 і понад 75) вони неодноразово перемагали на ЧС. Відповідно, їхні силкові показники однакові або й перевищують можливості інших європейських спортсменок. Проте щодо призерок світу та ОІ співвідношення силових показників становить 73–93 %, а в середньому – 85,6 %.

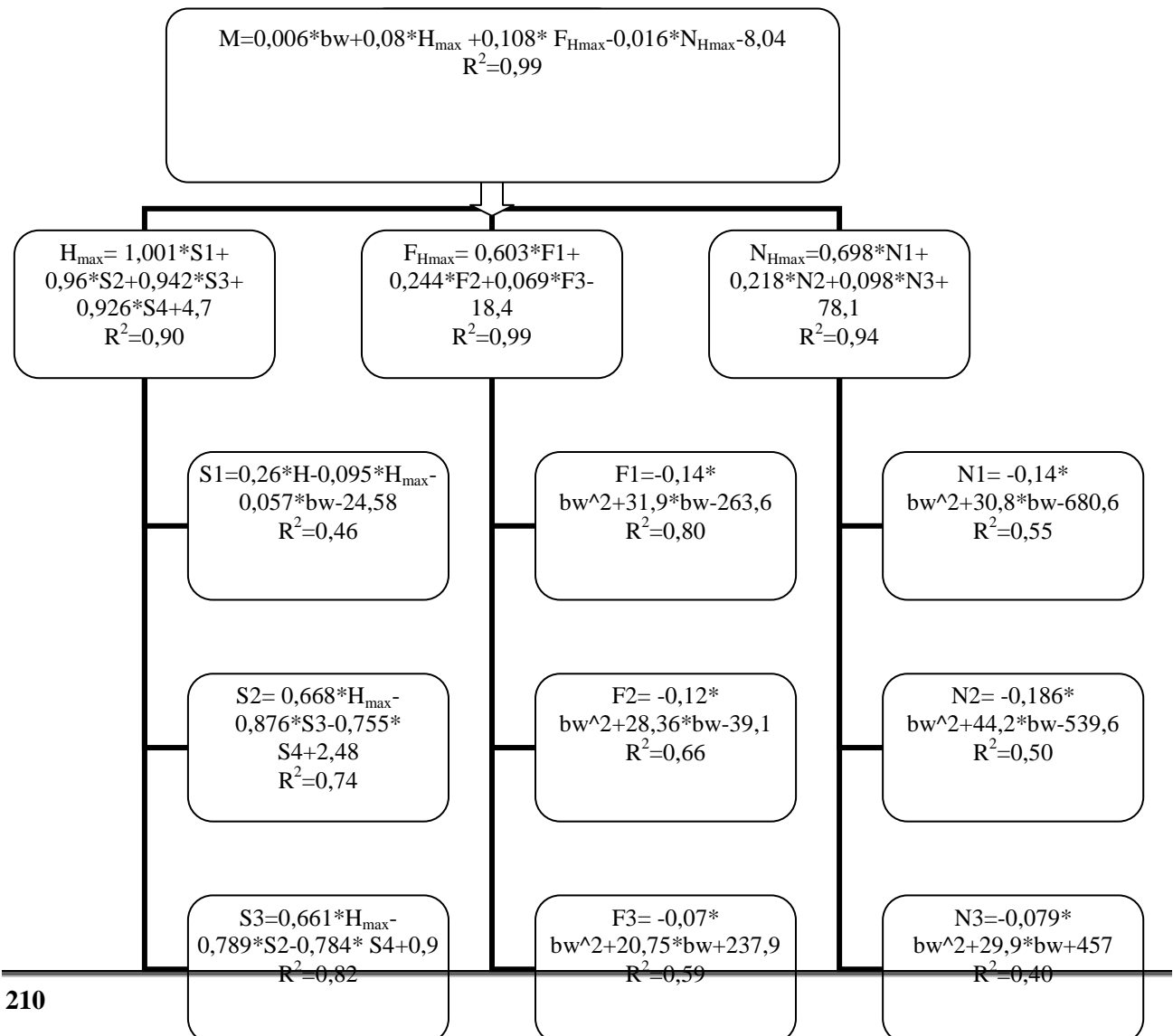
Модель середнього значення сили до досягнення максимальної висоти снаряду, залежно від власної ваги провідних спортсменок Європи та світу, описуємо формулою  $F_{\text{Hmax}} = -0,121 * bw^2 + 28,04 * bw - 150,5$  ( $R^2 = 0,81$ ), де  $bw$  – маса тіла. Зіставлення фактичних показників українських спортсменок, учасниць міжнародних змагань, крім найважчої категорії, за цим критерієм із модельним рівнем дає середнє значення 91,9 %. Структура показників потужності демонструє зростання до третьої фази. У більшості кращих атлеток світу потужність у третій фазі в 1,5 раза вища, порівняно з другою. Українські спортсмени додають у середньому в цій фазі не більше 20 %. Співвідношення потужності, яка розвивається під час руху снаряду до досягнення максимальної швидкості, до власної ваги спортсменів приблизно однакове для всіх в. к., крім найважчої, і, відповідно, може бути використаним як універсальний критерій оцінки фізичного потенціалу спортсменок.

Модель середнього значення потужності до досягнення максимальної висоти снаряда, залежно від власної ваги провідних спортсменок Європи й світу, описуємо за допомогою формули  $N_{H_{max}} = -0,149 * bw^2 + 34,21 * bw - 477,2$  ( $R^2 = 0,67$ ). Аналіз тенденцій для всіх вагових категорій ритмічної структури виконання «ривка» є підставою стверджувати, що часові параметри виконання ривка українськими важкоатлетками відрізняються від аналогічних показників кращих спортсменок Європи та світу швидшим рухом від моменту відриву штанги від помосту до досягнення рівня колін. Також швидшим є рух снаряда до початку відриву п'яток від помосту, проте вихід на пальці стопи триває довше, ніж у більшості суперниць, триваліший час виконується «безопорна» та «амортизаційна» фази, що підтверджує попередні дослідження [1; 4; 6]. Українки швидше досягають  $V_{max}$ . Відносні й абсолютні показники потужності в першій фазі для всіх трьох вибірок достатньо близькі, але вже в третій фазі українки розвивають потужність 263 % від першої фази, європейські – 291 %, світові призерки – 313 %.

Сукупність антропометричних показників спортсменок, кінематичних і динамічних параметрів змагальної вправи «ривок» дає змогу побудувати трирівневу лінійно-поліноміальну модель відповідності змагального результату зазначеним показникам і залежностей показників другого рівня від параметрів даних за окремими фазами й власною вагою атлеток (рис. 1).

Кожен із показників другого рівня моделі можна виразити також у вигляді поліноміальної залежності із власною вагою спортсменок, що дає можливість будувати цифрові моделі для спортсменок різних вагових категорій.

Кожен із показників на найвищому рівні блок-схеми також співвідноситься з показниками за трьома першими фазами руху згідно з наведеними формулами на другому рівні схеми, а ті, зі свого боку, мають поліноміальну залежність від власної ваги атлеток. Підставляючи в схему власну вагу спортсменок ( $bw$ ), отримуємо числові значення за кожною з наведених фаз руху.



**Рис. 1.** Модель залежності результату важкоатлеток у змагальній вправі «ривок» від антропометричних та кінематичних і динамічних параметрів

Примітки.

$F$  – розподіл імовірності 5E-159, при  $t$  – значення:  $bw = 2,9$ ;  $H_{max} = 22,5$ ;  $F_{H_{max}}=335$ ;  $F_{H_{max}} = -73,7$ , для  $t$  – значення розподілу Стьюдента ( $>0,001$ ) 3,4.

$M$  – результат;  $bw$  – маса тіла;  $H_{max}$  – максимальна висота підняття снаряда;  $S1, S2, S3$  – шлях снаряда в 1, 2, 3 фазі;  $F1, F2, F3$  – сила в 1, 2, 3 фазі;  $N1, N2, N3$  – потужність у 1, 2, 3 фазах.

Кінематичні показники окремих фаз залежать від довжини тіла  $H$  і ритмічної структури вправи у всіх фазах, крім першої. Збільшення тривалості руху в другій фазі компенсується коротшим шляхом у третій та навпаки. Динамічні показники сили за фазами  $F1, F2, F3$  і потужності  $N1, N2, N3$  на третьому рівні моделі представлено у вигляді поліноміальних залежностей із вагою спортсменок, що також дає цифрові модельні орієнтири для різних вагових категорій.

Між власною вагою й результатом у ривку кореляція 0,84, між результатом та висотою підйому в першій фазі – 0,34, а з максимальною висотою підйому – 0,59. Тілобудова, а точніше – зріст спортсменок, меншою мірою визначає кінематику та динаміку руху, порівняно з чоловіками.

Факторний аналіз кінематичних і динамічних параметрів виконання руху спортсменками дає змогу описати два головні фактори, які одночасно пов'язані з низкою параметрів. Перший найважливіший фактор визначає 55,3 % дисперсії, має найвищий взаємозв'язок, передусім, із силовими параметрами початкових трьох фаз руху (0,8-0,98) та останньої шостої (0,72), у якій активно гальмується рух снаряду вниз. Взаємозв'язок із потужністю в перших трьох фазах – (0,72–0,92). Взаємозв'язок із такими показниками, як сила, яка прикладається до снаряда до досягнення найвищої швидкості руху та найвищої висоти, перебуває в межах 0,99. Він пов'язаний також із власною вагою (0,88) та кінематичними просторовими параметрами, які визначаються значною мірою зростом спортсменки й довжиною верхніх кінцівок, зокрема 0,83 до найвищої висоти підйому снаряда, 0,78 із загальною висотою фіксації 0,88 та шириною хвату 0,88. Оскільки фактор детермінується показниками сили, потужності, а також згаданими кінематичними параметрами, які залежать від параметрів зросту та ваги спортсменок, то назвемо перший фактор також, як і в чоловіків, антропометрично-силовим.

Другий фактор визначається параметрами «безопорної» фази, дає 16,2 % загальної дисперсії. Цей фактор має високий позитивний взаємозв'язок зі шляхом (0,85), силою (0,91) і потужністю (0,85) в цій фазі.

Отримані дані доповнюють і розширюють знання щодо кінематичної [4; 5; 6], ритмічної [1] та динамічної [3] біомеханічної структури виконання важкоатлетичної змагальної вправи «ривок» висококваліфікованими спортсменками.

**Висновки.** У результаті проведеного дослідження визначено кінематичні та динамічні параметри, необхідні для успішного виконання «ривка», їх кореляційний зв'язок зі змагальним результатом і факторну вагу. Побудовано математичну модель, що дає змогу визначити необхідний рівень досліджуваних показників для спортсменок різних вагових категорій або спрогнозувати результат залежно від їх рівня.

Для спортсменок властива ритмічна й кінематична структура виконання «ривка», яка характеризується нарощуванням швидкості переміщення снаряда включно до третьої фази, вищою швидкістю руху снаряда та довшим амортизаційним шляхом, порівняно з чоловіками.

Для підвищення змагальних результатів потрібно приводити у відповідність до встановлених модельних параметрів призерів чемпіонатів світу та Європи індивідуальні дані українських спортсменок, зокрема силові показники варто підвищити в середньому на 15 %.

**Перспективи подальших досліджень.** Планується провести щодо моделювання алгоритму тренувальні дії для формування ефективної техніки виконання «ривка» залежно від індивідуальних особливостей спортсменок.

#### Джерела та література

1. Малютіна А. Н. Значение ритмо-временной структуры в технике рывка у женщин-тяжелоатлеток : автореф. дис. ... канд. пед. наук : [спец.] 13.00.04 / А. Н. Малютіна ; МОГИФК. – Малаховка, 2008.– 24 с.
2. Мочернюк В. Б. Комп'ютерна програма «Координата» : а.с. № 1173 Україна / В. Б. Мочернюк, В. Д. Мартин. – заявл. 04.05.1998.
3. Олешко В. Г. Структура техніки рывка и толчка у тяжелоатлетов высокой квалификации различного пола / В. Г. Олешко, В. В. Гамалий, О. В. Антонюк, А. В. Иванов // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту : зб. наук. пр. / за ред. С. С. Єрмакова. – 2013. – № 7. – С. 39–44.

4. Товстоног О. Кінематичні характеристики техніки ривка важкоатлетів високої кваліфікації з різними антропометричними даними / Олександр Товстоног, Володимир Науменко, Назар Печений // Молода спортивна наука України : зб. наук. пр. з галузі фіз. виховання, спорту і здоров'я людини / за заг. ред. Євгена Приступи. – Львів, 2011. – Вип. 15, т. 1. – С. 325–332.
5. Akkus Hasan. Kinematic analysis of the snatch lift with elite female weightlifters during the 2010 world weightlifting championship / Hasan Akkus // Journal of Strength & Conditioning Research. – 2012. – Vol. 26 (4). – P. 897–905.
6. Erbil Harbili. A gender-based kinematic and kinetic analysis of the snatch lift in elite weightlifters in 69-kg category / Erbil Harbili // Journal of Sports Science and Medicine. – 2012. – Vol. 11. – P. 162–169.
7. Shahram Lenjan Nejadian. Mathematical modeling and optimization of snatch lift technique / Shahram Lenjan Nejadian, Mostafa Rostami // XXV International Symposium on Biomechanics in Sports. – Ouro Preto ; Brazil, 2007. – P. 119–122.

#### Анотації

У роботі досліджено біомеханічні параметри виконання першої важкоатлетичної змагальної вправи «ривок» призерами чемпіонатів світу, Європи та Олімпійських ігор серед жінок. Проведено кореляційний аналіз і визначено фактори, що впливають на змагальний результат. Побудовано математичні моделі залежностей виконання «ривка» від антропометричних параметрів спортсменок, кінематичних і динамічних характеристик руху снаряда.

**Ключові слова:** важка атлетика, ривок, спортсменки, факторний аналіз.

**Владислав Мочернюк. Модели исполнения «рывка» тяжелоатлетками высокой квалификации.** В работе исследованы биомеханические параметры выполнения первого тяжелоатлетического соревновательного упражнения «рывок» призерами чемпионатов мира, Европы и Олимпийских игр среди женщин. Проведен корреляционный анализ и определены факторы, влияющие на соревновательный результат. Построенные математические модели зависимостей выполнения «рывка» от антропометрических параметров спортсменок, кинематических и динамических характеристик движения снаряда.

**Ключевые слова:** тяжелая атлетика, рывок, спортсменки, факторный анализ.

**Vladyslav Mocherniuk. Models of Carrying-out «Snatch» by Weightlifters of High Qualification.** In the work it is examined biomechanical parameters of performing of the first weightlifting competition exercise «snatch» by the winners of the Championships of the World, Europe and the Olympic Games among women. It was conducted the correlation analysis and defined the factors that influence the result of a competition. Formation of mathematical model of dependencies of «snatch» performance from anthropometric, kinematic and dynamic parameters of female athletes.

**Key words:** weightlifting, snatch, female athletes, factor analysis.