

## Метод сигмальних відхилень та шкала регресії в моделюванні технічної підготовленості футболістів

Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки (м. Луцьк)

### Анотація:

**Актуальність.** Ефективне управління тренувальним процесом юних футболістів пов'язане з розробкою й використанням різних модельних нормативів, які сприяють оптимізації процесу спортивної підготовки та участі в змаганнях спортсменів. Важливу роль у цьому відіграють математичні методи, які дають змогу перевіряти надійність суджень і припущень. Однак практичні приклади моделювання в дитячо-юнацькому футболі на сьогодні розроблені не достатньо. **Завдання роботи** – обґрунтувати застосування методу сигмальних відхилень у моделюванні технічної підготовленості футболістів. **Результати роботи.** Розроблено графіки-моделі розрахунку довжини та маси тіла для юнаків, які займаються футболістом. Це дасть змогу проводити адекватний підбір фізичних навантажень під час тренувань, урахувавши тісний взаємозв'язок між довжиною й масою тіла спортсменів, що тим самим попередить випадки перетренованості для функціонально ослаблених футболістів. **Висновки.** Широкий спектр методів математики та їх адекватне застосування створюють певні проблеми й труднощі в роботі фахівців. Вони пов'язані з наявністю великої кількості інформації, яка постійно доповнюється, змінюється та має динамічний характер. Моделювання з використанням шкал регресії дає змогу подолати основний недолік методики сигмальних відхилень, а саме відокремлений характер оцінювання кожної ознаки. Оцінні таблиці в цьому випадку враховують кореляційну залежність між показниками, а отже, більш ґрунтовно оцінюють розвиток показника за сукупністю взаємопов'язаних ознак.

**Артем Федецький. Метод сигмальних відхилень і шкала регресії в моделюванні технічної підготовленості футболістів.** **Актуальность.** Эффективное управление тренировочным процессом юных футболистов связано с разработкой и использованием различных модельных нормативов, которые способствуют оптимизации процесса спортивной подготовки и участия в соревнованиях спортсменов. Важную роль в этом играют математические методы, которые позволяют проверять надежность суждений и предположений. Однако практические примеры моделирования в детско-юношеском футболе на сегодня разработаны недостаточно. **Задачи работы** – обосновать применение метода сигмальних відхилень в моделюванні технічної підготовленості футболістів. **Результаты работы.** Разработаны графики-модели расчета длины и массы тела для юношей, которые занимаются футболом. Это позволит проводить адекватный подбор физических нагрузок во время тренировок, учитывая тесную взаимосвязь между длиной и массой тела спортсменов, тем самым предотвратит случаи перетренированности для функционально ослабленных футболистов. **Выводы.** Широкий спектр методов математики и их адекватное применение создают определенные проблемы и трудности в работе специалистов. Они связаны с наличием большого количества информации, которая постоянно дополняется, изменяется и имеет динамический характер. Моделирование с использованием шкал регрессии позволяет преодолеть основной недостаток методики сигмальних відхилень, а именно обособленный характер оценивания каждого признака. Оценочные таблицы в этом случае учитывают корреляционную зависимость между показателями, следовательно более основательно оценивают развитие показателя по совокупности взаимосвязанных признаков.

**Artem Fedetskyi. The Method of Sigmal Deviations and the Scale of Regression in Modeling the Technical Preparedness of Footballers.** **Actuality.** The effective management of young footballers' training depends on the working out and using of the different model standards, which contribute to the optimization of training and athletes' participation in competitions. An important role is played by mathematical methods that suggest verifying the validity of judgments and assumptions. However, the practical methods of modeling in youth football haven't been elaborated today. Aim of the research: to justify the application of the method of sigmal deviations in the modeling of the technical preparedness of the footballers. **Results.** The graphic models for calculating the length and mass of boys' bodies, who play football have been given. This will allow the adequate selection of physical load in accordance with close correlation between the length and the weight of the athletes' bodies during the training, and as a result prevent cases of overtraining for functionally weak footballers. **Conclusions.** A wide range of mathematical methods and their adequate application create certain problems and difficulties in the work of professionals. They are caused by the great amount of information that is constantly updated, changed, and is of dynamic nature. The modeling with the regression scales suggests overcoming the main disadvantage in the method of sigmal deviations, namely the isolated nature of the assessment of each characteristic. Scorecards, in this case, take into account the correlation between parameters; hence they evaluate more thoroughly the development of the indicator on the summation of interrelated features.

**Ключові слова:**

моделювання, футбол, математичний метод, сигмальне відхилення, шкала регресії.      моделирование, футбол, математический метод, сигмальное отклонение, шкала регрессии.      modeling, football, mathematical methods, signal deviation, regression scale.

**Вступ.** Науковими дослідженнями доведено доцільність розробки та впровадження в практику тренувального процесу футбольних команд модельних нормативів, які б сприяли процесам відбору та контролю [1; 3; 4; 6; 10; 14], адже в процесі тренувальних занять існує реальна небезпека перетренованості для функціонально ослаблених футболістів [7; 8; 9; 13].

Слабкість функціональних систем простежено в тих, у яких розвиток систем організму може не встигати за інтенсивними процесами становлення тотальних розмірів тіла [2; 5; 11; 12].

У результаті створюється суперечність: з одного боку, акселерованим дітям украй потрібні фізичні навантаження, якими їх можуть забезпечити заняття футболом, а з другого – існує небезпека перетреновання, пов'язана з високим навантаженням. На нашу думку, це можна вирішити за допомогою втілення в практику футболу ефективних і доступних методів контролю фізичного розвитку.

**Мета дослідження** – обґрунтувати застосування методу сигмальних відхилень у моделюванні технічної підготовленості футболістів.

**Матеріал і методи дослідження** – аналіз та узагальнення літературних джерел, аналіз, синтез, методи математичної статистики.

**Результати дослідження. Дискусія.** Будь-який процес може бути представлений у вигляді математичної моделі, у якій основними параметрами результату процесу є середнє значення й стандартне відхилення. Параметр «середнє значення» відповідає на питання щодо того, як працює процес у середньому та позначається символом  $\mu$  (мю) або  $\bar{x}$ . Стандартне відхилення (англ. *standard deviation*) – дуже поширений показник розсіювання в описовій статистиці й позначається символом  $\sigma$  (сигма) або  $s$ . За умови якщо величина достеменно відома, а не отримана в результаті обробки вибірки, потрібно користуватися  $\sigma$  та  $\mu$ . Якщо величина отримана внаслідок обробки вибірки – уживати  $\bar{x}$  і  $s$ .

Стандартне відхилення можна виразити за допомогою формули:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2},$$

що звучить як корінь із суми квадратів різниць між елементами вибірки й середнім, поділений на кількість елементів у вибірці. Якщо кількість елементів у вибірці не перевищує 30, то знаменник дроба під коренем набуває значення  $n - 1$  (поправка Бесселя). Інакше використовується  $n$ .

Обчислення сигми – складний процес, який можна спростити, використовуючи основну програму обробки даних *Microsoft Excel*. Для цього в «Майстер функцій» у категорії «Статистичні» потрібно обрати функцію СТАНДОТКЛОН.В для вибірки, або СТАНДОТКЛОН.Г для генеральної сукупності (рис. 1).

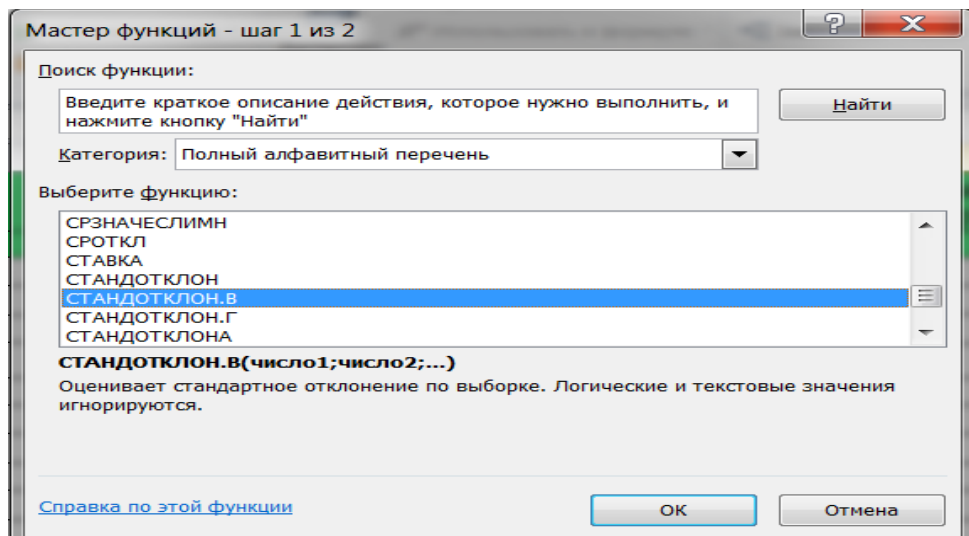


Рис. 1. Діалогове вікно «Майстер функцій» у *Microsoft Excel*

У діалоговому вікні «Аргументи функції» в «число 1» увести значення числових аргументів (діпазон C4:C26 табл. 5.2), для яких визначається середнє відхилення (рис. 2).

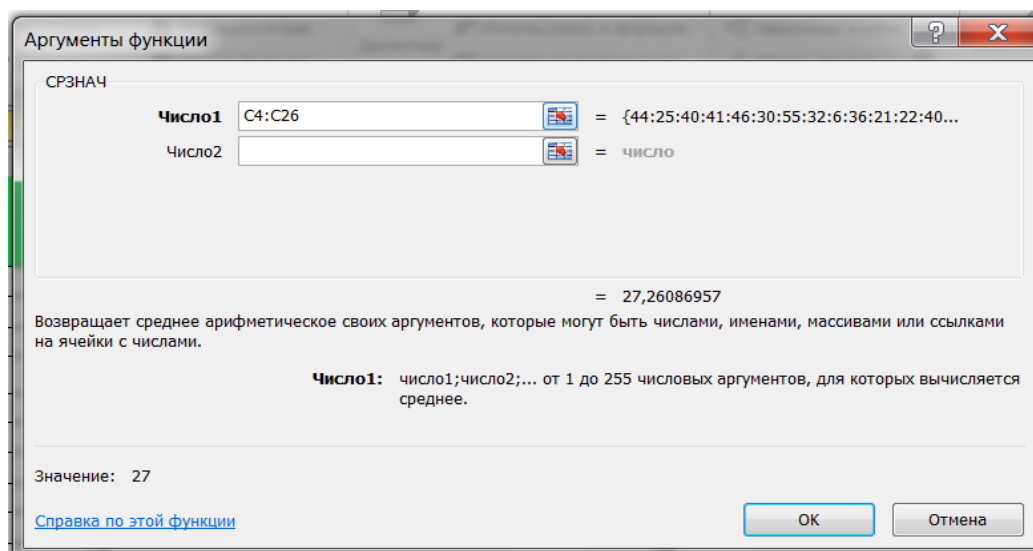


Рис. 2. Діалогове вікно «Аргументи функції» в Microsoft Excel

Метод сигмальних відхилень передбачає порівняння кожної індивідуальної ознаки із середньо-зваженою арифметичною величиною для цієї ознаки, що дає змогу визначити її фактичне відхилення від нормативних значень. Відхилення ( $\sigma$ ) надає інформацію про те, на яку величину сигма у більшу або меншу сторону відрізняється досліджуваній показник від середнього, властивого цьому обстежуваному.

У табл. 1 – приклад п'ятибальної шкали модельних характеристик жонглювання м'ячем для 10-річних футболістів. Для обчислення нормативу, за який можна отримати один бал, від середнього значення віднімали сигму, помножену на 1,5. Для двох балів – від середнього віднімали сигму, помножену на 0,75. Три бали відповідали середньому арифметичному значенню вибірки. Чотири бали нормативу отримували додаванням до середнього сигми, помноженої на 0,75, п'ять – додаванням до середнього сигми, помноженої на 1,5. Відповідно, один бал відповідає низькому рівню підготовки, два бали – рівню, що нижчий за середній, три – середньому, чотири – вищому за середній і п'ять – високому.

Таблиця 1

П'ятибальна шкала модельних характеристик жонглювання м'ячем 10-річних футболістів, розроблена в Microsoft Excel на основі сигмальних відхилень

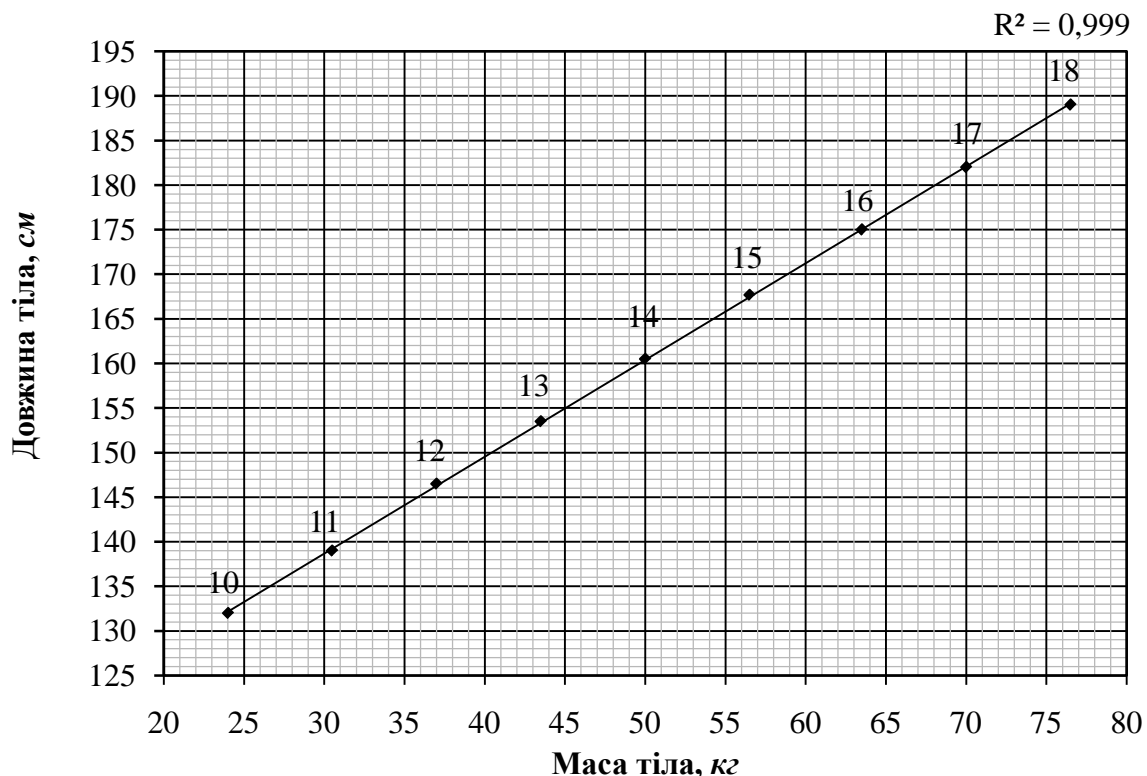
п/п		П.І.П		Жонглювання м'ячем, кількість (кращий результат з 3-х спроб)	
		результат		оцінка	
4	1	Козловський Д	44		4
5	2	Даценко А	25		2
6	3	Єрошенко В	40		4
7	4	Гаврилов А	41		4
21	18	Волошук М	29		3
22	19	Дирда І	22		2
23	20	Шевчук О	22		2
24	21	Пірожук А	16		1
25	22	Олійник Д	14		1
26	23	Благовірний М	4		0
Бал	Рівень розвитку	Норматив	Діапазон даних	Формула	
5	Високий рівень	48	$\bar{x} + s * 1,5$	=СРЗНАЧ(C4:C26)+СТАНДОТКЛОН.В(C4:C26)*1,5	
4	Вище середнього	38	$\bar{x} + s * 0,75$	=СРЗНАЧ(C4:C26)+СТАНДОТКЛОН.В(C4:C26)*0,75	
3	Середній рівень	27	$\bar{x}$	=СРЗНАЧ(C4:C26)	
31	Нижче середнього	17	$\bar{x} - s * 0,75$	=СРЗНАЧ(C4:C26)-СТАНДОТКЛОН.В(C4:C26)*0,75	
32	Низький рівень	7	$\bar{x} - s * 1,5$	=СРЗНАЧ(C4:C26)-СТАНДОТКЛОН.В(C4:C26)*1,5	

Зауважимо, що в наведеному прикладі використання значення 0,75 та 1,5 сигм зумовлено великим розсіюванням даних, що не дає змогу застосовувати правило трьох сигм. Недолік моделювання методом сигмальних відхилень – те, що величини показників оцінюються окремо без урахування їх взаємозв'язку. Наприклад, певній довжині тіла спортсмена повинна відповідати визначена величина маси тіла й окружності грудної клітки, тобто фізичний розвиток має бути гармонійним. Цей недолік усувається при використанні методів моделювання за шкалами регресії.

Моделювання з використанням шкал регресії дає змогу подолати основний недолік методики сигмальних відхилень, а саме відокремлений характер оцінювання кожної ознаки. Оцінні таблиці в цьому випадку враховують кореляційну залежність між показниками, а отже, більш ґрунтовно оцінюють розвиток показника за сукупністю взаємопов'язаних ознак.

Для цього нами розроблено графіки-моделі розрахунку довжини та маси тіла для юнаків, які займаються футболом. Розробка графіка має математичне підґрунтя. Багатьма дослідженнями встановлено тісний кореляційний взаємозв'язок між довжиною й масою тіла. Ми також виявили тісний взаємозв'язок між довжиною та масою тіла осіб, які займаються футболом. Коефіцієнт кореляції був від  $r=0,930$  і вище. Керуючись цим, на графік прямої взаємозв'язку маси та довжини тіла нанесли числові значення показників, що отримані нами методом математичних розрахунків. Як наслідок, масмо просту й доступну для використання на практиці модель визначення оптимального співвідношення маси та довжини тіла хлопців, які займаються футболом. Для цього достатньо знати один показник (масу або довжину тіла).

Розглянемо практичний приклад розрахунку оптимальної маси та довжини тіла за графіком. Один із футболістів, котрий брав участь у наших дослідженнях, – *Богдан Ц.* – має довжину тіла 178 см. Із графіка очевидно, що ця величина пересікається з масою тіла в точці 66 кг, тому це і є рекомендована маса тіла для вказаного спортсмена. Насправді його маса становила на момент обстеження 64 кг, що засвідчує її незначну недостатність. Водночас вік футболіста був 15 років. На графіку рис. 3 маркерами позначено середні вікові значення показників.



**Рис. 3.** Графік-модель розрахунку довжини й маси тіла юних футболістів на основі використання шкал регресії в Microsoft Excel

Зважаючи на це, можна зробити висновки, що довжина й маса тіла обстеженого перевищували вікові стандарти та відповідали значенням 16-річних. Цей чинник потрібно враховувати тренерам, оскільки можна припустити, що для обстеженого характерні пубертатний стрибок й антропометричні

показники випереджають розвиток функціональних систем. Не адекватний підбір фізичних навантажень під час тренувань може спричинити негативні наслідки.

Ще в одного досліджуваного цього ж віку *Вадима М.* довжина тіла становила 164 см, маса – 51,5 кг. Із графіка-моделі бачимо, що маса тіла нижча від норми й повинна відповідати 53,5 кг. Загалом реальні показники обстеженого дещо нижчі від модельних для 15-річного віку. Це, зі свого боку, також слугує сигналом для тренерів. Якщо юний футболіст генетично схильний до більш високих антропометричних даних, то відставання від модельних норм може вказувати на надмірну перенавантаженість тренувального процесу, унаслідок чого ресурси організму переключаються з ростових процесів на енергетичні. У такому випадку доцільно зменшити рівень фізичних навантажень і більш ретельно стежити за режимом харчування та відпочинку юного спортсмена. Якщо ж юний футболіст генетично має схильність до невисокого зросту, то відставання від модельних норм не повинне викликати занепокоєння. Однак потребує систематичного контролю та уваги маса тіла.

**Висновки.** Важливе місце в прогнозуванні та моделюванні приділяється математичним методам, що дають змогу виявляти особливості, закономірності, тенденції, перевіряти надійність суджень і припущень. Межі застосування математичних методів настільки широкі, наскільки широке коло прогнозів та моделей у футболі. Велике різноманіття методів математики, їх адекватне застосування створюють певні проблеми та труднощі в роботі фахівців. Вони пов'язані з наявністю великої кількості інформації, яка постійно доповнюється, змінюється й має динамічний характер.

Моделювання з використанням шкал регресії дає змогу подолати основний недолік методики сигмальних відхилень, а саме відокремлений характер оцінювання кожної ознаки. Оцінні таблиці в цьому випадку враховують кореляційну залежність між показниками, а отже, більш ґрунтовно оцінюють розвиток показника за сукупністю взаємопов'язаних ознак.

**Перспективи подальших досліджень** полягають у визначенні комплексних показників прогнозування технічної підготовки футболістів.

#### Джерела та література

1. Баландин В. К. Прогнозирование в спорте / В. К. Баландин, Ю. М. Блудов, В. А. Плахтиенко. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – 193 с.
2. Белікова Н. О. Оздоровлення студентів спеціальної медичної групи засобами аеробних фітнес-програм / Н. О. Белікова // Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві : зб. наук. пр. Східноєвроп. нац. ун-ту ім. Лесі Українки / уклад. А. В. Цьось, С. П. Козіброцький. – Луцьк : Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2015. – № 1 (29). – С. 31–35.
3. Дулібський А. В. Моделювання тактичних дій у процесі підготовки юнацьких команд з футболу : автореф. дис. ... канд. наук з фіз. виховання і спорту : спец. 24.00.01 «Олімпійський і професійний спорт» / Дулібський Андрій Васильович ; НУФВСУ. – К., 2001. – 19 с.
4. Заволодько А. Э. Прогнозирование результатов футбольных матчей на основе нечеткого многокритериального анализа / А. Э. Заволодько, М. И. Рыщенко // Системы обработки информации. – 2009. – №. 3. – С. 129–131.
5. Индика С. Я. Обізнаність хворих після інфаркту міокарда про роль фізичної активності у вторинній профілактиці та чинники, що її визначають / С. Я. Индика, А. В. Ягенський // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту – Х., 2010. – № 4. – С. 52–55.
6. Мезенцева Л. В. Математическое моделирование в биомедицине / Л. В. Мезенцева, С. С. Перцов // Вестник новых медицинских технологий. – 2013. – Т. XX, № 1. – С. 11–14.

#### References

1. Balandin, V. K., Bludov, Yu. M. & Plakhtyenko, V. A. (1986). Prohnozirovanie v sporte [Forecasting in sport]. M. : Fizkultura i sport, 193.
2. Bielikova, N. O. (2015). Ozdorovlennia studentiv spetsialnoi medychnoi hrupy zasobamy aerobnykh fitnes-prohram [Health improvement of students of a medical group by means of aerobic fitness programs]. *Fizychnе vykhovannia, sport i kultura zdorovia u suchasnomu suspilstvi* : zb. nauk. pr. Skhidnoievrop. nats. un-tu im. Lesi Ukrainky, Lutsk : Skhidnoievrop. nats. un-t im. Lesi Ukrainky, no. 1 (29), 31–35.
3. Dulibskiyi, A. V. (2001). Modeliuvannia taktychnykh dii u protsesi pidhotovky yunatskykh komand z futbolu : avtoref. dys. kand. nauk z fiz. vykhovannia i sportu : spets. 24.00.01 «Olimpiiskiyi i profesiinyyi sport» [Modeling tactical activity in preparing youth football teams], NUFVUSU. – K., 19.
4. Zavolodko, A. E. & Ryshchenko, M. Y. (2009). Prohnozirovanie rezultatov futbolnykh matchei na osnove nechetkoho mnohokriterialnogo analiza [Predicting the results of football matches on the basis of fuzzy multi-criteria analysis]. *Systemy obrobky informatsii*, no. 3, 129–131.
5. Indyka, S. Ya. & Yahenskiy, A. V. (2010). Obiznanist khvorykh pislia infarktu miokarda pro rol fizychnoi aktyvnosti u vtorynnii profilaktytsi ta chynnyky, shcho yii vyznachaiut [Knowledge of patients after myocardial infarction on the role of physical activity in secondary prevention and factors that determine its]. *Pedahohika, psykholohiia ta medyko-biologichni problemy fizychnoho vykhovannia i sportu*, Kharkiv, no. 4, 52–55.
6. Mezentseva, L. V. & Pertsov, S. S. (2013). Matematicheskoe modelirovanie v biomeditsine [Mathematical modeling in biomedicine]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnolohii*, T. KhX, no. 1, 11–14.

7. Никитин Д. В. Моделирование специализированных стандартных упражнений в учебно-тренировочном процессе юных футболистов / Д. В. Никитин, П. Г. Дегтяренко // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. – 2009. – № 4.
8. Пантік В. В. Особливості ідеомоторного тренування волейболістів / В. В. Пантік, О. П. Митчик, К. Ф. Жигун // Молодіжний науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі українки. – Луцьк, 2007. – С. 77–80.
9. Платонов В. Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В. Н. Платонов. – Киев : Олимп. лит., 1997. – 583 с.
10. Рода О. Б. Тенденції наукових досліджень спортсменок в аспекті статевих особливостей / О. Б. Рода, І. І. Маріонда // Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві : зб. наук. пр. Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки. – Луцьк, 2012. – № 4 (20). – С. 473–477.
11. Цьось А. Рівень фізичної активності студентів вищих навчальних закладів / А. Цьось, Ю. Бергер, О. Сабіров // Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві : зб. наук. пр. Східноєвроп. нац. ун-ту ім. Лесі Українки. – Луцьк : Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2015. – № 3 (31). – С. 202–210.
12. Цьось А. В. Педагогічна діагностика в процесі навчання фізичної культури учнів загальноосвітніх навчальних закладів / А. В. Цьось, Г. О. Гац // Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві : зб. наук. пр. Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2012. – № 4 (20). – С. 201–209.
13. Шамардин В. Н. Моделирование подготовленности квалифицированных футболистов : учеб. пособие / В. Н. Шамардин. – Днепропетровск : Пороги, 2002. – 200 с.
14. Штовба С. Д. Прогнозирование результатов футбольных матчей на основе нечетких правил / С. Д. Штовба, В. В. Видюк // Вестник молодых ученых. – Серия «Экономические науки». – 2002. – № 1. – С. 57–64.
7. Nikitin, D. V. & Dehtiarenko, P. H. (2009). Modelirovanie spetsializirovannykh standartnykh upravnenii v uchebno-trenirovochnom protsesse yunykh futbolistov [Simulation of specialized standard exercises in training of young football players]. *Uchenye zapiski universiteta im. P. F. Leshafta*, no. 4.
8. Pantik, V. V., Mytchik, O. P. & Zhyhun, K. F. (2007). Osoblyvosti ideomotorного trenuvannia [Features of ideomotor training of volley-ballers]. *Molodizhnyi naukovyi visnyk Volynskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi ukrainky*, Lutsk, 77–80.
9. Platonov, V. N. (1997). *Obshchaia teoriya podgotovki sportsmenov v olimpiiskom sporte* [The general theory of athletes training in Olympic sports]. Kyev: Olimpiiskaia literatura, 583.
10. Roda, O. B. & Marionda, I. I. (2012). Tendentsii naukovykh doslidzhen sportsmenok v aspekti statevykh osoblyvostei [Trends in research athletes' terms of sexual features]. *Fizychne vykhovannia, sport i kultura zdorovia u suchasnomu suspilstvi*, Lutsk, no. 4 (20), 473–477.
11. Tsos, A., Berhier, Yu. & Sabirov, O. (2015). Riven fizychnoi aktyvnosti studentiv vyshchyykh navchalnykh zakladiv [The level of physical activity of students in higher education]. *Fizychnevvykhovannia, sport i kultura zdorovia u suchasnomu suspilstvi : zb. nauk. pr. Skhidnoievrop. nats. un-tu im. Lesi Ukrainky*, Lutsk : Skhidnoievrop. nats. un-t im. Lesi Ukrainky, no. 3 (31), 202–210.
12. Tsos, A. V. & Hats, H. O. (2012). Pedahohichna diahnozyka v protsesi navchannia fizychnoi kultury uchniv zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv [Pedagogic diagnostics in physical education teaching of secondary school students]. *Fizychne vykhovannia, sport i kultura zdorovia u suchasnomu suspilstvi : zb. nauk. pr. Volyn. nats. un-tu im. Lesi Ukrainky*, no. 4 (20), 201–209.
13. Shamardin, V. N. (2002). *Modelirovanie podgotovlennosti kvalifitsirovannykh futbolistov: uchebnoe posobie* [Modelling preparedness of qualified football players]. Dnepropetrovsk: Porohy, 200.
14. Shtovba, S. D. & Vydiuk, V. V. (2002). Prohnozirovanie rezultatov futbolnykh matchei na osnove nechetskikh pravil [Prediction of football match results based on fuzzy rules]. *Vestnik molodykh uchenykh. Seryia : ekonomicheskie nauki*, no.1, 57 – 64.

**Інформація про авторів:**

**Федецький Артем;** <http://orcid.org/0000-0002-7190-5646>; [science-vnu@ukr.net](mailto:science-vnu@ukr.net); Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки; вул. Винниченка, 30, м. Луцьк, 43025, Україна.

**Information about the Authors:**

**Fedetskyi Artem;** <http://orcid.org/0000-0002-7190-5646>; [science-vnu@ukr.net](mailto:science-vnu@ukr.net); Lesya Ukrainka Eastern European National University; 30 Vynnychenka Street, Lutsk, 43025, Ukraine.

Стаття надійшла до редакції 15.07.2016 р.