

7. Platonov V.M., Bulatova M.M. (1995). Fizychna pidhotovka sportsmeniv [Physical training of athletes]: Navchalnyi posibnyk.- K.: Olimpiiska literatura, 320 p.
8. Tikhomirov A.I., Kozubenko O.S., Usatiuk H.F. (2018). Vesluvalnyi sport [Rowing sport] : navchalno-metodychnyi posibnyk. Mykolaiv: MNU im. V.O. Sukhomlyns'koho, <http://hdl.handle.net/123456789/463>.
9. Chychkan O.A., Lynets M.M. (2004). Metodyka dyferentsiirovanoi fizychnoi pidhotovky 12-14-rychnykh vesluvalnyts [Methodology of differentiated physical training of 12-14-year-old female rowers] : metodychni rekomendatsii dlia treneriv DluSSH. Lviv: LDIFK, 50 p.
10. Shynkaruk O. A. (2013). Teoriia i metodyka pidhotovky sportsmeniv: upravlinnia, kontrol, vidbir, modeliuvannia ta prohnozuvannia v olimpiiskomu sporti [Theory and methods of training athletes: management, control, selection, modeling and forecasting in Olympic sports]. NVP Polihrafservis. 136 p.
11. Shynkaruk O. A. (2011). Teoriia ta metodyka vykladannia obranoho vydu sportu (vesluvalnyi sport) [Theory and methods of teaching a chosen sport (rowing sport)] : [navch. posibnyk dlia studentiv vyshch. navch. zakladiv fizychnoho vykhovannia i sportu]. Kyiv: Olimp. I-ra, 140 p.

DOI: [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.5\(178\).42](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.5(178).42)
УДК 796.09

Чухловіна В.В.
кандидат наук з фізичного виховання і спорту,
старший викладач кафедри теорії та методики спортивної підготовки
Придніпровської державної академії фізичної культури і спорту
orcid.org/0000-0003-0816-0036

Долбишева Н.Г.
кандидат наук з фізичного виховання і спорту,
професор кафедри теорії та методики спортивної підготовки
Придніпровської державної академії фізичної культури і спорту
orcid.org/0000-0002-7306-9194

Степаненко Д.І.
кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент
завідувач кафедри легкої атлетики
Придніпровської державної академії фізичної культури і спорту
orcid.org/0000-0002-0184-8295

Печко Г.Ю.
кандидат наук з фізичного виховання і спорту,
викладач кафедри легкої атлетики
Придніпровської державної академії фізичної культури і спорту
orcid.org/0000-0002-3685-3158

Пірогова К.І.
доктор філософії з фізичної культури і спорту,
старший викладач кафедри водних видів спорту
Придніпровська державна академія фізичної культури і спорту
orcid.org/0000-0001-8613-2853

МНОЖИННИЙ РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА СПОРТИВНИЙ РЕЗУЛЬТАТ У СПРИНТЕРСЬКОМУ БІГУ

Враховуючи гасло «Швидше, вище, сильніше», яке надихає спортсменів на перемоги та встановлення нових рекордів, на жаль, сьогодні не можливо без даних та цифр. Тому, в статті представлені результати теоретичних і експериментальних досліджень, спрямованих на пошук та аналіз чинників, які найбільше впливають на кінцевий спортивний результат спортсменів в спринтерському бігу. На основі світового рейтингу за підсумками 2023 року обрано та проаналізовано 3000 записів. Авторами було створено унікальний набір даних із 7 ознак. У роботі автори акцентують увагу на необхідності підготовки отриманих записів до математичного аналізу. З'ясовано, що з 3000 записів валідними виявились 1278, які стали фундаментом для застосування множинної лінійної регресії. Підкреслено, що саме використання регресії дозволило виявити внесок кожної незалежної змінної у варіацію залежної змінної. Автор доходить висновку, що існує потреба в подальшому пошуку чинників, які значно більше впливають на кінцевий спортивний результат.

Ключові слова: спортивний результат, регресійний аналіз, спринтерський біг.

V. Chukhlovina, N. Dolbysheva, D. Stepanenko, G. Pechko, K. Pirogova. Multiple regression analysis of indicators influencing the sports result in sprinting. Given the slogan "Faster, Higher, Stronger", which inspires athletes to win and set new records, unfortunately, today it is impossible without data and figures. Therefore, the article presents the results of theoretical and experimental studies aimed at finding and analyzing the factors that most affect the final sports result of athletes in

sprinting. Based on the world ranking as of 2023, 3000 records were selected and analyzed. The authors have created a unique dataset of 7 attributes. In the paper, the authors emphasize the need to prepare the obtained records for mathematical analysis. It was found that out of 3000 records, 1278 were valid, which became the basis for the application of multiple linear regression. It is emphasized that it was the use of regression that made it possible to identify the contribution of each independent variable to the variation of the dependent variable. The author concludes that there is a need for further search for factors that have a much greater impact on the final sports result.

Keywords: sports performance, regression analysis, sprinting.

Постановка проблеми та аналіз літературних джерел. Спорт вищих досягнень - обличчя і престиж країни, імідж, який формується як усередині країни, так і за її межами. В даний час на світовій арені спостерігається все більше ущільнення спортивних результатів, що в свою чергу визначає необхідність пошуку нових якісніших підходів для досягнення високого рівня конкурентної боротьби.

В науково-методичних виданнях [2; 4; 6] та інтернет-ресурсах [3; 13] великої популярності набувають дослідження спрямовані на забезпечення тренувального процесу спринтерів високої кваліфікації. Інші автори [7; 12; 14] наголошують на необхідності порівняння кінематичних або динамічних характеристик руху з рухами найсильнішим спортсменом світу в обраній дисципліні.

Моніторинг науково-методичної та спеціальної літератури дозволив ознайомитись з дослідженнями [1; 8; 10; 11] у яких розкриваються актуальні питання організації системи багаторічної підготовки спринтерів у бігу на 100 метрів.

Цікавими, на наш погляд, є роботи науковців [4; 9; 13], які наголошують, що при аналізі структури тренувального процесу бігунів на короткі дистанції існує один оптимальний графік швидкості бігу.

Таким чином, можна зробити висновок, що всі дослідження спрямовані саме на підготовку спортсмена до спортивних змагань або аналізу змагальної діяльності. Нами виявлено брак досліджень, які б вказували на чинники, які впливають на спортивний результат безпосередньо під час проходження дистанції.

Мета статті: визначити найбільш значущі характеристики взаємовпливу на спортивний результат атлетів світового рейтингу за допомогою використання множинної лінійної регресії.

Завдання дослідження:

1. Запропонувати чинники, які можуть впливати на спортивний результат під час проходження дистанції.
2. Висвітлити покрокову інтерпретацію чинників та підготовка їх до математичної обробки.
3. Провести математичну обробку даних за допомогою множинної лінійної регресії, знайти найбільш впливові чинники на спортивний результат.

Виклад основних результатів дослідження. З метою дослідження нами використовувались дані представлені на офіційному сайті World Athletics [5]. Для отримання необхідної інформації був обран рейтинг жінок, які спеціалізуються в бігу на 100м (дата оновлення 28 листопада 2023 року). Пошукова система сайту надала доступ до 30 сторінок результатів в кількості 3000 унікальних учасників. Перші дані, які ми отримали в результаті пошуку: ім'я та прізвище, аббревіатуру країни походження та дату народження спортсменки. Приклад отриманої інформації представлено на рис.1.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 .. enter page number 30 > >>

As of 28 Nov 2023

Place	Competitor	DOB	Nat	Score	Event List
1	Sha'Carri RICHARDSON	25 MAR 2000	USA	1490	100m
2	Shericka JACKSON	16 JUL 1994	JAM	1455	100m
3	Marie-Josée TA LOU	18 NOV 1988	CIV	1453	100m
4	Dina ASHER-SMITH	04 DEC 1995	GBR	1372	100m [60m ind]
5	Jullen ALFRED	10 JUN 2001	LCA	1357	100m [60m ind]
6	Shelly-Ann FRASER-PRYCE	27 DEC 1986	JAM	1358	100m
7	Elaine THOMPSON-HERAH	28 JUN 1992	JAM	1355	100m
8	Ewa SWOBODA	26 JUL 1997	POL	1351	100m [60m ind]
9	Twanisha TERRY	24 JAN 1999	USA	1348	100m
10	Natasha MORRISON	17 NOV 1992	JAM	1347	100m
11	Daryll NEITA	29 AUG 1996	GBR	1340	100m
12	Mujinga KAMBUNDJI	17 JUN 1992	SUI	1331	100m [60m ind]

Рис.1. Уривок даних світового рейтингу на сайті World Athletics

Для застосування множинного регресійного аналізу підготовка даних передбачала виконання декількох етапів.

На першому етапі були знайдені старту всіх учасниць та найкращий результат в бігу на 100 метрів за сезон 2023 року. Такий аналіз даних дозволив завантажити інформацію про пориви вітру під час проходження дистанції, місце проведення змагань (місто і країну), дату кожного змагання, а також найкращий результат в кар'єрі кожної спортсменки. На нашу думку, остання колонка дуже важлива оскільки вона визначає здібності спортсменки на досліджуваний період. Фрагмент записів представлено на рис.2.

1	Name	Surname	Date of birth	Country of origin	Wind	Country of competition	Date of the competition	Result
2	Sha'Carri	RICHARDSON	25 MAR 2000	USA	-0.2	HUN	21 AUG 2023	10,65
3	Shericka	JACKSON	16 JUL 1994	JAM	+1.0	JAM	07 JUL 2023	10,65
4	Marie-Josée	TA LOU	18 NOV 1988	CIV	+0.4	MON	10 AUG 2022	10,72
5	Dina	ASHER-SMITH	04 DEC 1995	GBR	+1.2	GBR	23 JUL 2023	10,85
6	Julien	ALFRED	10 JUN 2001	LCA	+2.3	USA	10 JUN 2023	10,72
7	Shelly-Ann	FRASER-PRYCE	27 DEC 1986	JAM	-0.2	HUN	21 AUG 2023	10,77
8	Elaine	THOMPSON-HERAH	28 JUN 1992	JAM	+0.8	USA	16 SEP 2023	10,79
9	Ewa	SWOBODA	26 JUL 1997	POL	+0.2	POL	16 JUL 2023	10,94
10	Twanisha	TERRY	24 JAN 1999	USA	+0.8	USA	16 SEP 2023	10,83
11	Natasha	MORRISON	17 NOV 1992	JAM	+0.8	USA	16 SEP 2023	10,85
12	Daryll	NEITA	29 AUG 1996	GBR	+1.2	GBR	23 JUL 2023	10,96

Рис.2. Фрагмент даних першого етапу дослідження

Враховуючи, що математична статистика обробляє лише числові значення, тому на другому етапі дослідження нами слова були трансформовані на числові значення:

- ПІБ учасниці було замінено на код спортсмена (рис.3);
- Аббревіатура країни перетворена на число згідно списку кодів ISO 3166-1;
- Дата народження спортсменки перетворена на вік учасниці.

Дата проведення змагань була видалена зі списку факторів через неможливість перетворити її в числове значення. Замість неї було додано стовбець, пов'язаний з місцем старту та місцем народження учасника. В результаті порівняння було отримано атрибут, який показує у двійковій формі, чи є учасник змагався в країні походження (1) або в іншій (0).

	1	2	3	4	5	6	7	8
	Competitor	ID competitor	Age	Country of birth	Wind	country of competition	Attribute	Result
1	Sha'Carri	14506362	26	840	-0.2	348	0	10,65
2	Shericka	14325599	29	388	+1.0	388	1	10,65
3	Marie-Josée	14415994	35	384	+0.4	578	0	10,75
4	Dina	14378282	28	826	+1.2	826	1	10,85
5	Julien	14646562	22	662	+2.3	840	0	10,72
6	Shelly-Ann	14285680	37	388	-0.2	348	0	10,77
7	Elaine	14285956	32	388	+0.8	840	0	10,79
8	Ewa	14451085	26	616	+0.2	616	1	10,94
9	Twanisha	14553598	24	840	+0.8	840	1	10,83
10	Natasha	14285826	31	388	+0.8	840	0	10,85
11	Daryll	14476603	27	826	+1.2	826	1	10,96

Рис.3. Фрагмент даних другого етапу дослідження

Після цього кроку база даних містила 3000 унікальних записів і 7 чинників.

Перед проведенням регресійного аналізу для визначення важливих чинників в прогнозуванні результатів нами було проведено кілька операцій. Перша операція включала в себе обрізати викиди, які б заважали отримати необхідний результат. На дистанції 100м були видалені записи з учасницями змагань у яких результат зафіксовано на рівні або більше 12с. На нашу думку, для міжнародних змагань отриманий показник означав, що спортсменка отримала травму під час бігу, або їй завадило щось інше для досягнення фінішної лінії. Такі результати були зумовлені випадковими умовами і відбуваються в одиночних прогонах. Були тільки 892 результати за 12 секунд усіх записів.

Друга операція включала в себе видалення записів, які мали пусті комірки. Для досягнення мети нами всі дані були завантажені в програму STATISTICA 10 і в розділі «Множинний регресійний аналіз» з використанням описової статистики з наявних 2108 записів валідними виявились 1278.

Отримані записи були готові до визначення найголовніших чинників, які впливають на результат спортсменки.

Аналіз взаємозв'язків між спортивним результатом та зазначеними чинниками досліджувався за рахунок використання множинної лінійної регресії, де код спортсменки, вік, країна змагань, вплив вітеру під час проходження дистанції, країна походження взяті як змінні-предиктори, а спортивний результат, як змінну відповідь.

В ході аналізу ми отримали наступні показники:

- множник R дорівнює 0,88734655, що вказує на досить сильну лінійну залежність між предикторами та результатом змінної відповіді;
- виявлений зв'язок квадрата коефіцієнта множинної кореляції, тобто коефіцієнту детермінації, який дорівнював $R^2=0,78738390$. Отриманий показник дозволяє говорити про те, що 79 % взаємозв'язку результату бігу на 100 м пояснюються взаємовпливом визначених чинників. Інша частина (100 % - 79 % = 21 %) варіації пояснюється впливом інших неврахованих чинників.

Підсумки регресії дозволили виявити внесок кожної незалежної змінної у варіацію залежної змінної. Отже, регресія виявлена значущою у двох показниках:

- вік спортсменки впливає на спортивний результати при $\beta = 0,021962$, $p = 0,038050$;
- пориви вітру при проходженні дистанції відіграють важливу роль в спортивному результаті спортсменки при $\beta = 0,041645$, $p = 0,139634$.

Найменш впливовіший показник, який відіграє роль в кінцевому результаті є код спортсменки при $\beta = 0,00000$, $p = 0,815695$.

Важливим елементом проведення регресійного аналізу є оцінка адекватності моделі, демонструє реальну структуру взаємозв'язків між ознаками змінної предиктора та змінної відповіді, яка базується на аналізі залишків. В нашому випадку залишки перевірялись на нормальність їх розподілу (рис.4).

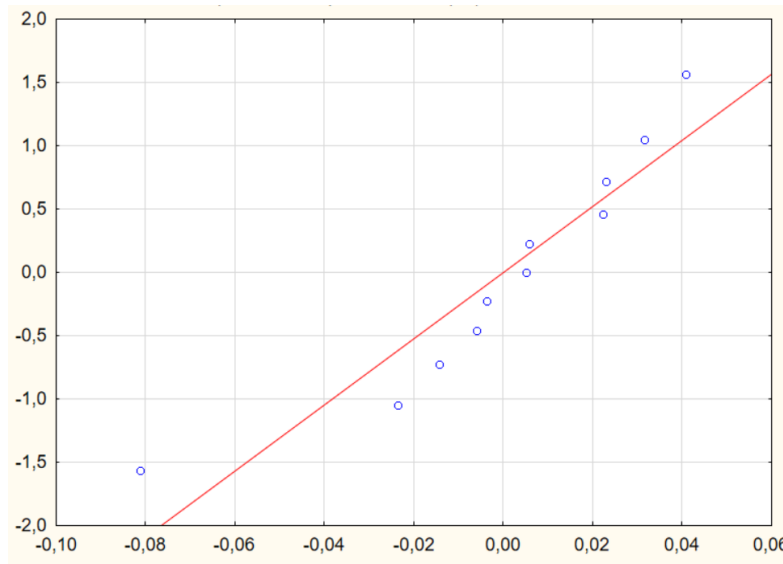


Рис.4. Нормальний ймовірнісний графік залишків

Як зазначено на рисунку 4 графік залишків відрізняється від графік нормального розподілу, тож існує потреба в подальшому пошуку чинників, які значно більше впливають на кінцевий спортивний результат жінок з бігу на 100м.

Висновки. У результаті дослідження нами визначені ознаки, які можуть впливати на спортивний результат спортсменів світового рейтингу при подоланні дистанції 100 метрів. Під час експериментального дослідження використовувався множинний регресійний аналіз, який дозволив констатувати, що підібрані чинники з імовірністю 79 % впливають на спортивний результат. Крім цього, в результаті дослідно-експериментальної роботи нами виявлені найбільш впливові показники: вік спортсменки та пориви вітру при проходженні дистанції.

Отримані дані можуть слугувати підґрунтям для прогнозування спортивного результату на майбутніх змаганнях. Звісно, для якісного прогнозування необхідно також враховувати психологічну та фізичну підготовку атлета, що і зумовлює нашу перспективу подальших досліджень.

Література

- 1.Єременко О., Фенмін Ч. Вплив пліометричних тренувань на вибухову силу ніг бігунів-спринтерів. *Інноваційні дослідження та перспективи розвитку науки і техніки у XXI столітті* : зб. тез доп. учасників Міжнар. наук.-практ. конф. до 30-річчя Приват. вищ. навч. закл. «Міжнар. економ.-гуманітар. ун-т ім. акад. Степана Дем'янука» (м. Рівне, 19 жовт. 2023 р.). Рівне : ВПНЗ "МЕГУ", 2023. № 4. С. 27-29.
- 2.Камперо Ескаланте Д. Удосконалення швидко-силової підготовки висококваліфікованих бігунів на короткі дистанції на основі застосування засобів різної переважної спрямованості : автореф. дис. ... канд. наук. з фізичного виховання і спорту : 24.00.01. Київ, 2020. 24 с
- 3.Козлова О. Річна підготовка легкоатлетів високої кваліфікації в умовах професіоналізації легкої атлетики [Електронний ресурс]. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту*. 2013. № 2. С. 18–22.
- 4.Колот А., Камперо Е., Соколов В. Особливості темпо-ритмової структури бігу найсильніших спринтерів світу. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова*. Випуск 5 (87), 2017, С. 53-58
- 5.Міжнародна федерація легкої атлетики: рекорди URL: <https://worldathletics.org/world-rankings/100m/women>
- 6.Полулященко Т., Павлов Р. Особливості структури багаторічного тренування легкоатлетів із бігу на короткі дистанції. *Вісник ЛНУ імені Тараса Шевченка* № 1 (355), 2023. С. 147-153
- 7.Свищ Я., Павлось О. Кінематичні показники бігунів на короткі дистанції. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації* : В. 2. Житомир : Вид-во ФОП Євенок О. О., 2016. С. 195–198.
- 8.Степаненко Д. Особливості виконання стартового розбігу спринтерами різної кваліфікації. *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2017. № 2. С. 153–156.
9. Brughelli M. et al. Effects of vest loading on sprint running biomechanics. *ISBS Proceedings Archive*. 2018. Т. 36. № 1. С. 1086.

10. Coh M., Tomazin, K. Biomechanical characteristics of male sprinters during the acceleration phase and maximum speed phase. *Modern Athlete and Coach*. 2005. № 43 (4). P. 3 – 9.
11. Eriksen H.K. et al. How fast could Usain Bolt have run? A dynamical study. *Am. J. of Physic*. 2009. № 77 (3). P. 224 – 228.
12. Morin J. B. et al. A simple method for computing sprint acceleration kinetics from running velocity data: *Replication study with improved design*. *Journal of biomechanics*. 2019. T. 94. C. 82-87.
13. Pavlenko, V. Peculiarities of training and competitive activity of sportsmen-sprinters in track and field athletics. *Journal of Physical Education and Sport*. 2020. Vol. 20 (5). P. 2695 - 2700.
14. Rumpf M. C. et al. Sprint running kinematics and kinetics in pre-peak-height-velocity male children on a nonmotorised treadmill: reliability and normative data. *Sports biomechanics*. 2019. T. 18. № 3. C. 256-263

References

1. Yeremenko O., Fenmin Ch. (2023). Vplyv pliometrychnykh trenuvan na vybukhovu sylu nih bihuniv-sprynteriv. [Innovatsiini doslidzhennia ta perspektyvy rozvytku nauky i tekhniky u KhKhl stolitti : zb. tez dop. uchasnykiv Mizhnar. nauk.-prakt. konf. do 30-richchia Pryvat. vyshch. navch. zakl.]. Mizhnar. ekonom.-humanitar. un-t im. akad. Stepana Demianchuka. R., № 4. P. 27-29.
2. Kampero Eskalante D. (2020) Udoskonalennia shvydkisno-sylovoi pidhotovky vysokokvalifikovanykh bihuniv na korotki dystantsii na osnovi zastosuvannia zasobiv riznoi perevazhnoi spriamovanosti. Avtoref. dys. ... kand. nauk. z fizychnoho vykhovannia i sportu : 24.00.01. K., 24 p.
3. Kozlova O. (2013). Richna pidhotovka lehkoatletiv vysokoi kvalifikatsii v umovakh profesionalizatsii lehkoj atletyky [Elektronnyi resurs]. *Teoriia i metodyka fizychnoho vykhovannia i sportu*. № 2. P. 18–22.
4. Kolot A., Kampero E., Sokolov V. (2017). Osoblyvosti tempo-rytmovoi struktury bihu naislynyshykh sprynteriv svitu. *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Dragomanova*. K., Vyp. 14. P. 53-58.
5. Mizhnarodna federatsiia lehkoj atletyky: rekordy URL: <https://worldathletics.org/world-rankings/100m/women>
6. Poluliashchenko T., Pavlov R. (2023). Osoblyvosti struktury bahatorichnoho trenuvannia lehkoatletiv iz bihu na korotki dystantsii. *Visnyk LNU imeni Tarasa Shevchenka*. № 1 (355). P. 147-153.
7. Svyshch Ya., Pavlos O. (2016). Kinematychni pokaznyky bihuniv na korotki dystantsii. [Fizychna kultura, sport ta zdorovia natsii]. Zhytomyr : Vyd-vo FOP Yevenok O. O. V. 2. P. 195–198.
8. Stepanenko D. (2017). Osoblyvosti vykonannia startovoho rozbihu sprynteramy riznoi kvalifikatsii. *Sportyvnyi visnyk Prydniprovia*. № 2. P. 153–156.
9. Brughelli M. et al. Effects of vest loading on sprint running biomechanics. *ISBS Proceedings Archive*. 2018. T. 36. № 1. P. 1086.
10. Coh M., Tomazin, K. Biomechanical characteristics of male sprinters during the acceleration phase and maximum speed phase. *Modern Athlete and Coach*. 2005. № 43 (4). P. 3 – 9.
11. Eriksen H.K. at al. How fast could Usain Bolt have run? *A dynamical Am. J. of Physic*. 2009. № 77 (3). P. 224 – 228.
12. Morin J. B. et al. A simple method for computing sprint acceleration kinetics from running velocity data: *Replication study with improved design*. *Journal of biomechanics*. 2019. T. 94. C. 82-87.
13. Pavlenko, V. Peculiarities of training and competitive activity of sportsmen-sprinters in track and field athletics. *Journal of Physical Education and Sport*. 2020. Vol. 20 (5). P. 2695 - 2700.
14. Rumpf M. C. et al. Sprint running kinematics and kinetics in pre-peak-height-velocity male children on a nonmotorised treadmill: reliability and normative data. *Sports biomechanics*. 2019. T. 18. № 3. C. 256-263.

DOI: [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.5\(178\).43](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.5(178).43)

Шарафутдінова С.У.

<https://orcid.org/0000-0001-5029-8616>

Старший викладач кафедри технологій оздоровлення і спорту

КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ

Бойко Г.Л.

<https://orcid.org/0000-0002-4751-6923>

кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри технологій оздоровлення і спорту

КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ

Козлова Т.Г.

<https://orcid.org/0000-0003-3096-3687>

Старший викладач кафедри технологій оздоровлення і спорту

КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ

ФОРМУВАННЯ У СТУДЕНТІВ УМІНЬ ВИКОРИСТОВУВАТИ ЗАСОБИ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ ЧЕРЕЗ УСВІДОМЛЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОЗВИТКУ ВИТРИВАЛОСТІ

Метою дослідження було освітлення поглядів авторів на особливості розвитку витривалості та формування у студентів усвідомлення таких особливостей в процесі занять фізичного виховання.

Предметним обговоренням роботи є розкриття необхідності свідомого використання знань розвитку різних