ОПТИМІЗАЦІЯ ТРЕНУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ КВАЛІФІКОВАНИХ ЛЕГКОАТЛЕТОК-БАР'ЄРИСТОК НА ОСНОВІ РОЗВИТКУ ФІЗИЧНИХ ЯКОСТЕЙ

Кульчицька Ірина[1], Драчук Сергій[1], Шемчак Ігор[2], Кулик Денис[2]
[1]Вінницький державний педагогічний університет імені М. Коцюбинського
[2]Вінницький національний технічний університет

Анотації:
Актуальність теми дослідження. Одним із важливих питань теорії спорту є оптимізація тренувального процесу. Ця проблема залишається не до кінця вивченою у легкоатлетів-бар'єристів, оскільки більшість досліджень присвячено вдосконаленню методики тренування. Тренувальний процес спортсменів, які спеціалізуються в бар'єрному бігу відрізняється високою складністю, пов'язаною з необхідністю володіння високим рівнем розвитку фізичних якостей і технічною підготовленістю, яка реалізується на максимальній швидкості бігу. З'ясовано, що пошук найбільш ефективних засобів і методів удосконалення фізичної підготовки, організаційно-методичних форм проведення тренувань залишається актуальним напрямом. Метою дослідження була розробка програми акцентованого розвитку фізичних якостей та її впровадження в тренувальний процес кваліфікованих легкоатлеток-бар'єристок. Для досягнення мети дослідження використовувалися наступні методи: аналіз і узагальнення даних наукової літератури, педагогічне тестування та експеримент, математичні. Результати роботи та ключові висновки. Було впроваджено в тренувальний процес спортсменок програму, в основу якої увійшли різноманітні вправи спрямовані на вдосконалення координації, спритності, гнучкості та рухливості в суглобах. У процесі досліджень доведена її ефективність, про що свідчать результати вірогідного покращення показників фізичної підготовленості досліджуваних спортсменів. На основі отриманих результатів встановлено, що розробка оптимальних тренувальних програм і раціональне поєднання засобів і методів фізичної підготовки є перспективним напрямом оптимізації тренувального процесу.

Ключові слова:
тренувальний процес, легкоатлетки-бар'єристки, тренувальна програма, фізичні якості, фізична підготовленість.

Optimization of the training process of qualified athletes - hurdlers on the basis of development of physical qualities.

Relevance of the research topic. One of the important issues of sports theory is the optimization of the training process. This problem remains not fully explored by the hurdler track and field athletes, since most of the research is devoted to improving the training methodology. The training process of athletes specializing in hurdles is characterized by high complexity associated with the need to possess a high level of development of physical qualities and technical preparedness, which is implemented at the maximum running speed. It was found that the search for the most effective means and methods for improving physical training, organizational and methodological forms of training remains an important direction. The aim of the study was to develop a program of accented development of physical qualities and its introduction into the training process of qualified barrier-training athletes. To achieve the goal of the study, the following methods were used: analysis and synthesis of scientific literature data, pedagogical testing and experiment, mathematical. Results of work and key conclusions. A program was introduced into the training process of athletes, which was based on various exercises aimed at improving coordination, agility, flexibility and mobility in the joints. In the process of research proved its effectiveness, as evidenced by the results of a significant improvement in the physical fitness of the tested athletes. On the basis of the obtained results, it was established that the development of optimal training programs and a rational combination of means and methods of physical training is a promising direction of optimization of the training process.

training process, athletics - hurdler, training program, physical qualities, physical fitness.

Оптимизация тренировочного процесса квалифицированных легкоатлеток-барьеристок на основе развития физических качеств.

Актуальность темы исследования. Одним из важных вопросов теории спорта является оптимизация тренировочного процесса. Эта проблема остается не до конца изученной у легкоатлетов-барьеристов, поскольку большинство исследований посвящено совершенствованию методики тренировки. Тренировочный процесс спортсменов, специализирующихся в барьерном беге, отличается высокой сложностью, связанной с необходимостью владения высоким уровнем развития физических качеств и технической подготовленностью, которая реализуется на максимальной скорости бега. Выяснено, что поиск наиболее эффективных средств и методов совершенствования физической подготовки, организационно-методических форм проведения тренировок остается актуальным направлением. Целью исследования была разработка программы акцентированного развития физических качеств и ее внедрение в тренировочный процесс квалифицированных легкоатлеток-барьеристок. Для достижения цели исследования использовались следующие методы: анализ и обобщение данных научной литературы, педагогическое тестирование и эксперимент, математические. Результаты работы и ключевые выводы. Была внедрена в тренировочный процесс спортсменок программа, в основу которой вошли разнообразные упражнения, направленые на совершенствование координации, ловкости, гибкости и подвижности в суставах. В процессе исследований доказана ее эффективность, о чем свидетельствуют результаты достоверного улучшения показателей физической подготовленности испытуемых спортсменов. На основе полученных результатов установлено, что разработка оптимальных тренировочных программ и рациональное сочетание средств и методов физической подготовки является перспективным направлением оптимизации тренировочного процесса.

тренировочный процесс, легкоатлетки-барьеристки, тренировочная программа, физические качества, физическая подготовленность.

Постановка проблеми. Високий рівень спортивної майстерності потребує раціоналізації методів підготовки кваліфікованих спортсменів. Дослідження стану їх фізичної підготовленості є однією з умов удосконалення процесу спортивного тренування [7, 10, 12].

Бар’єрний біг – складний вид легкої атлетики, в якому досягнення високих результатів залежить від володіння спортсменом вродженою швидкістю, витривалістю, високим рівнем вибухової сили, відмінною технікою долання бар’єрів по прямій та повороту [13, 14 та ін.]. У зв'язку з цим розробка та впровадження ефективної програми вдосконалення окремих фізичних здібностей, які є визначальними в бар’єрному бігу представляється своєчасним і актуальним.

Одним із важливих питань теорії спорту є оптимізація тренувального процесу на основі його індивідуалізації, чому присвячено низку досліджень вітчизняних та іноземних фахівців [7, 10]. У бар’єрному бігу ці питання вивчалися багатьма науковцями [4, 13, 14, 15, 16 та ін.], проте більшість робіт присвячено вдосконалення методики тренування в цьому виді легкої атлетики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На думку багатьох авторів, біг з бар'єрами є одним з найбільш вимогливих видів спорту щодо технічного вдосконалення рухових функцій [6, 11, 16, 18].

Тренувальний процес спортсменів, які спеціалізуються в бар'єрному бігу, на відміну від тренування в інших бігових дисциплінах легкої атлетики, відрізняється високою складністю, пов'язаною з тим, що їм необхідно володіти не тільки високим рівнем розвитку фізичних якостей, але й технічною підготовленістю, яка реалізується на максимальній швидкості бігу [13, 16].

У міру підвищення рівня фізичних якостей бар’єристів починає виявлятися небажаний вплив однієї якості на іншу. Розвиток витривалості може негативно позначитися на прояві швидкості, певною мірою гальмує розвиток спеціальних силових можливостей тощо. Значні м’язові напруги бар’єристів (робота на силу) можуть негативно позначитися на координаційних можливостях.

Але в той же час, на думку Мазур В. А., Вергуш О. М. (2013), тренування бар’єристів на різних етапах і періодах річного циклу підготовки не виключає в структурі цілісного, комплексного вдосконалення рухових якостей, деяке вибіркове формування тих чи інших необхідних здібностей. Ці особливості тренування обумовлені специфікою рухової структури підготовленості бар’єристів [9].

Сучасний спорт висуває вимоги, які стимулюють постійний пошук різноманітних факторів, що сприяють ефективному управлінню тренувальним процесом у зв’язку зі зростаючою конкуренцією на міжнародній арені [19].

Аналіз літературних джерел показав, що більшість робіт (Є. Є. Аракелян, В. В. Брейзер, Є. Н. Буланчік, В. А. Кокунов, В. В . Чистяков, A. Billouin, M. Coh, C. Gevat), присвячених удосконаленню тренувального процесу в бар’єрному бігу стосуються проблем удосконалення методики тренування кваліфікованих бігунів на 400 м з бар'єрами та розробці індивідуальних програм тренувань [15, 16, 18, 19].

Основна кількість робіт, у яких розглядаються питання підготовки спортсменів у бігу на 100 і 110 м з/б спрямована на вирішення завдань, пов’язаних з особливостями формування ритмічно-темпової структури бігу з бар’єрами в спортсменів різної кваліфікації (Балахнічев В. В., Щеннікова Б. Ф., Коростелєв А. В., Чєрєнєвої Л. А., 1983 - 1991 р.р.; Бакатов В. Ю., 2009, Столяр Л. М., 2008; Титова О. П., 2018) [2, 3, 4, 13, 14, 15, 17 та ін.].

Таким чином, питання оптимізації навчально-тренувального процесу спортсменів, які спеціалізуються в «коротких» бар’єрах, у напрямі пошуку найбільш ефективних засобів і методів удосконалення фізичної підготовки, організаційно-методичних форм проведення тренувальних занять залишаються актуальними.

Мета дослідження – розробка програми акцентованого розвитку фізичних якостей та її впровадження в тренувальний процес кваліфікованих легкоатлеток-бар'єристок.

Матеріал і методи дослідження. Для досягнення мети дослідження використовувалися наступні методи: аналіз і узагальнення даних наукової літератури, педагогічні методи досліджень (педагогічне спостереження, педагогічне тестування, педагогічний експеримент), математичні методи обробки отриманих результатів. Дослідження проводилося впродовж 2017 – 2018 р.р. на базі СДЮСШОР з легкої атлетики та МДЮСШ № 1 м. Вінниці. В дослідженні брали участь 5 легкоатлеток, які спеціалізуються в бігу на 100 м з бар'єрами та мають кваліфікацію І дорослого розряду та КМС .

Результати дослідження та їх обговорення. Для вирішення мети дослідження було розроблено та впроваджено в тренувальний процес досліджуваних спортсменок програму оптимізації змісту тренувального процесу на основі використання вправ акцентованого впливу на окремі фізичні якості. В її основу ввійшли різноманітні вправи, спрямовані на вдосконалення координації, спритності, гнучкості та рухливості в суглобах, які використовуються в тренувальному процесі легкоатлетів і представлені в науковій літературі [1, 12 та ін.].

Ефективність цього підходу підтверджена рядом авторів (Льопа Д. І., Караулова С. І., Клочко Л. І., 2008) [8].

Заняття з використанням експериментальної програми проводилися 3 рази на тиждень протягом 2 мезоциклів осінньо-зимового (8 тижнів) і 2 мезоциклів весняно-літнього (8 тижнів) підготовчих періодів річного циклу тренувань.

Структура тренувального дня легкоатлеток-бар'єристок із використанням експериментальної програми акцентованого розвитку фізичних якостей представлена на рис. 1.

Відповідно до експериментальної програми, в підготовчій частині заняття використовувалися вправи ***динамічного*** характеру, які були спрямовані на збільшення обсягу рухів спортсменів.

У кінці кожного тренувального заняття спортсменкам пропонувалося приділити 5-10 хв на розтягування працюючих м'язів. Вправи використовувалися для збільшення обсягу рухів у суглобах і носили ***статичний*** характер.

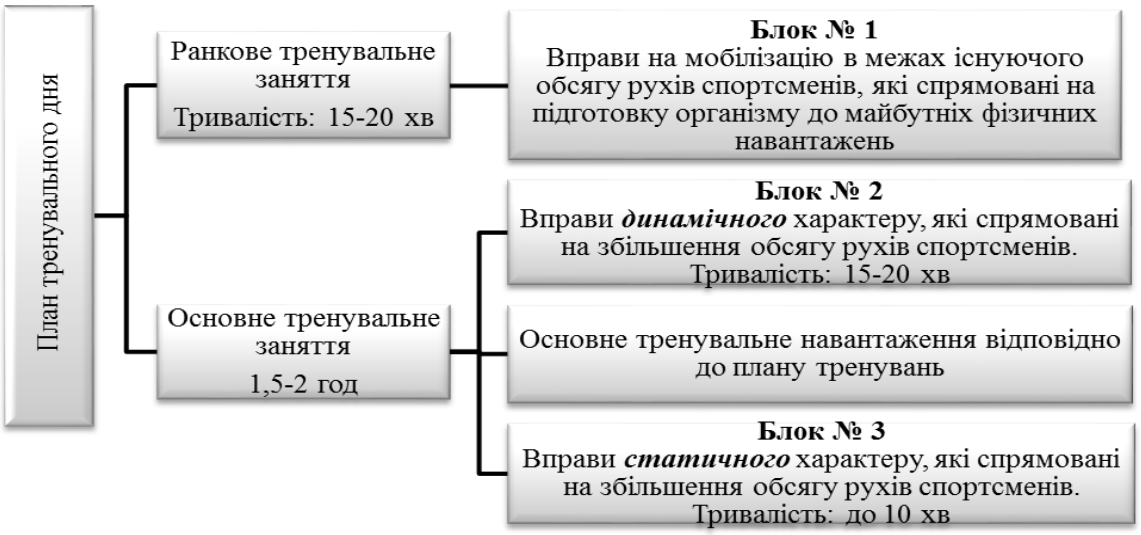

Рис. 1. Структура тренувального дня з використанням експериментальної програми акцентованого розвитку фізичних якостей легкоатлеток-бар'єристок

Крім того, щодня зранку було запропоновано проводити ранкове тренувальне заняття (ранкову зарядку) тривалістю 20 хв, яке включало вправи на розтягування всіх груп м'язів.

Це додаткове тренування спортсмени проводили окремо, за чотири-п'ять годин до основного тренувального заняття.

У ранковому тренуванні підбиралися такі вправи на мобілізацію, які б враховували існуючий обсяг рухів спортсменів і сприяли підготовці організму до майбутньої діяльності.

Ефективність розробленої експериментальної програми оцінювалася за динамікою результатів тестування фізичної підготовленості протягом дослідження (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка показників фізичної підготовленості легкоатлеток-бар'єристок протягом дослідження

№ п/п	Показники	Досліджувані спортсмени (n=5)		p
		ВД $\bar{x} \pm S$	КД $\bar{x} \pm S$	
1.	Біг на 30 м з ходу, с	3,528 ± 0,027	3,398 ± 0,032	**< 0,05**
2.	Біг на 30 м з н/старту, с	4,5±0,038	4,35±0,027	**< 0,05**
3.	Біг на 60 м з н/старту, с	7,75±0,035	7,6±0,026	**< 0,05**
4.	Біг на 100 м з н/старту, с	12,77± 0,049	12,584± 0,051	**< 0,05**
5.	Подвійний стрибок у довжину на маховій нозі з місця, см	450,4 ± 3,63	461,6 ± 3,85	> 0,05
6.	Стрибок у довжину з/м, см	255,4 ± 3,074	267,6 ± 2,308	**< 0,05**
7.	Вистрибування вгору з місця, см	56 ±1,32	60 ± 21,58	> 0,05
8.	Нахил вперед-вниз, см	20,2 ± 0,962	23,8 ± 0,742	**< 0,05**

Примітка: ВД – дані отримані на початку експерименту; КД – дані, які були отримані в кінці експерименту

З'ясовано, що в результаті впровадження експериментальної програми в процес спортивного тренування легкоатлеток-бар'єристок відбулося покращення середньостатичних показників у всіх контрольних вправах із різним ступенем значущості, що відобразилось у підвищенні рівня розвитку як окремих фізичних якостей, так і рівня фізичної підготовленості спортсменок у цілому.

Удосконалення фізичної підготовленості є необхідним підґрунтям для технічного вдосконалення, що в свою чергу сприяє досягненню високих результатів у змагальній діяльності.

Дискусія. Для того, щоб досягти успіхів у бар'єрному бігу, необхідний високий рівень різнобічної фізичної підготовленості, а саме розвиток цілого комплексу провідних і другорядних фізичних якостей, серед яких виділяють: швидкість, гнучкість, стрибучість, спритність тощо.

Численні фахівці в галузі спортивної науки [3, 4, 5, 7] наголошують на тому, що розвиток фізичних якостей слід здійснювати шляхом:

- використання вправ, адекватних за своїми динамічними, просторовими та часовими характеристиками структурі змагальних вправ;
- забезпечення перенесення координаційних механізмів від елементарних рухів до вправ щораз більшої складності з подальшим переходом до застосування змагальних вправ;
- застосування вправ з розвитку конкретних м'язових груп, на які припадає основне навантаження при виконанні змагальних вправ.

Високі вимоги до рівня та стабільності підготовленості кваліфікованих спортсменів, граничні обсяги тренувальних і змагальних навантажень зумовили останніми роками потребу пошуку розв'язання проблем оптимізації тренувального процесу.

З огляду на це, розробка оптимальних тренувальних програм і раціональне поєднання засобів і методів фізичної підготовки є перспективним напрямом, оскільки дозволяє в більш короткі терміни досягти бажаного результату та забезпечити подальше його зростання.

Висновки. 1. На основі аналізу даних літературних джерел та науково-методичної літератури встановлена необхідність оптимізації процесу фізичної підготовки кваліфікованих легкоатлеток-бар'єристок на сучасному етапі розвитку спорту, у зв'язку з ростом спортивних результатів на міжнародній арені.

2. Науковці наголошують, що процес фізичної підготовки спортсменів, які спеціалізуються в бігу з бар'єрами, ґрунтується на розвитку цілого комплексу провідних і другорядних фізичних якостей. З огляду на це, пошук найбільш ефективних засобів і методів удосконалення фізичної підготовки на різних етапах багаторічної підготовки є актуальним напрямом.

3. Проведені дослідження дозволили доповнити існуючі дані про стан фізичної підготовленості кваліфікованих легкоатлеток-бар'єристок на різних етапах річного циклу підготовки. В процесі досліджень доведена ефективність розробленої тренувальної програми акцентованого розвитку фізичних якостей на підготовчому етапі, про що свідчать динаміка показників фізичної підготовленості досліджуваних спортсменів.

Перспективними напрямками подальших досліджень є розробка та впровадження в практику тренувальних програм, які спрямовані на вдосконалення розвитку фізичних якостей легкоатлетів на різних етапах багаторічної підготовки.

Список літературних джерел:

1. Алабин В. Г. Тренажеры и специальные упражнения в легкой атлетике. М.: ФиС. 1982, 222 с.
2. Бакатов В. Ю. Орієнтація системи тренування на досягнення оптимальної структури змагальної діяльності бар'єриста. Наукові праці Чорноморського державного університету імені Петра Могили комплексу "Києво-Могилянська академія". Сер. : Педагогіка. 2009. Т. 112, Вип. 99. С. 54-64. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npchduped_2009_112_99_12.
3. Балахничев В. В. Бег на 110 м с барьерами. М.: Физкультура и спорт. 1987, 80 с.
4. Врублевский Е. П. Индивидуализация тренировочного процесса спортсменок в скоростно-силовых видах легкой атлетики. М.: Советский спорт. 2009, 232 с.
5. Козлова Е. К. Подготовка спортсменов высокой квалификации в условиях профессионализации легкой атлетики [монография]. К.: Олимпийская литература. 2012, 368 с.
6. Ледовская О. А. Индивидуализация процесса технической подготовки юных барьеристов с учетом их антропометричеких особенностей и посильности формируемого двигательного действия. Сибирский педагогический журнал. 2008. № 6. С. 369-374.
7. Линець М. М. Диференціація фізичної підготовки спортсменів. Львів : ЛДУФК. 2017, 304 с.
8. Льопа Д. И., Караулова С. И., Клочко Л. И. Повышение спортивного мастерства у бегунов барьеристов за счет развития их физических качеств. ППМБПФВС. 2008. №12. URL: https://cyberleninka.ru/article/ n/povyshenie-sportivnogo-masterstva-u-begunov-barieristov-za-schet-razvitiya-ih-fizicheskih-kachestv
9. Мазур В. А. Спортивна майстерність як однин з чинників розвитку фізичних якостей бар'єристів. Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізичне виховання, спорт і здоров'я людини. 2013. Вип. 6. С. 154-159. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/ UJRN/Vkpnui_fv_2013_6_26.
10. Матвеев Л. П. Общая теория спорта и ее прикладные аспекты. М.: Советский спорт. 2010. 340 с.
11. Мирзоев О. М. Критерии оценки технического и тактического мастерства легкоатлетов-спринтеров и барьеристов

References:

1.Alabin V.G. (1982). Simulators and special exercises in athletics. M .: PhC.and S. 222 p.
2. Bakatov V.Yu. (2009). Orientation of the training system to achieve the optimal structure of competitive barrierist activity. Scientific works of the Petro Mohyla Black Sea State University of the Kyiv-Mohyla Academy complex. Ser.: Pedagogy T. 112, Iss.. 99. pp. 54-64. Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npchduped_2009_112_99_12.
3. Balakhnichev V.V. (1987). Running 110 meters with barriers. M .: Physical culture and sport. 80 p.
4. Vrublevsky E.P. (2009). Individualization of the training process of athletes in the speed-strength types of athletics. M .: Soviet sport. 232 p.
5. Kozlova E.K. (2012). Training highly qualified athletes in the conditions of the professionalization of athletics [monograph]. K.: Olympic literature. 368 p.
6. Ledovskaya O.A. (2008). Individualization of the process of technical training of young hurdler, taking into account their anthropometric features and the feasibility of the generated motor action. Siberian Pedagogical Journal. No. 6. Pp. 369-374.
7. Lynn M.M. (2017) Differentiation of physical training of athletes. Lviv: LDUFK. 304 pp.
8. Lopa D.I., Karaulova S.I., Klochko L.I. (2008). Enhancement of sportsmanship among hurdler runners due to the development of their physical qualities. PPMBPVS. №12. URL: https://cyberleninka.ru/article/ n / povyshenie-sportivnogo-masterstva-u-begunov-barieristov-za-schet-razvitiya-ih-fizicheskih-kachestv
9. Mazur V.A. (2013). Sports skills as one of the factors of development of physical qualities of Barriers. Bulletin of the Kamyanets-Podilsky National University named after Ivan Ogienko. Physical education, sports, and human health. Issue 6. P. 154-159. Access mode: http://nbuv.gov.ua/ UJRN / Vkpnui_fv_2013_6_26.
10. Matveev L.P. (2010). The general theory of sports and its applied aspects. M .: Soviet sport. 340 p.
11. Mirzoev, O.M. (2011). Criteria for the evaluation of technical and tactical skills of athletes, sprinters and

в условиях соревновательной деятельности. Олимпийский бюллетень. 2011. № 12. С. 179-184.

12. Попов В. Б. Специальная физическая подготовка легкоатлетов. Физкультура в школе, 2001. № 6. С. 57 – 61.

13. Сидоренко О. А., Дьяков А. С., Барабанкина Е. Ю., Попков В. С. Особенности скоростно-силовой подготовки барьеристов в полугодичном цикле. Ученые записки университета Лесгафта. 2018. № 6 (160). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-skorostno-silovoy-podgotovki-barieristov-v-polugodichnom-tsikle (дата обращения: 15.11.2018).

14. Столяр Л. М. Легкая атлетика. Бег с барьерами: теория обучения и тренировки: методическое пособие. М.: Прометей. 2005. 48 с.

15. Титова Е. П. Развитие специальной выносливости квалифицированных бегунов на 400 м с барьерами на основе использования беговых нагрузок различной направленности: автореф. дисс. … кандидата педагогических наук по специальности 13.00.04 – теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры. Минск. 2018. 30 с.

16. Чёмов В. В. Теоретическое обоснование технологии развития специальной выносливости в тренировочном процессе бегунов на 400 метров. Физическое воспитание и спортивная тренировка. 2015. № 1 (11). С. 39-46.

17. Щенников Б.Ф. Барьерный бег для женщин (100 м с барьерами). М.: ФиС. 1982, 80 с.

18. McDonald C., Dapena J. Linear kinematics of the men's and woman's hurdles races. Medicine and Science in Sports Exercise. 1991. № 23(12). PP. 1382-1402.

19. . Prus G, J. Raczek, W poszukiwaniu przesłanek do optymalizacji obciążeń treningowych w biegach lekkoatletycznych. AWF, Katowice 1993. PP. 9–19.

hurdlers in a competitive activity. Olympic newsletter.. No. 12. Pp. 179-184.

12. Popov V.B. (2001). Special physical training of athletes. Physical culture at school, № 6. pp. 57-61.

13. Sidorenko O.A., Dyakov A.S., Barabankina E.Yu., Popkov V.S. (2018). Features of speed-strength training of hurdlers in a semiannual cycle. Scientific notes of the University of Lesgaft. No. 6 (160). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-skorostno-silovoy-podgotovki-barieristov-v-polugodichnom-tsikle (appeal date: 11/15/2018).

14. Stolyar L.M. (2005). Athletics. Hurdling: the theory of education and training: a manual. M .: Prometheus. 48 p.

15. Titova, E.P. (2018). The development of special endurance of 400m runners with barriers based on the use of running loads of various orientations: author. Candidate`s thesis 13.00.04 - theory and methodology of physical education, sports training, recreational and adaptive physical education. Minsk. 30 p.

16. Chyomov V.V. (2015). Theoretical substantiation of the technology for the development of special endurance in the training process of 400 m runners. Physical education and sports training. № 1 (11). Pp. 39-46.

17. Shchennikov B.F. (1982). Barrier race for women (100 m hurdles). M .: FhE and S. 80 p.

18. McDonald C., Dapena J. (1991). Linear kinematics of the men's and woman's hurdles races. Medicine and Science in Sports Exercise.. № 23(12). PP. 1382-1402.

19. . Prus G, J. Raczek, W (1993). poszukiwaniu przesłanek do optymalizacji obciążeń treningowych w biegach lekkoatletycznych. AWF, Katowice. PP. 9–19.

DOI: 10.31652/2071-5285-2019-7-26-189-194

Відомості про авторів:

Кульчицька І.А.; orcid.org/0000-0001-6138-3015; iravin1982@gmail.com; Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, вул. Острозького, 32, Вінниця, 21000, Україна.

Драчук С.П.; orcid.org/0000-0001-5783-8830; drachuk-serhii@gmail.com; Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, вул. Острозького, 32, м.Вінниця, 21000, Україна.

Шемчак І.А.; orcid.org/0000-0002-7621-4131; shemchakia@gmail.com; Вінницький національний технічний університет, вул. Хмельницьке шосе, 95, Вінниця, 21000, Україна.

Кулик Д.Г.; orcid.org/0000-0002-5847-823X; den.kulik.82@gmail.com; Вінницький національний технічний університет, вул. Хмельницьке шосе, 95, Вінниця, 21000, Україна.