

2. Докучаев, В.П. Стрельба по мишеням с черным «яблоком» различного диаметра / В.П. Докучаев, К.С. Дунаев, Б.И. Сергеев // Лыжный спорт. – М. : [б.и.], 1986. – С. 10-11.
3. Дунаев, К.С. Зависимость спортивно-технического результата от скорости бега и меткости стрельбы в биатлоне / К.С. Дунаев, Я.И. Савицкий // Теория и практика физической культуры. – 1980. – № 12. – С. 53.
4. Дунаев, К.С. Бег на лыжах со стрельбой из лука (ски-ачери) / К. С.Дунаев // Современность как предмет исследования : материалы III республиканской с международным участием научной конференции ; Моск. гос. акад. физ. культуры. – Малаховка, 2010. – С. 157-159.
5. Дунаев, К.С. Психология спорта / К.С. Дунаев, А.В. Минаев, Т.В. Ромаданова // Юбилейная научно-практическая конференция Московского института коммунального хозяйства и строительства : материалы конференции / Московский институт коммунального хозяйства и строительства. – М., 2005. – С. 41-45.
6. Фарбей, В.В. Регламентированные режимы дыхания как резервы повышения качества стрельбы в биатлоне : монография / В.В. Фарбей, К.С. Дунаев ; Рос. гос. пед. ун-т им. А.И. Герцена. – СПб. : Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2014. –184 с.

REFERENCES

1. Alyabyev, A.N. and Dunaev, K.S. (2007), *Optimization of the process of preparing biathlons for responsible start-ups: lecture*, St. Petersburg State Lesgaft University of physical culture and sport, St. Petersburg.
2. Dokuchaev, V.P., Dunaev K.S. and Sergeev, B.I. (1986), “Target shooting with a black "Apple" of different diameters”, In: collection of Ski sport, Moscow, pp. 10-11.
3. Dunaev, K.S. and Ya.I. Sawicki (1980), “Dependence of sports-technical result from running speed and shooting accuracy in biathlon”, *Theory and practice of physical culture*, No. 12, pp. 53
4. Dunaev, K.S. (2010), “Cross-country skiing with archery (ski-archery)”, *Modernity as a subject of study: materials of III Republican with the international participation scientific conference*, Malakhovka, pp. 157-159.
5. Dunaev, K.S., Minaev A.V. and Ramazanov, T.V. (2005), “Psychology of sport”, *In col: Anniversary scientific and practical conference of Moscow Institute of municipal economy and construction. Conference materials, Moscow Institute of municipal economy and construction*, Moscow, pp. 41-45.
6. Farbey, V.V. and Dunaev, K.S. (2014), *The regulated modes of breath as the reserves to improve the quality of shooting in biathlon*, Publishing house of the Herzen state pedagogical University, St. Petersburg.

Контактная информация: d89169357453@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 05.12.2017

УДК 796.422.12

МЕТОД МАТРИЧНЫХ МОДЕЛЕЙ В ПРЕДСТАВЛЕНИИ СТРУКТУРЫ ТРЕНИРОВОЧНЫХ НАГРУЗОК КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ БЕГУНИЙ НА 800 МЕТРОВ

Алексей Николаевич Корольков, кандидат технических наук, доцент, Геннадий Николаевич Германов, доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник физической культуры РФ, Дарья Владимировна Горелова, мастер спорта по легкой атлетике, магистрант, Педагогический институт физической культуры и спорта Московского городского педагогического университета, г. Москва; Екатерина Геннадьевна Цуканова, кандидат педагогических наук, мастер спорта по легкой атлетике, Российский государственный социальный университет, г. Москва

Аннотация

Современные суждения о спортивной подготовке квалифицированных спортсменов, специализирующихся в беге на средние дистанции, по-прежнему остаются дискуссионными в силу отставания российских бегунов от мировой элиты. Несмотря на существующие многочисленные рекомендации по организации двигательной деятельности, поиск рациональных форм построения

тренировочных нагрузок, установление их оптимального соотношения по объему, интенсивности и направленности воздействий, решать данную задачу каждому тренеру приходится самостоятельно, опираясь на собственный опыт и интуицию. В этой связи представляется актуальной попытка представить модель спортивной подготовки женщин в беге на 800 м в виде аналитического выражения, учитывающего не только общий объем беговой работы, но и интенсивность физических воздействий по различным параметрам беговой подготовки. Применение матричных моделей в практике спортивной подготовки позволяет производить аналитические исследования тренировочного процесса, осуществлять оценку его эффективности, определять частные параметры тренировочных нагрузок, устанавливать рациональное соотношение между объемом и интенсивностью тренировочных воздействий, прогнозировать спортивные достижения в зависимости от дифференциальных показателей двигательной деятельности.

Ключевые слова: женский спорт, легкая атлетика, квалифицированные спортсмены, женщины, бегуны на средние дистанции, бег на 800 м, матричные модели.

METHOD OF MATRIX MODELS IN REPRESENTATION OF STRUCTURE OF TRAINING LOADS OF THE QUALIFIED 800 METERS RUNNERS

Alexey Nikolaevich Korolkov, the candidate of technical sciences, senior lecturer, Gennady Nikolaevich Germanov, the doctor of pedagogical sciences, professor, honored worker of physical culture of the Russian Federation, Darya Vladimirovna Gorelova, Master of Sports in track and field athletics, the master student, Teacher training college of physical culture and sport of the Moscow city pedagogical university, Moscow; Ekaterina Gennadyevna Tsukanova, the candidate of pedagogical sciences, Master of Sports in track and field athletics, The Russian State Social University, Moscow

Annotation

Modern judgments upon the sports training of the qualified athletes specializing in run on average distances still remain debatable owing to lag of the Russian runners behind the world elite. Despite the existing numerous recommendations about the organization of the motor activity, search for the rational forms of training loads building up, establishment of their optimum ratio in the volume, intensity and orientation of influences, the solution of this problem by each trainer is an independent one, relying on own experience and intuition. In this regard, the attempt to present the model of sports training of women in run on 800 m in the form of the analytical expression considering not only the total amount of running work, but also intensity of physical impacts in various parameters of running preparation, is represented as relevant. Application of the matrix models in practice of sports preparation allows making the analytical researches of the training process, including carrying out the assessment of its efficiency, determining the private parameters of the training loads, and establishing the rational ratio between the volume and intensity of the training influences, and predicting sporting achievements depending on differential indicators of motor activity.

Keywords: female sport, track and field athletics, qualified athletes, women, runners on average distances, run on 800 m, matrix models.

ВВЕДЕНИЕ

Как было показано в ряде работ, представление динамики спортивных результатов в зависимости от объема тренировочных воздействий в виде различных экспоненциальных или степенных функций является наиболее точным, а, следовательно, предпочтительным прогнозом [3, 4, 5, 8]. Такие модели, связывающие величину спортивного результата с объемами тренировочных воздействий, в наибольшей степени соответствуют действительности [1, 2]. Однако при этом, рассматриваемые модели являются функцией одной переменной (количества тренировок, количества технических действий и т.п.), и, в конечном счете, представляют собой функцию времени, затрачиваемого на тренировочные воздействия, не учитывая прироста интенсивности.

В своих научных изысканиях профессор В. С. Якимович [8], представляя зависимость спортивных результатов от скорости нарастания физической нагрузки, выделяет различные виды импульсных физиологических реакций в ответ на физическое

воздействие: прямоугольные, пилообразные, треугольные, трапецеидальные, экспоненциальные, колоколообразные, импульсы в виде полуволны или фрагменты синусоиды и другие. К примеру, ступенчато-возрастающая динамика физической нагрузки представляет собой форму организации двигательной деятельности с возрастающим объемом и равномерным приростом интенсивности во времени. Пилообразная динамика физической нагрузки характеризуется скоротечностью чередования импульсов прироста объема и интенсивности. Волнообразной форме физической нагрузки свойственны плавные темпы роста интенсивности до заданной величины в начале цикла тренировочных воздействий, которые затем снижаются до некоторого стандартного уровня. Треугольная форма в динамике физической нагрузки характеризуется относительно быстрым, но равноускоренным приростом интенсивности до определенной, заданной величины за определенное время, затем за такое же время происходит ее спад при возрастающем объеме. Как далее отмечает ученый, величина и интенсивность тренировочной нагрузки в настоящий момент у спортсменов достигли своего физиологического предела, в силу этого одним из критериев эффективного физического воздействия следует рассматривать скорость нарастания нагрузки [8].

Современные суждения о спортивной подготовке юных и квалифицированных спортсменов, специализирующихся в беге на средние дистанции, в вопросах соотношения объема и интенсивности тренировочных воздействий по-прежнему остаются дискуссионными. Несмотря на существующие многочисленные рекомендации по организации двигательной деятельности, поиск рациональных форм построения тренировочных нагрузок, их соотношения по объему, интенсивности и направленности является творческой задачей каждого тренера, и решается, как правило, эмпирически. В этой связи представляется актуальной попытка представить модель спортивной подготовки девушек и женщин в беге на 800 м в виде аналитического выражения, учитывающего не только общий объем беговой работы, но и интенсивность физических воздействий по различным параметрам беговой подготовки.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Задачи: 1. Разработать матричную модель соотношения объемов и интенсивности специальной подготовки женщин в беге на 800 м в виде (1):

$$R=R_0 \cdot \exp(-a_1 V_{100} - a_2 V_{400} - a_3 V_{800}), \quad (1)$$

где R – текущий лучший результат; R_0 – начальный результат, сравнимый с нормой Шюношеского разряда; V_{100} , V_{400} и V_{800} – годовые объемы беговой работы на коротких, средних и длинных отрезках; a_1 , a_2 и a_3 – искомые параметры матричной модели.

2. Оптимизировать параметры модели для достижения лучшего результата при условии сохранения общего годового объема беговой работы.

Материалы и методы. Рассматривались лучшие результаты 7 МС и 2 КМС в беге на 800 метров на дистанциях 100, 400 и 800 м и объемы беговой работы в полугодичном макроцикле подготовки на коротких отрезках 100–300 м, на средних отрезках от 400 до 600 м и длинных отрезках 800–1000 м и свыше, включая кроссы и фартлеки. Исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные для разработки матричной модели

№№	Разряд	результаты, с			объемы, км		
		100	400	800	V100	V400	V800
1	МС	12,6	56,54	123,84	37,5	65,8	1038,9
2	МС	12,5	55,56	122,65	35,4	72,5	1102
3	МС	12,7	55,9	124,77	36,4	67,2	900
4	МС	13	57,5	124,64	28,7	48,1	1400
5	МС	12,4	55	122,7	39,8	67,3	1083
6	МС	12,6	56,6	124,5	38,6	68	1053
7	МС	12,4	54,99	124,53	41,2	62	1100

№№	Разряд	результаты, с			объемы, км		
		100	400	800	V100	V400	V800
8	КМС	12,7	56,3	126,4	35	74,3	920
9	КМС	12,9	57,5	126,1	33,5	74	980
Среднее		12,64	56,21	124,46	36,23	66,58	1064,1
Среднее квадратическое отклонение		0,21	0,94	1,29	3,73	8,03	146,38

Примечание: V100 – объем бега на коротких отрезках 100–300 м; V400 – объем бега на средних отрезках 400–600 м; V800 – объем бега на длинных отрезках 800–1000 м и свыше, включая кроссы и фартлек.

Приведенные в таблице 1 данные были представлены в виде матричного уравнения:

$$\begin{pmatrix} \ln R_1/R_0 \\ \ln R_2/R_0 \\ \dots \\ \ln R_n/R_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_{100} & V_{400} & V_{800} \\ V_{200} & V_{400} & V_{800} \\ \dots & \dots & \dots \\ V_{n100} & V_{n400} & V_{n800} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где R_i – текущий лучший результат i -го спортсмена на дистанции в 100, 400 или 800 м; R_0 – результат на дистанции в 100, 400 или 800 м, соответствующий норме III-юношеского разряда; V_{i100} , V_{i400} , V_{i800} – объемы беговой работы i -го спортсмена на коротких, средних и длинных отрезках в полугодовом макроцикле подготовки; a_1 , a_2 и a_3 – искомые параметры модели, равные вероятности улучшения результата после преодоления условно 1 км на коротких, средних и длинных отрезках в тренировочном процессе.

Таким образом, было составлено три системы по 9 уравнений в каждой для дистанций в 100, 400 и 800 м, с тремя неизвестными параметрами a_1 , a_2 и a_3 . Затем эти системы уравнений были решены способом наименьших квадратов и были найдены наиболее вероятные значения параметров a_1 , a_2 и a_3 для каждой дистанции.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Перед решением системы уравнений (2) был проведен предварительный корреляционный анализ исходных данных, результаты которого представлены в таблице 2.

Утверждая предположение, что соревновательный результат на отдельной дистанции является реакцией спортсменов на стимул виде тренировочных объемов с определенной интенсивностью [6, 7], можно согласиться со справедливостью следующих высказываний:

- чем выше тренировочный объем в беге на коротких отрезках, тем выше соревновательный результат в беге на 100 и 400 м;
- чем выше соревновательный результат в беге на 100 м, тем лучше соревновательный результат в беге на 400 и 800 м;
- чем выше результат в беге на 400 м, тем лучше результат в беге на 800 м.

Таблица 2 – Коэффициенты корреляции Спирмена между лучшими результатами и тренировочными объемами на соответствующих дистанциях

		Результаты			Объемы		
		100	400	800	V ₁₀₀	V ₄₀₀	V ₈₀₀
Результаты	100		0,92	0,61	-0,90	-0,31	0,26
	400			0,56	-0,78	-0,21	0,24
	800				-0,35	0,15	-0,33
Объемы	V ₁₀₀					0,36	-0,46
	V ₄₀₀						-0,85
	V ₈₀₀						

Критическое значение коэффициентов корреляции с учетом поправки Бонферрони на множественные сравнения было равно 0,86, а без учета поправки – 0,5.

Таким образом, гипотетически можно предположить, что первопричиной высоких результатов в беге на 800 м является тренировочный объем в беге на коротких отрезках и

исходные скоростные (спринтерские) способности спортсменов. Последнее несколько не противоречит современным взглядам на роль креатинфосфатного механизма энергообеспечения в повышении дистанционной выносливости бегунов на средние дистанции.

На рисунках 1, 2 и 3 представлены виды зависимостей результатов на отдельных дистанциях от объема специальной беговой работы на соответствующих отрезках.

Как следует из представленных рисунков, в отличие от результатов в беге на 400 м, результаты в беге на 100 и 800 м в обследуемой группе спортсменов имеют более тесную статистическую связь с объемами беговой работы на отрезках установленной длины, что соответствует принципу адекватности содержания тренировочных упражнений соревновательной деятельности. Отсутствие тесной связи между результатом в беге на 400 м и тренировочным объемом в беге на средних отрезках можно объяснить тем, что подобная работа вызывает сильное закисление мышц, а современные тенденции подготовки бегунов на средние дистанции ориентированы на исключение нагрузок гликолитической направленности. Напомним, что в нашем исследовании анализировались нагрузки МС, специализирующихся в беге на 800 м.

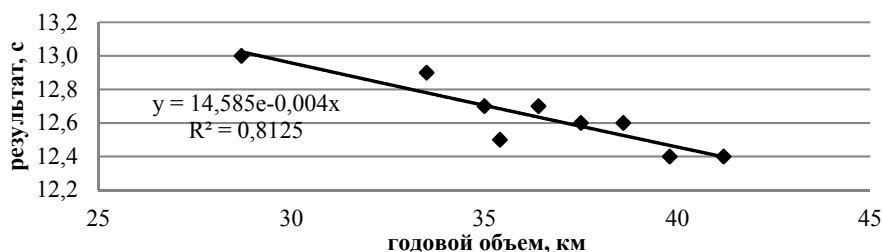


Рисунок 1 – Зависимость результата в беге на 100 м от объема специальной беговой работы на коротких отрезках

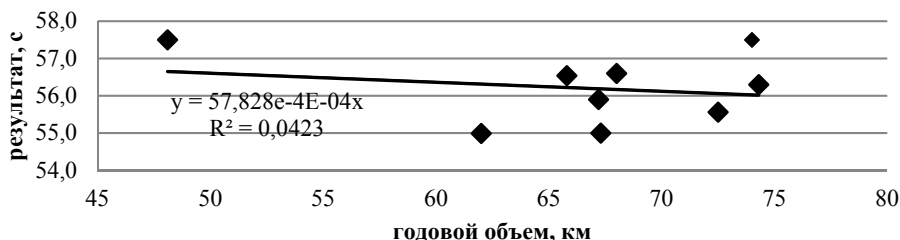


Рисунок 2 – Зависимость результата в беге на 400 м от объема специальной беговой работы на средних отрезках

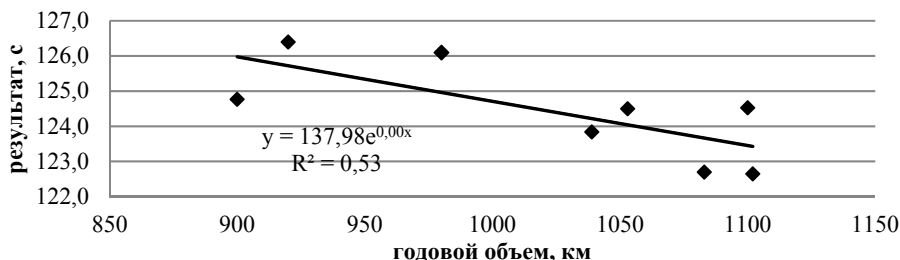


Рисунок 3 – Зависимость результата в беге на 800 м от объема специальной беговой работы на длинных отрезках

Решение системы уравнений (2) способом наименьших квадратов позволило определить наиболее вероятные значения: a_1 , a_2 и a_3 – искомые параметры модели, равные вероятности улучшения результата после преодоления условно 1 км на коротких, средних и длинных отрезках в тренировках, а также определить зависимости прогнозируемого результата в беге на 100, 400 и 800 м в виде уравнения регрессии (1). В таблице 3 приведены соответствующие рассчитанные значения R_0 и a_i , позволяющие рассчитывать результаты в

бега на 100, 400 и 800 м и величины средних квадратических ошибок (СКО) аппроксимации. Таблица 3 – Параметры модели a_i для прогноза результатов в беге на разные дистанции по величинам тренировочных объемов

Дистанция, м	R_0 , с	a_1	a_2	a_3	СКО, с
100	18,8	-0,00473	-0,00196	-9E-05	0,11
400	88	-0,00202	-0,00485	-3,9E-05	2,13
800	214	-0,00542	-0,0019	-0,00021	1,94

Как следует из результатов таблицы 3, относительная ошибка аппроксимации при моделировании результатов в беге на 100 м составляет около 1%, в беге на 400 м около 4%, в беге на 800 м около 1,5%. Значительная величина относительной ошибки при прогнозировании результата в беге на 400 м вызвана значительным разбросом результатов относительно аппроксимирующей кривой (рисунок 2).

В таблице 4 представлены нормированные значения коэффициентов a_i , характеризующие весомость вклада объемов специальной беговой работы на коротких, средних и длинных отрезках на результаты в беге на 100, 400 и 800 м. Чем величины a_i ближе к единице, тем и весомей вклад беговой работы на конечный результат.

Таблица 4 – Нормированные значения коэффициентов a_i

Дистанция, м	a_1	a_2	a_3
100	0,698	0,289	0,013
400	0,292	0,702	0,006
800	0,720	0,253	0,027

Наибольшее влияние на результат в беге на 800 м оказывают объемы беговой работы на коротких отрезках – 72% и средних отрезках – 25%, влияние же беговой работы на более длинных отрезках (в кроссах) незначительное – около 3%. Соотношения параметров a_i для дистанции 400 м как 29% – 70% – 1%, соответственно, представляется отвечающим реальности. Для дистанции в 100 м, адекватным и согласующимся соотношением параметров нагрузок следует признать выражение как 70% – 29% – 1% на отрезках, выполняемых на короткой, средней и длинной дистанциях. Отдельной интересной задачей, которую можно решить с помощью матричной модели в виде уравнения регрессии (1) является оптимизация (перераспределение) объемов беговой работы на коротких, средних и длинных отрезках для достижения лучшего результата при сохранении общего объема, тем самым определяя нормированное выражение структуры тренировочных нагрузок с учетом интенсивности. Так, например, в соответствии с этой моделью, если объемы беговой работы в полугодичном макроцикле подготовки установить в соотношении 60, 40 и 1000 км, то прогнозируемый результат в беге на 800 м у спортсменок можно ожидать в пределах 1.56,0 мин.

ВЫВОДЫ

Применение матричных моделей в практике спортивной подготовки позволяет производить аналитические исследования тренировочного процесса: осуществлять оценку его эффективности, определять частные параметры тренировочных нагрузок, устанавливать рациональное соотношение между объемом и интенсивностью тренировочных воздействий, прогнозировать спортивные достижения в зависимости от дифференциальных показателей двигательной деятельности. Вместе с тем, для объективизации полученных закономерностей в подготовке бегуний на 800 м очень важно провести педагогическую апробацию разработанной модели на больших выборках испытуемых, а также на других группах спортсменов, специализирующихся в смежных беговых дисциплинах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Германов, Г.Н. Современные тенденции развития европейского бега на средние и длинные дистанции и их реализация в подготовке российских бегунов. Часть первая / Г.Н. Германов,

Е.Г. Цуканова // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2010. – № 8 (66). – С. 27-36.

2. Германов, Г.Н. Современные тенденции развития европейского бега на средние и длинные дистанции и их реализация в подготовке российских бегунов. Часть вторая / Г.Н. Германов, Е.Г. Цуканова // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2010. – № 9 (67). – С. 20-28.

3. Германов, Г.Н. Зависимость величины параметра спортивного результата в тройном прыжке от параметров тренировочных нагрузок и их структуризации на этапе углубленной тренировки / Г. Германов, А. Горашенко, А. Желудев // *Știința culturii fizice*. – 2010. – Vol. 6. – № 3. – Р. 34-40.

4. Корольков, А.Н. Возможности применения матричных моделей для системного представления спортивной подготовки / А.Н. Корольков, В.Г. Никитушкин, Г.Н. Германов // *Инновационные технологии в подготовке высококвалифицированных спортсменов в условиях училищ олимпийского резерва : материалы Международ. науч.-практ. конф. Смоленск, 29-31 января 2015 г. / Смоленское государственное училище (техникум) Олимпийского резерва. – Смоленск, 2015. – С. 129-134.*

5. Корольков, А.Н. Модели прогноза рекордных результатов в мужском марафоне / А.Н. Корольков, Г.Н. Германов, С.А. Буравова // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2016. – № 12 (142). – С. 63-70.

6. Цуканова, Е. Г. Педагогическая технология пошаговой регламентации двигательных заданий, используемых в подготовке юных бегунов на средние дистанции / Е.Г. Цуканова, Г.Н. Германов, А.А. Новикова // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2011. – № 9 (79). – С. 50-58.

7. Цуканова, Е.Г. Прогностичность показателей периферической гемодинамики при реографических исследованиях мышечной деятельности у спортсменок, специализирующихся в беге на 800 метров / Е.Г. Цуканова, А.Н. Корольков, Г.Н. Германов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2013. – № 4 (98). – С. 177-183.

8. Якимович, В.С. Тренировочная нагрузка и ее ключевые характеристики // *Современные стратегии развития легкоатлетического спорта в России : сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. (г. Волгоград, 19-20 октября 2017 г.). – Волгоград, 2017. – С. 17-20.*

REFERENCES

1. Germanov, G.N. and Tsukanova, E.G. (2010), "Current trends of development of the European run on averages both long distances and their realization in training of the Russian runners", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 66, No. 8, pp. 27-36.

2. Germanov, G.N. and Tsukanova, E.G. (2010), "Current trends of development of the European run on averages both long distances and their realization in training of the Russian runners", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 67, No. 9, pp. 20-28.

3. Germanov, G., Gorashchenko, A. and Zheludev A. (2010), "Dependence of size of parameter of sports result in triple jump from parameters of training loads and their structuration at stage of profound training", *Știința culturii fizice*, Vol. 6, No. 3, pp. 34-40.

4. Korolkov, A.N., Nikitushkin, V.G. and Germanov, G.N. (2015), "Possibilities of application of matrix models for system representation of sports preparation", *materials of conferences Innovative technologies in training of highly skilled athletes in the conditions of schools of the Olympic reserve*, Smolensk, pp. 129-134.

5. Korolkov, A.N., Germanov, G.N., Buravova, S.A. (2016), "Forecasting models of record results in a men's marathon", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 142, No. 12, pp. 63-70.

6. Tsukanova, E.G., Germanov, G.N. and Novikova, A.A. (2011), "Pedagogical technology of a step-by-step regulation of the motive tasks used in training of young runners on average distances", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 79, No. 9, pp. 50-58.

7. Tsukanova, E.G., Korolkov, A.N. and Germanov, G.N. (2013), "Prognostichnost of indicators of peripheral haemo dynamics at the reograficheskikh researches of muscular activity at the sportswomen specializing in run on 800 meters", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 98, No. 4, pp. 177-183.

8. Yakimovich, V.S. (2017), "A training load and its key characteristics", *materials of conferences Modern strategies of development for track and field athletics sport in Russia*, Volgograd, pp. 17-20.

Контактная информация: genchay@mail.ru

Статья поступила в редакцию 21.12.2017