

ОЦЕНКА СПЕЦИАЛЬНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ВЕЛОСИПЕДИСТОВ ВМХ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

**Г.Н. СЕМАЕВА, П.В. КВАШУК,
ЦСП, г. Москва;
П.П. КОСТЮКОВ, Ю.В. РУСАКОВ,
М.Ю. ЧЕРНЫШОВ, В.В. БУРЛЕВИЧ,
ЦСП, Всероссийская федерация
велосипедного спорта, г. Москва**

Аннотация

В работе изложены результаты разработки критериев оценки специальной работоспособности и функционального состояния велосипедистов ВМХ высокой квалификации. Факторный анализ в группах мужчин и женщин позволил выделить 4 фактора, характеризующих структуру функционального состояния велосипедистов ВМХ высокой квалификации в группах мужчин и женщин. Определяющими являются факторы: максимальная анаэробная мощность; специальная (анаэробная) выносливость; емкость лактатного механизма энергообеспечения; функциональное состояние ЦНС и скорость формирования сенсомоторных реакций; фракционный состав лабильных компонентов массы тела. На основе 5-балльных центильных шкал были разработаны критерии оценки специальной работоспособности и функционального состояния велосипедистов ВМХ высокой квалификации.

Ключевые слова: велосипедисты ВМХ высокой квалификации, критерии оценки, специальная работоспособность, функциональное состояние, факторный анализ, шкалы оценки показателей.

SPECIAL PERFORMANCE AND FUNCTIONAL STATE ASSESSMENT IN ELITE BMX CYCLISTS

**G.N. SEMAEVA, P.V. KVASHUK,
CSP, Moscow;
P.P. KOSTYUKOV, Yu. V. RUSAKOV,
M. Yu. CHERNYSHOV, V.V. BURLEVICH,
CSP, All-Russian Federation of Cycling, Moscow**

Abstract

The paper presents the results of the development of criteria for assessing the special performance and functional status of elite BMX cyclists. Factor analysis in groups of men and women made it possible to identify 4 factors characterizing the structure of the functional state of BMX cyclists of high qualification in groups of men and women. The determining factors are: maximum anaerobic power; special (anaerobic) endurance; capacity of the lactate energy supply mechanism; functional state of the central nervous system and the rate of formation of sensorimotor reactions; fractional composition of labile components of body weight. Based on 5-point centile scales, criteria were developed for evaluating the special performance and functional status of elite BMX cyclists.

Keywords: BMX cyclists of high qualification, assessment criteria, special performance, functional state, factor analysis, indicators rating scales.

Введение

Объективная оценка подготовленности спортсмена, способствующая рациональной коррекции тренировочного процесса и выведению его на более высокий уровень результатов в планируемые для этого сроки, возможна путем мониторинга показателей долгосрочной адаптации (консервативных), определяющих уровень специальной работоспособности и функциональных возможностей спортсмена на этапах годичного цикла тренировки.

Это особенно важно для спортсменов, достигших высокого уровня спортивного мастерства, так как показате-

ли технической, тактической и волевой подготовленности на этапах годичного цикла тренировки (т.е. на сравнительно коротких отрезках времени) более стабильны, чем функциональный компонент тренированности [1].

В практике врачебно-педагогических наблюдений за спортсменами было апробировано огромное количество самых разнообразных медико-биологических показателей. Активный поиск новых, как предполагают исследователи, более информативных критериев, продолжается до настоящего времени. Между тем известно, что



диагностические возможности каждого из показателей, независимо от того, какую систему он представляет и насколько трудоемок метод его измерения, определяются, прежде всего, принципами оценки [3].

Таким образом, оценка и интерпретация критериев функционального состояния организма спортсмена – необходимое условие научного подхода к управлению тренировочным процессом [4, 5].

Велоспорт BMX активно развивается в нашей стране в последнее десятилетие. Российские велосипедисты BMX впервые приняли участие в Играх XXXI Олимпиады 2016 г. в г. Рио-де-Жанейро. При этом система подготовки велосипедистов BMX высокой квалификации только формируется. Такие важнейшие ее компоненты, как построение и содержание тренировочных нагрузок, контроль тренировочной и соревновательной деятельности, критерии оценки физической подготовленности и функционального состояния велосипедистов BMX и др. требуют глубокого изучения и научного обоснования.

Задачей исследования являлась разработка критериев оценки специальной работоспособности и функционального состояния велосипедистов BMX высокой квалификации.

Методы исследования

Эргометрия. Для изучения показателей специальной работоспособности (анаэробной мощности и выносливости) велосипедистов BMX применялся специальный велоэргометрический тест 4×5 с (четыре максимальных 5-секундных ускорения, разделенных 5-секундными интервалами отдыха), выполняемый в стандартных лабораторных условиях. Тест выполнялся на велостанке “Wattbike-Pro” (Great Britain) с максимальной интенсивностью. Регистрировались показатели мощности, крутящего момента, частоты педалирования и др.

Психофизиология. Для регистрации психофизиологических показателей применялся прибор «Психофизиолог – УПФТ 1/30».

Функциональное состояние ЦНС оценивалось на основе анализа простой зрительно-моторной реакции, использовались три показателя: среднее время ответной реакции, среднеквадратическое отклонение времени реакции, общее количество ошибок.

Оценка скорости формирования сенсомоторных реакций осуществлялась на основе анализа сложной зрительно-моторной реакции. Использовались следующие критерии: среднее время реакции, среднеквадратическое отклонение реакций, общее количество ошибок.

Антропометрия. Изучение антропометрических показателей включало измерение длины и массы тела, охватных размеров сегментов конечностей (плечо, предплечье, бедро, голень), кожно-жировых складок на теле и сегментах конечностей (на спине под лопаткой, трицепсе, бицепсе, предплечье, груди (у мужчин), животе, бедре и голени); рассчитывались лабильные компоненты мышечной и жировой массы тела. Все измерения осуществлялись с правой стороны. Измерения кожно-

жировых складок проводились с помощью калипера “Lange Skinfold Caliper Beta Technology Santa Cruz” (California, USA) при стандартном задаваемом пружиной давлении в 10 г/мм²; площадь соприкасающихся поверхностей 90 мм².

Биохимические методы. Анализ концентрации лактата в капиллярной крови проводился экспресс-методом с помощью портативного автоматического фотометрического прибора Accusport (Германия). Забор капиллярной крови для определения концентрации лактата проводился в состоянии покоя после проведения специального велоэргометрического теста на 3-й минуте восстановления.

Организация исследования

В исследовании приняли участие велосипедисты BMX сборной команды России. Наблюдения и сбор информации осуществлялись в течение 4-х годичных циклов подготовки в рамках плановых мероприятий научно-методического обеспечения команды. Выборка составила 54 случая исследования спортсменов и 80 случаев исследования спортсменок.

Статистическая обработка данных

Полученные в результате исследования данные подвергали статистической обработке общепринятыми стандартными методами многомерного анализа и обработки данных в среде “Windows – Statistica-8”. Факторный анализ был выполнен методом главных компонент [2].

При разработке шкал оценки исследуемых показателей у велосипедистов BMX применялся центильный метод [6]. Для определения граничных значений варьирования результатов измерений исследовалось процентное распределение частоты встречаемости величины изучаемого показателя. С помощью центильного метода все варианты изучаемого физиологического показателя распределили по классам от минимального до максимального значения. В исследовании использовались шкалы с граничными значениями 10, 25, 75, 90 центилей.

Результаты исследования

Факторный анализ в группах мужчин и женщин позволил выделить 4 фактора, характеризующих структуру функционального состояния велосипедистов BMX высокой квалификации. Обобщенный вклад выделенных факторов в общую дисперсию выборки составил: в группе мужчин – 68,2%, в группе женщин – 62,8%, соответственно доля неучтенных факторов составила 31,8% и 37,2% (табл. 1).

Несмотря на разный вклад выявленных факторов в структуру функционального состояния в группах мужчин и женщин, с уверенностью можно констатировать, что определяющими являются следующие факторы: максимальная анаэробная мощность (Power 1 и 2); специальная (анаэробная) выносливость (Power 3 и 4); емкость лактатного механизма энергообеспечения; функциональное состояние ЦНС и скорость формирования сенсомоторных реакций; фракционный состав лабильных компонентов массы тела.



Объективность диагностики требует разработку критериев оценки показателей, определяющих структуру функционального состояния велосипедистов ВМХ.

Наиболее разработанным можно признать подход, который на основе эмпирических данных с помощью методов вариационной статистики позволяет установить нормы (выраженные в баллах) по каждому значимому показателю, а оценка производится для каждого показателя в отдельности. Изложенный подход был применен при разработке 5-балльных шкал.

Статистической обработке были подвергнуты показатели, составляющие значимые факторы функциональных возможностей велосипедистов ВМХ.

На рисунках 1 и 2 приведены примеры распределения исследуемых показателей по центильным интервалам.

На основании статистической обработки данных были разработаны шкалы для оценки показателей функционального состояния велосипедистов ВМХ (табл. 2–7).

Таблица 1

Факторная структура функционального состояния велосипедистов ВМХ высокой квалификации

№ п/п	Показатель	Мужчины				Женщины			
		Факторная нагрузка (Quartimax) – основные компоненты (выделены нагрузки > 0,700000)				Факторная нагрузка (Varimax) – основные компоненты (выделены нагрузки > 0,700000)			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	Простая реакция М	-0,066	0,511	-0,098	0,508	-0,098	0,321	0,084	-0,732
2	Средн. квадр. отклонение	-0,134	0,199	0,052	0,767	0,009	0,220	0,052	-0,232
3	Всего ошибок	-0,049	-0,321	0,219	0,227	-0,052	0,035	0,117	0,498
4	Сложная реакция М	0,504	0,563	-0,148	0,494	-0,037	0,239	0,130	-0,811
5	Средн. квадр. отклонение	0,137	0,151	-0,089	0,718	-0,077	-0,036	-0,033	-0,788
6	Всего ошибок	-0,030	-0,464	-0,070	0,016	-0,141	-0,152	-0,264	0,482
7	Возраст	0,895	0,079	0,095	0,057	0,236	-0,668	0,109	0,195
8	Масса тела	-0,364	0,875	-0,010	0,147	0,289	0,856	0,044	-0,036
9	ЧСС	0,656	-0,217	-0,262	0,101	-0,258	0,313	-0,026	0,064
10	АД сист.	-0,515	-0,044	0,299	-0,021	0,159	0,104	0,132	0,245
11	АД диаст.	0,216	0,005	0,011	-0,374	0,048	-0,007	0,214	0,547
12	Power 1 (Вт)	0,593	0,730	0,180	-0,097	0,693	0,479	0,371	0,099
13	Power 1 (Вт/кг)	0,864	0,213	0,239	-0,156	0,786	-0,171	0,503	0,214
14	Power 2 (Вт)	0,528	0,645	0,351	-0,129	0,836	0,408	0,210	0,013
15	Power 2 (Вт/кг)	0,798	0,008	0,361	-0,241	0,859	-0,223	0,277	0,084
16	Power 3 (Вт)	0,306	0,617	0,651	-0,097	0,634	0,193	-0,066	-0,007
17	Power 3 (Вт/кг)	0,736	-0,097	0,695	-0,253	0,848	-0,411	-0,057	0,051
18	Power 4 (Вт)	0,129	0,447	0,811	0,050	0,697	0,049	-0,272	-0,024
19	Power 4 (Вт/кг)	0,341	-0,247	0,838	-0,059	0,770	-0,565	-0,235	0,028
20	Индекс утомления	0,629	0,493	-0,400	-0,168	-0,153	0,242	0,634	0,258
21	La 3'восст.	0,153	0,464	-0,147	-0,710	0,082	-0,280	0,788	-0,005
22	La 8'восст.	0,043	0,112	0,079	-0,648	-0,044	-0,060	0,784	-0,046
23	ММ (кг)	-0,003	0,931	-0,017	0,263	0,358	0,807	0,243	-0,072
24	ММ(%)	0,582	0,607	-0,058	0,337	0,364	0,343	0,719	-0,068
25	ЖМ (кг)	-0,832	0,203	-0,288	0,139	0,039	0,931	-0,027	-0,120
26	ЖМ (%)	-0,735	-0,178	-0,339	0,075	-0,172	0,776	-0,105	-0,117
Относительные значения показателей в факторе (%)		25,0	20,0	12,5	10,7	22,4	18,9	11,3	10,2
Кумулятивные относительные значения показателей в факторной структуре (%)		25,0	45,0	57,5	68,2	22,4	41,3	52,6	62,8



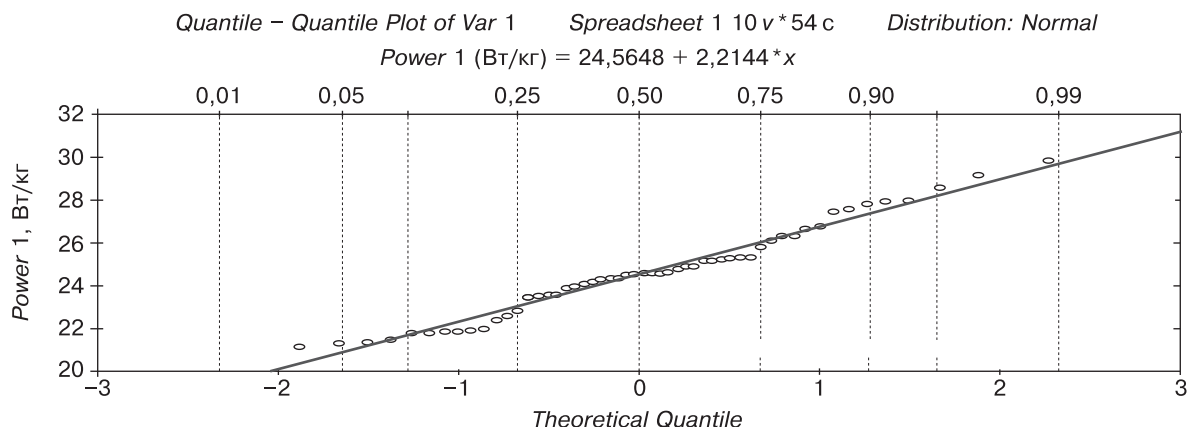


Рис. 1. Распределение показателей максимальной относительной мощности (по вертикали) в специальном тесте по центильным интервалам (по горизонтали) у велосипедистов ВМХ высокой квалификации

Таблица 2

Шкалы и критерии оценки максимальной анаэробной мощности, специальной выносливости и емкости лактатного механизма энергообеспечения велосипедистов ВМХ высокой квалификации

№ п/п	Показатель (№ попытки)	Центильный интервал (%)				
		< 10	10–25	25–75	75–90	> 90
		Балл				
		1	2	3	4	5
		Уровень оценки				
		низкий	ниже среднего	средний	выше среднего	высокий
<i>Максимальная анаэробная мощность</i>						
1	Максимальная мощность, Вт/кг (1)	< 21,7	21,8–22,8	22,9–25,3	25,4–27,6	> 27,7
2	Максимальная мощность, Вт/кг (2)	< 19,3	19,4–21,3	21,4–23,6	23,7–24,4	> 24,5
<i>Специальная (анаэробная) выносливость</i>						
3	Максимальная мощность, Вт/кг (3)	< 17,0	17,1–17,8	17,9–21,2	21,3–21,7	> 21,8
4	Максимальная мощность, Вт/кг (4)	< 14,9	15,0–16,0	16,1–17,9	18,0–18,7	> 18,8
<i>Емкость лактатного механизма энергообеспечения</i>						
5	Максимальный лактат (ммоль/л)	< 14,9	15,0–16,0	16,1–17,9	18,0–18,7	> 18,8

Таблица 3

Шкалы и критерии оценки лабильных компонентов массы тела велосипедистов ВМХ высокой квалификации

№ п/п	Показатель	Центильный интервал (%)				
		< 10	10–25	25–75	75–90	> 90
		Балл				
		1	2	3	4	5
		Уровень оценки				
		низкий	ниже среднего	средний	выше среднего	высокий
<i>Лабильные компоненты массы тела</i>						
1	Мышечная масса (%)	< 53,5	53,6–54,	54,2–55,2	55,3–57,1	> 57,2
2	Жировая масса (%)	> 9,7	9,6–8,9	8,8–7,7	7,6–7,3	< 7,2



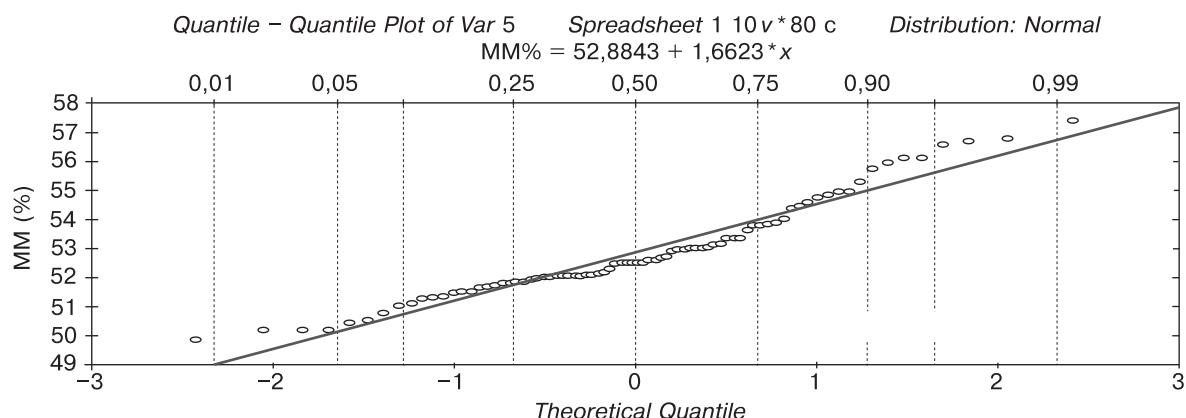


Рис. 2. Распределение показателей мышечной массы (ММ) по центильным интервалам (по горизонтали) у велосипедистов ВМХ высокой квалификации

Таблица 4

Шкалы и критерии оценки функционального состояния ЦНС и скорости формирования сенсомоторных реакций велосипедистов ВМХ высокой квалификации

№ п/п	Показатель	Центильный интервал (%)				
		< 90	90–75	75–25	25–10	> 10
		Балл				
		1	2	3	4	5
		Уровень оценки				
		низкий	ниже среднего	средний	выше среднего	высокий
<i>Функциональное состояние ЦНС (простая зрительно-моторная реакция)</i>						
1	Время реакции (мс)	> 252	251–232	231–211	210–189	< 188
	СКО (среднее квадр. отклонение)	> 92	92–65	64–27	26–15	< 14
	Всего ошибок	> 6	5–4	3–2	1	0
<i>Скорость формирования сенсомоторных реакций (сложная зрительно-моторная реакция)</i>						
2	Время реакции (мс)	> 426	425–391	390–315	314–285	< 284
	СКО (среднее квадр. отклонение)	> 133	132–94	93–52	51–47	< 46
	Всего ошибок	> 7	6–5	4–3	2–1	0

Таблица 5

Шкалы и критерии оценки максимальной анаэробной мощности, специальной выносливости и емкости лактатного механизма энергообеспечения велосипедистов ВМХ высокой квалификации

№ п/п	Показатель (№ попытки)	Центильный интервал (%)				
		< 10	10–25	25–75	75–90	> 90
		Балл				
		1	2	3	4	5
		Уровень оценки				
		низкий	ниже среднего	средний	выше среднего	высокий
<i>Максимальная анаэробная мощность</i>						
1	Максимальная мощность, Вт/кг (1)	< 17,5	17,6–19,0	19,1–20,8	20,9–21,6	> 21,7
	Максимальная мощность, Вт/кг (2)	< 16,1	16,2–17,1	17,2–19,0	19,1–19,9	> 20,0
<i>Специальная выносливость</i>						
2	Максимальная мощность, Вт/кг (3)	< 14,0	14,1–14,8	14,9–17,0	17,1–17,6	> 17,7
	Максимальная мощность, Вт/кг (4)	< 12,3	12,4–13,0	13,1–15,1	15,2–15,9	> 16,0
<i>Емкость лактатного механизма энергообеспечения</i>						
3	Максимальный лактат (мМоль/л)	< 11,7	11,8–13,4	13,5–16,2	16,3–18,0	> 18,1



Таблица 6

Шкалы и критерии оценки лабильных компонентов массы тела велосипедисток ВМХ высокой квалификации

№ п/п	Показатель	Центильный интервал (%)				
		< 10	10–25	25–75	75–90	> 90
		Балл				
		1	2	3	4	5
		Уровень оценки				
		низкий	ниже среднего	средний	выше среднего	высокий
<i>Лабильные компоненты массы тела</i>						
1	Мышечная масса (%)	< 50,9	51,0–51,7	51,8–53,8	53,9–54,9	> 55,0
2	Жировая масса (%)	> 14,0	13,9–13,3	13,2–11,2	11,1–10,3	< 10,2

Таблица 7

Шкалы и критерии оценки функционального состояния ЦНС и скорости формирования сенсомоторных реакций велосипедисток ВМХ высокой квалификации

№ п/п	Показатель	Центильный интервал (%)				
		< 90	90–75	75–25	25–10	> 10
		Балл				
		1	2	3	4	5
		Уровень оценки				
		низкий	ниже среднего	средний	выше среднего	высокий
<i>Функциональное состояние ЦНС (простая зрительно-моторная реакция)</i>						
1	Время реакции (мс)	> 271	270–256	255–215	214–200	< 199
	СКО (среднее квадр. отклонение)	> 104	103–66	67–37	36–28	< 27
	Всего ошибок	> 6	5–4	3–2	1	0
<i>Скорость формирования сенсомоторных реакций (сложная зрительно-моторная реакция)</i>						
2	Время реакции (мс)	> 447	446–401	400–323	322–300	< 299
	СКО (среднее квадр. отклонение)	> 111	110–84	83–52	51–47	< 46
	Всего ошибок	> 8	7–6	5–4	3–2	< 1



Рис. 3.
Показатели графического анализа оценки функционального состояния велосипедисток ВМХ высокой квалификации



На рисунке 3 представлен пример графического анализа функционального состояния велосипедистов ВМХ высокой квалификации. На рисунке отчетливо виден более высокий уровень максимальной мощности, специальной (анаэробной) выносливости и емкости лактатно-

го механизма энергообеспечения у спортсмена 1 по сравнению со спортсменом 2. При этом показатели фракционного состава тела, скорости простой и сложной зрительно-моторной реакции у спортсменов находятся на среднем уровне – оценены в 3 балла.

Заключение

В результате выполненного исследования установлено, что структура функционального состояния велосипедистов ВМХ высокой квалификации в группах мужчин и женщин определяется следующими факторами:

- максимальной анаэробной мощностью;
- специальной (анаэробной) выносливостью;
- емкостью лактатного механизма энергообеспечения;

– функциональным состоянием ЦНС и скоростью формирования сенсомоторных реакций;

– фракционным составом лабильных компонентов массы тела.

На основе 5-балльных центильных шкал разработаны критерии оценки специальной работоспособности и функционального состояния велосипедистов ВМХ высокой квалификации.

Литература

1. Граевская, Н.Д. О диагностике тренированности в спортивной медицине / Н.Д. Граевская // Научно-спортивный вестник. – 1982. – № 5. – С. 12–16.

2. Брандт, З. Анализ данных. Статистические и вычислительные методы для научных работников и инженеров: пер. с англ. / З. Брандт. – М.: Мир, ООО «Изд-во АСТ», 2003. – 686 с.

3. Макарова, Г.А. О принципах оценки медико-биологических критериев функционального состояния организма спортсменов / Г.А. Макарова, В.А. Якобашвили, Г.Д. Алексанянц, С.А. Локтев // Теория и практика физической культуры. – 1991. – № 12. – С. 8–10.

4. Мищенко, В.С. Автоматизированная диагностика функциональных возможностей спортсменов на основе физиологических критериев / В.С. Мищенко // Научно-спортивный вестник. – 1986. – № 2. – С. 21–25.

5. Семаева, Г.Н. Интегральная оценка функционального состояния футболистов высокой квалификации / Г.Н. Семаева, П.В. Квашук // Вестник спортивной науки. – 2005. – № 2 (7). – С. 12–20.

6. Ушаков, А.А. Использование центильного метода статистики в практике научных исследований / А.А. Ушаков // Успехи современного естествознания. – 2008. – № 5. – С. 150–151.

References

1. Graevskaya, N.D. (1982), On the diagnosis of fitness in sports medicine, *Nauchno-sportivnyy vestnik*, no. 5, pp. 12–16.

2. Brandt, Z. (2003), *Data Analysis. Statistical and computational methods for scientists and engineers*, Moscow: Mir, LLC “Publishing house AST”, 686 p.

3. Makarova, G.A., Yakobashvili, V.A., Aleksanyants, G.D. and Loktev, S.A. (1991), On the principles of assessment of biomedical criteria of the functional state of the body of athletes, *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*, no. 12, pp. 8–10.

4. Mishchenko, V.S. (1986), Automated diagnostics of athletes' functional capabilities based on physiological criteria, *Nauchno-sportivnyy vestnik*, no. 2, pp. 21–25.

5. Semaeva, G.N. and Kvashuk, P.V. (2005), Integral assessment of the functional state of elite football players, *Vestnik sportivnoy nauki*, no. 2 (7), pp. 12–20.

6. Ushakov, A.A. (2008), The use of the centile method of statistics in the practice of scientific research, *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya*, no. 5, pp. 150–151.

