

<https://doi.org/10.52449/1857-4114.2020.35-1.13>

CZU: 796.015:796.8

ФИЗИЧЕСКАЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ БОРЦОВ И ЕЕ ОЦЕНКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕРВАЛОМЕТРИИ И НАГРУЗОК СУБМАКСИМАЛЬНОЙ И МАКСИМАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ

*Манолаки Виктор*¹, ORCID: 0000-0002-3904-3564

*Манолаки Вячеслав*², ORCID: 0000-0001-8744-6125

*Мруц Иван*³, ORCID: 0000-0002-1344-9945

*Постолаки Алексей*⁴, ORCID: 0000-0002-6760-9174

^{1,2,3,4}Государственный университет физического воспитания и спорта, Кишинэу,
Республика Молдова

Аннотация. Методика определения показателей специальной физической и функциональной подготовленности борцов, предложенная авторами, отличается своей простотой и, в тоже время, оригинальностью. Наличие большого количества дискретных значений делает предлагаемую методику определения показателей более чувствительной и позволяет с большей точностью оценивать результаты максимальных тестов с применением нагрузок специфического характера максимальной и субмаксимальной мощности, стандартной дозированной нагрузки специфического характера субмаксимальной мощности. Дает возможность с большей точностью определять степень воздействия на организм борцов различной квалификации, весовой категории и пола, реакцию организма на нагрузку специфического характера: ЧСС, частоту дыхания после нагрузки и скорость восстановительных процессов, показатели физической работоспособности и максимального потребления кислорода, а также осуществлять сравнительный анализ усилий борцов при выполнении физической нагрузки специфического характера максимальной и субмаксимальной мощности. Данные приведенные авторами позволяют более эффективно осуществлять оперативный и этапный контроль за процессом подготовки борцов различного стиля, вносить своевременные коррективы в учебно-тренировочные планы спортсменов.

Ключевые слова: импульсометрия, интервалометрия, дискретные значения, максимальный тест, физическая нагрузка, физическая и функциональная подготовленность.

Актуальность. Прогресс науки требует повышения методического уровня проводимых исследований. Достигается это за счет не только внедрения новой сложной техники, но и более рационального использования имеющихся, в том числе и простых, общедоступных методов. Максимальный тест – один из самых распространенных и информативных методов в практике физиологии спорта, спортивной медицины и педагогики [1, 7, 8,

9]. При этом повышение точности исследований, метрологическое обоснование выбора более надежных способов получения информации приобретают особое значение и, в данном плане преимущества интервалометрии заставляют поставить вопрос о предпочтительности именно такого способа [9, 11, 12]. Несложность и доступность метода вполне оправдывает его популярность. В связи с этим серьезное значение приобретает

метрологическое обоснование оценки результатов тестирования, который, будучи методом количественного исследования, должен обладать необходимым уровнем точности. В научных работах, использующих инструментальные способы регистрации результатов тестирования за 30 или 60 сек с последующим ее анализом, исследователь без особого труда получает нужную степень точности [5, 6, 8]. Все вышеизложенное подтверждает актуальность нашего исследования.

Цель нашего исследования. Совершенствовать систему спортивной подготовки борцов на различных ее этапах.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Изучить методику контроля за уровнем специальной физической и функциональной подготовленности борцов на различных этапах спортивной подготовки.

2. Определить динамику физической и функциональной подготовленности борцов, а также метрологические особенности использования тестов с применением двигательных заданий специфического характера и интервалометрии.

Методы исследования:

- анализ научно-методической литературы;
- педагогические наблюдения за учебно-тренировочным процессом и соревновательной деятельностью борцов различного стиля;
- исследование морфофункциональных показателей борцов различного стиля;
- математико-статистические методы обработки данных.

Результаты исследований. Физиологические реакции на физическую нагрузку, а также и механизмы, определяющие функциональные возможности организма и их изменение под влиянием спортивной тренировки, у женщин и мужчин

принципиально не различаются. При сравнении функциональных показателей у женщин и мужчин следует, прежде всего, учитывать различия в размерах тела (рост, вес), что само по себе предопределяет половые различия в показателях физической работоспособности, которые связаны со специфическими функциональными различиями организма женщин и мужчин [6, 7, 10]. Выполняемая работа определенной мощности должна обеспечиваться эквивалентным снабжением работающих мышц химической энергией (кислородом). Следовательно, энергозатраты – скорость потребления кислорода (O_2) связаны с массой работающих мышц и весом тела. Из теоретических предпосылок следует ожидать, что именно различия в размерах тела (вес тела и мышечная масса) в первую очередь объясняют более высокие величины показателей физической (сила, быстрота, выносливость) и функциональной (ЧСС в покое и после стандартной дозированной нагрузки, физическая работоспособности (PWC_{170}) и максимальное потребление кислорода (МПК)) подготовленности мужчин по сравнению с женщинами. Особенно ярко это проявляется при определении результатов максимального теста с использованием физических нагрузок специфического характера различной мощности - выполнения бросков манекена [3, 4, 9, 10, 11, 13].

Результаты максимального теста можно оценивать с применением двух способов: импульсометрии (регистрация количества повторений тестового задания за определенный промежуток времени) и интервалометрии - регистрация продолжительности определенного количества повторений тестового задания [1, 2, 11, 12].

Оперативная импульсометрия в практике спорта характеризуется двумя чертами.

Во-первых, ввиду высокой динамичности бросковых циклов, четко отслеживающей меняющиеся уровни нагрузки, приходится вести за короткие промежутки времени. Общераспространен подсчет количества повторений «до отказа», за 15, 30 или 60 сек.

Во-вторых, оперативная импульсометрия (количество бросков за определенный промежуток времени) ведется органолептически (визуально, пальпаторно или на слух) и по секундомеру.

Несомненно, как бы ни обогащался современными техническими средствами, оперативный контроль по хронометру всегда актуален и должен оставаться на вооружении, как практического работника, так и самого спортсмена.

Но даже там, где осуществляется инструментальное исследование, интервалометрия имеет свое большое значение, ибо, с одной стороны, обеспечивает срочность получения информации, а с другой стороны, позволяет контролировать показания более сложных устройств, надежность и точность которых еще долго будут уступать таковым исправного хронометра.

Необходимо напомнить, что точность этого простого прибора – порядка 0,1 % (ведь если в сутки он грешит на 1 минуту, это даже меньше 0,1 %).

В связи с вышеизложенным, следует более подробно рассмотреть метрологическое обоснование оперативной интервалометрии.

Интерес к этому способу, несомненно, повышается; не случайно. Предлагая применение интервалометрии при проведении проб с нагрузками специфического характера, рекомендуют осуществлять регистрацию результатов тестирования не только по количеству полных бросковых циклов, но и по их продолжительности (Карпман В.Л., 1980 с соавторами) с последующим перерасчетом на количество повторений за 15 или 30

секунд (при выполнении физической нагрузки специфического характера максимальной мощности) и за 1 минуту (при выполнении физической нагрузки специфического характера субмаксимальной мощности) по формуле: для нагрузок максимальной мощности –

$$N(15'') = \frac{15 \cdot n}{T''_n}$$

или

$$N(30'') = \frac{30 \cdot n}{T''_n};$$

для нагрузок субмаксимальной мощности

$$N(60'') = \frac{60 \cdot n}{T''_n},$$

где: $N(15'')$, $N(30'')$, $N(60'')$ – результат теста;

n - количество полных бросковых циклов;

T''_n - интервал – продолжительность полных бросковых циклов.

Насколько равноценны эти способы и какой из них заслуживает большего предпочтения, говорят проведенные нами исследования.

С точки зрения простоты и практического удобства **интервалометрия** уступает импульсометрии, хотя она и не требует визуального контроля за стрелкой секундомера или циферблатом дисплея хронометра, но предполагает обязательное использование **двух хронометров**, если кроме продолжительности тестирования – общего количества повторений полных бросковых циклов одновременно регистрируются и другие показатели (к примеру, продолжительность каждого отдельно взятого броскового цикла при постоянно включенном хронометре). Помимо этого, наличие вспомогательной таблицы, где заранее вычислены данные перерасчета интервалов на количество бросковых циклов в минуту с точностью до

0,01 цикла в минуту по формуле, приведенной выше, значительно облегчает работу исследователя [9, 10, 11].

Будучи более простым и главное привычным, метод импульсометрии до сих пор остается основным на практике. Его меньшая точность, на которую было указано выше, одних исследователей удовлетворяет (особенно если подсчет ведется за ряд последовательных 30-ти или 60-ти секундных отрезков), а другими просто упускается из виду.

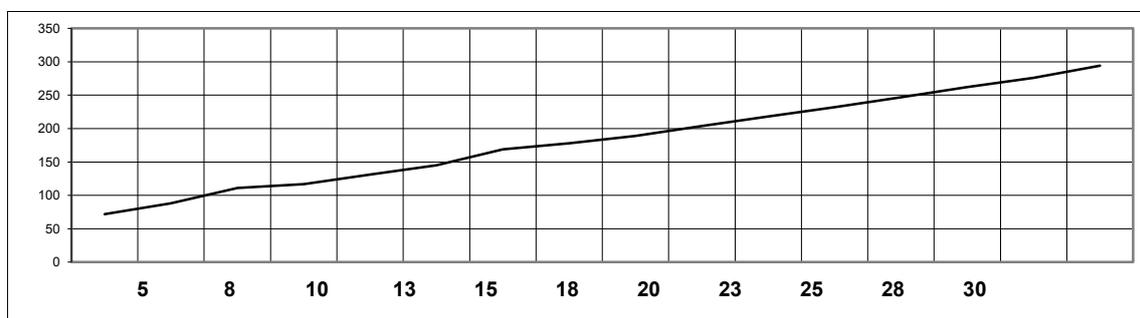
Там, где проводятся выборочные единичные подсчеты, например, при проведении теста с естественными физическими нагрузками специфического характера, целесообразность перехода от импульсометрии к интервалометрии выступает с полной очевидностью (Таблица 1).

Более высокая точность интервалометрии определяется как объективными (с точки зрения принципа измерения), так и субъективными (с точки зрения ошибки исследователя) факторами.

Таблица 1. Сравнительный анализ количества дискретных значений (диапазон 4 – 28 бросковых цикла) при применении двух способов тестирования

Мощность нагрузки	Максимальная мощность		Субмаксимальная мощность
	15 сек.	30 сек.	
Время тестирования			
И м п у л ь с о м е т р и я			
Бегущая стрелка хронометра (к-во ДЗ)	4-5	8-11	16-28
И н т е р в а л о м е т р и я			
Фиксированная стрелка хронометра - шаг 0,1 сек (к-во ДЗ)	32	58	126
Фиксированная стрелка хронометра - шаг 0,05 сек (к-во ДЗ)	66	114	252

ДЗ



Условные обозначения: ДЗ – количество дискретных значений; 1, 2, 3, 4, 5... – число регистрируемых полных бросковых циклов.

Рис. 1. Зависимость количества дискретных значений (вертикальная ось) от числа регистрируемых полных бросковых циклов (горизонтальная ось)

Диапазон зарегистрированных результатов от 4 до 23 бросков в зависимости от весовой категории – в диапазоне от 46 до 130 кг. При использовании обычного способа определения результатов тестирования показатель имеет 8 дискретных значений. При этом не учитывается тот факт, что практически всегда тренера и исследователи в расчет берут не только полностью завершенные бросковые циклы, но и не завершенные. В этом случае даже не выполненный полностью цикл фиксировался как завершенный, что в значительной мере искажало конечный результат.

С другой стороны – тестирование заканчивалось, когда у спортсмена имелось в запасе время (1 – 2 секунды) и он мог еще выполнить какую-то часть броскового цикла. Как правило, по мере выполнения бросков, степень утомления борца возрастает и, как следствие, скорость выполнения бросковых циклов к финальной части тестирования снижается от 5-7 до 25-28%, в зависимости от техники выполнения бросков, весовой категории, спортивной квалификации, а также уровня физической и функциональной подготовленности спортсмена. Причем, разброс показателей может охватывать диапазон от 8-10 до 15-17%. И, если при этом учитывать выполненную (или не выполненную) спортсменом работу в течение одного броскового цикла, разница всего лишь в 0,1 броскового цикла, в зависимости от стиля борьбы и техники выполнения бросков, может составлять от 14,5 до 22,5 кг/мин. В то время как, применение интервалометрии позволяет учитывать только полностью завершенные бросковые циклы, даже если на них было затрачено чуть более 30-ти или 60-ти секунд.

Все дело в том, что по мере возрастания утомления, продолжительность бросковых циклов неуклонно

увеличивается до такой степени, что порой завершающий бросковый цикл по времени может осуществляться в 1,5 раза дольше среднего показателя, зафиксированного у данного спортсмена в текущем тестировании.

Объективные преимущества использования интервалометрии связаны с двумя моментами.

Во-первых, данный метод измерений имеет более высокую разрешающую способность. Шкала содержит большее число **дискретных значений (ДЗ)**, охватывающая показатели в диапазоне от 5 до 30 бросковых циклов, когда суммарная продолжительность одного броскового цикла может составлять от 2,5 до 4,5 сек., что при «шаге» хронометра в 0,1 сек., в названном диапазоне, дает возможность измерить 152 дискретных значения (Таблица 2). Между тем, при импульсометрии шкала имеет предел измерения 1 бросковый цикл за период подсчета, т.е. в диапазоне от 6 до 30 бросковых циклов в минуту, и число дискретных значений будет равно 28. По отношению к измеряемой величине (полные бросковые циклы) с возрастанием ее текущих значений точность результатов полученных двумя сравниваемыми методами меняется в противоположных направлениях.

При импульсометрии она повышается: интервал измерения 2,5–4,5 секунд составляет при выполнении бросковых циклов соответственно 2,5–5% от измеряемой величины. При интервалометрии, с ее постоянным для всей шкалы пределом точности измерения времени (0,1 сек. или 0,05 сек. – при использовании электронного секундомера), относительная точность делений шкалы с укорочением бросковых циклов снижается. В случае определения продолжительности выполнения 10 бросковых циклов цена деления шкалы составляет соответственно 0,67 броскового цикла - 1,4% от

измеряемой величины. Таким образом, даже при самой благоприятной для **импульсометрии** и самой неблагоприятной для **интервалометрии** зоне разрешающая способность сопоставляемых методов сближается: при **импульсометрии** за время тестирования продолжительностью 60 сек, шкала имеет **28** дискретных значений, а при **интервалометрии** за те же 60 сек – **152** дискретных значения. При этом важно учесть и то, что в последнем случае ведется подсчет полных бросковых циклов, каждый из которых выполняется за весьма короткий отрезок времени – от 2,5 до 3 сек. Если измерять здесь суммарное время 20 циклов, т.е. взять сопоставимое время измерений (длительность одного цикла от 2,5 до 4,5 сек.), то разрешающая способность интервалометрии значительно возрастает. Во-вторых, интервалометрия по самому своему принципу дает меньшую погрешность измерения. Она позволяет учитывать определенное число полных бросковых циклов, в то время как при импульсометрии в период измерения (за 30 или 60 сек.) попадают «невыполненные» доли последнего из зарегистрированных бросковых циклов, т.е. финальный результат завышается.

Так, при импульсометрии может быть показан результат 10 циклов за 30 сек. не только при суммарной длительности 10 циклов в первом случае от 27,55 до 30,0 сек., к 9 полным циклам добавляется 10-ый цикл, «не подкрепленный» соответствующим интервалом времени. Ошибка результатов тестирования при этом может составлять от **155 до 225 кгм/мин.** Иными словами, импульсометрия включает

органическую погрешность $\pm 0,9$ цикла за период времени измерения в 27,55 или 30,0 сек.

Интервалометрия лишена такой погрешности, которая в случае импульсометрии, даже при инструментальной регистрации бросковых циклов, может за два выборочных отрезка в диапазоне 3,5 сек. показать разницу в 35 дискретных значений. Там, где показатели совершенно одинаковы, она не позволит выявить разницу двух результатов, отличающихся друг от друга в пределах от 125 - 220 кгм (Таблица 2).

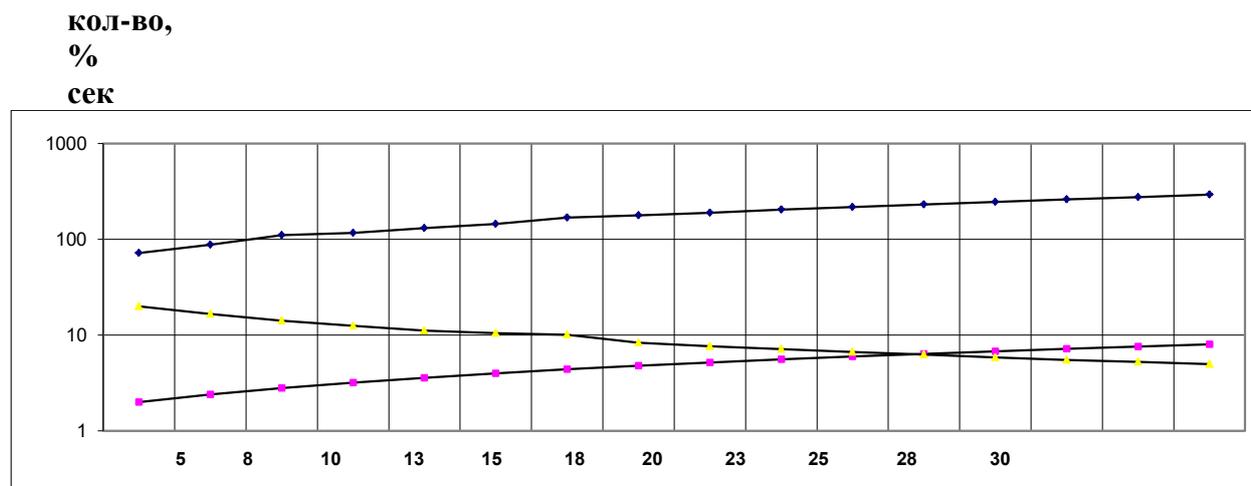
При рассмотрении субъективного фактора, т.е. погрешности, зависящей от исследователя (Таблица 2) нужно отметить, что максимальная величина ее составляет у опытного исследователя при импульсометрии не более 1 броска за период измерения, а для интервалометрии не более $\pm 0,1$ сек. ($\pm 0,05$ сек.) за время отсчета (соответственно разбросу латентного периода сенсомоторной реакции на ритмический раздражитель).

Таким образом, субъективная погрешность, в принципе равная разрешаемой способности методов, значительно меньше при интервалометрии. Если при регистрации результата исследователем будет допущена ошибка всего на один бросок (один полный бросковый цикл), то при расчете показателей за 15 сек. расхождение с истинным результатом ошибка составит 20 %, за 30 сек. – 10 %, за 60 сек – 6,67 %, а при расчете показателей с применением интервалометрии за 15 сек. – всего 5 %, за 30 сек – 3,2 %, а за 60 сек. – 1,5 % (Таблица 2, Рисунок 2).

Таблица 2. Сравнительная характеристика определения количества бросковых циклов методом интервалометрии с применением электронного хронометра (шаг 0,1 сек. и шаг 0,05 сек.)

№ п.п.	Стиль борьбы	Весовая категория	к-во ДЗ	к-во ДЗ	Работа при выполнении одного броскового цикла (кгм)	Вероятная ошибка	
			T ^{60,0} – 65,0 шаг - 0,1 сек.	T ^{60,0} – 65,0 шаг - 0,05 сек.		±	%
1	Дзюдо	< 60	32 - 46	66 - 72	157,2 – 161,0	1,90	1,21
2		60 - 66	46 - 58	72 - 80	161,0 – 171,6	5,30	3,29
3		66 - 73	58 - 64	80 - 112	171,6 – 186,1	7,25	4,22
4		73 - 81	64 - 80	112 - 142	186,1 – 196,7	5,30	2,85
5		81 - 90	80 - 92	142 - 178	196,7 – 212,4	7,85	3,99
6		90 - 100	92 - 112	178 - 228	212,4 – 227,2	7,40	3,48
7		>100	112 - 126	228 - 252	227,2 – 234,5	3,65	1,61
1	Греко-Роман	< 59	26 - 40	64 - 70	137,7 – 140,2	1,25	0,91
2		59,1 - 66	32 - 48	70 - 80	140,2 – 149,7	4,75	3,39
3		66,1 - 71	48 - 62	80 - 118	149,7 – 160,7	5,50	3,67
4		71,1 - 75	62 - 76	118 - 138	160,7 – 163,8	1,55	0,96
5		75,1 - 80	76 - 84	138 - 152	163,8 – 166,5	1,35	0,82
6		80,1 - 85	84 - 92	152 - 172	166,5 – 176,2	4,85	2,91
7		85,1 - 98	92 - 100	172 - 194	176,2 – 187,2	5,50	3,12
8		98 - 130	100 - 114	194 - 210	187,2 – 222,2	17,50	9,35
9		>130	112 - 122	210 - 244	222,2 – 229,3	3,55	1,60
1	Вольная	< 57	30 - 42	62 - 70	136,9 – 139,9	1,50	1,10
2		57 - 61	42 - 58	70 - 82	139,9 – 143,2	1,65	1,18
3		61 - 65	58 - 70	82 - 110	143,2 – 153,5	5,15	3,60
4		65 - 70	70 - 82	110 - 138	153,5 – 158,9	2,70	1,76
5		70 - 74	82 - 90	138 - 150	158,9 – 162,2	1,65	1,04
6		74 - 86	90 - 96	150 - 174	162,2 – 179,3	8,55	5,27
7		86 - 97	96 - 106	174 - 192	179,3 – 189,9	5,30	2,96
8		97 - 125	106 - 114	192 - 212	189,9 – 219,6	14,85	7,82
9		>125	116 - 124	212 - 248	219,6 – 222,6	1,50	0,68
1	Самбо	< 52	34 - 48	68 - 82	121,2 - 123,6	1,20	0,99
2		52 - 57	48 - 60	82 - 100	123,6 – 131,8	4,10	3,32
3		57 - 62	60 - 74	100 - 126	131,8 – 138,8	3,50	2,66
4		62 - 68	74 - 82	126 – 148	138,8 – 144,8	3,00	2,16
5		68 - 74	82 - 90	148 – 164	144,8 – 150,8	3,00	2,07
6		74 - 80	90 - 96	164 – 192	150,8 – 161,2	5,20	3,45
7		80 - 90	96 - 106	192 – 214	161,2 – 168,4	3,60	2,23
8		90 - 100	106 - 114	214 – 232	168,4 – 178,8	5,20	3,09
9		>100	114 - 128	232 - 256	178,8 – 182,2	1,70	0,95

Примечание. В таблице приняты следующие обозначения: **n** – количество полных бросковых циклов; **T⁶⁰** – продолжительность процедуры; **ДЗ** – дискретное значение.



Условные обозначения: ♦ – количество дискретных значений; ▲ – возможная ошибка (в %); ■ – длительность процедуры (в секундах); 4, 5, 6, 7, 8... 20 – количество регистрируемых полных бросковых циклов.

Рис. 2. Зависимость информативности (длительности, количества дискретных значений и точности) процедуры определения результатов методом интервалометрии от количества регистрируемых (от 5 до 30) бросковых циклов (шкала диаграммы логарифмирована)

Выводы. Обобщая все изложенное выше, можно сделать вывод о том, что интервалометрия более чем на порядок превосходит по точности импульсометрию и может стать основным способом оперативной оценки результатов тестирования уровня специальной физической и функциональной подготовленности борцов на различных этапах подготовки.

Разрешающая способность интервалометрии - шкала определения результатов включает от **96** (броски в течение 15 секунд) до **152** (броски в течение 60 секунд) дискретных значения, что делает данный метод более «чувствительным» к малейшим изменениям в подготовленности борцов.

Для снижения значительных затрат времени, связанных с перерасчетами, нами были разработаны специальные таблицы – номограммы для определения количества **бросковых циклов** методом интервалометрии в диапазоне от **5 до 30-ти** бросковых циклов (в зависимости от мощности и продолжительности применяемых тестовых нагрузок) с высокой разрешающей способностью (точность составляет до **0,01** броскового цикла), которые очень просты в обращении и позволяют тренерам и исследователям значительно сократить время на обработку результатов тестирования и получать более точные данные.

Литература:

1. Dorgan V., Mrut I., Postolachi A. (2018). *Loads of a Specific Nature and their Impact on the Organism of Femele Judo Partitioners*. In: The impact of Sport and Physical Education Science on Today's Society. Iasi, p. 59-67.

2. Manolachi Veaceslav (2003). *Sporturi de luptă - teorie și metodică: (Luptele libere, greco-romane, judo)*. Chișinău: INEFS. 400 p.
3. Геселевич В.А. (1973). *Методы оценки физической работоспособности борцов*. В: Спортивная борьба. М.: Физкультура и Спорт, с.47-48.
4. Замятин Ю.П., Тараканов Б.И. (1985). *Экспериментальное обоснование методики педагогического контроля физической подготовленности борцов*. В: Пути повышения эффективности подготовки юных и взрослых спортсменов: Сб. науч. тр. Л.: ГДОИФК, с.22-26.
5. Каплин В.Н., Еганов А.В., Сиротин О.А. (1990). *Оценка уровня специальной и общефизической подготовленности дзюдоистов - юниоров: Методич. рекомендации*. М.: Госкомспорт СССР. 22 с.
6. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. (1984). *Тестирование в спортивной медицине*. М.: ФиС, с. 135 – 194.
7. *Спортивная физиология* (1986). Учеб. Для ин-тов физ.культ. Под ред. Я.М. Коца. М.:ФиС. 240 с.
8. Манолаки В.Г. (1989). *Экспериментальное обоснование информативности тестов для контроля за подготовкой квалифицированных дзюдоисток*. В: Становление и совершенствование тактико-технического мастерства в спортивной борьбе: Сб. науч. тр. Омск: ОГИФК, с.79-84.
9. Манолаки В., Мруц И. (2017). *Определение относительных показателей физической работоспособности борцов с применением специфических нагрузок*. В: Materiale Congresului Științific Internațional „Sport. Olimpism. Sănătate”: culegere de rezumate, ed. 2, 26-28 octombrie 2017. Chișinău: USEFS, p.117.
10. Манолаки В.В., Мруц И.Д., Манолаки В.Г. (2019). *Относительные показатели физической работоспособности борцов вольного стиля PWC₁₇₀ (V) и применение специфических нагрузок. Монография*. Кишинэу: Editura USEFS. 346 с.
11. Мруц И.Д. (2006). *Сборник таблиц для определения пульса методом интервалометрии*. Кишинев: ГУФВиС. 28 с.
12. Нагинская С.В. (1987). *Основы спортивной метрологии*. Киев: Высшая школа. 152 с.
13. Sjostrad T. (1947). *Changes in the Respiratory organs of workmen at one ores melding work*. Acta Med. Scand., Suppl. 196, p. 687 – 699.