

ГАЛАЙ Никита Константинович, магистр пед. наук

БЫКОВ Дмитрий Юрьевич, магистр пед. наук

*Белорусский государственный университет физической культуры,
Минск, Республика Беларусь*

КОМПЛЕКСНЫЙ ТЕСТ ДЛЯ ОЦЕНКИ СТРЕЛКОВОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ БИАТЛОНISTOV

В статье представлена методика оценки стрелковой подготовленности биатлонистов на основе применения мобильных аппаратно-программных средств. Отмечено, что преимуществом при тестировании стрельбы в биатлоне является одновременная регистрация динамических параметров верхних и нижних конечностей, что дает объективную картину о производстве выстрела. Предложенная методика характеризуется высокой информативностью, предоставляя постоянную и действенную информацию, на основании которой можно вносить оперативную коррекцию в подбор необходимых тренировочных средств.

Ключевые слова: компьютерная педобарография; оптический захват движений; давление кистевого хвата; комплексный подход; опорное взаимодействие; колебание ствола винтовки.

COMPLEX TEST FOR SHOOTING PREPAREDNESS ASSESSMENT OF BIATHLETES

A methodology for assessing the shooting preparedness of biathletes based on the use of mobile hardware and software is presented in the article. It is noted that the advantage in testing biathlon shooting is simultaneous registration of dynamic parameters of the upper and lower limbs, which gives an objective picture of the firing. The proposed technique is characterized by high information content, providing constant and effective information, on the basis of which it is possible to make an appropriate correction in necessary training means selection.

Keywords: computer pedobarography; optical motion capture; hand grip pressure; integrated approach; support interaction; oscillation of the rifle barrel.

Введение. Точная и быстрая стрельба является важным фактором прогресса спортивных достижений биатлонистов. Производство выстрела начинается с изготавлия спортсмена, то есть с принятия позы с целью обеспечения хорошей устойчивости оружия и создания эффективных условий для последующего прицеливания [1]. При этих взаимодействиях осуществляются сложные зрительно-двигательные процессы, проходящие в условиях непрерывных колебаний ствола оружия. Завершается процесс выстрела непосредственно спуском курка, оканчивающим весь комплекс предварительных действий спортсмена. Стрельба в биатлоне ведется на открытых огневых рубежах, где на полет пули влияют погодные условия, однако существенное влияние на траекторию оказывает сам

спортсмен, поэтому стрелковая подготовка – один из важнейших компонентов организации тренировочного процесса в современном биатлоне [2].

На сегодняшний день в системе подготовки биатлонистов активно используются различные методики тестирования техники стрельбы. В исследовании финских специалистов выявлено, что одним из ключевых факторов результативности стрельбы из положения стоя является способность спортсмена управлять общим центром массы тела в пределах базы поддержки его опоры [3]. При оценке влияния специфического утомления на результативность стрельбы также выявлено, что колебание тела и особенно винтовки существенным образом детерминируют качество выполнения выстрела. При этом установлено,

что с увеличением утомления биатлонисты создают индивидуальные моторные стратегии и модели [4–8]. В ряде работ утверждается, что нажатие на спусковой курок должно быть плавным – это одно из условий, при котором можно произвести меткий и точный выстрел [9–11]. Однако многие исследования биатлонной стрельбы направлены на узкий спектр контроля биомеханических параметров движений лишь в области плечевого пояса, без контроля параметров опорного взаимодействия, или исследования одной составляющей из системы «стрелок-оружие». Комплексный подход к тестированию спортсменов со средствами биомеханического контроля имеет огромный потенциал для получения новой информации, касающейся факторов, определяющих технику стрельбы в биатлоне [12].

Ранее при изучении особенностей биомеханики техники биатлонной стрельбы не использовались аппаратно-программные средства, позволяющие одновременно регистрировать кинематические и динамические параметры движений спортсменов. В связи с этим нами предпринята попытка разработать методику комплексного тестирования стрелковой подготовленности биатлонистов с качественным биомеханическим анализом техники двигательных действий при выполнении выстрелов.

Цель исследования – оценка стрелковой подготовленности биатлонистов по данным комплексного тестирования.

Методы и организация исследования. Экспериментальное исследование проводилось на базе учреждения «Республиканский центр олимпийской подготовки по зимним видам спорта «Раубичи». В исследовании принимали участие 9 спортсменов (возраст $21,3 \pm 0,5$

лет, масса тела $79,0 \pm 4,7$ кг), входящих в списочный состав юниорской сборной команды Республики Беларусь по биатлону ($n=6$, переменный состав; $n=3$, стажеры, постоянный состав), имеющие опыт выступлений на соревнованиях под эгидой Международного союза биатлонистов.

Для тестирования стрелковой подготовленности биатлонистов использовались предварительно откалиброванные и синхронизированные между собой системы:

- система «HR-Mat», Tekscan (компьютерная педобарография);
- система «Grip», Tekscan (сенсорный анализ давления кистевого хвата);
- система «Qualisys», Qualisys AB (оптический захват движений).

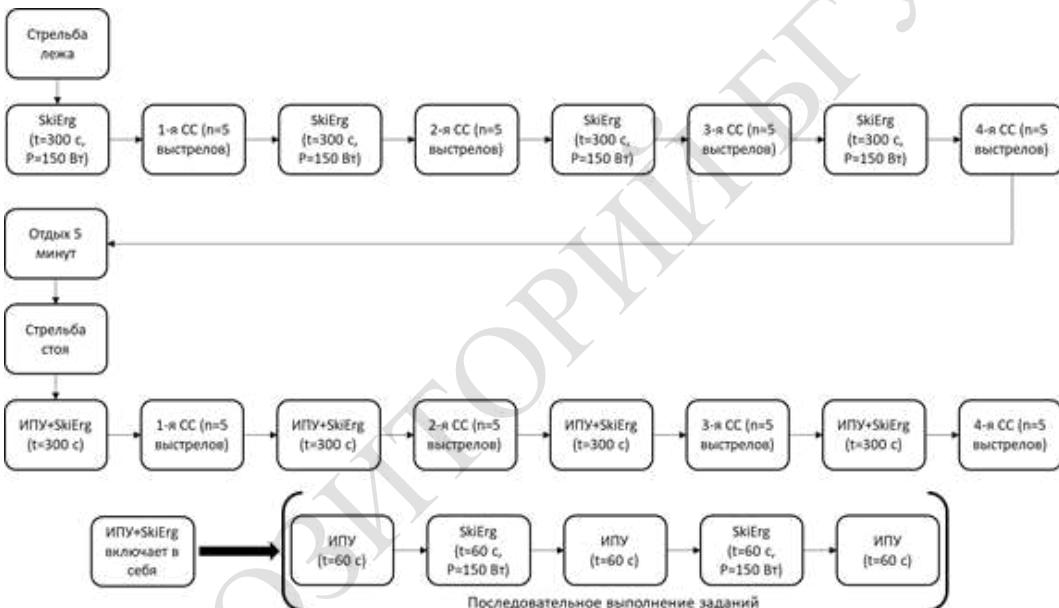
Спортсменам необходимо было выполнить два тестовых задания: 4 серии по 5 выстрелов после нагрузки из положения лежа; 4 серии по 5 выстрелов после нагрузки из положения стоя.

Нагрузка перед выполнением стрельбы из положения лежа задавалась с использованием тренажера SkyErg (рисунок 1) в течение 5 минут с мощностью не менее 150 Вт. Перед выполнением стрельбы из положения стоя нагрузка регламентировалась выполнением двух упражнений по круговой системе: работа на тренажере SkyErg с мощностью не менее 150 Вт (60 секунд) и имитационных прыжковых упражнений (ИПУ, 60 с).

Интенсивность нагрузки контролировалась частотой сердечных сокращений и составляла 60–70 % от индивидуального максимума. Индивидуальная максимальная частота сердечных сокращений была рассчитана по формуле Робергса – Ландвера [13]. Алгоритм проведения тестирования представлен на рисунке 2.



Рисунок 1. – Фрагмент проведения комплексного тестирования биатлонистов



СС – стрелковая серия; ИПУ – имитационные прыжковые упражнения

Рисунок 2. – Алгоритм проведения тестирования

На каждой стрелковой серии определялась длина траектории перемещения центра давления на поверхности опоры (S , см), колебания центра давления в задне-переднем направлении относительно спортсмена (с пяткойной области на метатарзальную) ($A-P$, см), колебания центра давления в поперечном направлении относительно спортсмена (с левой ноги на правую) ($L-R$, см), величина давления на курок (F , выраженная в %, где

100 % – непосредственно момент производства выстрела), длина траектории прицеливания (L , мм), время прицеливания (t , с), скорость изменения положения ствола винтовки в пространстве во время прицеливания (V_1 , мм/с), площадь фигуры, охватывающая траекторию прицеливания (S_1 , мм²), и др. Расчеты проводились на персональном компьютере с применением программного продукта Excel 19 (Microsoft).

Основные результаты и их обсуждение. Для демонстрации методики биомеханического анализа выполнения выстрелов выбран спортсмен М.А., результативность двигательных действий которого представлена в нижеследующей последовательности.

Графики, отражающие индивидуальную динамику прикладываемого к спусковому курку давления, представлены на рисунке 3. При выполнении стрельбы из положения лежа спуск курка осуществляется недостаточно плавно, что отражается на графиках увеличенным диапазоном значений между пунктирными линиями. Наибольшие колебания усилий возникают в момент времени $T_{0,5}$ (от 50 до 87 % от необходимого).

Характер нарастания усилия линейный до уровня плато (83–90 % от давления, необходимого для срабатывания спускового механизма винтовки) и плавного дожима в завершающей стадии. Величина максимального давления в момент времени T_n является близкой к необходимой, что отражает диапазон пиковых значений, лежащий в границах 103–105 % для 1–3-й серий и 112 % – для 4-й серии. Данный тип обработки спуска

является классическим, с приемлемым качеством исполнения.

При выполнении стрельбы из положения стоя характер обработки спуска имеет существенные различия между сериями. Для первой и второй серий характерными особенностями является меньшее время обработки спуска (отсутствует момент времени $T_{1,0}$) и существенно большие значения величин максимального усилия по сравнению с третьей серией (T_n для первой и второй серий колеблется в среднем в пределах 113–117 % с большим значением стандартного отклонения). В третьей серии среднее значение усилия в момент T_n составило 105 %. Спуск курка во всех сериях осуществляется недостаточно плавно, что отражается на графиках увеличенным диапазоном значений между пунктирными линиями. Характер нарастания усилия – линейный, до уровня плато 50–70 % от усилия, необходимого для срабатывания спускового механизма винтовки. Стереотип при выполнении стрельбы из положения стоя можно охарактеризовать как недостаточно устойчивый ввиду существенных величин значений стандартных отклонений по ключевым моментам. Тип обработки

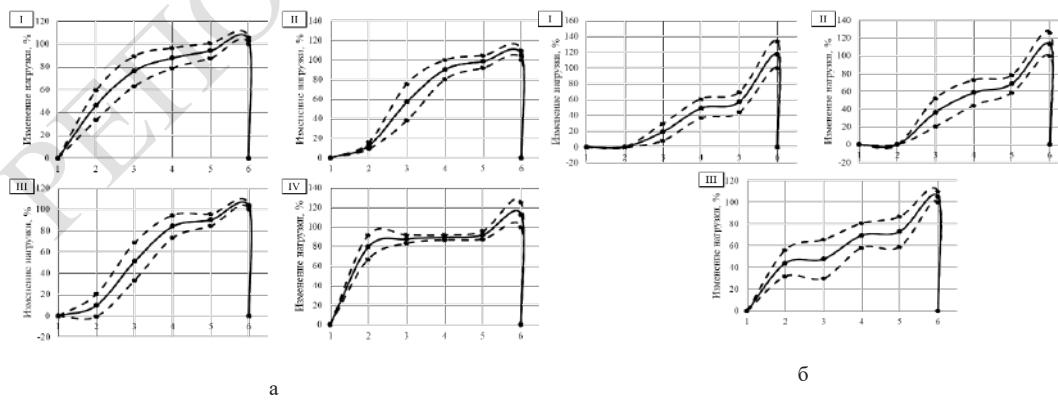


Рисунок 3. – Динамика показателей давления, прикладываемого к спусковому курку при выполнении стрельбы из положения лежа и стоя

близкий к классическому, но с низким качеством исполнения.

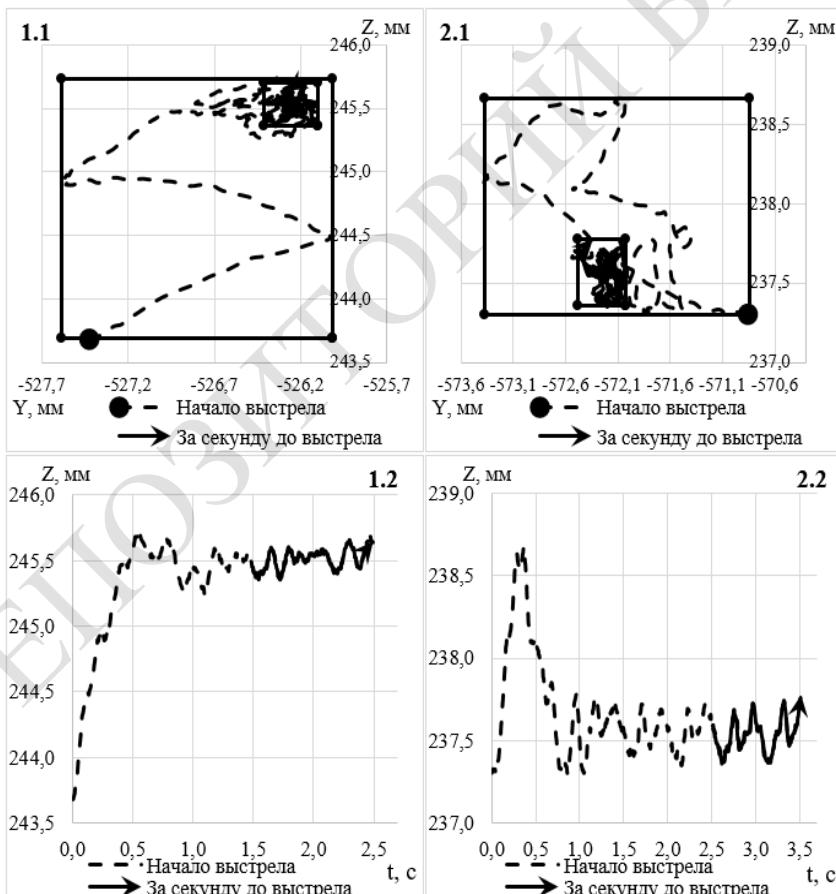
Показатели, характеризующие контроль винтовки спортсменом при выполнении стрельбы из положения лежа, представлены в таблице 1.

Длительность прицеливания составляла $2,76 \pm 0,46$ с. За секунду до момента выстрела скорость перемещения ствола винтовки снижалась в среднем на $8,74 \pm 5,48$ %. Площадь области прицеливания за секунду до момента выстрела сокращалась в среднем на $86,96 \pm 6,27$ % по сравнению с площадью прицеливания в целом. Наиболее типичная про-

странственно-временная структура выстрела во фронтальной и сагиттальной плоскостях представлена на рисунке 4.

Таблица 1. – Данные, характеризующие движение ствола винтовки при выполнении стрельбы из положения лежа

Серия	L, мм	l, мм	t, с	V ₁ , мм/с	V ₂ , мм/с	S ₁ , мм	S ₂ , мм	S ₂ / S ₁ , %
1	11,46	2,96	3,22	3,57	2,96	3,31	0,15	93,99
2	8,55	3,57	2,25	3,81	3,57	3,46	0,46	80,39
3	10,80	4,12	2,50	4,45	4,12	4,41	0,34	90,29
4	13,26	4,08	3,07	4,29	4,08	2,06	0,24	83,17
X±σ	11,02± 1,95	3,68± 0,54	2,76± 0,46	4,03± 0,41	3,68± 0,54	3,31± 0,97	0,30± 0,13	86,96± 6,27



1.1, 2.1 – фронтальная плоскость; 1.2, 2.2 – сагиттальная плоскость

Рисунок 4. – Пространственно-временная структура прицеливания при выполнении стрельбы из положения лежа

Рассматриваемый спортсмен продемонстрировал устойчивый стрелковый стереотип, характерный для типа производства выстрела на «удержании оружия». Процесс прицеливания относительно пространственной структуры можно охарактеризовать как нестабильный: 40 % выстрелов (8) спортсмен выполнил, прицелившись слева направо, 60 % выстрелов (12) – справа налево. За секунду до выстрела, в большинстве случаев, прицеливание сопровождалось в равной степени как поперечными, так и продольными колебаниями, амплитуда которых не превышала 0,5 мм. В сагиттальной плоскости ствол винтовки зачастую подводился к центру мишени снизу вверх. Стабилизация винтовки, характеризующаяся сохранением продольного положения ствола с незначительными колебаниями амплитудой до 0,5 мм, осуществлялась за 2–2,7 с до момента выстрела. Характер перемещения ствола винтовки в сагиттальной плоскости позволяет сделать вывод, что спортсмен выполняет вдох во время перезарядки, непосредственно прицеливание осуществляется на выдохе и задержке дыхания, после чего производится выстрел.

Показатели, характеризующие контроль винтовки спортсменом при выполнении стрельбы из положения стоя, представлены в таблице 2. Данные, характеризующие взаимодействие спортсмена с поверхностью опоры при выполнении стрельбы из положения стоя, представлены в таблице 3.

Длительность прицеливания составляла $1,51 \pm 0,17$ с. За секунду до момента выстрела скорость перемещения ствола винтовки снижалась в среднем на $2,27 \pm 3,65$ %. Площадь области прицеливания за секунду до момента выстрела сокращалась в среднем на $27,37 \pm 9,82$ % по сравнению с площадью прицеливания в целом.

Таблица 2. – Данные, характеризующие движение ствола винтовки при выполнении стрельбы из положения стоя

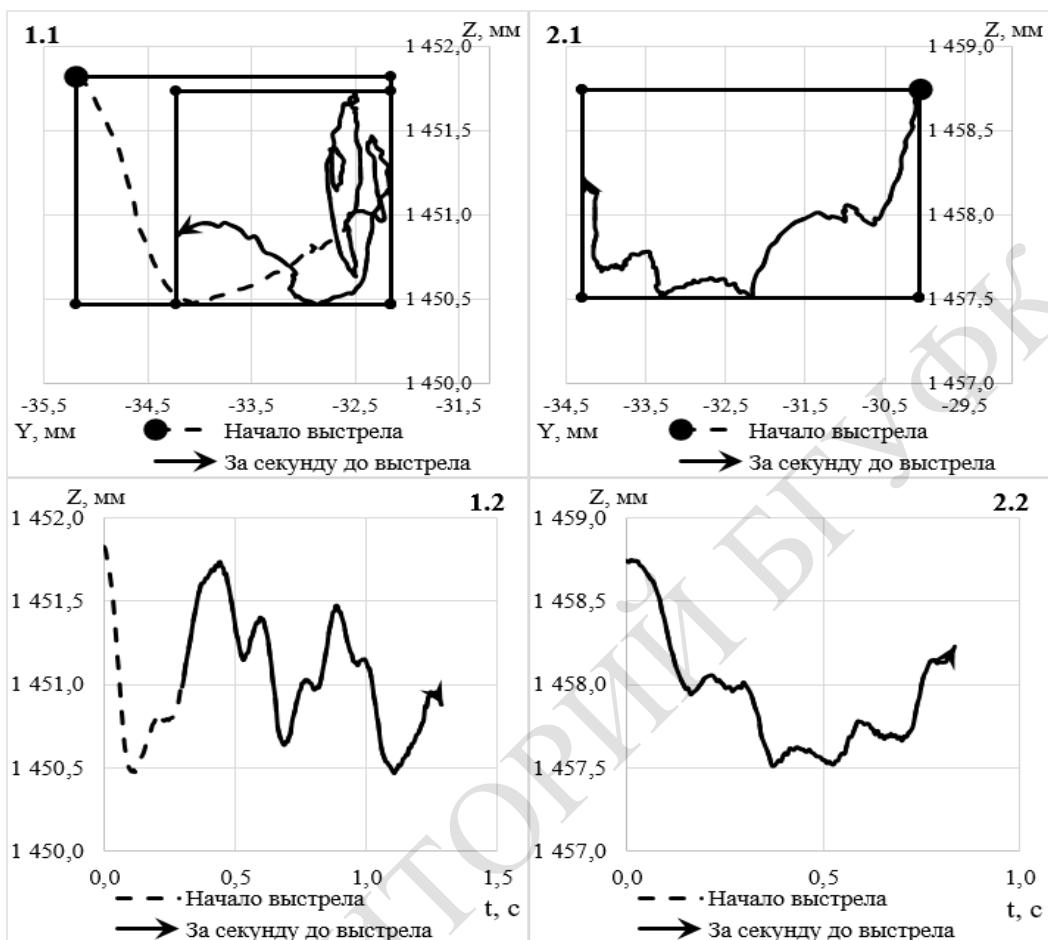
Серия	L, мм	l, мм	t, с	V ₁ , мм/с	V ₂ , мм/с	S ₁ , мм	S ₂ , мм	S ₂ / S ₁ , %
1	7,52	4,77	1,49	5,01	4,77	7,51	5,22	30,56
2	6,87	4,43	1,41	4,61	4,46	26,95	7,53	21,20
3	6,03	3,71	1,39	4,32	4,46	6,48	4,87	17,98
4	7,61	4,06	1,76	4,48	4,18	15,42	6,02	39,75
X±σ	7,01± 0,73	4,24± 0,46	1,51± 0,17	4,60± 0,30	4,47± 0,24	14,09± 9,46	5,91± 1,18	27,37± 9,82

Таблица 3. – Данные, характеризующие взаимодействие с поверхностью опоры при выполнении стрельбы из положения стоя

Параметр	Стрелковая серия			
	1	2	3	4
S, см	1545,00	2208,00	5542,00	3840,00
A-P, см	3,11	4,66	6,06	5,90
L-R, см	5,23	7,20	9,18	8,34

Наиболее типичная пространственно-временная структура выстрела во фронтальной и сагиттальной плоскостях представлена на рисунке 5.

При стрельбе из положения стоя спортсмен продемонстрировал устойчивый стрелковый стереотип, характерный для типа производства выстрела «ловя» мишень. Прицеливание во фронтальной плоскости осуществлялось как слева направо, так и справа налево. За секунду до момента выстрела сопровождалось преимущественно продольными колебаниями амплитудой до 0,7 мм. В сагиттальной плоскости при производстве 63,16 % выстрелов ствол винтовки подводился к центру мишени сверху вниз без явной стабилизации перед выстрелом. В 60 % случаев происходит резкое продольное смещение ствола винтовки вверх и в 40 % случаев – вниз. Это может свидетельствовать о недостаточной постуральной устойчивости спортсмена при прицеливании, что подтверждается большой длиной траектории перемеще-



1.1, 2.1 – фронтальная плоскость; 1.2, 2.2 – сагиттальная плоскость

Рисунок 5. – Пространственно-временная структура прицеливания при выполнении стрельбы из положения стоя

ния центра давления относительно времени стрельбы.

Существенные продольные колебания ствола винтовки при прицеливании из положения стоя обусловлены значительным преобладанием поперечных колебаний центра давления на поверхность опоры (с левой ноги на правую) вследствие не скомпенсированного воздействия момента силы тяжести оружия, проекция общего центра тяжести которого расположена близко к границе

площади опоры. Таким образом, предложенная методика комплексного тестирования биатлонистов позволяет выявлять как функциональные возможности спортсменов, так и лимитирующие факторы и ошибки в стрелковой подготовленности.

Заключение. Исследование техники прицеливания при производстве выстрелов у высококвалифицированных биатлонистов показало, что графики, отражающие индивидуальную динами-

ку прикладываемого на спусковой курок давления, являются информативными для определения стрелкового стереотипа. Так, например, было выявлено, что у спортсмена М.А. тип обработки близкий к классическому, но с низким качеством исполнения, за счет недостаточно плавной обработки и существенных величин значений стандартных отклонений по ключевым моментам. По сопоставленным данным, характеризующим взаимодействие с поверхностью опоры и по пространственно-временной структуре прицеливания при выполнении стрельбы из положения стоя, можно выявить причины, вызвавшие колебания ство-

ла винтовки. Одной из них являются существенные продольные колебания ствола, которые обусловлены и численно подтверждены значительными попечерными колебаниями центра давления на поверхность опоры (с левой ноги на правую).

Предложенная методика комплексного применения современных технологий оценки взаимодействия верхних и нижних конечностей, а также взаимодействия спортсмена с опорой и винтовкой, позволяет объективно и в полном объеме контролировать проявление техники двигательных действий при стрельбе в биатлоне.

1. Зубрилов, Р. А. Стрелковая подготовка биатлониста : моногр. / Р. А. Зубрилов. – 2-е изд., доп. и перераб. – М. : Советский спорт, 2012. – 296 с.
2. Афанасьев, В. Г. Повышение результативности путем оптимизации режима стрельбы в биатлоне / В. Г. Афанасьев, В. И. Акимов, С. Б. Власов // Пути повышения специальной работоспособности квалифицированных спортсменов. – Алма-Ата, 1985. – С. 73–76.
3. Sattlecker, G. Effects of biathlon specific fatigue on shooting performance / G. Sattlecker, T. Finkenzeller // 3rd International Congress on Science and Nordic Skiing – ICSNS 2015 5–8 of June 2015, Vuokatti Sports Institute. – Vuokatti, 2015. – Р. 38.
4. Ihalainen, S. Holding ability determines 54 % of air rifle shooting scores / S. Ihalainen, S. Kuitunen, K. Mononen //3rd International Congress on Science and Nordic Skiing – ICSNS 2015 5–8 of June 2015, Vuokatti Sports Institute. – Vuokatti, 2015. – Р. 69.
5. Романова, Я. С. Стрелковая подготовленность сильнейших биатлонистов мира / Я. С. Романова, Н. С. Заозурский, С. Ю. Гуща // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. – 2016. – № 10 (110). – С. 138–143.
6. Романова, Я. С. Интегральный показатель стрелковой подготовленности биатлонистов и перспективы его использования в научных исследованиях / Я. С. Романова, Н. Ф. Астафьев // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2014. – № 3 (32). – С. 105–109.
7. Романова, Я. С. Комплексный индивидуальный подход к совершенствованию техники стрельбы биатлонистов высокой квалификации : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Я. С. Романова ; Сиб. гос. ун-т физ. культуры и спорта. – Омск, 2016. – 177 с.
8. Биатлон : учеб. для вузов / Н. Г. Бозержан [и др.]. – Омск : Омскбланкиздат, 2015. – 256 с.
9. Кинль, В. А. Исследование стрелковой подготовки лыжников-биатлонистов : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / В. А. Кинль. – Киев, 1977. – 23 с.
10. Корбит, М. И. Модельные характеристики времени пребывания на огневых рубежах у биатлонистов высокого класса / М. И. Корбит // Вопросы теории и практики физической культуры и спорта. – Вып. 14. – Минск : БГОИФК, 1984. – № 14. – С. 54–56.
11. Носкова, Л. Н. Характеристика биатлона / Л. Н. Носкова // Лыжные гонки. Биатлон. – Тюмень, 2002. – Ч. 1. – С. 76–83.
12. Специальная работоспособность лыжников-гонщиков : современные тенденции (по материалам зарубежной литературы) / В. И. Михалев [и др.] // Ученые записки университета им. Лесгафта. – 2015. – № 4 (122). – С. 139–144.
13. Формула Робергса – Ландвера [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://beregifiguru.ru/>. – Дата доступа : 04.03.2020.