

МИНИСТЕРСТВО СПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА

СОЮЗ БИАТЛОНИСТОВ РОССИИ

СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ В БИАТЛОНЕ

Материалы X Всероссийской научно-практической конференции

26 апреля 2022 г.

Под общ. ред. Н. С. Загурского

Омск 2022

УДК 796.922.093.642

ББК 75.719.59

С34

Под общей редакцией канд. пед. наук, профессора,
засл. тренера России Н. С. Загурского

С34

Современная система спортивной подготовки в биатлоне : материалы X Всероссийской научно-практической конференции (26 апреля 2022 г.) / Министерство спорта Российской Федерации, Сибирский государственный университет физической культуры и спорта ; Союз биатлонистов России ; под общ. ред. Н. С. Загурского. – Омск : СибГУФК, 2022. – 158 с.
ISBN 978-5-91930-205-6

УДК 796.922.093.642

ББК 75.719.59

ISBN 978-5-91930-205-6

© Министерство спорта
Российской Федерации, 2022
© ФГБОУ ВО СибГУФК, 2022
© Союз биатлонистов России, 2022

СРАВНЕНИЕ ТРЕНИРОВОЧНЫХ НАГРУЗОК И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ БИАТЛОНИСТОВ И ЛЫЖНИКОВ ВЫСОКОГО КЛАССА

*П. Е. Мякинченко, А.С. Крючков,
Н. В. Адодин, Е. Б. Мякинченко*
*ФНЦ ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
физической культуры» (ВНИИФК), г. Москва*

Лыжные гонки и биатлон – это родственные виды спорта, использующие в качестве основного соревновательного упражнения бег на лыжах на разные дистанции по пересеченной местности. Однако, в лыжных гонках спортсмены бегут непрерывно от старта и до финиша, а в биатлоне участники должны произвести несколько одноминутных остановок, для выполнения стрелкового упражнения. Биатлонисты используют исключительно коньковый стиль передвижения, в то время как лыжники-гонщики могут чередовать коньковый и классический стиль, либо использовать только один из выше названных. Биатлонисты бегут с винтовкой, а лыжники – нет. Наконец, биатлонисты должны сочетать лыжную подготовку со стрельбой.

Необходимость включения биатлонистами стрельбы в тренировочный процесс, а также сам по себе бег на лыжах с винтовкой, определенным образом сказываются на объеме и структуре тренировочных нагрузок биатлонистов относительно лыжников, что и было недавно показано [1]. Соответственно, все это должно привести к различиям в физиологических и двигательных возможностях, а также в средней дистанционной скорости спортсменов этих видов спорта. Действительно, в тех случаях, когда биатлонисты мирового уровня участвуют в соревнованиях с лыжниками того же класса, то они обычно оказываются медленнее [2].

В то же время проблема повышения дистанционной скорости российских биатлонистов в последние годы приобрела особую актуальность в связи со следующим. Во-первых, видимо в связи с улучшением качества инвентаря, в современном биатлоне, дистанционная скорость стала вносить больший вклад в спортивный результат, как минимум в спринте [3, 4, 5]. Во-вторых, в последние годы, как следует из данных рисунка 1, российские биатлонисты, сохраняя высокий уровень качества стрельбы, больше всего отставали от основных соперников именно в дистанционной скорости. При этом лыжники-гонщики остаются высококонкурентными, что подтвердила и последняя Олимпиада в Пекине.

Таким образом мы предположили, что сравнение лыжников и биатлонистов одного уровня по показателям физической подготовленности в связи с разницей в выполняемых ими нагрузками позволит выдвинуть некоторые идеи относительно путей улучшения дистанционной скорости российских биатлонистов высокого класса. Такое исследование, на наш взгляд, может быть полезным по причине большого количества исследований на лыжниках-гонщиках и практически полного отсутствия научных работ на биатлонистах высокого класса, за исключением фундаментальной работы К.С. Дунаева (2008г.) [6]. Причем, анализ зарубежных источников подтверждает, что такое положение характерно для мирового биатлона в целом [7].

Таким образом, целью данного исследования было изучение различий в показателях физической подготовленности лучших российских лыжников и биатлонистов мужского и женского пола в контексте их годовых тренировочных нагрузок. Гипотезой исследования



было предположение, что если лыжники-гонщики имеют более высокие показатели тренировочных нагрузок, то это должно привести к одному или нескольким существенным различиям между показателями специальной физической и функциональной подготовленности по сравнению с биатлонистами.

Аналогично, независимо от вида спорта также предполагалось, что если мужчины, будут иметь более высокими определенными антропометрические показатели, физиологические возможности и двигательные способности, то это будет объяснять их более высокую дистанционную скорость, чем у женщин той же квалификации и возраста.

В совокупности такой анализ послужит основой для понимания разницы в скорости бега на лыжах и позволит выявить факторы более высокой скорости бега на лыжах.

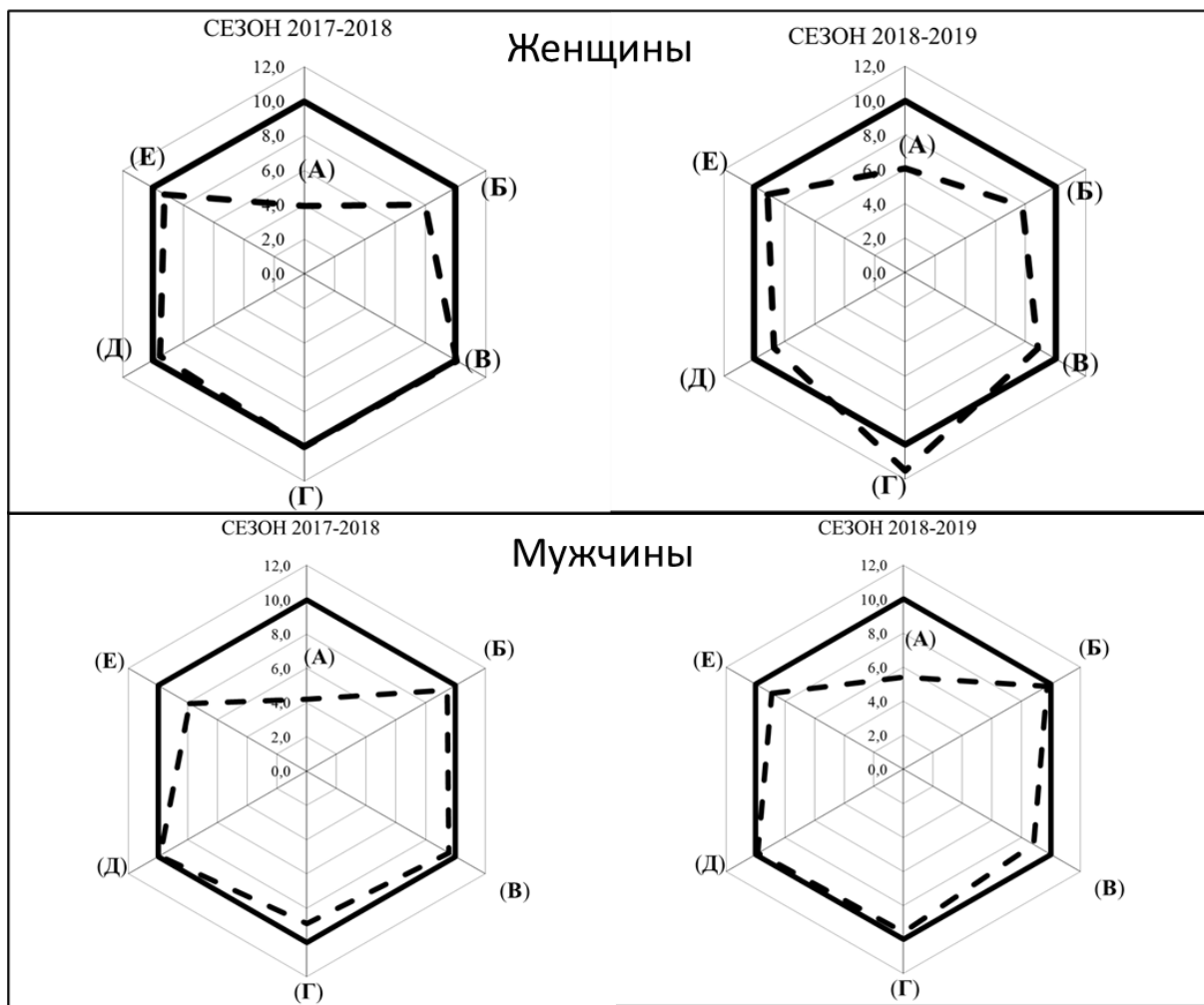


Рисунок 1 – Значения (в условных единицах, методику см. [5]) средних показателей соревновательного упражнения трех лидеров мужской и женской сборной команды России по биатлону (----), относительно модели (—), построенной по данным 6 лидеров спринтерских биатлонных гонок в сезоне. А – дистанционная скорость; Б – скорость бега на последнем круге относительно первых; В – время на рубеже; Г – скорострельность; Д – точность стрельбы лежа; Е – точность стрельбы стоя



Методы. Испытуемые. В исследовании приняли участие действующие спортсмены сборной команды России, протестированные в сезонах 2014/15–2020/21 гг. Мужчины (n = 27; FIS-рейтинг 7 – 202) и женщины лыжники-гонщики (n = 27; FIS-рейтинг 6 – 201), биатлонисты (n = 27; IBU-рейтинг 2 – 169) и биатлонистки (n = 27; IBU-рейтинг 12 – 174). Группы были сформированы таким образом, чтобы они не различались по возрасту. Данные тестирования спортсменов приведены в таблицах 1 и 2. В исследовании использованы данные тестирований, проведенных в период со второй половины сентября по конец октября, то есть в конце специально-подготовительного периода (как правило, после Чемпионата России или перед «вкаткой»), то есть, когда спортсмены находились, фактически на пике своих физиологических возможностей.

Организация исследования. Методика тестирования спортсменов. На рисунке 2 представлена общая схема последовательности тестовых процедур, которые частично были описаны ранее [8], [9].

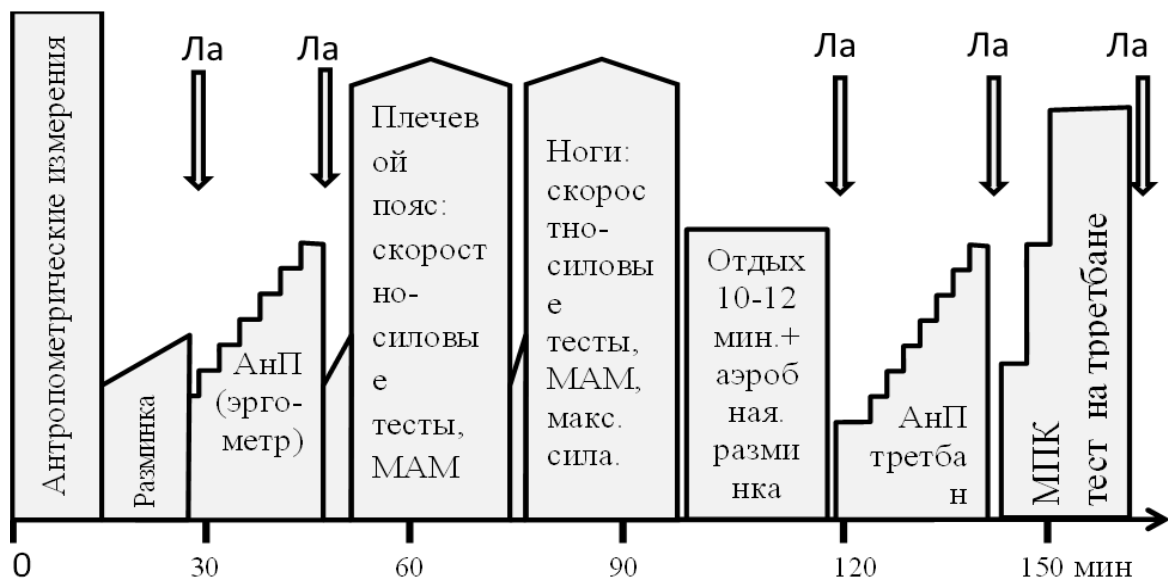


Рисунок 2 – Последовательность тестовых процедур при проведении этапных комплексных обследований спортсменов, принявших участие в исследовании

Ниже приведено полное описание методики проведения комплексных этапных обследований спортсменов сборных спортивных команд России по лыжным циклическим видам спорта в ФГБУ ЦСП, которые проводились с 2012 по 2021 год и данные которых использовались при проведении данного исследования.

Антропометрические измерения проводились по модифицированному методу Матейки [10] с использованием комплекта оборудования GPM Anthropological Instruments (DKSH Switzerland Ltd. Zurich Switzerland). Фиксировались кожно-жировые складки, обхваты сегментов, длина и масса тела. В течении всего периода наблюдений строго соблюдался принцип «одной руки»: все измерения проводил один и тот же опытный сотрудник. Показатели безжировых (тощих) объемов сегментов тела рассчитывались по оригинальным формулам по значениям обхватов тела, кожно-жировых складок и размерам сегментов тела, которые, в свою очередь, определялись с использованием уравнений регрессии Зациорского-Селуянова [11]. Безжировой объем верхней части



тела для мужчин рассчитывался как сумма безжировых объемов рук, предплечий и грудной клетки по отношению к площади поверхности тела (ППТ). ППТ рассчитывалась по формуле Mosteller (1987) [12]: $ППТ = \sqrt{(Рост\ (см) \times Масса\ тела\ (кг) / 3600)}$. Безжировой объем мышц плечевого пояса для женщин оценивался только с использованием объемов плеча и предплечий. Объем нижней части тела рассчитывался как сумма объемов ног и таза для обоих полов. Индекс массы тела (ИМТ) – по стандартной формуле.

После антропометрических измерений и стандартной разминки на лыжном эргометре (Concept-2, INC, Моррисвилл, Вермонт, США) спортсмены выполнили ступенчатый тест для мышц верхней части тела с целью определения АНП, используя тот же эргометр. После первоначальной разминки с нагрузкой 60 (женщины) или 80 (мужская) ватт в течение двух минут, мощность увеличивалась каждую минуту на 10 (женщины) или на 15 (мужчины) ватт. Параметры легочной вентиляции и газообмена измеряли с помощью газоанализатора MetaLyzer3B (Cortex Biophysik GmbH, Лейпциг, Германия). ЧСС регистрировали с помощью Polar RS800CX (Polar Electro Oy, Кемпеле, Финляндия). Во время тестирования данные вентиляции и газообмена отображались на мониторе компьютера в режиме онлайн. Это позволяло отслеживать начало типичных изменений в параметрах газообмена VE – легочной вентиляции, RQ – дыхательного коэффициента, $VE-VCO_2$, VO_2-VCO_2 – дыхательных эквивалентов, где VCO_2 – скорость выделения углекислого газа, VO_2 – скорость потребления кислорода и ЧСС, которые соответствовали «второму вентиляционному порогу», то есть АНП [13]. В течение 1–2 минут после этой точки спортсменов останавливали и проводился забор капиллярной крови для определения концентрации лактата в крови с использованием полуавтоматического анализатора BTS-350 (Bio-Systems, Испания). Для определения точки, соответствующие аэробному (первому вентиляционному) порогу и анаэробному (второму вентиляционному) порогу (АНП) одновременно рассматривались следующие графики: VE - ЧСС (метод VE - ЧСС) [14], VE - VO_2 , VCO_2 - VO_2 (метод V-Slope) [15], ЧСС - VO_2 (метод Конкони) [16], $PetCO_2$ - VO_2 , $VE / VO_2 + VE / VCO_2$ - Power (метод вентиляционных эквивалентов) [17]; а также график «Частота дыхания – мощность» и концентрация лактата в конце теста [18]. «Наиболее вероятные» точки, соответствующие аэробному порогу и АНП, определялись следующим образом: два опытных независимых эксперта анализировали графики для каждого спортсмена, и в случае расхождения решение о локализации пороговых точек принималось совместно. Однако в расчет принимались только параметры мощности и газообмена, соответствующие АНП. Параметры АНП для мышц верхней части тела включали: VO_2 , кислородный импульс, ЧСС и механическую эффективность на уровне АНП, которая интерпретировалась как «экономичность спортсмена при работе руками». Кислородный пульс рассчитывался как $VO_{2АНП} / масса\ тела / ЧСС_{АНП} \times 100$. Показатель «Механическая работа за один цикл на АНП» рассчитывалась как работа, выполненная в течение одного цикла в ступенчатом тесте на лыжном эргометре, и рассчитывалась как $АНП / масса\ тела / длина\ тела / АНП_{цикла} \times 100000$, где $АНП_{цикла}$ – это темп движений на АНП. И интерпретировалась как «сила/мощность окислительных мышечных волокон» (обоснование подробнее см. [9]).

После дополнительной разминки выполнялся максимальный тест на лыжном эргометре, в процессе которого спортсмены выполняли три тяги одной рукой, имитируя отталкивание лыжными палками со статического старта, стремясь достичь максимальной мощности в каждом движении. После этого, то же самое выполнялось другой рукой. Затем повторялось в третий раз с использованием обеих рук. Каждый подход выполнялся



дважды с интервалом отдыха 30–45 секунд. Пиковая мощность мышц плечевого пояса рассчитывалась как среднее значение показателей пиковой мощности правой руки, левой руки и двух рук. Затем спортсмены выполняли два 10-секундных максимальных теста с 2–3-минутным интервалом отдыха на том же лыжном эргометре. Во время этого теста кроме мощности, регистрировалась максимальная частота движений. Максимальная алактатная мощность (МAM) мышц плечевого пояса оценивалась как наивысшее значение мощности в 10-секундном тесте. Для оценки «взрывной силы» мышц нижней части тела, спортсмены выполняли прыжковый тест 5–8 раз, удерживая руки на поясе. Интервалы между прыжками составляли 5–20 секунд и выбирались произвольно испытуемым. Ускорение центра масс тела измерялось с помощью датчика линейного перемещения (MuscleLab, Ergotest Innovation A. S., Stathelle, Норвегия). Три лучших попытки усреднялись и интерпретировались как показатель «взрывной силы мышц ног». Максимальная алактатная мощность мышц ног тестировалась в 10-секундном тесте на велоэргометре Monark 894E (Monark Exercise AB, Vansbro, Швеция) с сопротивлением 8 и 10 % от веса тела для женщин и мужчин соответственно. Максимальную силу мышц разгибателей и сгибателей коленного сустава измеряли с помощью системы Biodex System 4 Pro (Biodex Medical Systems, Inc., Ширли, штат Нью-Йорк, США) в изокINETическом режиме при скорости 60 градусов/сек. В начале теста спортсмены садились в кресло Biodex, тестовая нога была согнута на 90 градусов в коленном суставе и надежно зафиксирована на рычаге. Угол наклона спинки сиденья составлял 85 градусов. Ось коленного сустава устанавливалась строго напротив оси рычага устройства в напряженном состоянии мышц-разгибателей. Голень фиксировали как можно ближе к обуви, но с учетом комфорта спортсмена. Настройки прибора оставались неизменными при всех подходах. Обе ноги тестировались с максимальными произвольными концентрическими, а затем эксцентрическими сокращениями с 30-секундным интервалом между каждым усилием и 1-минутным отдыхом перед тестированием другой ноги. Показатель «сила ног» рассчитывалась как среднее значение для мышц-сгибателей и разгибателей колена обеих ног.

После 10–15 минут активного отдыха спортсмены выполняли ступенчатый тест на беговой дорожке Fitnex (Fitness Master, INC., Даллас, Техас, США). Во время теста спортсмены бежали с лыжными палками, имитируя классический ход на лыжах. Наклон беговой дорожки составлял 10 %, начальная скорость 4,5 км/ч или 6 км/ч для женщин и мужчин соответственно в течение первых двух минут разминки, после чего скорость возрастала на 0,5 км/час каждую минуту. Рабочие параметры АП (VO₂, мощность, кислородный пульс и ЧСС) определялись с использованием тех же инструментов и процедур, которые описаны ранее для работы на лыжном эргометре. Индекс ударного объема сердца рассчитывался как $1000 / \text{ЧСС} \times 44,5$ для мужчин и как $1000 / \text{ЧСС} \times 27,4$ для женщин в соответствии с методом, разработанным в лаборатории ФГБУ ЦСП. Где ЧСС измерялась на стандартном уровне потребления кислорода $50 \text{ мл} \cdot \text{мин}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ – для мужчин и $40 \text{ мл} \cdot \text{мин}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ для женщин. Мощность АП рассчитывалась как «внешняя механическая мощность» против силы тяжести без учета внутренней работы на перемещение звеньев тела. Соответственно механическая эффективность рассчитывалась как мощность АП, деленная на калорийный эквивалент VO₂ на АП и интерпретировалась как «экономичность спортсмена при беге». В связи с тем, что линия регрессии зависимости «Мощность АП – VO₂ АП» не проходит через ноль, то для повышения точности измерений рассчитывалась корректировочная поправка.



После пяти минут пассивного отдыха спортсмены выполняли тест для определения МПК (МПК-тест), используя ту же беговую дорожку. Тест начинался с ходьбы со скоростью 6 км / ч по горизонтальному тротуару в течение первых 45 секунд в процессе которых наклон полотна увеличился до 16 %. Затем скорость увеличилась до 9 км/ч до временной отметки 1 мин 15 сек. Далее скорость возрастала до 12 км/ч для мужчин и до 11 км/ч женщин соответственно. После этого спортсмены бежали до произвольного отказа и всегда стимулировались голосом экспериментатора для продолжения бега как можно дольше. Длительность теста составляла для разных спортсменов от 2:50 до 4:20 минут. В качестве значения МПК использовалось среднее значение потребления кислорода за 30 секунд перед отказом спортсмена. В 90–95 % случаев в течение этих 30 секунд наблюдалось плато в VO_2 , когда VO_2 варьировал в пределах не более ± 150 мл/мин или даже начинал постепенно уменьшаться. Во всех случаях RQ превышал 1,1. Образцы капиллярной крови брались в течение третьей и пятой минут восстановления для определения максимальной концентрации лактата и составляли не менее 9 ммоль/л. Таким образом, все принятые критерии для достижения МПК испытуемыми были соблюдены [19]. Индекс сердечного выброса (МОК) рассчитывался как ударный объем сердца \times ЧСС_{макс}.

Методика мониторинга тренировочных нагрузок. Фиксация ежедневных индивидуальных тренировочных нагрузок проводилась по оригинальной методике, разработанной для спортсменов национальных команд. Сбор нагрузок проводился опытными специалистами, которые прошли специальное обучение, имели подробную инструкцию по классификации упражнений и были снабжены компьютерными электронными таблицами. Этот персонал постоянно находился с каждой командой на всех тренировочных сборах с мая по март. Нагрузки в период индивидуальной подготовки записывались в персональные тренировочные дневники и в память кардиомониторов Polar RS800CX самими спортсменами. После приезда на спортивное мероприятие данные ЧСС обрабатывались тем же персоналом. Записанная ежедневная тренировочная информация передавалась в исследовательскую группу, автоматически обрабатывалась по оригинальному алгоритму и анализировалась.

В апреле (восстановительный период) нагрузки централизованно не фиксировались, но выборочный анализ дневников показал, что в апреле их структура была подобна майской, а объем нагрузок составлял не более 50 %.

Для градации интенсивности циклических нагрузок, включая разминки, заминки и интервалы отдыха между забегами, использовалась система пяти зон интенсивности [20]. Границами 2-й и 3-й зоны служил вентиляторный аэробный порог (АЭП), а границами 3-й и 4-й зон – вентиляторный анаэробный порог (АнП), соответственно. ЧСС на АЭП и АнП устанавливались на основе регулярного бегового тестирования на тротуаре (см выше). Однако затем они 3–4 раза в год проверялись в полевых условиях и при необходимости корректировались по результатам контрольных тренировок с измерением La крови тем же персоналом. Во время среднегорных спортивных мероприятий коррекция проводилась всегда.

Сравнение ЧССАЭП и ЧССАнП с данными, полученными во время полевого 5-ступенчатого теста с измерением La , показали, что в среднем, ЧССАЭП соответствовала концентрации La крови 2.0–2.3 ммоль/л, а ЧССАнП – 3.5–4.0 ммоль/л, соответственно.

Объем циклической нагрузки рассчитывался по времени, когда ЧСС находилась в каждой из зон, затем суммировался, то есть распределение интенсивности классифицировалось в соответствии с подходом: «время в тренировочной зоне» [21]. Однако, чтобы сравнить наши данные с данными, опубликованными ранее в литературе, нами



использована трехуровневая градация распределения тренировочной интенсивности [21], а именно:

- низкоинтенсивная нагрузка (далее – ЛИТ) – ниже АЭП (1–2 зоны),
- нагрузка средней интенсивности (далее – МИТ) – между АЭП и АНП (3-я зона),
- высокоинтенсивная нагрузка (далее – НИТ) – выше АНП (4–5 зоны).

Кроме этого, фиксировалось количество ускорений во время интервальной тренировки, а также количество подходов во всех вариантах силовой и спринтерской тренировки, а также – отдельно – время высокоинтенсивной интервальной тренировки (НИИТ). Время общей физической подготовки (далее – ОФП) и стретчинга фиксировалось как время занятия (части занятия), включая паузы отдыха, но без учета циклической разминки и заминки, которые учитывались как циклическая нагрузка.

Описание некоторых нетрадиционных позиций классификации упражнений, используемых при мониторинге тренировочных нагрузок:

– низкоинтенсивные (<70% ПМ) многоповторные силовые упражнения выполняемые или обычным круговым методом (в быстром темпе), длительность сета – около 30 с. А также с использованием «статодинамики», когда упражнения выполняются с низким темпом (15–20 циклов/мин) без расслабления мышц в течение всего подхода. Каждый подход выполнялся до сильного утомления мышц или до отказа [13]. Длительность сета, как правило, > 40 с;

– среднеинтенсивная силовая тренировка – тренировки в зале с нагрузкой 70–85 % ПМ;

– высокоинтенсивная силовая тренировка – тренировки в зале с нагрузкой > 85 % ПМ;

– шаговая имитация: специальное упражнение лыжника, схожее с «ходьбой с палками», но имитирующее классический лыжный ход. Отличительной особенностью является резкое движение маховой ноги, отсутствие «фазы двойной опоры» шага и «фазы полета». Выполняется только в гору с низкой или средней интенсивностью. Концентрация Ла в крови < 2.5 ммоль/л;

– прыжковая имитация: специальное упражнение лыжника, схожее с «бегом с палками», но имитирующее классический лыжный ход, отличительной особенностью является мощное отталкивание опорной ноги, наличие выраженной «фазы полета» в цикле движения. Выполняется только в гору со средней или высокой интенсивностью (3-5 зона). Концентрация Ла в крови > 4 ммоль/л;

– аэробно-силовой метод (АСМ) – режим любого циклического упражнения, когда выполняются мощные отталкивание, но при низком темпе движений для того, чтобы сохранить аэробный режим работы мышц. Выполняется интервально с длительностью рабочего интервала 2–3 мин. Концентрация Ла в крови – 4–6 ммоль/л;

– аэробно-мощностной метод (АММ) – режим циклического упражнения, при котором чередуются 2–4 высокоинтенсивных цикла движений и 2–8 низкоинтенсивных цикла движений. Выполняется непрерывно в течение 30-120 мин. Концентрация Ла в крови – 3–5 ммоль/л;

Для экономии места, в работе под аббревиатурой АСМ объединены: собственно АСМ, а также: АММ, все тренировки в утяжеленных условиях (в гору, с отягощением) и все лыжные имитации.

- «аэробный спринт» – короткие (< 15 с) ускорения, как правило, в гору во время ЛИТ;
- кросс-поход – длительная быстрая ходьба по пересеченной местности;
- прыжки – все виды плиометрических упражнений на ноги, выполняемых с высокой или максимальной скоростью/мощностью в количестве от 5 до 50 отталкиваний в одном сете;



– «специфическая (циклическая) тренировка» – суммарный объем бега на лыжах, роллерах и одновременного бесшажного хода (ОБШХ);

«неспецифическая (циклическая) тренировка» – велосипед, бег, бег с палками, гребля, кросс-походы и т. п.

Обработка статистических данных. В исследование включены результаты тестов, проведенных с сентября по ноябрь. Чтобы избежать пропуска данных и уменьшить количество выбросов, данные по каждому спортсмену были усреднены за все годы обследований. Всего усреднялись данные от двух до шести тестов для каждого спортсмена. Данные об объемах тренировочных нагрузок получены при обработке 78 ежегодных цифровых дневников (23 мужчины, 19 женщин лыжников-гонщиков, 18 мужчин и 18 женщин-биатлонистов). Материалы тестирования и данные по нагрузкам проанализированы с использованием двухфакторного дисперсионного анализа (вид спорта \times пол) с учетом поправки Бонферрони α . Величину эффекта ($ES - \eta^2p$) оценивали для всех тестов и тренировочных объемов. Значения $\eta^2p < 0,06$ интерпретировали как «небольшой эффект»; $0,06 < \eta^2p < 0,14$ – как «средний эффект», а $\eta^2p > 0,14$ как «большой эффект» [22]. Анализ проводился с использованием программного обеспечения SPSS 26.0 (SPSS, Inc., Чикаго, Иллинойс) при уровне значимости 0,05.

Результаты. Описательная статистика по спортивным группам представлена в таблицах 1-3. Перед выводной статистикой данные были проанализированы на нормальность и другие основные предположения. Отсутствующих данных не обнаружено. Данные в основном имели нормальное распределение без выбросов. Мы классифицировали выбросы как значения выше или ниже $3,29 SD$ [22]. Однородность дисперсии не была достигнута для следующих параметров: возраст, индекса массы тела, процента жира, силы ног, взрывной силы ног, анаэробная мощность LB, отношения $VO_{2AnП} / MПК$, экономичности и ЧССAnП при беге.

Значимые взаимодействия (вид спорта \times пол) были обнаружены для силы ног ($F = 13,4$); Максимальной частоты движений руками ($F = 33,0$); и MПК ($F = 4,0$). Таким образом, примерно 25 % ($\eta^2p = 0,246$) результатов в максимальной частоте при работе руками объясняются комбинированным влиянием пола и спорта.

Анализ основных эффектов для фактора «спорт» показал (таблицы 1 и 2, рисунок 3), что у лыжников были значительно более высокие значения следующих параметров: ИМТ, тощие относительные объемы нижней и верхней частей тела, МАМ ног, максимальная частота движений, MOK / ППТ, O₂-пульс, VO₂ и мощность при работе руками и при беге, отношения $VO_{2AnП} / MПК$ и $VO_{2AnП}$ руки / $VO_{2AnП}$ бег. Без учета поправки Бонферроне (то есть на уровне тенденции): у биатлонистов была лучше экономичность при беге.

Анализ основных эффектов для гендерных различий показал (таблицы 1, 2; рис. 4), что у женщин были более низкие масса тела и рост, ИМТ, масса мышц тела и значения показателей почти всех других оцениваемых возможностей и способностей, но более высокий процент жира в теле. Не было никаких существенных различий в объеме мышц нижней части тела, силе ног, отношениях $VO_{2AnП} / MПК$ и $VO_{2AnП}$ руки / $VO_{2AnП}$ бег, экономичности и в ЧССAnП бега. Анализ простых эффектов показал, что значимые взаимодействия для «вид спорта \times пол» для максимальной частоты была обусловлена тем, что лыжники мужского пола имели значительно более высокие значения частоты движений ($p < 0,001$, $t(52) = 10,95$), при этом у женщин наблюдалась только тенденция различий.

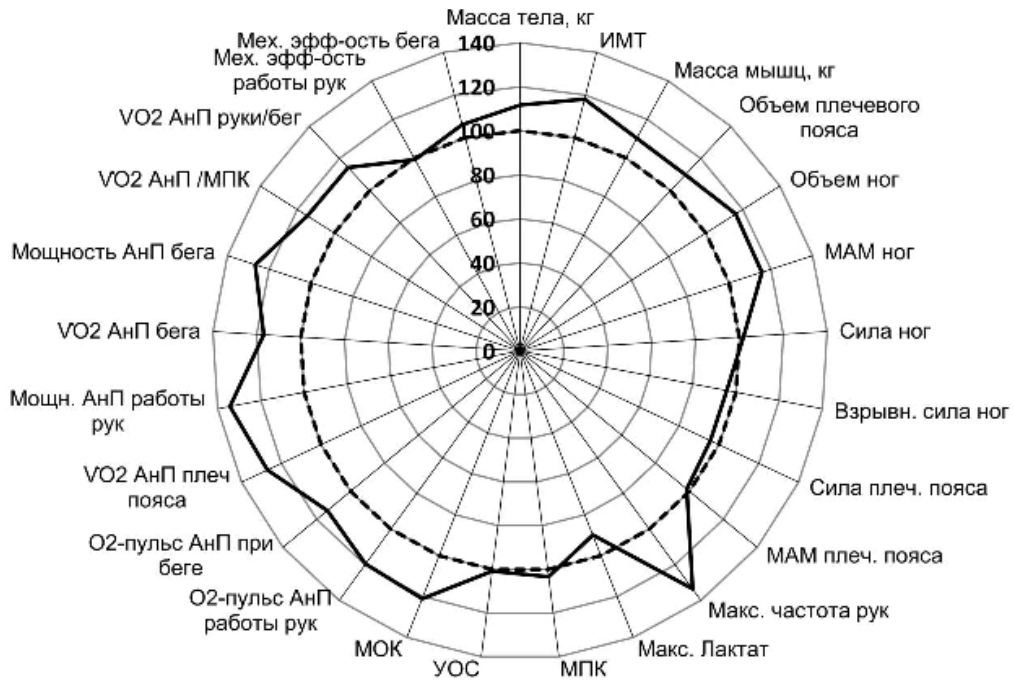


Рисунок 3 – Показатели подготовленности у лыжников-гонщиков (сплошная линия) относительно биатлонистов (пунктирная линия), выраженные в виде нормированного процента (графическое отражение размера эффекта «ES»). ИМТ – индекс массы тела, МAM – максимальная алактатная мощность, УОС – ударный объем сердца, МОК – минутный кровоток, VO2 – скорость потребления кислорода

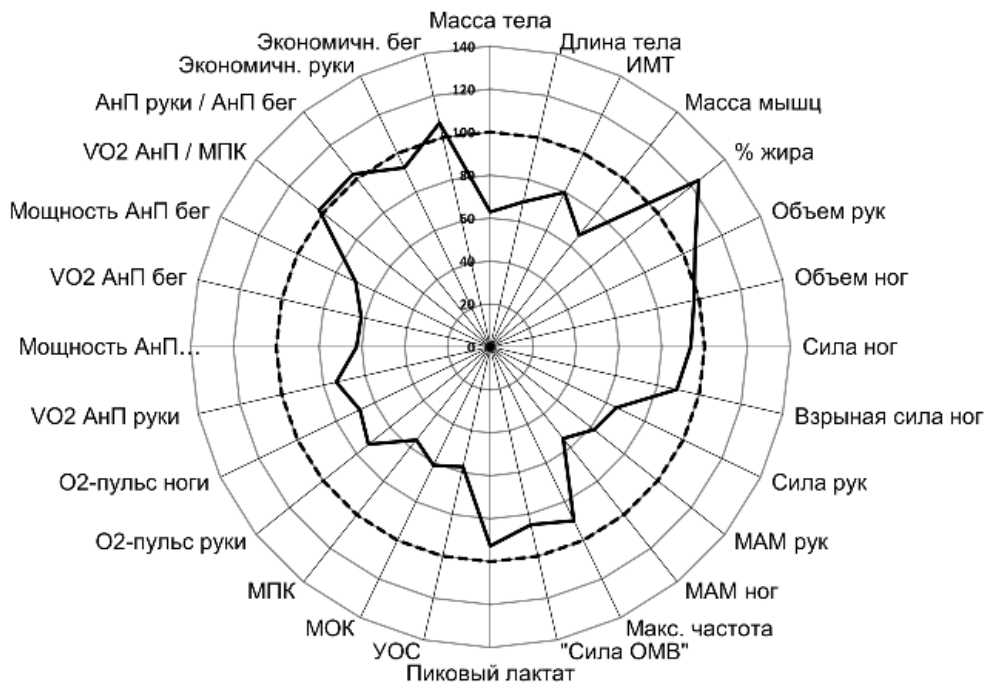


Рисунок 4 – Показатели подготовленности лыжников-гонщиков и биатлонистов женщин (сплошная линия) относительно мужчин (пунктирная линия), выраженные в виде нормированного процента (графическое отражение размера эффекта «ES»). Аббревиатуры см. рисунок 3



Таблица 1 – Обобщенные ($X \pm SD$) значения антропометрических, силовых, взрывных и мощностных показателей биатлонистов (БИ) и лыжников-гонщиков (ЛГ), мужчин (М) и женщин (Ж)
Р-значения – оценки межгрупповых различий. ES – размер эффекта

Показатель	Мужчины (n1 = n2 =27)		Женщины (n1 = n2 =27)		Различия ЛГ-БИ		Различия М-Ж	
	ЛГ	Биатлон	ЛГ	Биатлон	p	ES	p	ES
Возраст, лет	25,17 ± 4,49	25,45 ± 2,2	23,49 ± 2,89	24,87 ± 2,66	0,18	0,02	0,068	0,03
Рейтинг FIS/IBU	80,49 ± 52,67	57,35 ± 36,5	91,93 ± 54,07	69,36 ± 39,22	0,27	-0,05	<0,001	0,72
Масса тела, кг	75,06 ± 4,52	74,01 ± 5,7	59,77 ± 5,25	57,87 ± 4,46	0,129	0,02	<0,001	0,65
Длина тела, см	176,74 ± 4,63	177,40 ± 5,2	164,10 ± 4,56	164,77 ± 4,66	0,471	<0,01	<0,001	0,37
ИМТ, кг/м ²	24,02 ± 0,92	23,51 ± 1,4	22,20 ± 1,61	21,31 ± 1,34	0,008	0,07	0,008	0,07
% Мышечной массы, %	52,82 ± 2,08	52,41 ± 1,9	51,14 ± 2,57	51,75 ± 2,30	0,817	<0,01	<0,001	0,67
Масса мышц, кг	39,68 ± 2,88	38,82 ± 3,7	30,59 ± 3,26	29,97 ± 2,90	0,232	<0,01	<0,001	0,47
Жировая масса, %	8,66 ± 1,64	8,65 ± 1,3	13,21 ± 3,21	12,28 ± 2,13	0,264	0,01	0,068	0,03
Тощий объем плечевого пояса/рук, %	16,41 ± 0,98	16,00 ± 1,1	11,09 ± 1,21	10,51 ± 0,98	0,017	0,05	<0,001	0,39
Тощий объем газа и ног, %	20,66 ± 1,20	20,11 ± 1,4	20,30 ± 1,80	19,67 ± 1,53	0,129	0,02	0,174	0,02
Сила ног, Н·м/кг	2,54 ± 0,24	2,69 ± 0,3	2,74 ± 0,53	2,40 ± 0,19	0,174	0,02	0,475	<0,01
Взрывная сила ног, Вт/кг	22,03 ± 1,51	22,34 ± 3,0	20,32 ± 2,13	20,53 ± 2,09	0,545	<0,01	<0,001	0,14
Сила плечевого пояса, усл. ед.	3,63 ± 0,47	3,84 ± 0,5	2,58 ± 0,41	2,52 ± 0,31	0,332	0,01	<0,001	0,68
МАМ плечевого пояса, Вт/кг	7,73 ± 0,70	7,81 ± 0,7	5,74 ± 0,79	5,68 ± 0,48	0,961	<0,01	<0,001	0,70
МАМ ног, Вт/кг	13,45 ± 0,93	13,17 ± 0,8	11,09 ± 1,08	10,21 ± 0,43	<0,001	0,11	<0,001	0,72
Максимальная частота руками, п/мин	122,9 ± 13,8	87,28 ± 9,6	91,41 ± 11,52	82,58 ± 12,50	<0,001	0,47	<0,001	0,37
«Сила» ОМВ Дж/кг	41,74 ± 4,09	38,98 ± 5,6	35,33 ± 6,61	34,82 ± 5,65	0,129	0,02	<0,001	0,19
Пиковый лактат, мМоль/л	11,80 ± 1,87	11,88 ± 2,4	10,22 ± 1,93	11,37 ± 1,60	0,109	0,03	0,007	0,07

Аббревиатуры: FIS – международная федерация лыжного спорта, IBU – международный союз биатлонистов, ИМТ – индекс массы тела, МАМ – максимальная алактатная мощность, АНП – анаэробный порог, ОМВ – окислительные мышечные волокна



Таблица 2 – Обобщенные ($X \pm SD$) значения показателей сердечно-сосудистой системы, аэробной мощности и механической эффективности биатлонистов (БИ) и лыжников (ЛП), мужчин (М) и женщин (Ж).
Р-значения – оценки межгрупповых различий. ES – размер эффекта

Показатель	Мужчины (n1 = n2 =27)		Женщины (n1 = n2 =27)		Различия ЛП-БИ		Различия М-Ж	
	ЛП	Биатлон	ЛП	Биатлон	р	ES	р	ES
Ударный объем, мл/м2	110,9 ± 11,4	108,2 ± 10,2	78,09 ± 6,70	78,75 ± 8,29	0,767	<0,01	<0,001	0,77
Сердечный выброс, л/мин/м2	18,81 ± 1,72	18,26 ± 1,6	14,30 ± 1,36	13,21 ± 1,26	0,011	0,06	<0,001	0,72
МПК, мл/мин/кг	77,08 ± 4,10	77,57 ± 5,3	66,14 ± 3,5	63,47 ± 3,25	0,169	0,02	<0,001	0,71
O2 АнП пульс плечевого пояса, мл/уд	33,30 ± 2,92	30,46 ± 3,3	26,96 ± 2,78	25,73 ± 2,16	<0,001	0,12	<0,001	0,49
O2 АнП пульс в бедре, мл/уд	38,65 ± 2,14	37,36 ± 2,1	32,90 ± 2,59	31,33 ± 2,09	0,001	0,10	<0,001	0,64
VO2 АнП плечевого пояса, мл/мин/кг	54,24 ± 3,37	49,63 ± 4,6	46,55 ± 4,81	42,67 ± 3,54	<0,001	0,22	<0,001	0,45
Мощность плечевого пояса АнП, Вт/кг	3,32 ± 0,19	3,02 ± 0,2	2,64 ± 0,32	2,43 ± 0,16	<0,001	0,23	<0,001	0,65
VO2 АнП бег, мл/мин/кг	67,70 ± 2,98	66,00 ± 4,1	58,72 ± 3,58	54,96 ± 3,31	<0,001	0,14	<0,001	0,68
Мощность при беге, Вт/кг	3,13 ± 0,11	3,09 ± 0,2	2,66 ± 0,24	2,55 ± 0,09	0,019	0,05	<0,001	0,71
VO2 АнП /МПК, бег (%)	88,0 ± 4,1	85,3 ± 5,2	88,8 ± 3,9	86,6 ± 3,0	0,003	0,08	0,175	0,02
VO2 АнП руки/ VO2 АнП бег (%)	80,2 ± 4,2	75,3 ± 6,9	79,3 ± 7,9	77,7 ± 5,3	0,009	0,06	0,543	0,00
Мех. эффективность плечевого пояса, %	21,66 ± 1,11	21,61 ± 1,8	20,09 ± 1,44	20,55 ± 1,34	0,456	0,01	<0,001	0,18
Мех. эффективность при беге, %	16,36 ± 0,58	16,59 ± 1,0	15,89 ± 1,30	16,61 ± 1,10	0,03	0,05	0,318	0,01
ЧССАнП при работе рук, уд/мин	163,1 ± 7,4	163,4 ± 8,7	170,6 ± 10,2	166,1 ± 6,9	0,182	0,02	0,002	0,09
ЧССАнП бег, уд./мин	175,2 ± 4,5	176,8 ± 8,3	177,5 ± 7,5	175,6 ± 5,8	0,871	<0,01	0,681	<0,01

Аббревиатура: VO_{2АнП} – потребление кислорода на уровне анаэробного порога



Таблица 3 – Обобщенные ($X \pm SD$) показатели годовых объемов тренировочных нагрузок биатлонистов (БИ) и лыжников (ЛП), мужчин (М) и женщин (Ж). Р-значения – оценки межгрупповых различий. ES – размер эффекта

Показатель	Спорт (n1 = n2 = 27)		Различия ЛП-БИ		Пол (n1 = n2 = 27)		Различия М-Ж	
	ЛП	Биатлон	p	ES	Женщины	Мужчины	p	ES
Тренировочных дней, n	293 ± 17	244 ± 19	<0,001	0,75	278 ± 27	264 ± 32	0,001	0,14
Тренировочных часов, n	969 ± 46	718 ± 76	<0,001	0,85	864 ± 116	843 ± 159	0,014	0,09
ЛП (1-2 зона), часов	715 ± 45	495 ± 46	<0,001	0,87	618 ± 117	610 ± 123	0,384	0,01
МП (3-я зона), часов	43 ± 24	33 ± 11	0,020	0,07	32 ± 13	45 ± 23	0,002	0,12
НПТ (4-5 зона), часов	21 ± 10	19 ± 06	<0,001	0,31	17 ± 07	22 ± 09	0,001	0,15
Общий объем цикл. нагрузки, час	779 ± 42	547 ± 40	<0,001	0,90	667 ± 115	677 ± 132	0,414	0,01
Не специфич. цикл нагрузки, час	250 ± 27	179 ± 21	<0,001	0,69	225 ± 43	211 ± 42	<0,001	0,20
Специфическая цикл нагрузка, час	523 ± 35	32 ± 62	<0,001	0,83	412 ± 109	445 ± 115	0,008	0,09
ОБШХ, часов	16 ± 8	21 ± 16	0,068	0,04	21 ± 15	16 ± 09	0,042	0,06
Аэробно-силовой метод, час	66 ± 18	36 ± 14	<0,001	0,56	50 ± 11	54 ± 29	0,863	0,00
НПТ (интервалы > 240 с), n	83 ± 65	87 ± 76	0,934	0,00	96 ± 76	75 ± 63	0,248	0,02
НПТ (интервалы 60 – 240 с), n	91 ± 60	72 ± 58	0,152	0,03	92 ± 41	73 ± 72	0,129	0,03
НПТ (интервалы 21 – 60 с), n	94 ± 32	69 ± 55	0,017	0,08	93 ± 42	72 ± 46	0,003	0,12
Спринт (ускорения <20 s), n	197 ± 93	242 ± 135	0,136	0,03	264 ± 118	175 ± 97	0,001	0,15
Общий объем силовых работ, час	81 ± 12	45 ± 12	0,001	0,68	63 ± 19	65 ± 24	0,362	0,01
Высокоинт. силовая (>85% ПМ), п	597 ± 364	371 ± 182	0,001	0,14	412 ± 201	565 ± 376	0,032	0,06
Среднеинт. силовая (70-85% ПМ), п	550 ± 252	36 ± 70	<0,001	0,68	242 ± 214	377 ± 384	0,018	0,07
Многопоторная силов. (<70 % ПМ), п	1170 ± 247	268 ± 223	<0,001	0,80	788 ± 503	723 ± 519	0,038	0,06
Взрывная + плиометрическая, п	279 ± 235	267 ± 206	0,044	0,01	293 ± 226	255 ± 217	0,14	0,03
Силовая на плеч. пояс+туловище, п	1404 ± 552	784 ± 267	<0,001	0,35	1162 ± 536	1078 ± 548	0,271	0,02
Силовая на ноги, п	520 ± 277	294 ± 122	<0,001	0,24	374 ± 88	453 ± 326	0,191	0,02

Аббревиатура: п – подходы, ПМ – произвольный максимум. Дополнительные пояснения в тексте



Второй факторный дисперсионный анализ был проведен для параметров тренировочной нагрузки. Предварительный анализ данных показал, что данные имеют нормальное распределение без выбросов. Предположение об однородности дисперсии ($p > 0,05$) было выполнено для тренировочных дней, часов, АСМ, спринта (интервалы < 20 с), общего объема силовой тренировки и объема взрывной + плиометрической силовой тренировки. Объемы тренировочных нагрузок представлены в таблице 3.

Значительные взаимодействия факторов «спорт x пол» были обнаружены для тренировочного времени (часов) ($F = 14,4$); НИТ ($F = 43,07$), ОБШХ ($F = 14,8$), АСМ ($F = 57,8$), НИТ (интервалы 21–60 с) ($F = 21,2$), общего объема силовой подготовки ($F = 8,2$), высоко-интенсивной силовой тренировки ($F = 5,2$), среднеинтенсивной силовой тренировки ($F = 9,1$), взрывной + полиметрической силовой тренировки ($F = 20,8$) и силовой тренировки на ноги ($F = 14,6$).

Анализ основных эффектов для фактора «спорт» показал, что у лыжников по сравнению с биатлонистами почти все тренировочные нагрузки были выше ($p < 0,05$ – $0,001$), за исключением ОБШХ, НИТ (интервалы > 240 с), НИТ (интервалы 60–240 с), спринта (интервалы < 20 с) и взрывной + плиометрической силовой тренировки, по которым объемы не различались (табл. 3).

Анализ основных эффектов для фактора «пол» показал, что женщины имеют больше: количество тренировочных дней; объем неспецифической циклической тренировки, спринта (интервалы < 20 с) и НИТ (интервалы 21–60 с). Но меньше: объемы МПТ и НИТ, а также специфической тренировки.

Без учета поправки Бонферроне (то есть на уровне тенденции): женщины имели больше ОБШХ, и многоповторной силовой тренировки, но меньше высоко- и среднеинтенсивной силовой тренировки (табл. 3).

Обсуждение. Известно, что лыжники-гонщики имеют более высокую дистанционную скорость по сравнению с биатлонистами. Однако неизвестно, в какой степени эти различия в скорости связаны с различиями в физической подготовке и гендерных различиях. В связи с этим целью исследования было изучение физиологических и физических показателей лыжников и биатлонистов высокого класса мужского и женского пола.

Исследование позволило получить несколько результатов, интерпретация которых с практической точки зрения интересна в контексте различий в тренировочных нагрузках спортсменов этих видов спорта.

Прежде всего было установлено, что лыжники превосходили биатлонистов по объему большинства видов нагрузки. Это имело ряд закономерных следствий. По сравнению с биатлонистами, у лыжников были большие объемы мышц нижней и верхней частей тела и более высокий ИМТ. Эти различия можно объяснить тем фактом, что лыжники имели почти вдвое больший объем силовой нагрузки. Однако, несмотря на это, результаты в силовых и взрывных тестах на мышцы плечевого пояса и ног не различались. Есть два возможных объяснения этому наблюдению. Во-первых, можно предположить, что лыжники выбирают более специфические режимы силовых упражнений, которые улучшают только те двигательные способности, которые отвечают за эффективность приложения усилий в цикле бега на лыжах. При этом эффект от этих упражнений не проявлялся в неспецифических силовых тестах, которые применялись в этом исследовании. Во-вторых, известно, что силовые и аэробные тренировки, при одновременном применении, имеют отрицательный эффект взаимодействия – так называемый «парадокс Хиксона» [23]. Из данных таблицы 3 следует, что лыжники, в среднем, имеют на 230 часов более высокие



объемы циклических упражнений, чем биатлонисты. Следовательно, более высокие объемы силовых тренировок могут просто служить компенсацией для поддержания мышечной силы и мышечной массы на уровне, необходимом для успешных выступлений лыжников и не направлены на улучшение собственно силовых показателей.

Наиболее заметным преимуществом лыжников были более высокие пороговые показатели при работе руками (в таблице 2: потребление кислорода, мощность и O₂-пульс на АНП). Эти различия не могут быть связаны с большим объемом циклической тренировки на плечевой пояс, поскольку у биатлонистов этот объем был даже несколько большим. Тем не менее, лыжники имели гораздо больший объем силовых тренировок на плечевой пояс и мышцы туловища, поэтому можно предположить, что именно силовые тренировки в сочетании с существенно большим объемом всех видов аэробной нагрузки определили высокие значения пороговых показателей при работе руками и при беге у лыжников.

Лыжники также имели более высокую максимальную частоту движений при работе на лыжном эргометре и результат в 10-секундном максимальном (МАМ) тесте на ноги (таблица 1). Из предыдущих исследований хорошо известно, что современные лыжники успешно соревнуются как в спринтерских, так и в дистанционных гонках, поэтому считается, что они должны тренировать свои скоростные и анаэробные возможности [24, 25]. Однако неожиданным явился факт, что лыжники не имели больших объемов спринтерской тренировки или взрывных/плиометрических упражнений. Кроме этого, лыжники имели большей только частоту движений, но не МАМ при работе руками. Возможно, что здесь также сказывается специфика соревновательного упражнения. Например то, что темп движений в классическом лыжном ходе, который тренируют лыжники, но не биатлонисты, почти в два раза выше, чем в коньковом, поэтому лыжники в одном и том же упражнении склонны и умеют работать руками чаще.

Третьим неожиданным результатом явился факт, что несмотря на то, что лыжники соревнуются в спринте и имеют существенно больший объем аэробной нагрузки, они имели преимущество перед биатлонистами только по показателям анаэробного порога, но не МПК. Это противоречит другим исследованиям [26]. Убедительно объяснить этот факт сложно, но на уровне рассуждений можно предположить следующее. Причиной более высоких значений АНП лыжников, как отмечалось, может являться сочетание существенно больших объемов циклической нагрузки с большими объемами силовой тренировки. Как результат, лыжники имели больший ИМТ, объем мышц, на уровне тенденции – массу тела и массу мышц, а высокая аэробная нагрузка обеспечила высокий окислительный потенциал этой мышечной массы, основным неинвазивным показателем которого является анаэробный порог. Именно это, скорее всего, и позволяет лыжникам иметь большую дистанционную скорость. В то же время, большую мышечную массу необходимо обеспечивать кислородом («кормить»). Для этого необходимо иметь более высокие кислородтранспортные возможности сердечно-сосудистой системы. Действительно, лыжники, имели более высокий сердечный выброс. С другой стороны, реализация высоких кардиореспираторных возможностей в высоких значениях МПК происходит при выполнении высокоинтенсивной циклической тренировки. Однако лыжники не имели принципиального преимущества по показателям НІТ и НІТ перед биатлонистами, более того, у биатлонистов была больше доля НІТ в общем объеме циклической нагрузки [27]. Является ли такое соотношение недостатком подготовки лыжников или наоборот, следствием оптимизации их тренировочного процесса, пока однозначно заключить сложно.



При изучении гендерных различий установлено следующее.

Обращает на себя внимание факт, что женщины тренируются больше. Это следует из сравнения количества тренировочных дней и часов (таблица 3). В то же время, два основных показателя тренировочного объема – общее количество часов циклической нагрузки и силовой тренировки – были одинаковыми у мужчин и женщин. Но структура нагрузок различалась. В целом, мужчины тренировались с большей интенсивностью (имели больший объем МГТ и НГТ) и имели большую долю специфической циклической нагрузки (лыжи, роллеры, ОБШХ), в то время как женщины выполняли больший объем работы в 1 и 2-й зонах, а также неспецифических (бег, велосипед, имитация) циклических упражнений. При этом у них была большая доля спринтерских упражнений и интервальной тренировки на коротких отрезках (до 60 с.). В структуре силовой тренировки (при одинаковом общем объеме) наблюдались такие же тенденции, что и в циклической: мужчины использовали больше средне- и высокоинтенсивные нагрузки (>70 % ПМ), а женщины применяли больше многоповторных низкоинтенсивных режимов (круговая статодинамика и т. п.).

При сравнении показателей подготовленности по гендерному признаку, в целом, обнаружены те же различия, что и в предыдущих исследованиях [28]. В нашей работе наиболее значимые различия, если судить по величине эффекта (ES) были в массе тела и доле мышц в теле, силе и мощности (МММ) при работе руками и МММ при работе ногами (таблица 1, рисунок 4). При этом не было различий в объеме и динамической силе мышц ног. Обращают на себя внимание очень большие различия по всей группе аэробных и кардиореспираторных показателей, а также пороговой мощности при работе руками и при беге. Кроме этого, мужчины продемонстрировали более высокую экономичность при работе руками.

Полученные показатели достаточно сложно интерпретировать в контексте различий в структуре тренировочных нагрузок, тем более что объем основных циклических и силовых нагрузок был одинаков. Поэтому очень вероятно, что обнаруженные различия являются следствием «истинных», то есть генетически обусловленных гендерных различий.

Заключение. Это первое исследование, в котором проанализирован профиль подготовленности (по 34 переменным) взрослых (старше 20 лет) лыжников и биатлонистов международного уровня обеих полов в контексте профиля их тренировочных нагрузок (21 переменная), причем группы спортсменов были выровнены по возрасту и спортивному рейтингу. Установлено, что в общебиологическом плане адаптация спортсменов в видах спорта с экстремально высокими требованиями к проявлению выносливости может проявляться в одновременном улучшении массы мышц, силовых и аэробных показателей. То есть, современная система спортивной подготовки может благополучно преодолевать «парадокс Хиксона». Во-вторых, различия в объеме и структуре тренировочных нагрузок между лыжниками и биатлонистами проявляются, главным образом, в пороговых показателях (потребление кислорода, мощность и кислородный пульс), которые, таким образом можно рассматривать в качестве критериев эффективности тренировочного процесса, направленного на повышение средней дистанционной скорости в циклических лыжных видах спорта. В частности – в российском биатлоне, где дистанционная скорость является отстающим компонентом спортивного упражнения. Причем наше исследование дает основания предполагать, что перспективными направлениями поиска путей улучшения дистанционной скорости биатлонистов, в плане физической подготовки, являются варианты сочетания более высоких объемов низкоинтенсивных циклических нагрузок с



увеличением объема силовых тренировок при использовании средней и высокой величины отягощений (>70 % ПМ). В свете вопроса о гендерных различиях в спорте данные настоящей работы могут служить подтверждением того, что такие различия с большой вероятностью предопределены генетически. Тем не менее, хотя параметры общих объемов тренировочной нагрузки у мужчин и женщин были практически одинаковыми, в тренировке выносливости и силы у женщин прослеживалась отчетливая тенденция к меньшей интенсивности тренировочного процесса. Это частично могло повлиять на полученные различия в физиологических и двигательных способностях женщин.

Примечание. Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУ ФНЦ ВНИИФК № 777-00026-22-00 (тема № 001-22/5).

Литература

1. Myakinchenko E. B. The annual periodization of training volumes of international-level cross-country skiers and biathletes / E. B. Myakinchenko, A. S. Kriuchkov, N. V. Adodin, V. Feofilaktov // *Int. J. Sports Physiol. Perform.* – 2020. – Vol. 15. – P. 1181–1188.
2. International Ski Federation (FIS). Available from: <https://www.fis-ski.com/DB/general/statistics.html?sectorcode=CC>.
3. Skattebo O. Variability, predictability and race factors affecting performance in elite biathlon / O. Skattebo, T. Losnegard // *Int. J. Sports Physiol. Perform.* – 2018. – Vol. 13, – No 3. – P. 313–319.
4. Luchsinger H. Comparison of the effects of performance level and sex on sprint performance in the biathlon world cup / H. Luchsinger, J. Kocbach, G. Ettema, O. Sandbakk // *Int. J. Sports Physiol. Perform.* – 2018. – Vol. 13, – No 3. – P. 360 – 366. 81
5. Федосеев А. М., Адодин Н. В., Мьякинченко П. Е., Еремич Н. А., Мьякинченко Е. Б. Взаимосвязь тактических вариантов прохождения дистанции с точностью стрельбы, дистанционной скоростью и итоговым результатом в гонке у биатлонистов высокого класса // *Вестник спортивной науки.* – 2018. – № 6. – С. 18–22.
6. Дунаев К. С., Сейранов С. Г. Целевая физическая подготовка квалифицированных биатлонистов. – М. : МГАФК, 2016. – 368 с.
7. Laaksonen M.S. The Olympic biathlon –recent advances and perspectives after Pyeongchang / M. S. Laaksonen, M. Jonsson, H. C. Holmberg // *Front. Physiol.* – 2018. – Vol. 9. – P. 796.
8. Сравнение процедур тестирования пикового потребления кислорода, аэробного и анаэробного порогов у биатлонистов высокого класса / Е. Б. Мьякинченко, В. А. Кузьмичев, Н. Ж. А. Джилкибаева, П. Е. Мьякинченко // *Вестник спортивной науки.* – 2017. – № 2. – С. 41–46.
9. Динамика сократительных и аэробных возможностей скелетных мышц лыжников-гонщиков спринтеров высокого класса под воздействием двух различных программ подготовки / А. С. Крючков, Ю. М. Каминский, С. С. Мисина [и др.] // *Современная система спортивной подготовки в биатлоне: Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции, Омск, 08 октября 2020 года / – Омск : СибГУФК, 2020. – С. 72–109.*
10. Лютовинава Н. Ю. Методологические проблемы изучения вариаций подкожного жира / Н. Ю. Лютовинава, М. И. Уткина, В. П. Чтецов // *Вопросы антропологии.* – 1970. – № 36. – С. 32 – 54.
11. Zatsiorsky V, Seluyanov V. The mass and inertia characteristics of the main segments of the human body // In: *Biomechanics VIII-B.* H. Matsui K. Kobayashi eds. Champaign IL / *Human Kinetics.* –1983. – P. 1152–1159.
12. Mosteller, R. D. «Simplified Calculation of Body Surface Area» / R.D. Mosteller // *N Engl J Med.*– 1987. – Vol. – 22. – №317(17). – P. 1098. <https://doi.org/10.1056/NEJM198710223171717>



13. Мякинченко, Е. Б. Развитие локальной мышечной выносливости в циклических видах спорта / Е. Б. Мякинченко, В. Н. Селуянов. – М. : ТВТ Дивизион, 2005. – 338 с.
14. Селуянов, В.Н. Физиологические механизмы и методы определения аэробного и анаэробного порогов / В. Н. Селуянов, Е. Б. Мякинченко, Д. Г. Холодняк, С. М. Обухов // Теория и практика физической культуры. – 1991. – № 10. – С. 10–18.
15. Schneider, D.A. The simplified V-slope method of detecting the gas exchange threshold / D. A. Schneider, S. E. Phillips, S. Stoffolano // *Med Sci Sports Exerc.* – 1993. – Oct;25. – № 10. – P. 1180-4. PMID: 8231764.
16. Conconi, F. Determination of the anaerobic threshold by a non-invasive field test in runners / F. Conconi, M. Ferrari, P.G. Ziglio at al. // *J. Appl. Physiol.* – 1982. – №. 52 (4). – P. 869–873.
17. Beaver W. L. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange / W. L. Beaver, K. Wasserman, B. J. Whipp // *J. Appl. Physiol.* – 1986. – Vol. 60. – No 6. – P. 2020–2027.
18. Мякинченко Е. Б., Кузмичев В. А., Джилкибаева Н.Ж.-А., Мякинченко П. Е. Сравнение процедур тестирования пикового потребления кислорода, аэробного и анаэробного порогов у биатлонистов высокого класса // *Вестник спортивной науки.* – 2017. – № 2. – С. 41–46.
19. Физиологические методы контроля в спорте / Л. В. Капилевич, К. В. Давлетьярова, Е. В. Кошельская, Ю. П. Бредихина, В. И. Андреев – Томск : Изд-во Томского политехнического университета. – 2009. – 172 с.
20. Хныкина, А. М. Метод оценки специальной выносливости биатлонистов / А. М. Хныкина. – М. : [б.и.], 1995. – 24 с.
21. Sylta O. From heart-rate data to training quantification: a comparison of 3 methods of training-intensity analysis / O. Sylta, E. Tonnessen, S. Seiler // *Int. J. Sports Physiol. Perform.* – 2014. – Vol. 9, – No 1. – P. 100–107.
22. Warner RM. *Applied Statistics: From bivariate through multivariate techniques.* Thousand Oaks: Sage; 2013
23. Hickson R.C. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance / R.C. Hickson // *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* – 1980. – Vol. 45, – No 2–3. – P. 255 – 263.
24. Sandbakk O. A reappraisal of success factors for Olympic cross-country skiing / O. Sandbakk, H. C. Holmberg // *Int. J. Sports Physiol. Perform.* – 2014. – Vol. 9, – No 1. – P. 117–121.
25. Sandbakk O. Physiological capacity and training routines of elite cross-country skiers: approaching the upper limits of human endurance / O. Sandbakk, H. C. Holmberg // *Int. J. Sports Physiol. Perform.* – 2017. – Vol. 12. – No 8. – P. 1003–1011.
26. Laaksonen M.S. The influence of physiobiomechanical parameters, technical aspects of shooting, and psychophysiological factors on biathlon performance / M. S. Laaksonen, T. Finkenzeller, H.C. Holmberg, G. Sattler // *Sport Health Sci.* – 2018. – Vol. 7, – No 4. – P. 394–404.
27. Myakinchenko E.B. The annual periodization of training volumes of international-level cross-country skiers and biathletes / E. B. Myakinchenko, A. S. Kriuchkov, N. V. Adodin, V. Feofilaktov // *Int. J. Sports Physiol. Perform.* – 2020. – Vol. 15, – No 8. – P. 1181–1188.
28. Issurin V.B. Building the modern athlete: scientific advancements and training innovations / V. B. Issurin // 1st edition. *Ultimate Athlete Concepts.* – 2015. – P. 472.



КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА БИАТЛОНИСТОВ ВЫСОКОГО КЛАССА В ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ И СОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ПЕРИОДАХ

*П. Е. Мякинченко, Н. В. Адодин, Е. Б. Мякинченко
ФНЦ ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
физической культуры» (ВНИИФК), г. Москва*

Введение. Спортивный результат в биатлоне зависит от дистанционной скорости спортсменов и параметров, характеризующих качество стрельбы. Причем установлено, что дистанционная скорость является наиболее весомым фактором результативности биатлонистов [1, 2] как минимум на спринтерской дистанции и в эстафетах. К сожалению, по этому показателю российские биатлонисты продолжают существенно отставать от своих зарубежных конкурентов, в то время как результативность их стрельбы по-прежнему остается на высоком уровне [3]. И если раньше этот факт объясняли низким качеством инвентаря и смазочных материалов, то в настоящее время такой фактор не может играть существенную роль, так как успехи российских спортсменов в лыжном спорте на международных соревнованиях, включая зимние Олимпийские игры, его опровергают. Точно также российские биатлонисты юношеского, юниорского и молодежного возраста (16–22 года) неизменно становились победителями и призерами соревнований самого высокого международного уровня, демонстрируя высокую дистанционную скорость. Хорошим объяснением последнего факта может быть то, что уже в этом веке в России И. Г. Гибадуллин [4], К. С. Дунаевым [5], А. Э. Болотиным с соавт. [6] и др. был выполнен ряд серьезных комплексных исследований, объектами в которых были высококвалифицированные, но молодые биатлонисты, а результатом – стройная концепция подготовки спортсменов в многолетнем аспекте от детей до возраста 20–23 лет. В то же время, критерии эффективности тренировочного процесса взрослых биатлонистов уровня национальных команд достаточно давно не были объектами целенаправленного исследования. Причем такая ситуация, по данным М. S. Laaksonen [1] справедлива также и для зарубежных исследований, в которых в последние годы основной акцент делался на проблемах стрелковой подготовки, а результатом явилось то, что биатлонисты основных команд-конкурентов, сравнивались или даже стали превосходить российских спортсменов в качестве стрельбы.

Данное положение могло быть следствием бытующих представлений, что система лыжной подготовки в биатлоне может копировать хорошо изученную подготовку лыжников-гонщиков. Однако недавно полученные данные свидетельствуют, что структура, количественные показатели и периодизация подготовки биатлонистов существенно отличается от подготовки лыжников-гонщиков высокого класса по большинству параметров [7]. Также установлено, что ношение винтовки влияет на технику бега и структуру физической подготовленности биатлонистов по сравнению с лыжниками.

Таким образом, можно заключить, что в настоящее время достаточно остро встала проблема повышения эффективности тренировочного процесса биатлонистов высокого класса в той его части, которая касается повышения дистанционной скорости.

В соответствии с существующими представлениями, для организации качественной подготовки необходимо, прежде всего, иметь четкое представление о критериях эффективности тренировочного процесса, так именно их знание является исходной точкой



и, даже, «краеугольным камнем» успешного планирования и управления подготовкой спортсменов высокой квалификации [8]. Кроме этого, также хорошо установлено, что в большинстве видов спорта логика подготовки, например, в рамках макроцикла, делится на два основных этапа: а) восстановления (после соревновательного и переходного периодов) и повышения уровня всех актуальных сторон подготовленности; б) реализации накопленного потенциала в процессе соревновательной деятельности в рамках соревновательного периода [9]. Причем длительный соревновательный период в современном биатлоне делает проблему организации эффективного тренировочного процесса на его этапах – прежде всего при подготовке к главному старту – не менее актуальной, чем на этапах подготовительного периода.

В соответствии со сказанным, **целью исследования**, представленного в настоящей статье, явилось выявление основных критериев эффективности тренировочного процесса биатлонистов высокого класса в подготовительном и соревновательном периодах.

Гипотезой исследования служило предположение, что биатлонисты высокого класса улучшат спортивный результат относительно предыдущего сезона, если в качестве критериев эффективности тренировочного процесса будут рассматриваться:

– на этапах подготовительного периода – показатели кардиореспираторных и аэробных способностей мышц, особенно плечевого пояса, максимальной и взрывной силы мышц, пороговой мощности в специфическом тесте, а также сбалансированность шести основных компонентов соревновательного упражнения, а именно: дистанционной скорости, относительной скорости на последнем круге, точности стрельбы стоя и лежа, скорострельности и времени на рубеже;

– в соревновательный период (от первого этапа соревнований Кубка мира до главного старта сезона) – последовательное улучшение: дистанционной скорости, относительной скорости на последнем круге дистанции и точности стрельбы стоя.

Методы исследования. В исследовании приняли участие действующие спортсмены сборной команды России, данные которых собирались в рамках мероприятий Научно-методического обеспечения в сезонах 2014/15–2020/21 гг. Подробно групповые данные спортсменов и методика тестирования подготовленности спортсменов описана в нашей предыдущей статье в этом сборнике.

Здесь мы представим методику оценки компонентов соревновательного упражнения и соревновательной деятельности биатлонистов.

Методика количественной оценки параметров соревновательного упражнения и соревновательной деятельности биатлонистов. Соревновательное упражнение (СУ) в биатлоне имеет две существенные особенности: а) СУ многокомпонентно, компоненты достаточно независимы друг от друга и каждый компонент может потенциально оказать существенное влияние на итоговую результативность; б) биатлон относится к видам спорта, в котором внешние условия существенным образом влияют на время и скорость прохождения дистанции, а также качество стрельбы.

Для оценки значимости каждого компонента СУ для итогового результата используется два подхода: а) «Регрессионных моделей»; б) «Отставание от лидера».

Использование регрессионных моделей требуют большого статистического материала и практически не пригодны для целей анализа успешности выполнения компонентов СУ отдельными спортсменами или, даже, командами, а также для динамических наблюдений за качеством выполнения отдельных компонентов СУ, например, в рамках сезона. Поэтому для сравнения успешности выступления спортсмена или команды чаще



используется критерии «отставание от лидера» или от «трех лучших» в гонке/гонках [10–12]. Однако в этом случае при сравнении разных компонентов СУ возникает или проблема сложности сопоставления единиц измерений, например, времени/скорости в гонке и точности стрельбы, или приходится использовать порядковые шкалы, в которых, как известно, может возникнуть проблема при ответе на вопрос: «Насколько лучше или насколько хуже?». Кроме этого, при использовании подхода «отставание от лидера», возникает проблема высокой вариативности (нестабильности) выступления самого «лидера» относительно основной группы спортсменов. Причем по каждому из компонентов СУ такая нестабильность может иметь разную величину. Это приводит к низкой надежности оценок: успешности выступления спортсмена/команды по отдельным компонентам СУ; сравнения компонентов между собой у спортсмена/команды; а также с другими спортсменами/командами. Для преодоления данной проблемы было выдвинуто предположение, что если за «модель» брать результат не лидера, а среднюю нескольких человек из лидирующей группы, а в качестве оценки дисперсии результатов измерений – среднестатистическую дисперсию у участников этапов Кубка мира (ЭКМ), то стабильность оценок повысится.

Разработка методики оценки и сопоставления между собой компонентов СУ предполагала оценку «стабильности критерия», то есть выбора наилучшего способа расчета «модели», а также создание удобной процедуры расчета показателей для ее использования в практической деятельности.

Для проверки гипотезы о возможности повысить надежность критерия при увеличении числа усредняемых измерений было проведено исследование, в котором рассчитывался коэффициент вариации каждого компонента СУ для спортсменов, занявших 10-е место в спринтерских гонках сезонов 2014/15–2015/16 годов (всего: 19 для мужчин и 18 – для женщин). При этом в качестве «модели» последовательно использовались результаты 1 лидера, средний результат 2 лидеров, 3 лидеров... и 9 лидеров в каждой гонке.

Для разработки методики расчета индексов, характеризующих компоненты СУ биатлонистов, была использована идеология стандартизированных («Z») показателей, которая используется для сравнения значений (выборок) разной размерности [13]. А именно, была модифицирована шкала T-оценок ($T = 50 + 10 \times (X_i - X_{cp}) / \sigma$) [14].

Для расчета необходимых поправочных коэффициентов, которые, по сути, представляли собой оценку дисперсии (σ) компонентов СУ, использовались фактически данные российских и зарубежных биатлонистов международного уровня ($n=68$), выступавших в сезонах 2014/15–2015/16 годов. Формулы разработаны для таких компонентов СУ как: средняя дистанционная скорость, точность стрельбы стоя и лежа, скорострельность как средняя при стрельбе стоя и лежа, время нахождения на рубеже, отношение времени прохождения последнего круга к среднему времени прохождения первых кругов дистанции. Данные для расчетов брались из открытых источников [15], значения нормализованных показателей компонентов СУ рассчитывались с использованием алгоритма, реализованного в стандартных MS Excel-таблицах. Результаты представлены на рисунке 1. Получено, что действительно, в соответствии с гипотезой, коэффициент вариации (CV) уменьшался с увеличением числа усредняемых спортсменов. Для разных компонентов СУ установлено, что относительное «плато» в значении CV достигалось при усреднении 5–6 спортсменов (мужчин и женщин). Средние значения фактически полученных CV по всем 6-и компонентам СУ приведены на рисунке 1.

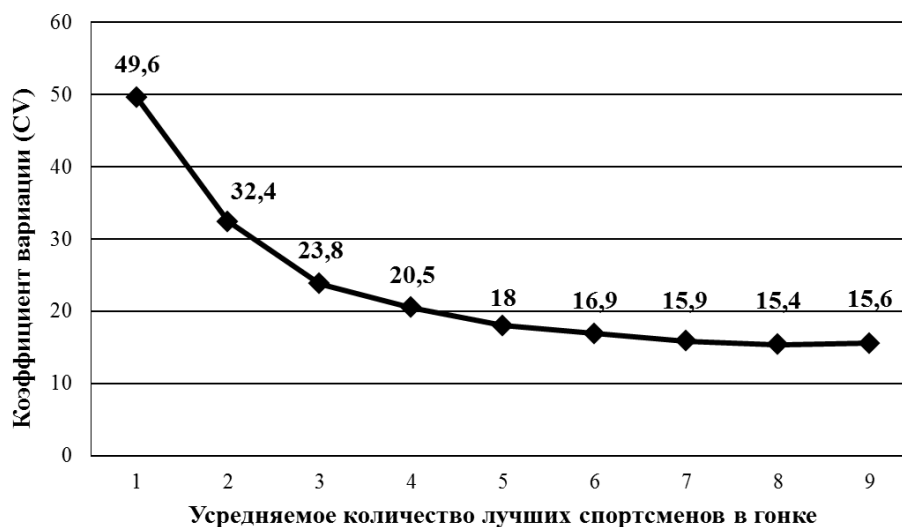


Рисунок 1 – График изменения среднего коэффициента вариации (мужчины и женщины) по всем компонентам соревновательного упражнения в зависимости от количества спортсменов, усредняемых в спринтерских гонках двух кубковых соревновательных периодах

На основании полученных данных был сделан вывод, что увеличение числа спортсменов, результаты которых должны усредняться для получения «модельного значения» компонента СУ в гонке сверх шести человек – не имеет смысла так как это не дает существенного улучшения надежности оценок, но повышает трудоемкость. Таким образом, при разработке формулы расчета оценок в качестве «модели» использованы средние значения первой шестерки лидеров в каждой гонке по каждому компоненту СУ.

В общем виде, разработанная формула для оценки компонента соревновательного упражнения имела вид:

$$Y(ki) = 10 - \left(1 - \frac{\text{модель}(k)}{CP(ki)}\right) * K(k),$$

где $Y(ki)$ – оценка k -го компонента СУ i -го спортсмена; «модель (k)» – модельный результат (в гонке, на ЭКМ, или в сезоне); $CP(ki)$ – спортивный результат, показанный в данной гонке (на ЭКМ, в сезоне и т. п.) i -м спортсменом в k -м компоненте; $K(k)$ – эмпирически рассчитанный коэффициент, который по смыслу соответствует «размаху выборки» для данного компонента, то есть среднестатистической разнице между результатом, принятым за «модель» и средним результатом 10 спортсменов, занявших последние места, соответственно в спринтерской, индивидуальной гонке и масстарте (для пасьюта оценки не разрабатывались). Значения $K(k)$ рассчитывались по фактическим данным российских и зарубежных биатлонистов международного уровня ($n = 68$). В итоговом виде, формулы расчета значений компонентов СУ имели следующий вид:

Коэффициент «дистанционная скорость» = $(1 - ((10 - T_{сп6}) / (T_{сп} \times 10)) \div 0,55) \times 10$, где $T_{сп6}$ – среднее время прохождения соревновательной дистанции шестеркой лучших спортсменов в гонке, $T_{сп}$ – время рассматриваемого спортсмена, 0,55 – эмпирически рассчитанный нормирующий коэффициент.



Коэффициент «последний круг» = $10 - (K_{сп} - K_6) \times 100$, где $K_{сп} = T_{ф}/T_{п}$; $K_{сп}$ – индивидуальный показатель спортсмена в гонке; $K_6 = T_{ф6}/T_{п6}$ – средний показатель в гонке; $T_{ф6}$ – время финишного круга; $T_{п6}$ – среднее время первых кругов – у шести лучших спортсменов в гонке.

Коэффициент «время на рубеже» (среднее время нахождения на рубеже) = $(1 - ((10 - K_6) / (K_{сп} \times 10)) / 3) \times 10$, где K_6 – среднее время нахождения на стрельбище без учета времени стрельбы шестерки лучших спортсменов в гонке, $K_{сп}$ – время нахождения на стрельбище рассматриваемого спортсмена без стрельбы, 3 – эмпирически рассчитанный нормирующий коэффициент.

Коэффициент «скорострельность» = $(1 - ((10 - K_6) / (K_{сп} \times 10)) / 3) \times 10$, где K_6 – среднее время стрельбы шестерки лучших спортсменов в гонке от момента захода на «коврик» до ухода с него, $K_{сп}$ – соответствующее среднее время стрельбы рассматриваемого спортсмена, 3 – эмпирически рассчитанный нормирующий коэффициент.

Коэффициенты «точность стрельбы лежа/стоя» = $(1 - ((10 - K_6) / (K_{сп} \times 10)) / 8) \times 10$, где K_6 – % точных попаданий лёжа/стоя шестеркой лучших спортсменов в гонке, $K_{сп}$ – % точных попаданий лёжа/стоя рассматриваемого спортсмена, 8 – эмпирически рассчитанный нормирующий коэффициент.

Достоинствами методики явилось то, что она позволяет в сопоставимых единицах оценивать успешность выполнения отдельных компонентов СУ, определять вклад каждого из компонентов в итоговый результат (при использовании дополнительного статистического инструментария), отслеживать динамику успешности выполнения и значимости каждого из компонента при динамических наблюдениях в рамках макроцикла и в многолетнем аспекте вне зависимости от особенностей трассы и внешних условий проведения соревнований.

Кроме оценки компонентов СУ была разработана **методики оценки соревновательной результативности спортсменов**. Проблема заключалась в том, что не все спортсмены сборных команд России регулярно участвовали в соревнованиях ЭКМ, а также участвовали в неодинаковом количестве стартов. Поэтому их рейтинг IBU или СБР не всегда служит адекватной оценкой их соревновательной результативности в сезоне. В этой связи для данного исследования была разработана методика оценки соревновательной результативности. Для этого использованы данные 28 мужчин и 28 женщин, которые участвовали не менее чем в 20 гонках на ЭКМ и не менее чем в трех внутрироссийских соревнованиях, включая чемпионат России, за период с сезона 2011/12 гг. по сезон 2018/19 гг. Это означало, что спортсмены имели надежную оценку количества набранных очков в зачете ЭКМ IBU и СБР. Затем по этим данным было рассчитано уравнение регрессии с аппроксимацией зависимости полиномом 3-го порядка:

$$СР_{ЭКМ} = -0,0279 \times x^3 + 1,6412 \times x^2 - 32,779 \times x + 226,82,$$

где в качестве аргумента (x) использовались очки спортсмена в СБР по итогам соответствующего сезона.

В связи с тем, что у ряда спортсменов, участвующих в нашем исследовании, иногда не набиралось 20 зачетных гонок, то для них производился расчет очковой стоимости одной «зачетной гонки» затем производился перерасчет очков в Рейтинге СБР для случая, как если бы спортсмен участвовал в 20 гонках. И уже это значение использовалось в уравнении в качестве аргумента и для оценки средней результативности спортсмена в сезоне для всех исследований этой статьи.



Задачи исследования также предполагали **разработку методики оценки среднего результата спортсмена на каждом ЭКМ**. Для этого был использован показатель «среднего результата» (СРэкм) на ЭКМ как процент от максимально возможного количества очков, заработанных на каждом соревновании ЭКМ, по формуле:

$$СР_{экм} = \frac{(ОГ1 + ОГ2 + \dots + ОГn)}{n} / 1,66$$

где: СРэкм – средняя результативность на данном ЭКМ; ОГ1 – ОГn – очки, набранные спортсменом в каждой гонке, в которой он участвовал; n – количество гонок. Очки в каждой гонке определялась следующим образом: за первое место в гонке присуждается 60 очков, за второе 54, за третье 48, и т. д. согласно международным правилам начисления очков, принятым IBU [16]

Расчет индекса физической подготовленности. Наличие коррелируемых показателей со спортивным результатом в исходной матрице данных (см. «Результаты») позволил выполнить множественный регрессионный анализ, на основании которого для каждого спортсмена был рассчитан «Индекс физической подготовленности» (ИФП) как функция, в которой аргументами были показатели, имеющие положительную связь со спортивным результатом. Этот показатель был также использован для расчета «Индекса Реализационной Эффективности» (ИРЭ) для каждого спортсмена с использованием метода регрессионных остатков в соответствии со следующими рассуждениями.

Регрессионный остаток – это разность между наблюдаемыми значениями и значениями, предсказанными изучаемой регрессионной моделью. В нашем случае значения, предсказанные регрессионной моделью – это значения Рейтинга IBU спортсменов (то есть, ИФП), рассчитанные по полученным уравнениям регрессии.

Если считать, что оценкой реализационной эффективности спортсмена может быть условное соотношение спортивного результата (СР) и физической подготовленности (ФП) спортсмена в соответствии с формулой: *Реализационная эффективность ≈ СР / ФП* [17], то регрессионный остаток зависимости действительного (Рейтинга IBU) и расчетного (ИФП) будет являться оценкой реализационной эффективности. Например: на рисунке 2 регрессионный остаток зависимости между истинным и расчетным Рейтингом IBU обозначен как ИРЭ. В смысловом плане, рассчитанный таким образом регрессионный остаток будет мерой того, что разные спортсмены при одной и той же подготовленности, выражаемый через расчетный Рейтинг (ИФП), могут иметь разную результативность в сезоне.

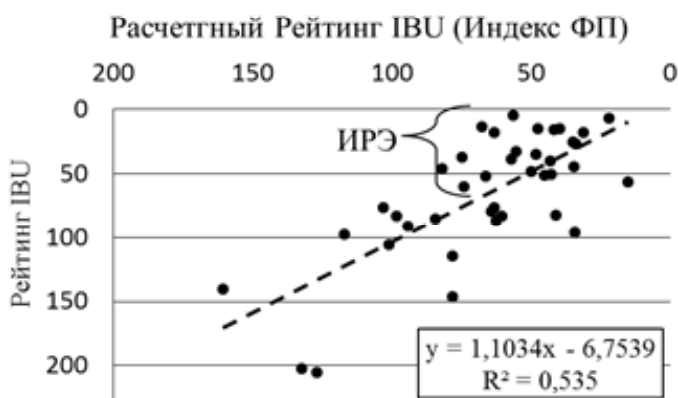


Рисунок 2 – Пример корреляционной зависимости между существующим Рейтингом IBU и показателем «расчетный Рейтинг IBU» биатлонистов мужчин, который в данном случае является интегральной оценкой физической подготовленности спортсменов



Например, спортсмен, ИРЭ которого выделен на рисунке 2 при достаточно скромных функциональных способностях продемонстрировал относительно высокую среди российских биатлонистов результативность.

Результаты. Выявление критериев эффективности тренировочного процесса в подготовительный период осуществлялось с использованием нескольких исследовательских подходов. Первый был описан ранее (см. предыдущую статью), в котором сравнивались показатели лыжников и биатлонистов.

Корреляционный анализ взаимосвязей антропометрических индексов и показателей физической подготовленности со спортивным результатом, индексами физической подготовленности и реализационной эффективности. Соответствующие значения коэффициентов корреляции Пирсона представлены в таблицах 1 и 2.

Взаимосвязь с Рейтингом IBU. У женщин отрицательную корреляцию при уровне значимости $\alpha = 0,05$ с соревновательной результативностью (то есть, положительную с Рейтингом IBU) имел индекс массы тела, доля жира в теле и пороговые ЧСС при работе руками и в беге. Положительную – взрывная сила ног, сила мышц плечевого пояса, включая «силу окислительных мышечных волокон (ОМВ)», а также все показатели кардиореспираторных функций и аэробных способностей мышц при работе руками и беге.

У мужчин с результативностью ни один показатель не был связан отрицательно, кроме пороговых ЧСС, как отражение высокого ударного объема сердца. Положительно – сила и максимальная алактатная мощность (МAM) мышц плечевого пояса, ударный объем сердца и связанный с ним кислородный пульс при работе руками и в беге, потребление кислорода и мощность при работе руками, пороговая механическая мощность при беге, а также механическая эффективность (экономичность) при беге.

Определение взаимосвязи отдельных показателей антропометрии и тестирования физической подготовленности с ИРЭ и ИФП выявили:

С ИРЭ положительно связаны у женщин: взрывная сила ног, ударный объем и сердечный выброс, отрицательно – ИМТ.

У мужчин – положительно: сила и МAM мышц плечевого пояса, и практически все показатели, определяющие аэробные способности, кроме МПК, а также механическая эффективность (экономичность) при беге.

С ИФП, который, напомним, рассчитан по уравнению множественной регрессии, у женщин положительно связаны: взрывная сила мышц ног, и все показатели, связанные с ударным объемом сердца. Отрицательно – ИМТ.

У мужчин положительно: сила и МAM мышц плечевого пояса, индекс «силы окислительных МВ» и все показатели, отражающие кардиореспираторные и аэробные способности спортсменов кроме потребления кислорода на АНП.

Таким образом, получен целый ряд достоверных связей показателей подготовленности со спортивной результативностью, реализационной эффективностью и индексом физической подготовленности спортсменов. Однако обращают на себя внимание низкие значения коэффициентов корреляции. Объяснений полученным результатам корреляционного анализа может быть несколько.

Первой причиной слабой корреляции может быть то, что на значения Рейтинга IBU и ИРЭ влияет такой значимый фактор как качество стрельбы, вклад которого в дисперсию выборки составляет по нашим данным (не опубликованные материалы) не менее 19–35 %.

Во-вторых, большая часть показателей физической подготовленности тестировалась с использованием неспецифических для биатлонистов тестов.



Таблица 1 – Коэффициенты корреляции Пирсона между антропометрическими, силовыми и мощностными показателями тестирования результативности (очки в национальном рейтинге), индексами реализационной эффективности и физической подготовленности

Показатель	Коэффициенты корреляции Пирсона					
	Мужчины (n=40)			Женщины (n=36)		
	Рейтинг IBU	ИРЭ	ИФП	Рейтинг IBU	ИРЭ	ИФП
Масса тела, кг	-0,03	0,01	-0,03	-0,24	0,29	0,30
Длина тела, см	-0,13	0,10	0,05	0,03	-0,07	-0,11
ИМТ, кг/м ²	-0,12	0,12	0,09	0,34*	-0,43*	-0,49*
% мышечной массы, %	0,14	-0,16	-0,18	0,18	-0,22	-0,23
Масса мышц, кг	0,01	-0,04	-0,09	-0,10	0,12	0,12
Жировая масса, %	0,26	-0,33*	-0,37*	0,08/0,20*	-0,08	-0,07
Объем плечевого пояса, %	0,13	-0,11	-0,07	-0,19	0,23	0,26
Объем таза и ног, %	0,17	-0,20	-0,20	-0,04	0,04	0,04
Сила ног, Н·м/кг	0,01	0,00	0,02	0,00	0,07	0,16
«Взрывная сила ног», Вт/кг	0,22	-0,26	-0,28	-0,35*	0,44*	0,51*
Сила плечевого пояса, усл. ед.	-0,34*	0,42*	0,48*	-0,10/-0,21*	0,17	0,23
МAM плечевого пояса, Вт/кг	-0,37*	0,46*	0,53*	0,04	-0,02	0,03
МAM ног, Вт/кг	0,10	-0,08	-0,03	-0,09	0,10	0,09
Максимальная частота руками, п/мин	0,12	-0,12	-0,11	-0,04	-0,01	-0,08
Работа за цикл на АнГ, Дж/кг («Сила OMB»)	-0,20	0,29	0,39*	-0,06/-0,20*	0,08	0,10
Пиковый лактат, ммоль/л	0,14	-0,17	-0,18	0,16	-0,20	-0,23

Примечания:

* – $P < 0,05$.

Через слэш (/) приведены результаты расширенного массива данных, куда добавлены все ежегодные показатели тестирования каждого спортсмена (n=84 у мужчин и n=114 у женщин).

ИМТ – индекс массы тела; МAM – максимальная алактатная мощность; АнП – анаэробный порог; OMB – окислительные мышечные волокна



Таблица 2 – Коэффициенты корреляции Пирсона между антропометрическими, силовыми и мощностными показателями тестирования результативности (очки в национальном рейтинге), индексами реализационной эффективности и физической подготовленности

Показатель	Коэффициенты корреляции Пирсона					
	Мужчины (n=40)			Женщины (n=36)		
	Рейтинг IBU	ИРЭ	ИФП	Рейтинг IBU	ИРЭ	ИФП
Ударный объем, мл/м2	-0,38*	0,46*	0,52*	-0,37*	0,48*	0,56*
Сердечный выброс, л/мин/м2	-0,28	0,37*	0,46*	-0,25	0,36*	0,46*
МПК, мл/мин/кг	-0,22	0,27	0,31*	0,11/-0,28*	-0,13	-0,14
O2 АНП пульс плечевого пояса, мл/уд.	-0,42*	0,51*	0,57*	-0,09/-0,36*	0,11	0,13
O2 АНП пульс в беге, мл/уд.	-0,43*	0,49*	0,50*	-0,22/-0,40*	0,29	0,34*
VO2 АНП плечевого пояса, мл/мин/кг	-0,28/-0,24*	0,35*	0,40*	0,08/-0,29*	-0,09	-0,09
Мощность плечевого пояса АНП, Вт/кг	-0,42*	0,49*	0,52*	0,05/-0,35*	-0,04	-0,00
VO2 АНП бег, мл/мин/кг	-0,23	0,27	0,28	-0,09/-0,36*	0,10	0,11
Мощность при беге, Вт/кг	-0,50*	0,56*	0,58*	-0,12/-0,44*	0,11	0,08
Мех. эффективность плечевого пояса, %	-0,12	0,10	0,06	-0,06	0,11	0,15
Мех. эффективность при беге, %	-0,34*	0,39*	0,40*	-0,03	0,01	-0,01
ЧССАНП при работе рук, уд/мин	0,27/0,28*	-0,35*	-0,42*	0,35*	-0,42*	-0,44*
ЧССАНП бег, уд./мин	0,22/0,21*	-0,25*	-0,25	0,34*	-0,46*	-0,54*

Примечания:

* – $P < 0,05$.

Через слэш (/) приведены результаты расширенного массива данных, куда добавлены все ежегодные показатели тестирования каждого спортсмена (n = 84 у мужчин и n = 114 у женщин).



Третьей причиной слабой корреляции может быть то, что условия соревновательной деятельности в зимних ЦВС очень вариативны. Это усложняет факторную структуру двигательного потенциала спортсменов и «размывает» значимость отдельных факторов.

Кроме сказанного на величину коэффициентов корреляции мог повлиять достаточно большой интервал времени между тестированием (сентябрь – начало ноября) и периодом оценки соревновательной результативности (декабрь – март).

Таким образом, статистическая взаимосвязь между спортивным результатом и показателями ИРЭ и ИФП, даже теоретически, не могла быть высокой. Что и получено в действительности. Это также могло повлиять на состав переменных и прогностическую мощность уравнений множественной регрессии. Однако это повышает ценность полученных взаимосвязей.

И, наконец, следует учитывать, что несмотря на условно большой диапазон «Рейтинга IBU», все спортсмены, участвующие в исследовании – прошли отбор и выступали в соревнованиях в составе сборной спортивной команды России. Это относится и к нескольким спортсменам молодежного возраста, но которые, чаще всего, были призерами или чемпионами мировых молодежных первенств и, следовательно, также с полным правом могли быть отнесены к категории «спортсмены высокого класса», которые были выбраны целевой группой настоящего исследования.

Тем не менее, проведенное исследование позволили решить основную поставленную задачу – выбрать и оценить значимость показателей, которые теснее всего связаны со спортивной результативностью и его слагаемыми в сезоне: факторами физической подготовленности и реализационной эффективности и которые, соответственно, могут быть названы критериями эффективности тренировочного процесса, в данном случае – в подготовительный период.

Взаимосвязь показателей физической подготовленности с возрастом у российских биатлонистов высокого класса. Анализ взаимосвязи отдельных показателей с возрастом, кроме оценки их влияния на спортивную результативность интересен также со следующих позиций:

- Выявления того, какие способности тренируемы (имеют потенциал к росту) у взрослых биатлонистов высокого класса, а какие – должны быть выведены на требуемый уровень в более молодом возрасте, то есть на стадии подготовки резерва сборной.

- Определения возраста наивысшего развития по данному показателю функции или способности.

В связи с тем, что визуальный анализ «корреляционных облаков» выявил явную нелинейность их значительной части, то для решения поставленных задач, они были аппроксимированы полиномами 2–3 порядка (по критерию четкости проявления возрастных экстремумов, при наличии) с отражением линии тренда и индексов детерминации на соответствующем графике (рисунки 3–7).

Динамика спортивного результата (рисунок 3) (расчетный Рейтинг IBU) российских биатлонистов положительно связана с возрастом ($r = 0,63$ и $r = 0,35$ у мужчин и женщин, соответственно). У мужчин результативность быстро возрастает до 23–24 лет, затем наблюдается медленный положительный тренд. В то же время у женщин, после быстрого прироста, результативность после 24–25 лет практически не меняется.

Антропометрические показатели, характеризующие мышечный и жировой компонент тела представлены на рисунке 4. У мужчин какая-либо возрастная динамика отсутствует. У женщин с возрастом имеется тенденция ($0,04 < p < 0,01$) снижения тощих объемов и доли жира в теле.

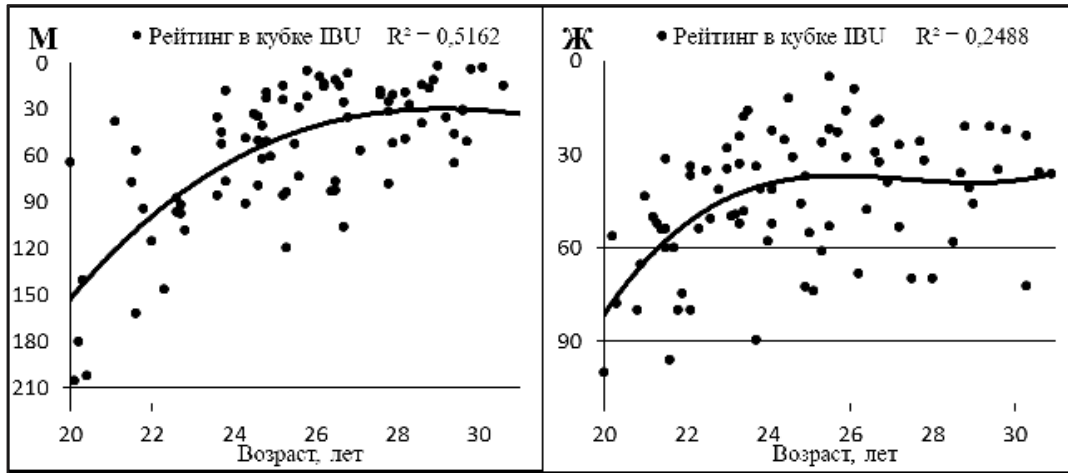


Рисунок 3 – Возрастная динамика расчетного рейтинга в Кубке IBU российских биатлонистов высокого класса, аппроксимированная полиномом 3-го порядка

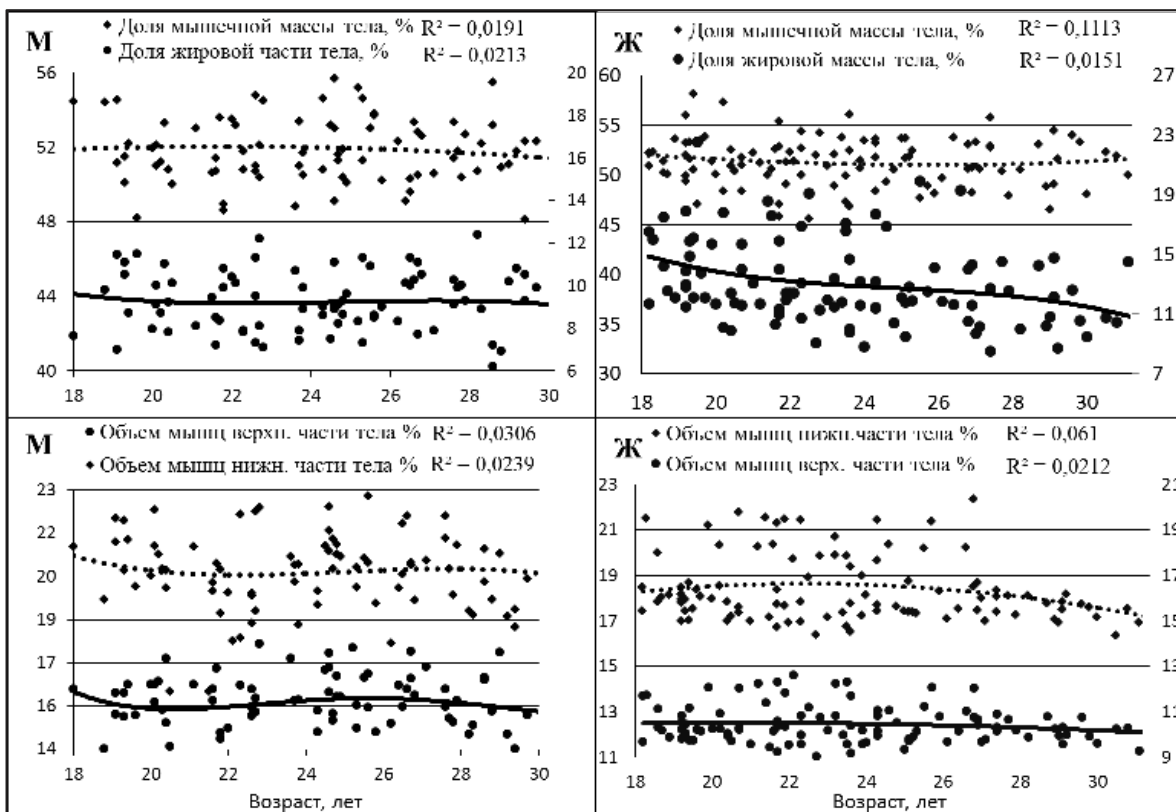


Рисунок 4 – Возрастная динамика антропометрических индексов и соответствующие значения индекса детерминации у российских биатлонистов высокого класса (М – мужчины, Ж – женщины)

Аэробные способности представлены потреблением кислорода на уровне МПК и АНП. кардиореспираторные (КРС) – индексами ударного и минутного объемов сердца. Кислородный пульс на уровне АНП при работе руками и в беге является, так же как и МПК, в большей степени интегральным показателем, отражающим обе функции (рисунок 5).

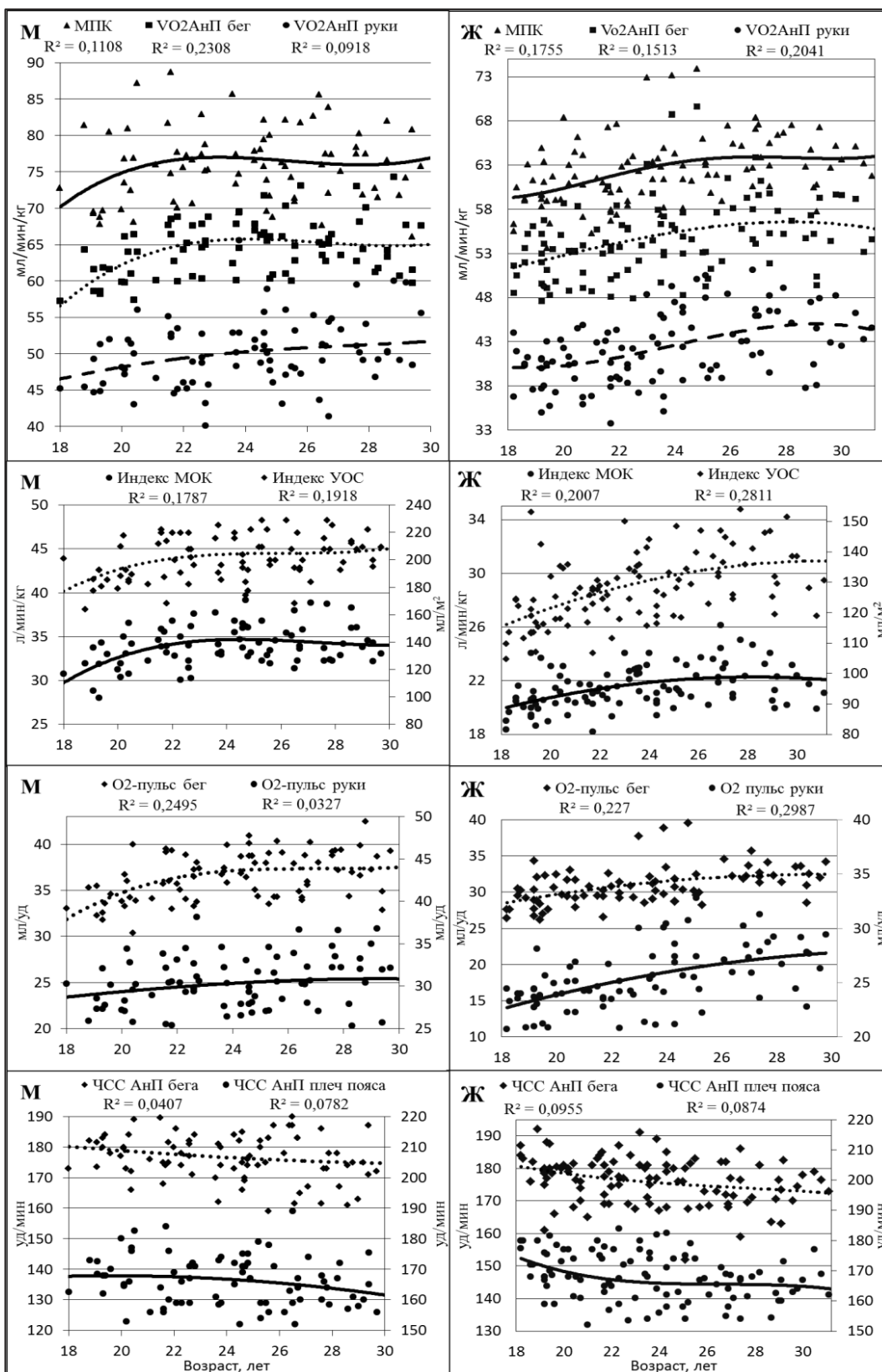


Рисунок 5 – Возрастная динамика аэробных и кардиореспираторных показателей и соответствующие значения индекса детерминации у российских биатлонистов высокого класса (М – мужчины, Ж – женщины)



Из графиков следует, что у женщин имеется четкая возрастная положительная динамика всех показателей функций, определяющих аэробные способности спортсменов с пиком около 28 лет. Затем имеет место некоторое снижение. У мужчин показатели возрастают до 24–25 лет, затем практически стабилизируются.

Почти все показатели аэробных и КРС функций в обеих командах положительно и достоверно связаны с возрастом, несмотря на нелинейность графиков. Соответственно, ЧСС на АИП последовательно снижается. Следует обратить внимание, что экстремумы большинства показателей, ответственных за аэробные способности, не совпадают с экстремумами спортивной результативности (Рейтинг IBU).

Значения силовых, взрывных и МАМ-показателей представлены на рисунке 6.

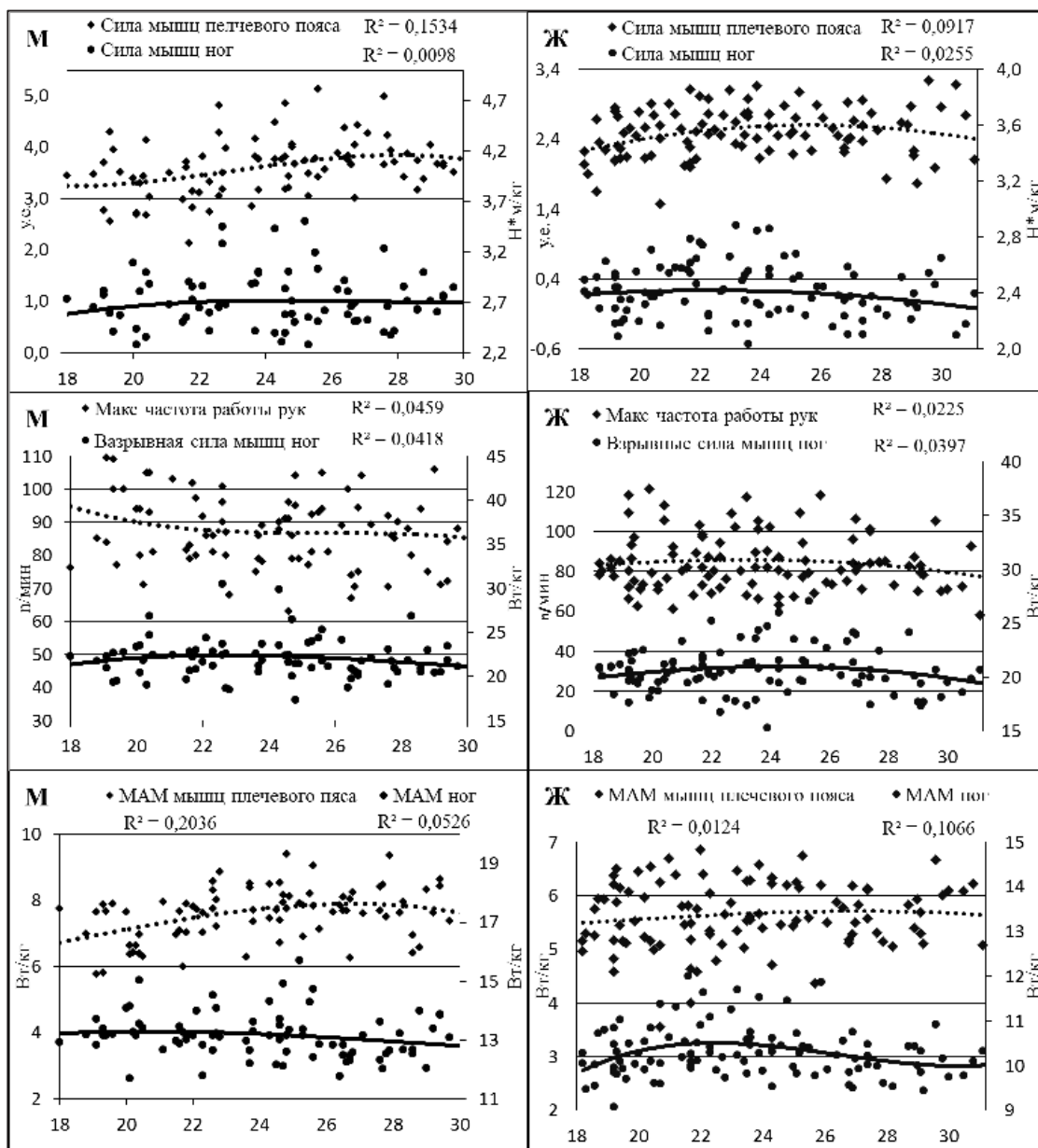


Рисунок 6 – Возрастная динамика силовых, взрывных и мощностных показателей и соответствующие значения индекса детерминации у российских биатлонистов высокого класса (М – мужчины, Ж – женщины)



Из данных следует, что достоверная отрицательная возрастная динамика имеет место в отношении максимальной силы и МАМ мышц ног и положительная – у «силы окислительных МВ» у женщин. У мужчин показатели не имеют достоверной связи с возрастом, но заметно, что имеет место положительный тренд у силы, МАМ и «силы окислительных МВ» мышц плечевого пояса.

Можно отметить, что в обеих командах с возрастом имеется тренд на снижение максимальной частоты движений руками и взрывные способности мышц ног.

«Реализационная составляющая» подготовленности спортсменов представлена показателями механической эффективности (экономичности) и механической мощности на уровне анаэробного порога (рисунок 7).

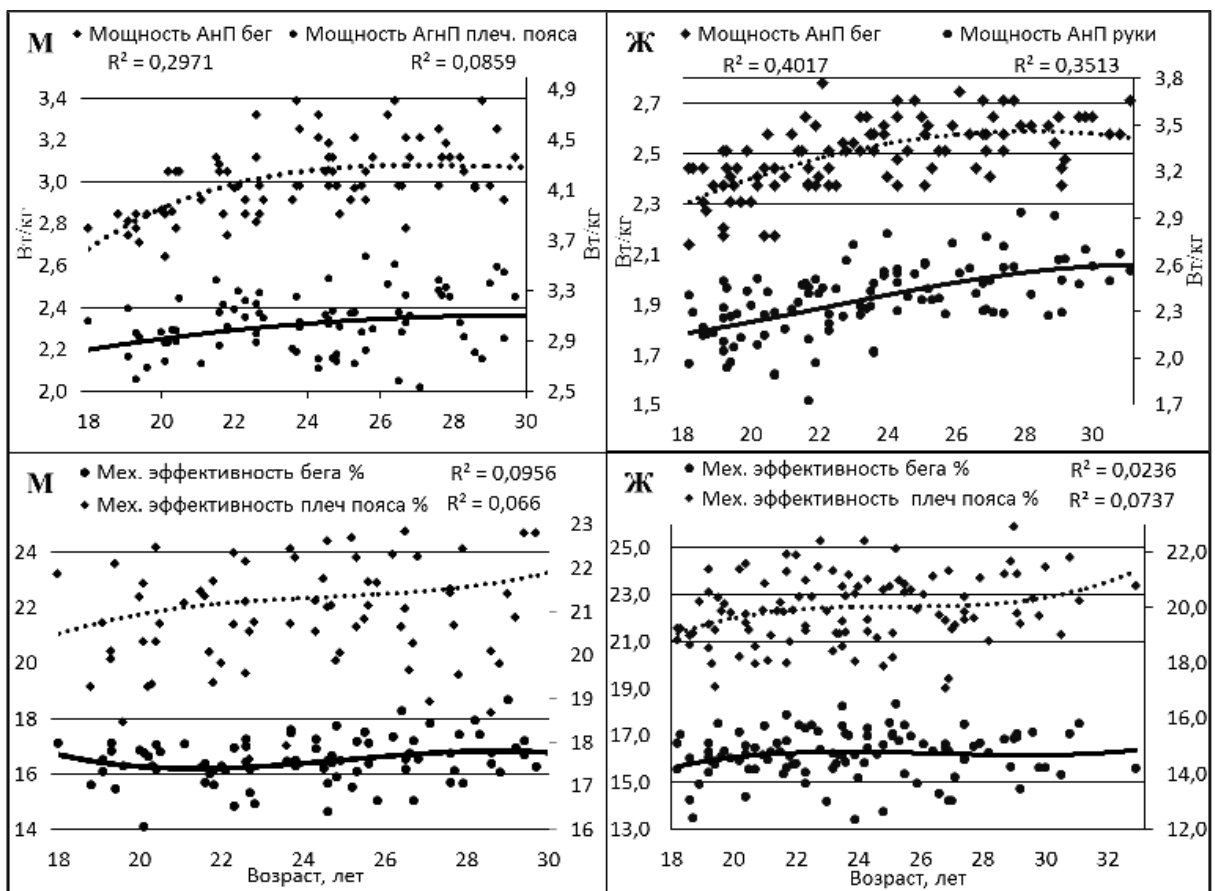


Рисунок 7 – Возрастная динамика показателей, характеризующих «Реализационную составляющую» и индекса детерминации у российских биатлонистов высокого класса (М – мужчины, Ж – женщины)

Из данных следует, что достоверная положительная возрастная динамика имеется в отношении пороговой мощности на АНП в обеих командах, в то время как механическая эффективность имеет положительную связь с возрастом только при работе руками. Вероятная причина в том, что работа на лыжном эргометре более специфический тест для биатлонистов, чем бег с палками на третбане, особенно с учетом факта, что биатлонисты не тренируют классический стиль лыжных ходов, который, собственно, и имитируется бегом с палками, поэтому в беге на третбане положительная динамика



экономичности не зафиксирована, хотя в специфическом тесте (например, при беге на роллерах на лыжном тротуаре) положительный возрастной тренд очень вероятен.

Исследование динамики спортивного результата и компонентов соревновательного упражнения в течение зимнего соревновательного периода. Стратегия прохождения соревновательного периода может предполагать подготовку к успешному выступлению на отдельных ЭКМ или набор максимального количества кубковых очков. Однако для лидеров команды основной задачей всегда было успешное выступление на главных стартах сезона – Олимпийских Зимних играх (ОЗИ) и чемпионатах мира (ЧМ). В этой связи целесообразным является изучение динамики результативности спортсменов, сумевших стать призерами ОЗИ и ЧМ (далее – «призеры»), а также сравнение стратегии прохождения кубкового сезона призерами с данными сильнейших российских биатлонистов и команд их основных соперников. Кроме этого, практический интерес может иметь сравнение динамики показателей отдельных компонентов СУ у призеров и спортсменов других сильнейших команд.

На рисунке 8 представлены две диаграммы компонентов СУ 3 призеров ЧМ в среднем за два сезона – 2019/20 и 2020/21 гг.: а) средние данные за два сезона; б) средние данные непосредственно на ЧМ. Средние значения и достоверность различий представлены в таблице 3.

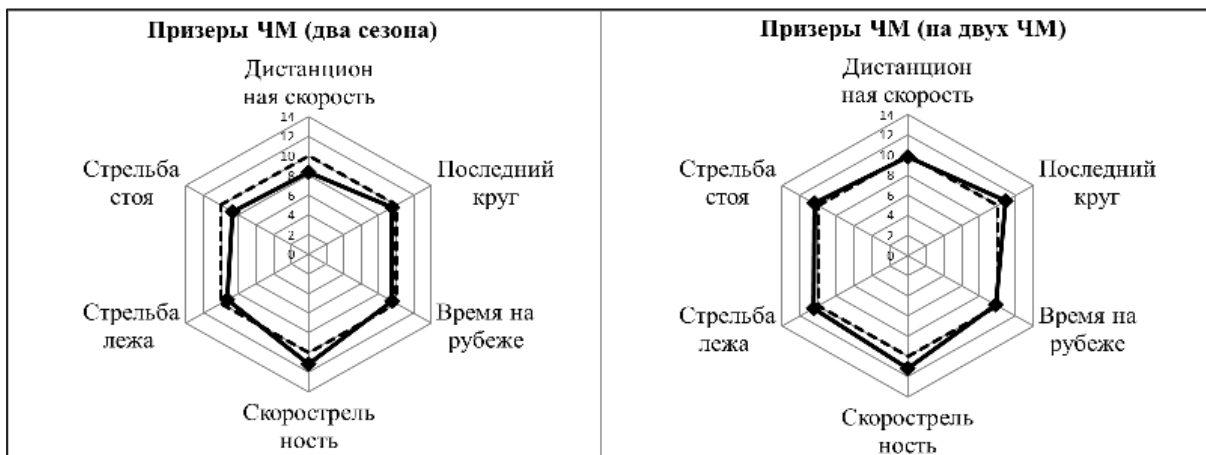


Рисунок 8 – номограммы компонентов СУ призеров ЧМ в соревновательных периодах 2019/20 и 2020/21 гг: а) средние данные за два сезона 3-х призеров ЧМ; б) средние данные 3 призеров ЧМ непосредственно на ЧМ

Из сравнения диаграмм следует, что призеров отличает достаточная сбалансированность всех компонентов СУ (левая диаграмма). То есть, в сезоне в котором спортсмены стали чемпионом и призерами ЧМ, у них практически не было «слабых мест». Тем не менее непосредственно во время выступления на ЧМ (правая диаграмма), эти спортсмены достигли успеха, прежде всего, за счет улучшения своих функциональных способностей, которые выразились в лучшей дистанционной скорости и более быстром прохождении последнего круга дистанции. При этом среди стрелковых компонентов у них улучшилась стрельба стоя. Более того, следует отметить, что все шесть призеров ЧМ в спринтерской гонке в течение двух сезонов при стрельбе в положении стоя не допустили ни одного промаха.



Таблица 3 – Значения показателей успешности выполнения компонентов СУ в среднем за сезон и в среднем на ЧМ в сезонах 2019/20 и 2020/21 гг. у шести призеров ЧМ в спринтерских гонках

Компоненты СУ	Средняя за сезон	Средняя на ЧМ	P
Дистанционная скорость	8,33 ± 2,79	9,84 ± 2,70	0,04
«Последний круг»	9,53 ± 2,40	10,90 ± 4,33	0,04
Время на рубеже	9,52 ± 1,70	9,80 ± 4,89	0,21
Скорость стрельбы	11,18 ± 2,95	11,23 ± 3,96	0,48
Точность стрельбы лежа	9,32 ± 1,69	10,48 ± 4,03	0,06
Точность стрельбы стоя	8,68 ± 2,56	10,42 ± 2,02	0,01

Аббревиатура: СУ – соревновательное упражнение (биатлониста), ЧМ – чемпионат мира, SD – стандартное отклонение, P – значение уровня значимости при парном сравнении.

С учетом данных нашей предыдущей работы [18], в которой показано, что точность стрельбы стоя положительно коррелирует с относительной скоростью прохождения последнего круга дистанции, можно сделать вывод, что стопроцентный результат в этом компоненте в какой-то степени также связан с функциональным состоянием спортсменов.

На рисунке 9 представлена усредненная динамика спортивной результативности в сезоне всех мужчин-призеров ОЗИ и ЧМ в спринте за период 2017/18–2020/21 гг.

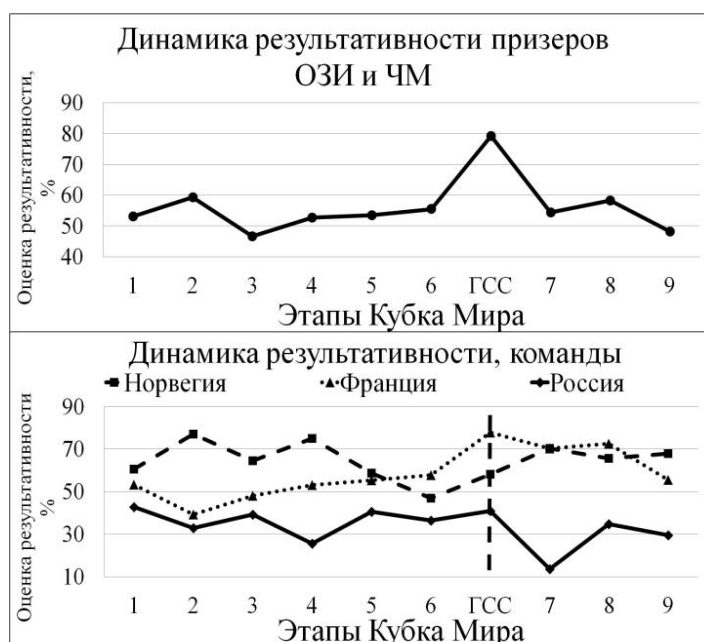


Рисунок 9 – Динамика средней спортивной результативности в соревновательном периоде всех мужчин-призеров ОЗИ и ЧМ за период 2017/18–2020/21 гг., а также аналогичные данные по российской и зарубежным мужским командам



Характерно, что призеров отличает способность достичь пика формы строго к моменту главного старта.

На рисунке 9 также представлены аналогичные графики 3 лучших спортсменов трех ведущих команд (Норвегии, Франции, России), усредненных за 4 соревновательных периода. Из данных следует, что среднюю динамику результативности даже лучшей команды мира норвежской, а также команды России, нельзя назвать оптимальной с точки зрения выступления в главном старте сезона. С высокой вероятностью это обусловлено ошибками в планировании подготовки или отсутствии такого планирования, так как в рассматриваемых сезонах, спортсмены команды Франции, уступая в общем зачете Кубка мира норвежцам, сумели коллективно подойти к выступлению на ЧМ в своей лучшей форме.

На рисунке 10 представлена усредненная динамика компонентов СУ 12 призеров ОЗИ и ЧМ (в сезонах 2017/18–2020/21 гг.) в спринте, из которого следует, во-первых, что состояние «спортивной формы» биатлонистов выражается в «пике» результативности всех шести компонентов СУ. Во-вторых, видимый положительный тренд от первого ЭКМ до главного старта сезона (ГСС) имеют отмеченные выше три показателя: дистанционная скорость, относительная скорость прохождения последнего круга, точность стрельбы стоя.

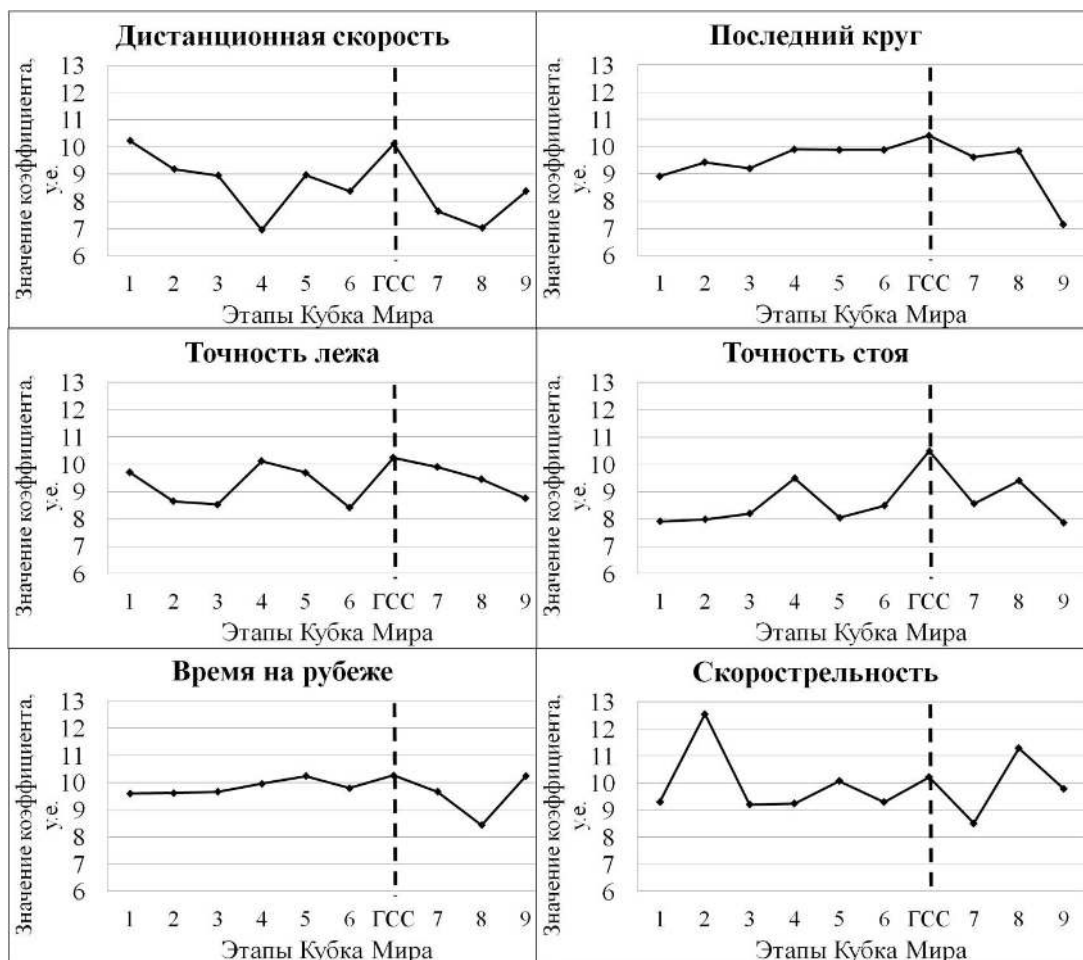


Рисунок 10 – усредненная динамика компонентов соревновательного упражнения призеров чемпионатов мира (ЧМ) в биатлонном спринте в сезонах 2017/18–2020/21 гг. (N = 12)



В это связи представляет интерес анализ аналогичной динамики компонентов СУ спортсменов России и команд их основных соперников (рисунок 11).

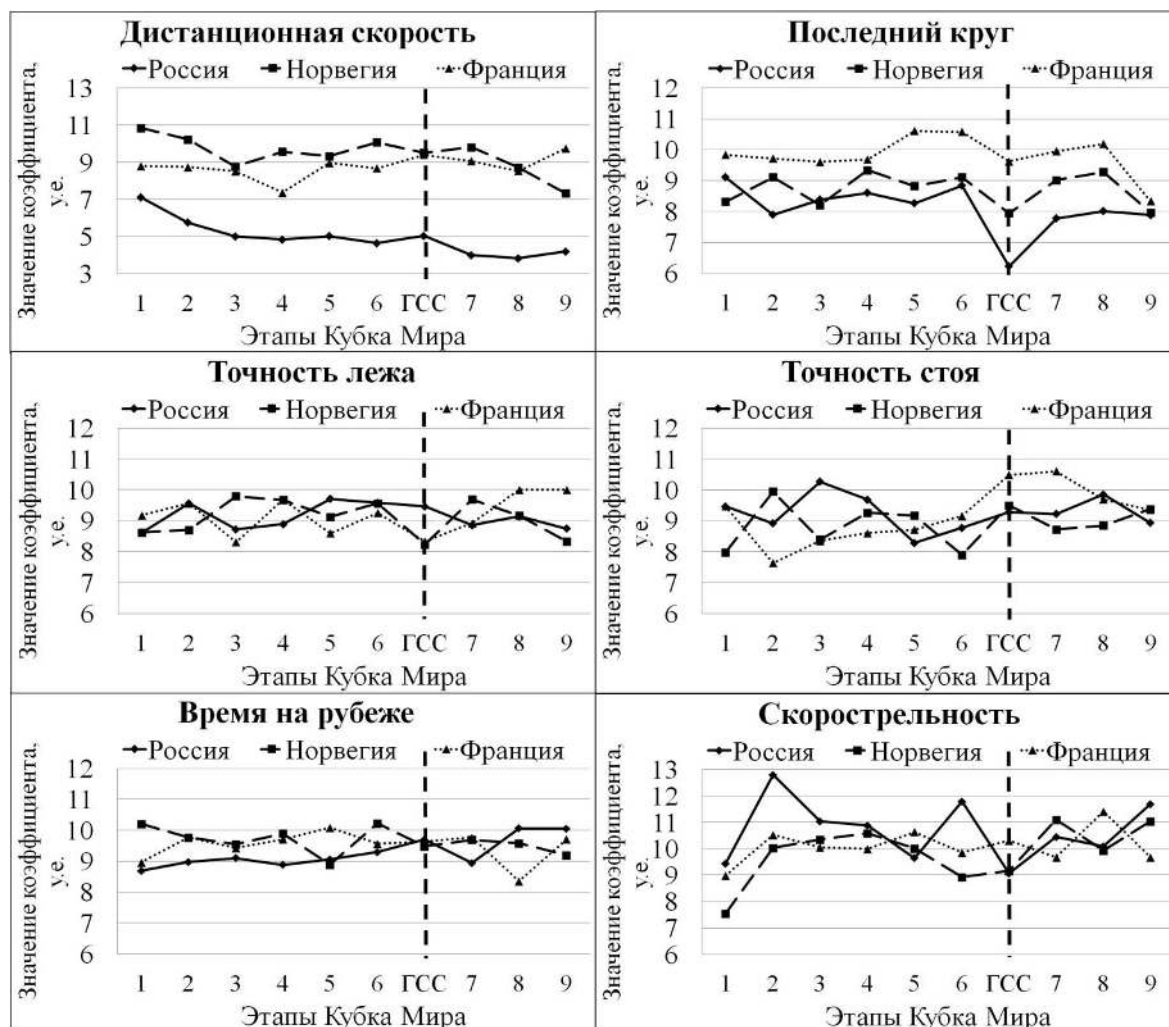


Рисунок 11 – Усредненная динамика компонентов соревновательного упражнения трех лучших (по рейтингу IBU) спортсменов сборной команды России и основных конкурентов в биатлонном спринте в соревновательных периодах 2017/18–2020/21гг.

В течение четырех смежных сезонов на этапе непосредственной подготовки к ГСС только у команды Франции тренировочный процесс построен таким образом, что он обеспечил «пик формы» по двум ключевым показателям, связанным с соревновательной результативностью: дистанционной скоростью и точностью стрельбы стоя.

Можно предположить, что тренерский штаб французской команды владеет эффективной методикой программирования тренировочного процесса на решающем этапе сезона.

В отношении спортсменов норвежской и российской команд можно сделать вывод об отсутствии какой-либо закономерной динамики как на этапе подготовки к ГСС, так и в соревновательном периоде в целом. Следовательно, тренеры этих команд либо не владеют методикой подведения спортсменов к ГСС в наилучшем состоянии, либо не ставят такой задачи.



Таким образом, можно заключить, что критериями эффективности тренировочного процесса в отношении соревновательной деятельности биатлонистов являются: положительная динамика общей результативности, точности стрельбы стоя и скорости последнего круга от 1–2 ЭКМ до ГСС; V – образная форма динамики дистанционной скорости с нисходящим трендом в первом триместре и восходящим – во втором, то есть на этапе непосредственной подготовки к ГСС.

Взаимосвязь спортивной результативности и компонентов соревновательного упражнения с возрастом и между собой у российских биатлонистов высокого класса. На рисунке 12 показана зависимость компонентов соревновательного упражнения в спринте от возраста у биатлонистов мужчин и женщин. Все данные представлены в показателях, отражающих успешность выступления спортсменов относительно основных соперников.

Исследование корреляционных зависимостей рейтинга IBU и компонентов соревновательного упражнения с возрастом до «возраста лучших достижений» для мужчин ($27,2 \pm 1,5$) и женщин ($27,6 \pm 1,1$), выявило следующее.

Положительную корреляцию с возрастом имеет только дистанционная скорость у мужчин ($r = 0,45$) и у женщин ($r = 0,44$), затем дистанционная скорость имеет тенденцию к снижению. Другие компоненты СУ с возрастом не связаны. Соответствующие зависимости, аппроксимированные полиномом 2-й степени представлены на рисунке 12.

Исследование корреляционных зависимостей рейтинга IBU и компонентов соревновательного упражнения с возрастом во всем исследуемом возрастном диапазоне (20–31 год) выявило следующее.

Положительную корреляцию с возрастом также имеет только дистанционная скорость ($r = 0,35$ и $r = 0,41$ у БМ и БЖ, соответственно). В то же время, этот тренд наблюдается до 28–29 лет у мужчин, и до 26–27 лет у женщин, затем дистанционная скорость имеет тенденцию к снижению. Это означает, что у более возрастных спортсменов (26–31 год) соревновательная результативность сохраняется или, даже, имеет тенденцию к росту за счет показателей качества стрельбы. Показатели качества стрельбы в этом диапазоне с возрастом также не связаны.

Скорость прохождения последнего круга, относительно первых двух, с возрастом остается практически неизменной в обеих командах (рисунок 12).

По результатам корреляционного анализа в этой части исследования, также следует отметить, что результативность положительно связана с дистанционной скоростью ($r = 0,65$ и $r = 0,55$ у БМ и БЖ соответственно) точностью стоя у мужчин ($r = 0,54$) и скорострельностью у женщин ($r = 0,33$). В свою очередь дистанционная скорость положительно связана с относительной скоростью прохождения последнего круга у мужчин и женщин и временем на рубеже у мужчин

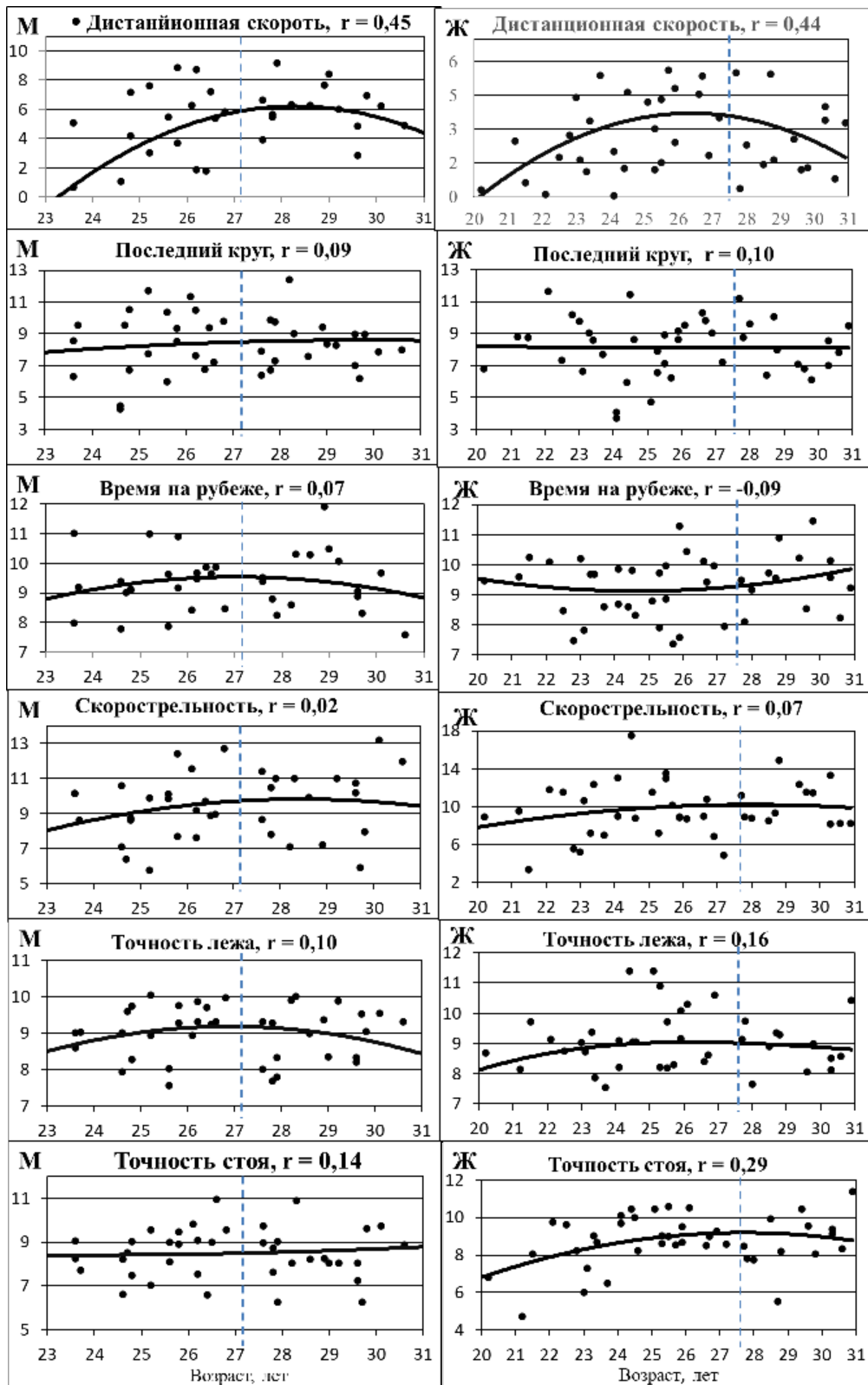


Рисунок 12 – Возрастная динамика компонентов соревновательного упражнения российских биатлонистов высокого класса, аппроксимированная полиномом 2-го порядка. Пунктиром отмечен «возраст лучших достижений» (ВЛД). r – коэффициенты корреляции до «ВЛД»



Обсуждение результатов исследования. Целью работы было выявление основных критериев эффективности тренировочного процесса биатлонистов высокого класса в подготовительном и соревновательном периодах.

В процессе ранее выполненных исследований [1, 2, 18] было установлено, что основным критерием эффективности тренировочного процесса биатлонистов высокого класса является конкурентоспособная дистанционная скорость. Вторым таким критерием является точность стрельбы стоя. Тем не менее, сравнение профилей компонентов СУ лучших российских биатлонистов с аналогичными данными их основных соперников, а также с призерами ЧМ, выявило, что в течение нескольких сезонов – с 2015/16 гг. по 2020/21 гг. – как российские мужчины, так и женщины, имея конкурентоспособные и, даже, лучшие показатели стрелковой подготовленности, хронически отстают именно по компоненту дистанционной скорости и, часто, по относительной скорости преодоления последнего круга дистанции. Это свидетельствует, что в российской команде имеют место системные проблемы с обеспечением высокой дистанционной скорости биатлонистов, а их наиболее конкурентоспособный показатель относительно соперников – скорострельность – не имела связи со спортивным результатом даже на уровне слабой тенденции.

Кроме этого, исследование свойств отдельных компонентов СУ показало, что для всех лучших биатлонистов Мира, а также для ведущих спортсменов двух сильнейших команд – Норвегии и Франции, характерна высокая степень сбалансированности всех шести компонентов СУ между собой как на главном старте сезона, так и в целом, в течение соревновательного периода. Следовательно, можно обоснованно заключить, что критерием эффективности тренировочного процесса является сбалансированность компонентов СУ между собой.

На основании изучения динамики результативности в соревновательном периоде у призеров ЧМ и ОЗИ, а также у трех лидеров лучших биатлонных команд Мира можно сделать вывод, что успешное выступление на главном старте сезона является продуктом планомерной подготовки, а не результатом «удачного стечения обстоятельств». Другими словами, последовательное улучшение результативности спортсменов в течение соревновательного периода с пиком на ГСС является критерием эффективности тренировочного процесса в течение соревновательного периода.

Изучение динамики отдельных компонентов СУ выявило, что призеры строят свою подготовку так, что функциональная готовность, выражающаяся в динамике дистанционной скорости, имеет два пика. Первый, наблюдается в период 1–2 ЭКМ. Потом скорость снижается так как, видимо, спортсмены начинают целенаправленные тренировки в рамках этапа непосредственной подготовки к ГСС, но затем дистанционная скорость выходит на свои лучшие показатели к главному старту.

Два других информативных показателя: относительная скорость прохождения последнего круга дистанции и точность стрельбы стоя при эффективном планировании подготовки тоже, по-видимому, должны последовательно улучшаться от первого-второго ЭКМ до ГСС. По результатам этой части исследования также можно сделать вывод, что спортивный результат не только в решающей степени определяется физической и технической подготовленностью биатлонистов в беговом плане, но она прямо влияет на качестве стрельбы стоя и скорость преодоления последнего круга, то есть – на компоненты СУ, от которых чаще всего зависит итоговое место в гонке.

Исследование возрастной динамики результативности и компонентов соревновательного упражнения у российских спортсменов выявило, что зависимость имеет



параболическую форму у мужчин и сигмовидную форму у женщин. Но последнее может быть ложным выводом, так как снижение результативности у женщин в возрасте 27–29 лет может быть связано с деторождением. Тем не менее, если говорить об общей тенденции, то в диапазоне 20–30 лет результативность имеет высокодостоверную корреляционную связь с возрастом, особенно до 28 лет у мужчин и до 27 лет у женщин.

В то же время среди компонентов СУ достоверную связь с возрастом имеет только дистанционная скорость, что еще раз подтверждает большую обусловленность результативности спортсменов скоростью в гонке. И напротив, из отсутствия достоверной связи стрелковых компонентов с возрастом, может быть сделан вывод, что ключевые навыки или развитие необходимых для точной стрельбы систем организма, которые обеспечивают высокое качество стрельбы у биатлонистов высокого класса, закладываются в более раннем возрасте (до 20 лет).

Для решения задачи выявления критериев эффективности тренировочного процесса, направленного на достижение наивысшей дистанционной скорости, изучалась структура и информативность показателей физической подготовленности, экономичности и реализационной эффективности спортсменов.

Прежде всего, был выполнен факторный и корреляционный анализы показателей физической подготовленности с расчетом уравнений множественной регрессии. Ставилась задача, выявления показателей, которые могут считаться наиболее информативными для оценки двигательного потенциала и реализационной эффективности спортсменов, то есть, оценки факторов подготовленности, непосредственно связанных со спортивным результатом.

Среди отдельных показателей подготовленности, наиболее тесную связь со спортивным результатом и его факторами имеют, прежде всего показатели, отражающие ударный объем сердца (УОС). При проведении комплексного контроля УОС можно оценить по показателям: ЧСС на стандартной (допороговой) скорости/мощности/потреблении кислорода; ЧСС на уровне аэробного (АЭП) или анаэробного порогов; значению кислородного пульса на уровне АЭП или АНП.

Следующий по значимости фактор – аэробные способности мышц, причем в обеих командах более информативными показателями оказалось не потребление кислорода на АНП, а механическая мощность на АНП. В целом это объяснимо, так как механическая мощность отражает не только собственно аэробные способности мышц, но и «реализующую составляющую» движения – на сколько спортсмен способен преобразовывать имеющийся аэробный потенциал в совершение полезной механической работы. При этом одним из важных фактов, обнаруженных в процессе исследования, оказалось то, что МПК в обеих командах оказался не самым значимым факторов спортивного результата и, соответственно, недостаточно информативным показателем уровня двигательного потенциала биатлонистов высокого класса.

Анализ силовых, скоростно-силовых и мощностных показателей позволил сделать вывод, что для мужчин значимым является фактор высокой силы и МАМ мышц плечевого пояса, в то время как для женщин значимы только высокие взрывные способности мышц ног.

Среди антропометрических показателей в обеих выборках значимым оказался только фактор меньшего процента жира в теле. Причем у женщин с высокой результативностью проявилась тенденция не только меньшей жировой массы, но и меньших объемов мышц конечностей и, соответственно, более низкое значение индекса массы тела. Другие



показатели антропометрии и состава тела на исследуемых выборках спортсменов оказались не значимыми даже на уровне тенденции.

Исследование возрастной динамики показателей физической подготовленности и механической эффективности к сказанному добавили следующее.

В связи с тем, что спортивная результативность биатлонистов имеет четкую и характерную динамику, то совпадение или не совпадение с ней динамики и экстремумов отдельных показателей мог дать дополнительную информацию для обоснования критериев эффективности тренировочного процесса. Также важным с практической точки зрения является вопрос: какие показатели могут быть улучшены у взрослых спортсменов в широком возрастном диапазоне 20–32 года, а какие являются консервативными и, в случае их значимости для спортивного результата, должны развиваться в более раннем возрасте. Исследование установило: ожидаемо положительную и достоверную возрастную динамику продемонстрировали кардиореспираторные и аэробные способности спортсменов. Таким образом, можно с уверенностью говорить о том, что адаптация даже взрослых спортсменов может идти в направлении улучшения ведущей для циклических видов спорта функции организма.

Напротив, взрывные, скоростные (максимальная частота движений) и, функционально связанная с ними максимальная алактатная мощность, показали недостоверный, но отчетливый отрицательный возрастной тренд. Следовательно, данные функции организма должны быть «подготовлены/развиты» на более ранних этапах онтогенеза.

Среди силовых показателей, только «сила окислительных МВ» была положительно связана с возрастом. Это так же объяснимо, так как и сила мышц, и их гипертрофия, обусловленные мышечными волокнами с высокими окислительными способностями, должны иметь связь со спортивным результатом и аэробными способностями спортсменов в ЦВС. Также ожидаемо все показатели реализации двигательного потенциала спортсменов (механическая мощность и экономичность на уровне АП) имели отчетливый положительный тренд с возрастом.

Таким образом, были выявлены и обоснованы критерии эффективности тренировочного процесса, направленного на улучшение дистанционной скорости спортсменов.

В практическом плане можно рекомендовать следующее:

1. Для оценки сбалансированности между собой таких компонентов соревновательного упражнения как дистанционная скорость, относительная скорость последнего круга, время на рубеже, скорострельность, точность стрельбы лежа и стоя, а также их динамики в сезоне и в многолетнем аспекте у биатлонистов высокого класса на индивидуальном и командном уровне рекомендуется использовать методику, в которой в качестве оценок используются стандартизированные значения, а в качестве модельного значения – результат шести лучших спортсменов в данной гонке по каждому из компонентов.

2. При планировании, программировании или проектировании тренировочного процесса с целью повышения дистанционной скорости в новом сезоне в качестве целевых показателей рекомендуется использовать более высокие относительно предыдущего сезона, значения: ударного объема сердца, аэробных способностей мышц, прежде всего, плечевого пояса у мужчин и ног у женщин, максимальной и взрывной силы, а также алактатной мощности мышц плечевого пояса у мужчин и взрывных способностей мышц ног у женщин, а также уменьшение доли жира в теле у мужчин и женщин.

3. При организации комплексного педагогического контроля, в том числе при проведении мероприятий научно-методического обеспечения подготовки спортивных



сборных биатлонных команд в лабораторных условиях, оптимальным будет использование следующих показателей: ЧСС на стандартной (допороговой) скорости/мощности/потреблении кислорода; ЧСС на уровне аэробного или анаэробного порога; значения O₂-пульса на уровне аэробного или анаэробного порогов (для оценки ударного объема сердца); потребление кислорода на аэробном или анаэробном пороге при работе руками и в беге или роллерах (в гору); пиковой мощности при однократной тяге руками лыжного эргометра (для оценки максимальной динамической силы мышц плечевого пояса) и 10-секундный Вингейт-тест на лыжном эргометре (для оценки алактатной мощности). Наиболее информативным комплексным показателем потенциала мышц плечевого пояса следует признать «работу за цикл», приведенную к массе и длине тела спортсмена, которую мы определяем как «силу окислительных мышечных волокон». При организации контроля также необходимо оценивать динамику жировой массы в теле. Реализационную составляющую спортсмена целесообразно оценивать по двум параметрам: механической мощности и механической эффективности при работе руками и при беге в полной координации на уровне аэробного или анаэробного порога.

4. В связи с тем, что успешное выступление на главном старте сезона является результатом планомерной подготовки, а не «удачного стечения обстоятельств», планирование подготовки в соревновательный период должно предусматривать однопиковую динамику увеличения дистанционной скорости, относительно скорости на последнем круге дистанции и качества стрельбы стоя при подведении к главному старту сезона. Тем не менее, следует иметь в виду, что задачи успешного выступления на главном старте и набор максимального количества кубковых очков в сезоне, находятся в существенной степени в антагонизме для спортсменов, не являющихся безусловными лидерами мирового биатлона. Таким образом, решение о приоритетной стратегии подготовки должно приниматься еще на стадии разработки индивидуального плана спортсмена в начале годовичного макроцикла.

5. В связи с отсутствием достоверной связи показателей стрелковой подготовленности, скоростных и скоростно-силовых возможностей с возрастом, навыки точной стрельбы и скоростно-силовая подготовленность биатлонистов должны формироваться до юниорского возраста. Высокая степень консервативности этих факторов спортивного результата должна учитываться при формировании сборных команд и планировании подготовки у взрослых биатлонистов высокого класса. И напротив, кардиореспираторные и аэробные показатели более лабильны, поэтому они имеют потенциал к улучшению даже у взрослых спортсменов.

Заключение. Таким образом, проведенное исследование позволило установить, что ключевой идеей повышения эффективности тренировочного процесса биатлонистов высокого класса на различных этапах подготовки является преемственность между уровнем подготовленности биатлонистов высокого класса в подготовительном периоде годовичного цикла и в многолетнем аспекте, а также степенью ее реализации в соревновательный период преимущественно в дистанционной скорости, в относительной скорости прохождения последнего круга, времени на рубеже, скорострельности, точности стрельбы лежа и стоя.

Методика оценки результативности соревновательной деятельности биатлонистов высокого класса должна включать в себя фиксацию, количественную оценку и сопоставление структуры подготовленности биатлонистов по основным компонентам соревновательного упражнения, а также параметров многолетней и сезонной динамики важнейших компонентов спортивного результата, включая подготовку к главному старту.



Критериями эффективности тренировочного процесса биатлонистов высокого класса являются:

– на этапах подготовительного периода годового цикла – ориентация на линейное или экспоненциальное повышение показателей максимальной и взрывной силы, а также пороговой мощности в специфических двигательных тестах, ударного объема сердца, аэробных способностей мышц плечевого пояса, сбалансированность в показателях основных компонентов соревновательного упражнения;

– в соревновательном периоде – наличие восходящей динамики дистанционной скорости и точности стрельбы к моменту главного старта;

– в многолетнем аспекте – стрелковая подготовленность и скоростно-силовые возможности в юниорском и молодежном возрасте (18–22 года), показатели кардиореспираторных, аэробных возможностей в особенности при работе руками до «возраста лучших достижений» (23–27 лет), показатели экономичности бега и реализационной эффективности при завершении спортивной карьеры (28 лет и старше).

Примечание: Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУ ФНЦ ВНИИФК № 777-00026-22-00 (тема № 001-22/5).

Литература

1. Laaksonen M.S. The Olympic biathlon – recent advances and perspectives after Pyeongchang / M.S. Laaksonen, M. Jonsson, H.C. Holmberg // *Front. Physiol.* – 2018. – Vol. 9. – P. 796.
2. Luchsinger H. Comparison of the effects of performance level and sex on sprint performance in the biathlon World Cup. / H. Luchsinger, J. Kocbach, G. Ettema, Sandbakk // *Int J Sports Physiol Perform.* – 2018. – No 13. – P. 360.
3. Загурский, Н. С. Современные тенденции развития биатлона и анализ выступления сборной команды России по биатлону в 2014–2016 гг. / Н. С. Загурский, Д. А. Шукалович, С. Ю. Гуца // *Современная система спортивной подготовки в биатлоне : Материалы V Всероссийской научно-практической конференции, Омск, 22 апреля 2016 года / Под общей редакцией В. А. Аикина, Н. С. Загурского.* – Омск : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», 2016. – С. 250–285.
4. Гибадуллин, И.Г. Управление тренировочным процессом в системе многолетней подготовки биатлонистов / И. Г. Гибадуллин. – Ижевск : Издательство ИжГТУ, 2005. – 208 с.
5. Дунаев, К.С. Технология целевой физической подготовки высококвалифицированных биатлонистов в годовом цикле тренировки : автореф. дис. ... д-ра пед. наук / Константин Степанович Дунаев. – Санкт-Петербург, 2008. – 37 с.
6. Болотин, А. Э. Подготовка биатлонистов на основе сопряжения навыков стрельбы и гоночной выносливости / А. Э. Болотин, И. В. Переверзева, С. А. Дементьева, Т. А. Сагиев, В. Н. Буянов. – Ульяновск : УлГТУ, 2021. – 244 с.
7. Myakinchenko E.B. The Annual Periodization of Training Volumes of International-Level Cross-Country Skiers and Biathletes. / E. B. Myakinchenko A. S. Kriuchkov, N.V. Adodin, V. Feofilaktov // *International Journal of Sports Physiology and Performance.* – 2020. – No 15. – P. 1181–1188.
8. Абалян А. Г. Система комплексного педагогического контроля в подготовке спортсменов-паралимпийцев высокого класса : монография. – М. : ООО «Принт Про», 2018. – 400 с.
9. Платонов В. Н. Теория периодизации спортивной тренировки в течение года: история вопроса, состояние, дискуссии, пути модернизации // *Теория и практика физической культуры.* – 2009. – № 9. – С. 18–34.



10. Зубрилов, Р. А. Современные структурные и стрелковые модели соревновательной деятельности биатлонистов / Р. А. Зубрилов // Современная система спортивной подготовки в биатлоне: материалы Всерос. науч.-практ. конф., Омск, 27–29 апреля 2011 г. – Омск : Сиб. гос. ун-т физ.

11. Астафьев, Н. В. Оценка подготовленности биатлонистов посредством нормирования основных параметров соревновательной 197 деятельности / Н. В. Астафьев, Р. А. Зубрилов, Я. С. Романова // Актуальные проблемы физической культуры и спорта. – 2014. – № 31(3). – С. 15–21.

12. Романова, Я. С. Ретроспективный анализ показателей соревновательной деятельности сильнейших биатлонистов мира в сезонах 2003–2004 гг. и 2015–2016 гг. / Я. С. Романова, Н. С. Загурский // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2017. – № 10 (152). – С. 203–206.

13. Z-оценка. – <https://ru.wikipedia.org/wiki/Z-%D0%BE%D1%86%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%B0> (дата обращения: 28.05.2021).

14. Т-оценки. – <https://www.b17.ru/dic/t-otsenki/> (дата обращения: 28.05.2021).

15. Союз биатлонистов России, официальный сайт. – <https://biathlonrus.com/biatlon/> (дата обращения 13.03.2020г.)

16. Правила мероприятий и соревнований.–IBU<http://krasbiathlon.ru/sites/default/files/docs-sorevnov/IBU/3-pravila-meropriyatij-ibu.pdf?356> (дата обращения: 28.05.2021).

17. Крючков А. С. Интерпретация подходов к определению понятия «реализационная эффективность спортсмена» в видах спорта на выносливость / А. С. Крючков, Е. Б. Мякинченко // Теория и практика физической культуры. – 2020. – № 8. – С. 11–13.

18. Взаимосвязь тактических вариантов прохождения дистанции на точность стрельбы, дистанционную скорость и итоговый результат в гонке у биатлонистов высокого класса / А. М. Федосеев, Н. В. Адодин, П. Е. Мякинченко [и др.] // Вестник спортивной науки. – 2018. – № 6. – С. 18–22.

КОНТРОЛЬ ЗА КАЧЕСТВОМ ОБУЧЕНИЯ ЮНЫХ БИАТЛОНИСТОВ СТРЕЛБЕ ПО МИШЕННОЙ УСТАНОВКЕ НА ОСНОВЕ ВИЗУАЛИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ СТРЕЛБЫ ПО ПЯТИ БУМАЖНЫМ МИШНЯМ

Н. В. Астафьев

*Тюменский институт повышения квалификации
сотрудников МВД России, г. Тюмень*

При проведении соревнований по биатлону используются металлические мишенные установки производства немецкой фирмы Нога и финской фирмы Kurvinen. Работа биатлонной установки фирмы Нога основана на принципе давления и даёт широкие возможности для анализа стрельбы. При попадании пули в габарит мишень закрывается, если сила удара составит не менее 80 процентов от силы удара при прямом попадании. Биатлонная установка фирмы Kurvinen работает на основе сенсорных датчиков и считается более надёжной¹.

Ширина металлической биатлонной установки должна составлять не менее 117 см и не более 135 см, а высота 31–31 см. Расстояние между центрами соседних мишеней 215–260 мм. Соответственно, расстояние между центрами крайних мишеней составляет

¹ <https://rusbiathlon.ru/history/biathlon/id62293/>



0,86 м – 1,04 м, а сектор стрельбы по биатлонной установке (угол между центрами крайних мишеней) составляет 1 градус (от 0° 58' до 1° 10').

Техника стрельбы по пяти мишеням, расположенным в горизонтальный ряд, существенно отличается от техники стрельбы по одиночной цели и имеет свои особенности, которые необходимо учитывать, как на этапе начального обучения юных спортсменов стрельбе по биатлонной установке, так и для выявления ошибок в технике стрельбы у высококвалифицированных спортсменов.

Для определения индивидуальной последовательности поражения целей биатлонной мишенной установке нами были разработаны методики с использованием стрелковых тренажеров SCATT [1, 2, 3]. Однако не все спортивные организации имеют такие тренажеры, да и не всегда данные, полученные при помощи стрелкового тренажера, соответствуют данным, полученным в специально организованной исследовательской комплексной тренировке.

В связи с этим, нами была предложена методика анализа качественных характеристик стрельбы по биатлонной установке, в которой в качестве критериев, предлагалось использовать: координаты средней точки попадания (далее СТП); средний радиус рассеивания пробоин; величины разброса СТП в горизонтальной и вертикальной плоскостях [4]. Нами были изучены мнения специалистов о зависимости результатов стрельбы биатлонистов от последовательности поражения целей биатлонной мишенной установки [5], динамика результативности выстрелов по мишенной установке у биатлонисток, использующих различные последовательности поражения целей [6], показано влияние функциональной асимметрии на результаты стрельбы по биатлонной установке [7].

Разработка заданий – условий выполнения серии выстрелов по биатлонной мишенной установке. Для определения оптимальной (индивидуальной) техники стрельбы по биатлонной установке в положении «лежа» целесообразно выполнять упражнения в стрельбе по пяти бумажным мишеням, расположенным в горизонтальный ряд, которые полностью соответствуют размерам металлической биатлонной установки.

Для повышения объективности оценки результатов стрельбы выполняется несколько серий (от трех до пяти) выстрелов в условиях, приближенных к соревновательным – с соревновательной физиологической интенсивностью (ЧСС) и скорострельностью. Педагогические наблюдения проводятся в ходе комплексной тренировки в отсутствии ветра (штиль) или в слабый ветер, допустимо проводить тренировку в стрелковом тире.

Тренер может задать следующие параметры стрельбы: последовательность выстрелов (например, 1-2-3-4-5); мишень, на которую надо изготовиться (например, на центральную мишень); стрельба в положении «лежа» без перекладки таза или с перекладкой таза; если стрельба с перекладкой таза, то после какого (каких) выстрелов следует перекладка; физиологическая напряженность во время стрельбы (например, ЧСС = 170–165 уд/мин); время до первого выстрела; скорострельность (время от 1 до 5 выстрела); общее время нахождения на огневом рубеже (например, 30 с); количество серий выстрелов (например, 5).

При помощи предлагаемого нами метода можно оценивать влияние подгонки оружия на результаты стрельбы по биатлонной установке: регулируя такие элементы изготовления как расположение подвижной антабки на прикладе (высота изготовления); длину локтевого ремня; длину и геометрию приклада; высоту щеки приклада; высоту крюка приклада; диаметр отверстия в кольцевой мушке; ширину кольцевой мушки; конфигурацию держателя кольцевой мушки; натяжение спускового механизма; геометрию спускового крючка и т. д.



Расчет качественных характеристик стрельбы. Результаты тренировки – стрельбы по мишеням в виде значений X и Y для каждой пробойны и для каждой мишени «считывают» с мишеней.

На бумажном листе с пятью мишенями, расположенными в горизонтальный ряд, и размерами, соответствующими биатлонной мишениной установке, необходимо обозначить «верх» и «низ», для того, чтобы, при записи результатов стрельбы, не исказить данные – координаты пробойн.

Для исключения ошибок при «считывании» с мишеней координат пробойн нами предлагается использовать два шаблона. Первый шаблон – «шаблон мишени» - представляет собой прозрачную пленку (бумагу) с нанесёнными на нее линиями прямоугольной системы координат и окружностями диаметром 40, 45, 110 и 115 мм, со вспомогательными вертикальными и горизонтальными линиями, с дискретностью линий 5 мм (рисунок 1).

Второй шаблон – «шаблон пробойны» – представляет собой прозрачную пленку (бумагу) с нанесёнными на нее изображением габарита пробойны от пули калибром 5,6 мм, центра пробойны, вертикальной и горизонтальной линии, проведенной из центра пробойны (рисунок 2).

ШАБЛОН №1 ВЕРХ

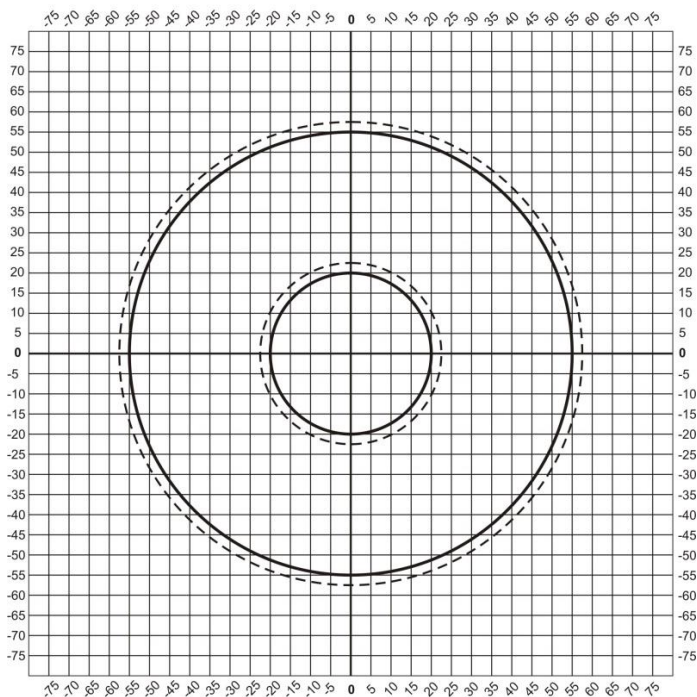


Рисунок 1 – Шаблон мишени

ШАБЛОН №2



Рисунок 2 – Шаблон пробойны (центральная часть)

Шаблон мишени накладывается на стреляную мишень (Внимательно! Не путать верх и низ мишеней!). Шаблон пробойны накладывается на пробойну на мишени и, при использовании вспомогательных вертикальной и горизонтальной линий, определяются координаты пробойны (Внимательно! Необходимо учитывать знак координат \pm !) (рисунок 3).

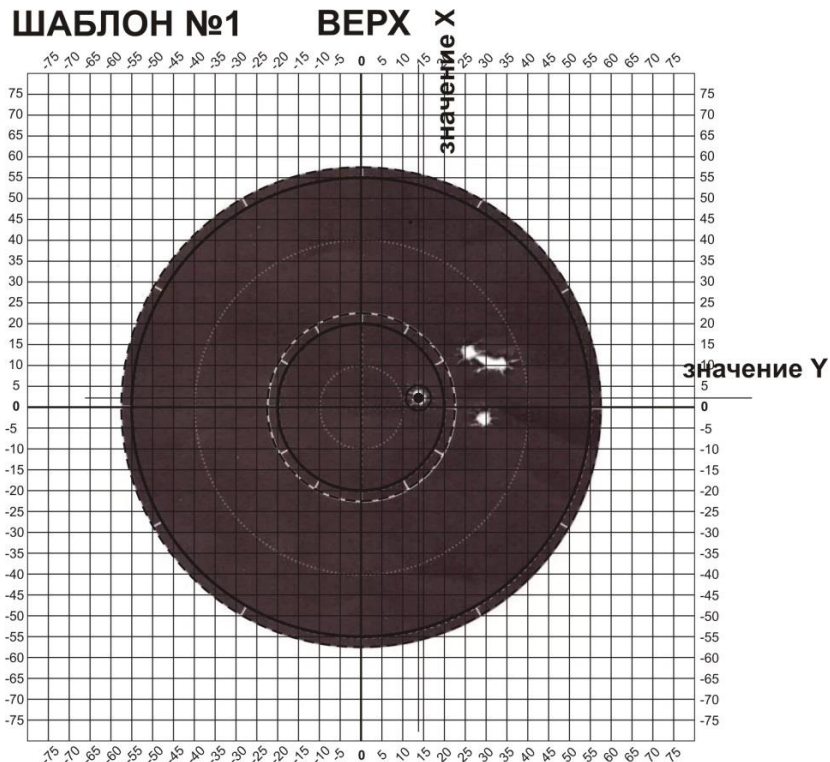


Рисунок 3 – Определение координат пробоев путем наложения на мишень шаблона мишени и шаблона пробоев

Данные координат пробоев вносятся в таблицу в следующем виде (таблица 1).

Таблица 1 – Таблица для цифровой записи результатов стрельбы (координат пробоев) по пяти бумажным мишеням, расположенным в горизонтальный ряд (пример)

Порядковый номер выстрела и координаты пробоев, в мм									
5		4		3		2		1	
X	Y	X	Y	X	Y	10	2	5	4
-12	5	0	7	-15	4	12	3	7	6
-20	-5	5	10	-13	-7	0	-7	-4	8
-25	-7	-6	-6	-19	0	0	-7	-6	-4
-15	10	-7	5	-7	-3	15	0	0	-7
-23	-14	12	11	-18	-8	10	2	5	4

При помощи специальной компьютерной программы, выполненной в виде исполняемого файла, данные таблицы 1 используются для расчета качественных характеристики стрельбы: координат СТП в каждой мишени; удаленности каждой СТП от центра мишени; средних радиусов рассеивания пробоев в каждой мишени; средней кучности боя (среднего диаметра рассеивания пробоев) в каждой мишени; средней площади рассеивания пробоев в каждой мишени; разброса СТП в горизонтальной плоскости и разброса СТП в вертикальной плоскости (таблица 2).



Таблица 2 – Таблица с результатами расчета специальной компьютерной программой, выполненной в виде исполняемого файла, качественных характеристик стрельбы по пяти бумажным мишеням, расположенным в горизонтальный ряд

Порядковый номер выстрела				
5	4	3	2	1
Координаты СТП				
-19	1	-14	7	0
-2	5	-3	-2	1
Удаленность СТП от центра мишени, мм				
19	5	15	8	1
Средний радиус рассеивания пробоин				
9	8	6	7	8
Средняя кучность боя (средний диаметр рассеивания пробоин)				
18	17	12	15	15
Средняя площадь рассеивания пробоин				
266	218	116	173	182
Разброс СТП по горизонтали, мм				
26				
Разброс СТП по вертикали, мм				
8				

В таблице 2 размещены такие важные показатели качественных характеристик стрельбы по биатлонной установке как разброс СТП в горизонтальной плоскости (26 мм) и в вертикальной плоскости (8 мм).

Визуализация результатов стрельбы. Цифровые данные качественных характеристик стрельбы по пяти бумажным мишеням, расположенным в горизонтальный ряд (таблица 2), используются для построения графиков, которые визуализируют результаты стрельбы (рисунок 4).

Графические результаты стрельбы позволяют наглядно проследить за перемещением СТП относительно центра мишени и изменениями кучности стрельбы от выстрела к выстрелу.

Так, для нашего примера (рисунок 4), *первый, второй и четвертый выстрелы в серии являются надежными по точности*, т. к. удаленность СТП от центра мишеней в интервале от 1 до 8 мм, а кучность боя варьирует в интервале от 15 до 17 мм.

Третий и пятый выстрелы в серии не являются надежными по точности в связи с тем, что СТП располагается на большой удаленности от центра мишеней влево – 15–19 мм. Предположительно эти выстрелы выполняются в неустойчивой изготовке, которая способствует смещению пули по горизонтали влево.

Перемещение СТП в горизонтальной плоскости (26 мм или 76 %) значительно больше, чем в вертикальной плоскости (8 мм или 23 %).

Заключение – необходимо предложить спортсмену выполнять такие действия, которые бы позволили сохранять устойчивое положение тела при производстве третьего и пятого выстрела в серии (например, перекидку таза), далее – повторить наблюдение и сравнить результаты первого и второго наблюдений.

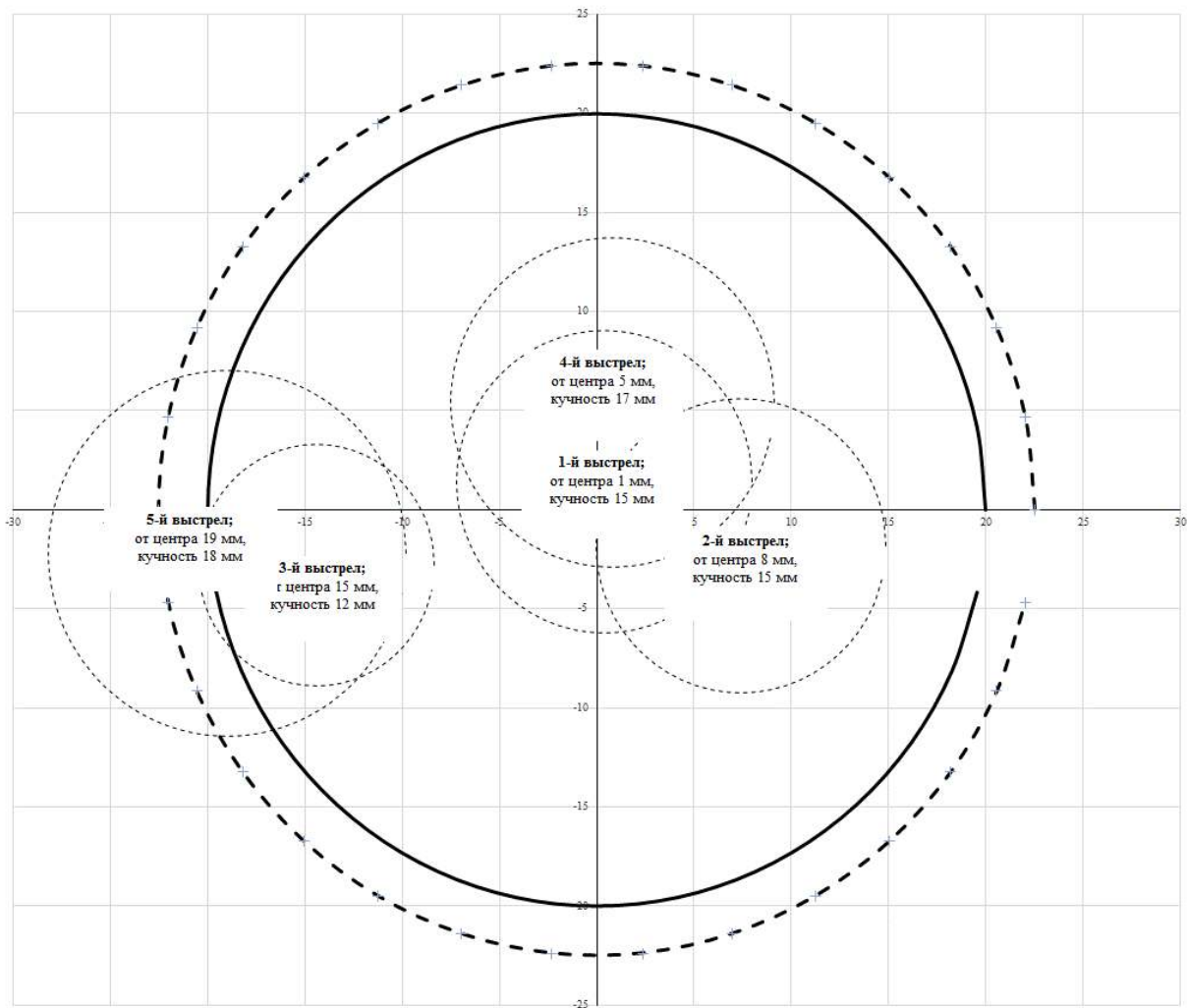


Рисунок 4 – Графическое изображение качественных характеристик стрельбы в положении «лежа» по пяти мишеням, расположенным в горизонтальный ряд (расположение средних точек попадания и средняя кучность пробоев в каждой мишени) для заданных тренером условий

По результатам первого педагогического наблюдения тренер внес коррективы в технику стрельбы биатлониста, провел еще одну комплексную тренировку, используя разработанную нами специальную программу, получил следующие визуализированные результаты (рисунок 5).

После первой корректировки техники стрельбы кучность пробоев 3-го выстрела повысилась, СТП «ушла» с «9» на «11», но находится в пределах габарита мишени. У пятого выстрела СТП «ушла» с «9» на «11», повысилась кучность стрельбы, но сохраняется вероятность неточного выстрела. Необходимо продолжить корректировку техники стрельбы или отрегулировать подгонку оружия для получения удовлетворительных результатов при производстве пятого выстрела.

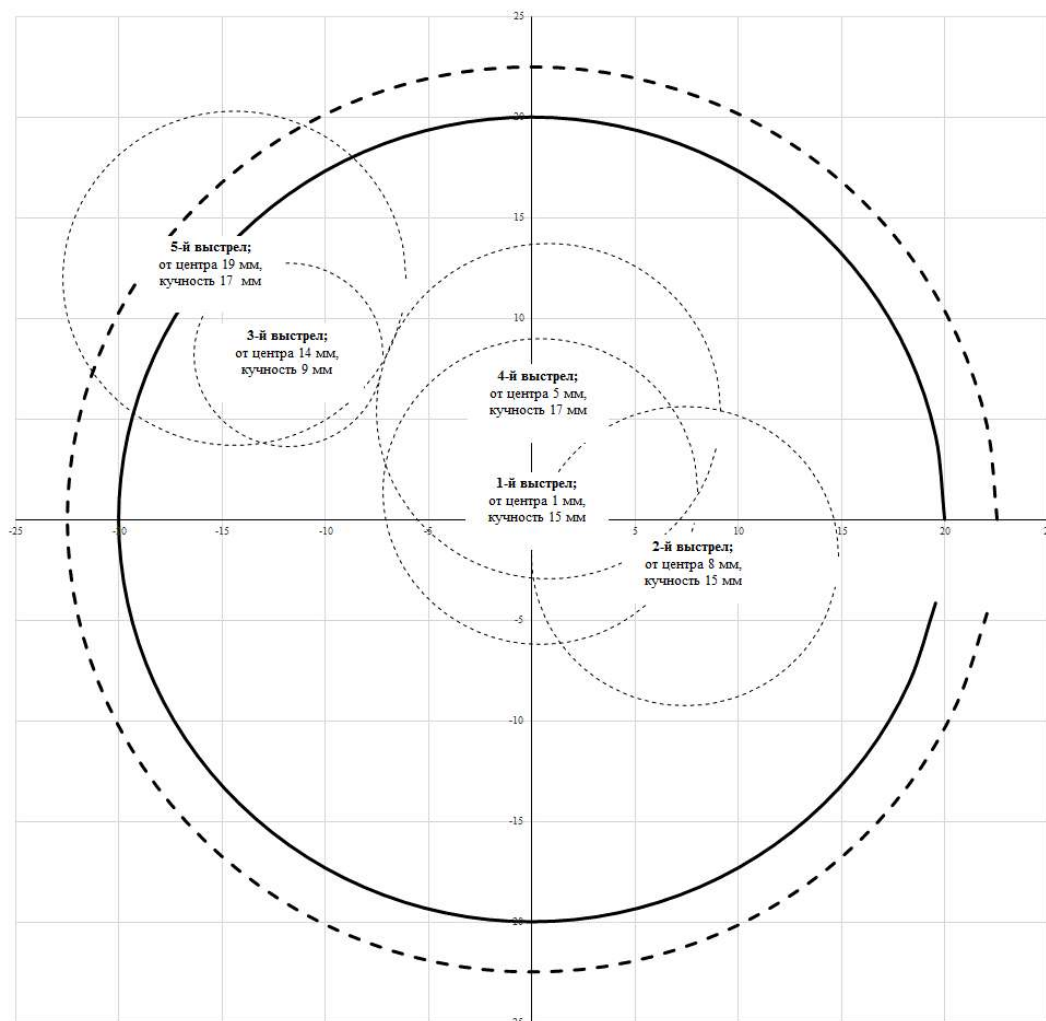


Рисунок 5. Графическое изображение качественных характеристик стрельбы в положении «лежа» по пяти мишеням, расположенным в горизонтальный ряд (после первой корректировки техники стрельбы)

Выводы. Предлагаемый нами метод позволяет более точно оценить (чем, например, в общий процент попаданий (в серии или в нескольких сериях) либо процент попаданий в каждую отдельную мишень) результаты стрельбы по мишенной установке, определить на какой мишени (на каком выстреле) теряется качество стрельбы (смещается СТП от центра мишени или увеличивается кучность пробоев), изучить по какой причине это происходит, скорректировать технику стрельбы либо подгонку оружия.

Перспективы дальнейшего исследования. Для исключения ошибок при ручном определении координат пробоев целесообразно предусмотреть возможность автоматизации данного процесса, а именно – сканирование мишеней с автоматизированным присвоением координат пробоев.



Литература

1. Астафьев Н. В. Совершенствование техники стрельбы биатлонистов на основе использования срочной информации о процессе прицеливания, получаемой при помощи тренажеров SCATT. М. : ИКЦ «Колос-с», 2020. 144 с
2. Астафьев Н. В., Дегтярев А. С. Порядок индивидуальной подгонки оружия у биатлонистов на основе использования срочной информации стрелковых тренажеров «SCATT» : материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современная система спортивной подготовки в биатлоне». Омск : СибГУФК, 2011. С. 65–76.
3. Астафьев Н. В., Романова Я.С. Определение индивидуальной последовательности стрельбы по биатлонной мишенной установке с использованием стрелкового тренажера SCATT Биатлон (на примере спортсменки женской сборной команды России по биатлону): материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современная система спортивной подготовки в биатлоне». Омск : СибГУФК, 2015. С. 133–144.
4. Астафьев Н. В., Безмельницын Н. Г. Анализ качественных характеристик стрельбы в биатлоне: методические рекомендации. Омск : Омский государственный институт физической культуры, 1990. 23 с.
5. Астафьев Н. В., Романова Я. С. Зависимость результатов стрельбы биатлонистов от последовательности поражения целей: мнения специалистов: материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современная система спортивной подготовки в биатлоне». Омск : СибГУФК, 2011. С. 40–45.
6. Астафьев Н. В., Романова Я. С. Динамика результативности выстрелов у биатлонисток, использующих различные последовательности поражения целей мишенной установки (на примере спринтерской гонки): научные труды. Ежегодник. Омск : Изд-во СибГУФК. 2008. С. 78–83.
7. Астафьев Н. В., Романова Я. С. Выбор индивидуальной последовательности поражения целей мишенной установки с учетом функциональной асимметрии биатлонистов: материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современная система спортивной подготовки в биатлоне». Омск : СибГУФК, 2011. С. 202–208.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ С УЧЕТОМ КЛИМАТОГЕОГРАФИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕСТА ПРОВЕДЕНИЯ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ЭТАПА ПОДГОТОВКИ ПЕРЕД XXIV ЗИМНИМИ ОЛИМПИЙСКИМИ ИГРАМИ В ПЕКИНЕ (КИТАЙ)

*А. И. Головачев¹, Н. Б. Новикова², В. И. Колыхматов¹, С. В. Широкова¹,
Е. А. Горбунова¹, Н. Н. Кондратов¹, Е. А. Сигов¹*

*¹Федеральный научный центр физической культуры и спорта
(ФГБУ ФНЦ ВНИИФК), г. Москва*

*²Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт
физической культуры, г. Санкт-Петербурге*

Введение. Современный уровень развития лыжных гонок предъявляет повышенные требования к поиску новых методических подходов построения тренировочного процесса, как в многолетнем, так и в годичном циклах подготовки. Особое значение в современной спортивной науке приобретает разработка методических подходов, основанных



на применении высокоинтенсивных тренировочных нагрузок, а также их сочетания с тренировками умеренной и низкой интенсивности у высококвалифицированных спортсменов на различных этапах годичного цикла подготовки [6, 10, 11, 15, 17]. При этом одно из важнейших мест отводится изучению заключительного этапа подготовки (ЗЭП) к главному старту сезона [3, 5, 7–9, 13, 16, 18] с учетом особенности хронобиологической и климатогеографической адаптации спортсменов к месту проведения соревнований [1, 2, 12, 14]. Именно поэтому наиболее важной и требующей своего изучения является проблема разработки методических подходов (выработки алгоритма) систематизации распределения параметров тренировочных нагрузок по средствам и зонам интенсивности применительно к условиям места проведения заключительного этапа подготовки и, в нашем случае, в условиях среднегорья на высоте 1800–2000 м (перевал Пассо-де-Лаваче, Италия) перед XXIV зимними Олимпийскими играми 2022 года в Пекине (Китай), горный кластер Чжанцзякоу которого, расположен на высоте 1680–1740 м относительно уровня моря, где и предполагалось проводить соревнования по лыжным гонкам.

Исследование проведено в рамках НИР «Исследование хронобиологической и климатогеографической адаптации высококвалифицированных спортсменов в циклических видах спорта» на 2021–2022 гг.

Цель исследования – изучение методической направленности построения структуры и содержания тренировочного процесса высококвалифицированных лыжников-гонщиков, специализирующихся в дистанционных видах гонок, на месте проведения заключительного этапа подготовки (ЗЭП) к главному старту сезона.

Методы и организация исследования. В работе приняли участие пять (5) лыжников-гонщиков в возрасте от 24 лет до 31 года, с квалификацией от МС до ЗМС, находившихся на централизованной подготовке в течение 18 дней в условиях среднегорья (место проживания п. Оклини, высота 2000 м, место тренировок спортивный Центр Дель-Фондо на горном перевале Пассо-де-Лаваче, высота 1800 м, Италия) на заключительном этапе подготовки к XXIV зимним Олимпийским играм 2022 г. в Пекине (Китай), двое из которых приняли участие в индивидуальной гонке на 15 км (классическим стилем) и 50 км (коньковым стилем) на Олимпиаде.

Для спортсменов была разработана программа заключительного этапа подготовки, включавшая три микроцикла: 1МКЦ втягивающий (7 дней), 2МКЦ развивающий (ударный, 7 дней) и 3МКЦ развивающий (трансформирующий на достижение высокого уровня реализационной готовности, 4 дня). Каждый микроцикл имел свои специфические задачи, что и определяло структуру и содержание построения тренировочного процесса.

Методической основой повышения эффективности тренировочного процесса являлось предположение о комплексном воздействии следующих факторов:

1) выполнения тренировочных нагрузок на высоте 1800 м, а проживание на большей высоте 2000 м, оказывающей дополнительное гипоксическое влияние (в период восстановления) на функциональные системы организма, обеспечивающие мышечную деятельность (по аналогии принципа «live high-train low» (LHTL));

2) системного применения тренировок силовой направленности в зале (упражнения с отягощением разного веса, в том числе, и с максимальным весом, упражнения статодинамического характера, упражнения на тренажерах, стабилизационные упражнения), предшествующих выполнению нагрузок силовой, скоростно-силовой и скоростной направленности в специальных средствах передвижения на лыжах (5+5+1);



3) увеличения доли высокоинтенсивной мышечной работы, используя эффект предварительного пребывания на высотах от 850 до 2500 м в течение 8 дней (с 28.12.2021 по 04.01.2022) на соревнованиях Tour de Ski, что и должно было обеспечить на заключительном этапе подготовки в Пассо-де-Лаваче (Италия), после 1МКЦ втягивающего характера уже во 2МКЦ возможность приступить к высокоинтенсивной мышечной деятельности развивающего характера.

В соответствии с поставленной целью в работе применялись традиционно педагогические и медико-биологические методы исследования, среди которых важное значение отводилось современным методам контроля тренировочной и соревновательной деятельности [4], осуществляемой с помощью мониторов сердечного ритма «Polar» (Финляндия) и «Garmin» (США), с дальнейшей обработкой полученных данных в программе ProTrainer 5 (Финляндия) и методами математической статистики.

Результаты исследования и их обсуждение. Системное изучение методической направленности построения тренировочного процесса на ЗЭП к Олимпийским играм лыжников-гонщиков, участвовавших в данном исследовании, осуществлялось на основе установления соотношения общего объема циклической нагрузки (ООЦН) по средствам подготовки и его распределения по зонам интенсивности в каждом микроцикле (рисунки 1–2, табл. 1).

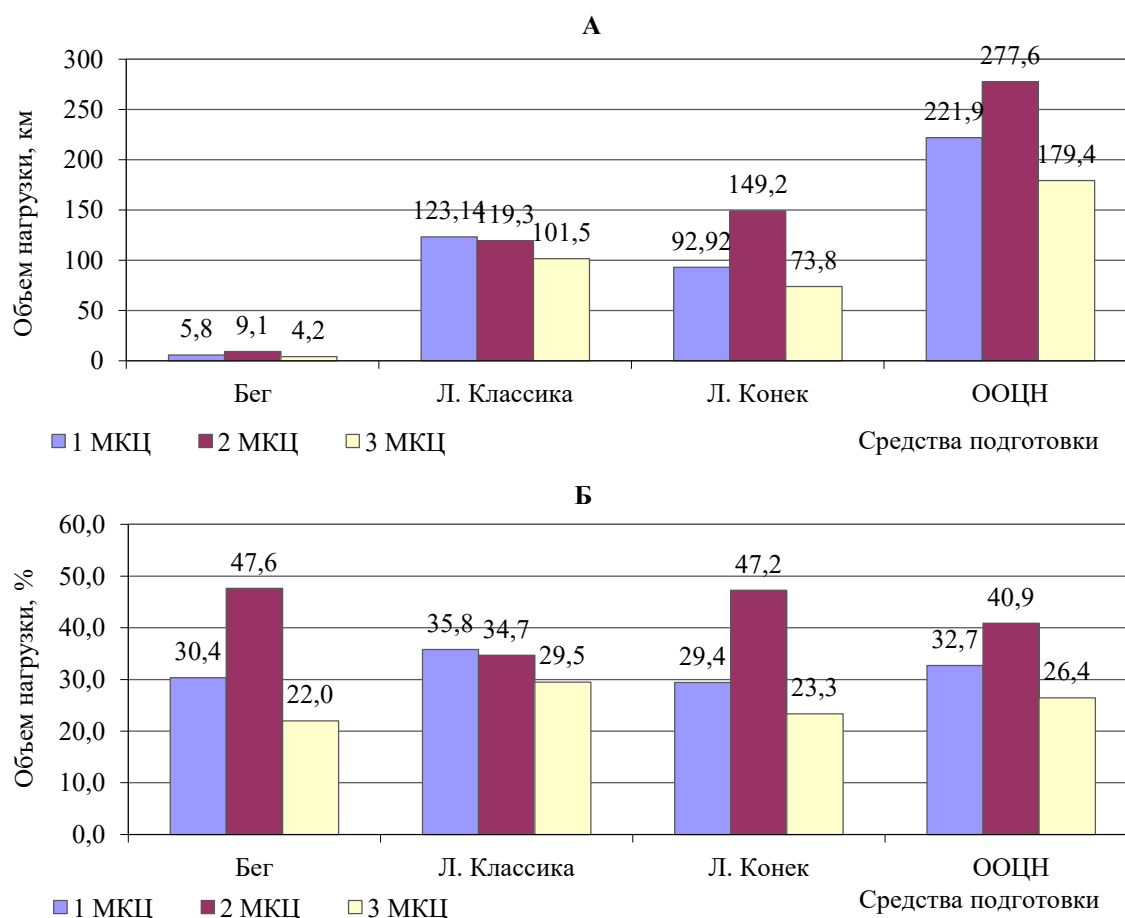


Рисунок 1 – Распределение ООЦН по средствам подготовки:
А – объем нагрузки в км; Б – процентное соотношение



Анализ представленных данных по средствам подготовки показал, что в кроссовом беге спортсменами было выполнено $19,1 \pm 11,6$ км (2,8 % от ООЦН), используя данное средство в качестве восстановительного бега, разминочно-заминочной работы в зале и при проведении нагрузок ациклического характера силовой направленности. Передвижение на лыжах классическим стилем (в дальнейшем – Л.Классика) было выполнено в объеме – $343,9 \pm 33,6$ км (50,7 % от ООЦН), на лыжах коньковым стилем (в дальнейшем Л.Конек) – $315,9 \pm 47,1$ км (46,5 % от ООЦН). Общий объем циклической нагрузки на ЗЭП составил – $678,8 \pm 85,7$ км, при внутригрупповой вариативности 557,6–752,0 км. Общий объем циклической нагрузки в часах составил – $47:03:48 \pm 3:46:59$ ч (85,5 % от общего объема выполненной работы в часах), общий объем ациклической нагрузки составил – $8:49:57 \pm 3:50:27$ ч (14,5 %). Суммарный объем работы свидетельствует, что на каждый тренировочный день приходилось по 3 час 30 минуты строго регламентированной работы.

Распределение общего объема циклической нагрузки по зонам интенсивности имело следующее соотношение: I зона – $452,4 \pm 90,2$ км (66,4 % от ООЦН); II зона – $147,5 \pm 30,7$ км (21,7 % от ООЦН); III зона – $54,9 \pm 15,8$ км (8,1 % от ООЦН); IV зона – $19,2 \pm 9,8$ км (2,8 % от ООЦН) и V зона – $4,9 \pm 1,7$ км (0,2 % от ООЦН).

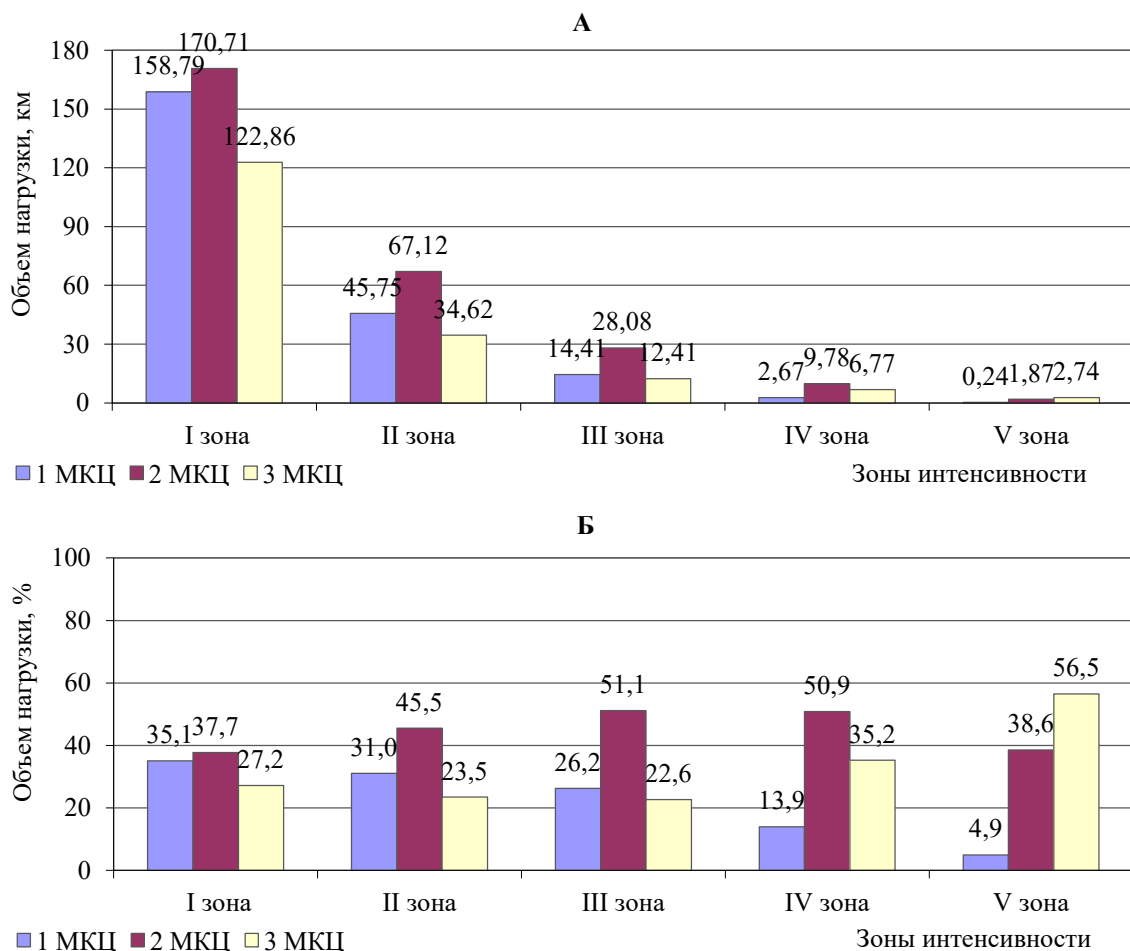


Рисунок 2 – Распределение ООЦН по зонам интенсивности:
 А – объем нагрузки в км; Б – процентное соотношение



Таблица 1 – Общий объем циклической нагрузки, выполненный в каждом микроцикле в исследуемой группе на заключительном этапе подготовки к Олимпийским Играм (среднегрупповые данные)

Показатели тренировочного процесса	1 МКЦ		2 МКЦ		3 МКЦ		Суммарный объем, ем	Вклад МКЦ в суммарный объем, %			
	Ср. знач.	Ст. откл.	Ср. знач.	Ст. откл.	Ср. знач.	Ст. откл.		1 МКЦ	2 МКЦ	3 МКЦ	
ПП	Кол-во тренировочных дней	6,0	0,5	6,0	0,4	4,0	0,5	16	37,5	37,5	25,0
	Кол-во тренировок	9,0	1,9	10,8	1,1	7,8	3,5	28	35,2	42,2	22,7
Средства	Кол-во соревнований	0	0	1	0	0	0	1	0,0	100,0	0,0
	Бег, км	5,8	4,7	9,10	5,70	4,2	0,3	19,1	30,4	47,6	22,0
	Лыжи классика, км	123,1	26,4	119,3	12,8	101,5	16,0	343,9	35,8	34,7	29,5
	Лыжи конек, км	92,9	20,5	149,2	28,1	73,8	18,8	315,9	29,4	47,2	23,3
	1-ая зона	158,8	35,5	170,7	29,9	122,9	36,5	452,4	35,1	37,7	27,2
Общий объем циклической нагрузки, км	2-ая зона	45,8	10,8	67,1	14,8	34,6	12,0	147,5	31,0	45,5	23,5
	3-я зона	14,4	2,1	28,1	8,3	12,4	2,5	54,9	26,2	51,1	22,6
	4-ая зона	2,7	2,0	9,8	1,9	6,8	1,5	19,2	13,9	50,9	35,2
	5-ая зона	0,2	0,0	1,9	0,9	2,7	1,1	4,9	4,9	38,6	56,5
	Всего	221,9	46,7	277,6	30,0	179,4	34,6	678,8	32,7	40,9	26,4
ООЦН, час	15:21:00	2:58:43	18:56:48	1:46:48	12:46:00	2:15:11	47:03:48	32,6	40,3	27,1	



Полученная динамика (см. табл. 1) распределения общего объема циклической нагрузки по средствам подготовки и зонам интенсивности позволила установить следующие особенности:

– для заключительного этапа подготовки выражено превалирует выполненный объем работы в специальных средствах передвижения на лыжах классическим и коньковым стилем по отношению к кроссовому бегу, который преимущественно выполнялся в I зоне (2,8 % от ООЦН), выполняя задачу разминочно-заминочной работы и работы восстановительного характера в разгрузочные дни МКЦ (4, 7 и 11, 14 дни 1 и 2МКЦ);

– соотношение выполненного объема работы на лыжах классическим и коньковым стилем сбалансировано, различия составили лишь 4,5 % больше в классике, причиной чего, в первую очередь, являлась необходимость подготовки к таким видам гонок, как скиатлон (сочетание классического и конькового стилей передвижения), индивидуальная гонка на 15 км (классический стиль), по результату в которой и формировался состав на эстафетную гонку;

– соотношение выполненного объема работы в зонах интенсивности выражено превалирует в I–II над III–V зонами (88,1:11,9), отражая специфику лыжных гонок, как вида мышечной деятельности с приоритетным развитием выносливости, обеспечиваемой преимущественно окислительной системой (аэробными возможностями), а распределение ООЦН между III, IV и V зонами (при выполнении упражнений скоростной, скоростно-силовой и силовой выносливости), обеспечиваемых преимущественно смешанным режимом энергообеспечения и превалирования лактаcidной и фосфагенной систем (анаэробными возможностями).

Следует заметить, что еще более полное представление о методической направленности построения тренировочного процесса на ЗЭП, было получено при установлении доли (в процентах) выполненного объема нагрузки в зонах интенсивности по отношению к ООЦН в каждом микроцикле (МКЦ), объединенных по метаболической направленности воздействия на системы энергообеспечения (табл. 2). Суммарный объем выполненной работы в I и II зонах (в дальнейшем парциальный объем) характеризует преимущественное воздействие на окислительную энергетическую систему, объем работы в III зоне был сохранен самостоятельным, как зоны достижения анаэробного порога, в которой процесс окислительного фосфорилирования смещается в сторону анаэробного гликолиза, при доминировании окислительной системы, объем работы в IV и V зонах характеризует направленность работы, обеспечиваемой «смешанным» режимом энергообеспечения с выраженным смещением в сторону анаэробного гликолиза (сочетающееся с достижением предельного уровня функционирования лактаcidной системы).



Таблица 2 – Распределение парциальных объемов циклической нагрузки по метаболической направленности воздействия на системы энергообеспечения на заключительном этапе подготовки к Олимпийским Играм (среднегрупповые данные)

Зоны интенсивности, км	Распределение ООЦН в МКЦ по зонам интенсивности						1–3 МКЦ	% от ООЦН	Распределение работы в МКЦ,		
	1 МКЦ		2 МКЦ		3 МКЦ				1 МКЦ	2 МКЦ	3 МКЦ
	Ср. знач.	%	Ср. знач.	%	Ср. знач.	%			%	%	%
I зона	158,8		170,7		122,9		452,4		35,1	37,7	27,2
II зона	45,8		67,1		34,6		147,5		31,0	45,5	23,5
I+II	204,5	92,2	237,8	85,7	157,5	87,8	599,9	88,4	34,1	39,6	26,3
III зона	14,4	6,5	28,1	10,1	12,4	6,9	54,9	8,1	26,2	51,1	22,6
IV зона	2,7		9,8		6,8		19,2		13,9	50,9	35,2
V зона	0,2		1,9		2,7		4,9		4,9	38,6	56,5
IV+V	2,9	1,3	11,7	4,2	9,5	5,3	24,1	3,5	12,1	48,4	39,5
Всего, км	221,8		277,6		179,4		678,8		32,7	40,9	26,4

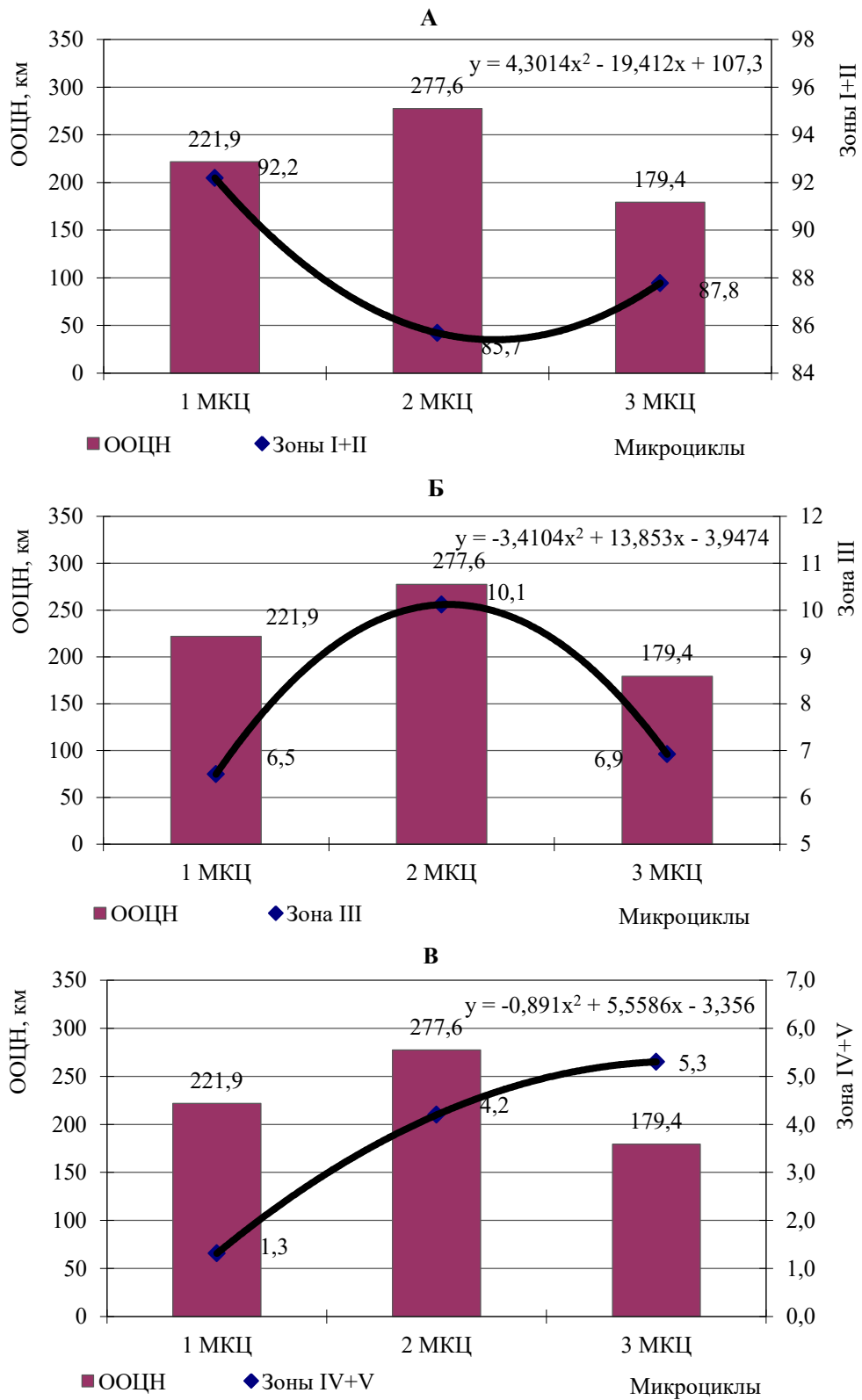


Рисунок 3 – Динамика парциальных объемов циклической нагрузки в МКЦ на заключительном этапе подготовки: А – I+II зона; Б – III зона; В – IV+V зона



Данные, представленные в таблице 2 и на рисунке 3 свидетельствуют, что в исследуемой группе:

– парциальный объем нагрузки в I и II зонах (аэробной направленности) по отношению к ООЦН, выполненному в каждом МКЦ, носил экспоненциальный характер, достигая максимального уровня во 2МКЦ, по абсолютной величине циклической нагрузки – $237,8 \pm 52,7$ км, при этом ее доля в ООЦН составляла 85,7 % (третий уровень), отражая перераспределение нагрузки в сторону высокоинтенсивной мышечной работы, выполненной в III, IV и V зонах (23,4 %) (табл. 2). В 1МКЦ парциальный объем нагрузки (аэробной направленности) составил – $204,5 \pm 32,2$ км, а ее доля в ООЦН составляла – 92,2 %, что на 33,3 км (14,0 %) меньше, чем во 2МКЦ, что, в первую очередь, связано с меньшим объемом нагрузки, выполненной в III и IV–V зонах интенсивности (5,8 и 23,4 км соответственно). В 3МКЦ парциальный объем нагрузки составил – $157,5 \pm 47,0$ км, при ее доле в ООЦН – 87,8 %, что находилось на уровне 2МКЦ. Различия в абсолютных величинах ООЦН в 3МКЦ по отношению к 1МКЦ (-47,0 км; -23,0 %) и 2МКЦ (-80,3 км; -33,8 %), с одной стороны, обусловлено различной длительностью 1 и 2МКЦ (по шесть дней) и 3МКЦ (4 дня), а с другой стороны, перераспределением нагрузок в зонах высокой интенсивности 1МКЦ (8,5 %), 2МКЦ (16,7 %) и 3МКЦ (13,9 %);

– парциальный объем нагрузки в III зоне (преимущественно работа на уровне АТ) по отношению к ООЦН (см. рис. 3Б), носил экспоненциальный характер, достигая максимального уровня по объему циклической нагрузки – $28,1 \pm 6,2$ км и ее доли в ООЦН – 10,1 % во 2МКЦ, отражая развивающий характер 2МКЦ. В 1 МКЦ парциальный объем нагрузки составил – $14,4 \pm 6,2$ км, а ее доля в ООЦН составляла лишь 6,5 %, что на 48,7 % меньше, чем во 2МКЦ (при различии абсолютных параметров километража – 13,7 км), что, в первую очередь, обусловлено втягивающим характером 1МКЦ. В 3МКЦ парциальный объем нагрузки составил – $12,4 \pm 5,4$ км, а ее доля в ООЦН составляла – 6,9 %, что на 31,7 % меньше, чем во 2МКЦ (при снижении абсолютных параметров километража – 15,7 км), что, так же как и в первом случае, прежде всего определяется перераспределением нагрузок в IV и V зонах интенсивности (9,5 км; 5,3 % – наивысший уровень на ЗЭП);

– парциальный объем нагрузки в IV и V зонах («смешанный» режим энергообеспечения с доминантой анаэробного гликолиза, рисунок 3В) по отношению к ООЦН, носил нарастающий характер (восходящая часть экспоненты) с доминированием выполненной работы во 2 и 3МКЦ ($11,7 \pm 3,8$ км и $9,5 \pm 3,2$ км соответственно), отражая направленность тренировочного процесса (развивающий характер 3МКЦ, формируя устойчивый уровень функционирования исследуемых систем и их реализационную готовность, после «ударной» нагрузки во 2МКЦ). В 1МКЦ парциальный объем нагрузки составил – $2,9 \pm 0,8$ км, а ее доля в ООЦН – 1,3 %, что на 4,0 % меньше, чем в 3МКЦ (при различии абсолютных параметров километража – 6,6 км; -69,5 %, что, в первую очередь, определяется перераспределением нагрузок в зонах и, в частности, для 1МКЦ в сторону I и II зон интенсивности). Во 2МКЦ парциальный объем нагрузки составил – $11,7 \pm 1,1$ км, а ее доля в ООЦН – 4,2 %, что на 1,1 % меньше, чем в 3МКЦ (при общем объеме километража – 11,7 км; наивысший уровень по трем микроциклам).

Заключение. Проведенный анализ методической направленности построения общего объема циклической нагрузки (ООЦН) в условиях среднегорья на перевале Пассо-де-Лаваче (Италия) по средствам подготовки и зонам интенсивности в рамках отдельных микроциклов и всего заключительного этапа подготовки, позволил установить следующие особенности:



– для данной группы (дистанционной направленности подготовки) при построении тренировочного процесса на Пассо-де-Лаваче (Италия, высота 1800–2000 м) распределение общего объема циклической нагрузки по микроциклам составило: 1МКЦ – 221,9 ± 46,7 км (32,7 % от ООЦН); во 2МКЦ – 277,6 ± 30,0 км (40,9% от ООЦН) и в 3МКЦ – 179,4 ± 34,6 км (26,4 % от ООЦН), при количестве тренировочных дней в МКЦ: 6, 6, 4;

– вариативность выполненного объема циклической нагрузки в каждом микроцикле определялась методической направленностью построения тренировочного процесса и составила следующий объем выполненной работы в зонах интенсивности: I – 452,4 ± 90,2 км (66,4 % от ООЦН), II – 147,5 ± 30,7 км (21,7 % от ООЦН), III – 54,9 ± 15,8 км (8,1 % от ООЦН), IV – 19,2 ± 9,8 км (2,8 % от ООЦН) и V – 4,9 ± 1,7 км (0,2 % от ООЦН) при ООЦН – 678,8 ± 85,8 км;

– соотношение парциального объема циклической нагрузки по зонам интенсивности по отношению к ООЦН в микроциклах (рассчитанного с учетом активности энергетических процессов: I+II – аэробное; III – смешанное с приоритетом аэробного и IV+V – смешанное с приоритетом анаэробного), представленного на рисунке 4, оказалось зависимым от направленности тренировочной деятельности и сроков прохождения адаптационного периода в фазе острой акклиматизации: 1МКЦ (92,2, 6,5 и 1,3%), 2МКЦ (85,7, 10,1 и 4,2 %) и в 3 МКЦ (87,8, 6,9 и 5,3 %), соответствуя принятому в теории и методике физического воспитания принципу «сужения нагрузки» при подводке спортсменов к главному старту сезона, о чем еще более убедительно свидетельствует установленная динамика распределения парциальных объемов по проценту выполненного объема в направленных по метаболическому воздействию зонах интенсивности на заключительном этапе подготовки в каждом МКЦ: I+II зоны (34,1, 39,6 и 26,3 %), III зона (26,2, 51,1 и 22,6 %) и IV+V зоны (12,1, 48,4 и 39,5 %).

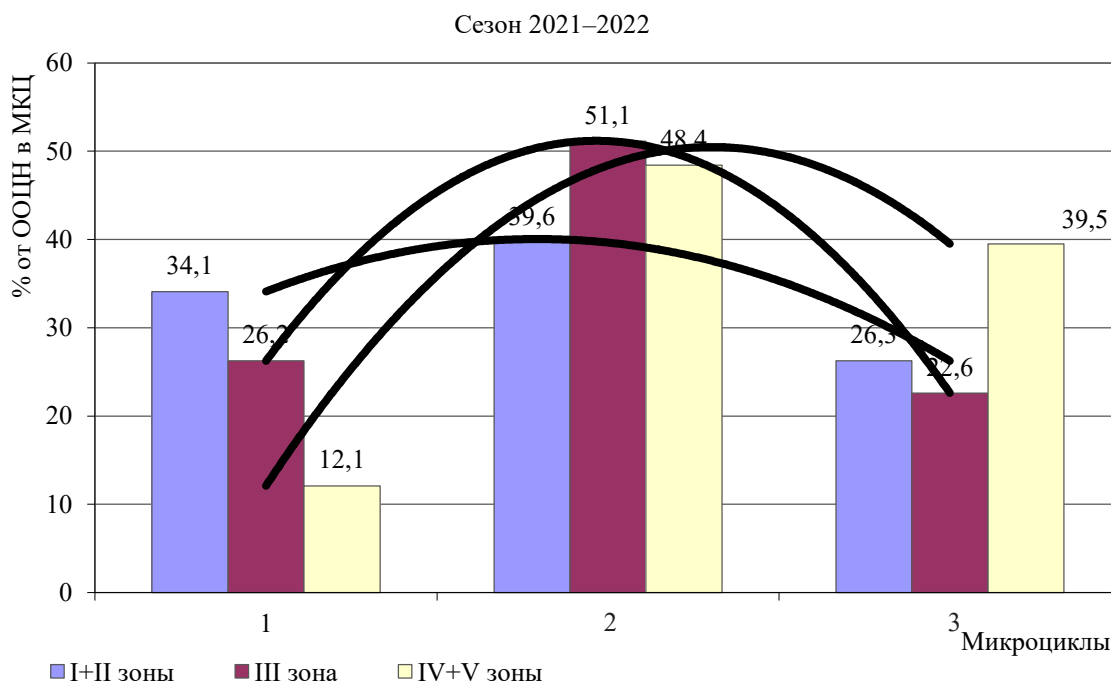


Рисунок 4 – Процентное соотношение объема циклической нагрузки по зонам метаболической направленности в структуре МКЦ на ЗЭП



Проведенный анализ убедительно показал, что уже на уровне планирования структуры и содержания тренировочного процесса, связанного с распределением средств подготовки и особенно объема и интенсивности работы в различных зонах интенсивности, можно сформировать избирательную методическую направленность мышечной деятельности, учитывающую особенности места расположения главного старта и требований к функциональным возможностям основных систем энергообеспечения соревновательно-упражнения с позиции метаболической направленности.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУ ФНЦ ВНИИФК № 777-00023-20-03 (код темы № 001-21/2).

The research was carried out under State Assignment Project No. 777-00023-20-03 (Code No. № 001-21/2).

Литература

1. Головачев А. И., Колыхматов В. И., Широкова С. В. Модельные показатели физической подготовленности лыжниц-гонщиц высокой квалификации при подготовке к XXIV зимним Олимпийским играм 2022 года в Пекине (Китай) // Человек. Спорт. Медицина. 2019. № S2 (19). С. 81–87.
2. Головачев А. И., Колыхматов В. И., Широкова С. В. Поиск резервов повышения эффективности выступления на XXIII Олимпийских зимних играх 2018 года в Пхенчхане (Республика Корея) // Теория и практика физической культуры. 2017. № 2. С. 11–13.
3. Головачев А. И., Колыхматов В. И., Широкова С. В. Построение тренировочного процесса высококвалифицированных лыжников-спринтеров на заключительном этапе подготовки к крупнейшим соревнованиям // Вестник спортивной науки. 2017. № 4. С. 3–8.
4. Головачев А. И., Колыхматов В. И., Широкова С. В. Современные методические подходы контроля физической подготовленности в лыжных гонках // Вестник спортивной науки. 2018. № 5. С. 11–17.
5. Головачев А. И., Колыхматов В. И., Широкова С. В. Особенности достижения модельных показателей функциональных возможностей систем энергообеспечения лыжниц-гонщиц высокой квалификации при подготовке к Олимпийским играм // Человек. Спорт. Медицина. 2021. № 3 (21). С. 38–45.
6. Колыхматов В. И., Головачев А. И., Широкова С. В. Применение строго регламентированных нагрузок в тренировочном процессе лыжников-спринтеров высокой квалификации // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2016. № 5 (135). С. 127–132.
7. Модельные показатели функциональных возможностей систем энергообеспечения лыжниц-гонщиц высокой квалификации при подготовке к XXIV зимним Олимпийским играм 2022 г. в Пекине (Китай) / Головачев А. И., Колыхматов В. И., Широкова С. В., Новикова Н. Б. // Теория и практика физической культуры. 2019. № 12. С. 89–91.
8. Особенности становления функционального состояния высококвалифицированных лыжников-гонщиц с учетом места проведения заключительного этапа подготовки к главному старту сезона / А. И. Головачев, Т. Ф. Абрамова, Е. А. Горбунова, Н. Б. Новикова // Теория и практика физической культуры. 2021. № 8. С. 27–29.
9. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения. Киев : Олимпийская литература, 2004. 807 с.
10. Engel F.A., Ackermann A., Chtourou H. and Sperlich B. (2018) High-Intensity Interval Training Performed by Young Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front. Physiol.* 9:1012.
11. Rosenblat M. A., Perrotta A.S., Thomas S.G. (2020) Effect of High-Intensity Interval Training Versus Sprint Interval Training on Time-Trial Performance: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med.* 50(6):1145–1161.



12. Sandbakk Ø. and Holmberg H.C. (2014) A Reappraisal of Success Factors for Olympic Cross-Country Skiing. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. vol.9 (1)., pp. 117–121.
13. Sandbakk Ø., Hegge A.M., Losnegard T., Skattebo Ø., Tønnessen E., Holmberg H.C. (2016) The Physiological Capacity of the World's Highest Ranked Female Cross-country Skiers. *Med Sci Sports Exerc*. 48(6):1091–100.
14. Sandbakk, Ø., Solli, G.S., Talsnes, R.K. et al. (2021) Preparing for the Nordic Skiing Events at the Beijing Olympics in 2022: Evidence-Based Recommendations and Unanswered Questions. *Journal of Science in Sport and Exercise*. vol.3. pp. 257–269.
15. Solli G.S., Tønnessen E. and Sandbakk Ø. (2019) Block vs. Traditional Periodization of HIT: Two Different Paths to Success for the World's Best Cross-Country Skier. *Front. Physiol*. 10:375.
16. Solli GS, Tønnessen E. and Sandbakk Ø. (2017) The Training Characteristics of the World's Most Successful Female Cross-Country Skier. *Front. Physiol*. 8:1069.
17. Talsnes R. K., van den Tillaar R. and Sandbakk Ø. (2021) Effects of Increased Load of Low- Versus High-Intensity Endurance Training on Performance and Physiological Adaptations in Endurance Athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance* – 17(2).
18. Torvik P.Ø., Solli G.S., Sandbakk Ø. (2021) The Training Characteristics of World-Class Male Long-Distance Cross-Country Skiers. *Front Sports Act Living*. 3:641389.

АНАЛИЗ СТРЕЛКОВОЙ ПОДГОТОВКИ БИАТЛОНИСТОВ НА КУБКАХ РОССИИ И ЧЕМПИОНАТЕ РОССИИ ПО БИАТЛОНУ В СЕЗОНЕ 2021–2022 ГОДОВ

*Н. С. Загурский, С. А. Ленькова
Научно-исследовательский институт деятельности
в экстремальных условиях СибГУФК, г. Омск*

Актуальность исследования. Общая тенденция развития мирового биатлона характеризуется включением в программу соревнований новых дисциплин, требующих значительной переориентации в сторону подготовки к контактным гонкам при повышении требований к стрелковой подготовленности [1, 4, 6]. Зрелищность и популярность биатлона привели к расширению программы Кубков мира и Олимпийских игр по биатлону [6].

Успех в биатлоне требует точной и быстрой стрельбы после высокоинтенсивной гонки на лыжах. Множество разных фактов говорят о том, что контроль тела, обработка спуска и даже психология, влияют на эффективность стрельбы [6]. Биатлон, предъявляет высокие физиологические требования, подобные требованиям в лыжных гонках [6], а также требует точного управления движениями для быстрой и точной стрельбы в состоянии утомления [3, 4, 5].

Продолжительность гонок колеблется от 20 мин (спринт) до более чем 50 мин (индивидуальная гонка). Пять из 7 дисциплин чемпионатов мира по биатлону (включая эстафеты) проводятся с массового старта, в которых особое значение имеет тактика и где результат часто определяется на заключительной стрельбе или на финише. Время стрельбы составляет обычно 25–30 с как из положения лежа, так и из положения стоя, включая принятие изготовки (11–15 сек.), стрельбу (10–15 сек. на 5 выстрелов) и уход с рубежа (3–4 сек.). В течение одного сезона, зарубежные спортсмены мирового класса выполняют



более 20000 выстрелов во время более 200 тренировок [5, 6]. Погодные условия, особенно ветер, оказывают значительное влияние на точность стрельбы [2, 3, 6].

Взросшие требования соревновательной деятельности выявили недостаточную эффективность реализации технико-тактических действий российских биатлонистов на последних чемпионатах мира 2019–2021 гг. и Олимпийских зимних играх 2022 г. [1, 2, 3].

Анализ качества стрельбы на этапах Кубка России и чемпионате России может стать основой для решения проблем стрелковой подготовленности биатлонистов [2].

Проблема исследования обусловлена высокими требованиями соревновательной деятельности и недостаточным уровнем стрелковой подготовленности российских биатлонистов на современном этапе.

Целью исследования является анализ стрелковой подготовленности российских биатлонистов на этапах Кубка России и чемпионата России по биатлону в сезоне 2021–2022 гг.

Задачи исследования:

1. Проанализировать количество участников на 1–9-м этапах Кубка России и чемпионате России по биатлону.
2. Изучить уровень стрелковой подготовленности российских биатлонистов на 1–9-м этапах Кубка России и чемпионате России и сравнить их уровень с биатлонистами Кубка мира.
3. Проанализировать основные ошибки в стрелковой подготовке у российских биатлонистов на основе анкетирования.

Методы и организация исследования. Анализ протоколов соревнований, оценка стрелковых показателей и погодных условий производились с использованием протоколов системы «Siwidata» на всех этапах Кубка России и чемпионате России в период с 25.11.2021 по 03.04.2022 года. Оценка стрелковых показателей анализировалась в совокупности с погодными условиями в момент проведения соревнований, что позволяло более объективно оценить уровень стрелковой подготовки биатлонистов. Для расчета использовались стрелковые показатели всех участников на всех стартах 1–9-м этапов Кубка России и чемпионата России.

Анкетирование российских биатлонистов по вопросам стрелковой подготовки проводилось с 15 марта по 3 апреля 2022 года на 9-м этапе Кубка России в г. Уфе и на чемпионате России в г. Тюмени. Предполагалось, что самоанализ ошибок в стрельбе поможет уточнить наиболее характерные, по мнению спортсменов, ошибки при изготовке и стрельбе.

Математическая обработка результатов исследования проводилась с использованием программы «Статистика б».

Результаты исследования и их обсуждение. Снижение численности спортсменов на соревнованиях и низкая конкуренция на этих соревнованиях способны негативно повлиять на формирование сборных команд России по биатлону. Кроме того, низкая численность спортсменов на соревнованиях потенциально несет риски поиска талантливых спортсменов, которые могли раскрыться на этих стартах. Анализ протоколов прошедшего сезона показал, что в сезоне 2021–2022 гг. количество участников Кубка России по биатлону снизилось на 35 % по сравнению с сезоном 2017–2018 гг. Разумеется, ситуация с коронавирусом также внесла свои коррективы в участие региональных команд на Кубках России. Кроме того, в середине сезона 2021–2022 гг. ситуация с коронавирусом была достаточно острая и спортсмены заболевали целыми командами. И такая ситуация



наблюдалась несмотря на жесткие ограничения по передвижению и соблюдение режима, ограничений контактов как внутри команд, так и за ее пределами.

Сравнение количества участников на этапах Кубка России у женщин в сезонах 2017–2018 и 2021–2022 годов приведено на рисунке 1. Из рисунка видно, что в сезоне 2021–2022 гг. снижение количества участниц на некоторых стартах составляло до 50 % от количества спортсменок в сезоне 2017–2018 гг. У мужчин наблюдается аналогичная ситуация, хотя количество участников больше, чем у женщин (рис. 2). Особенно сильно снижение участников наблюдалось на 6-м, 7-м и 8-м этапе Кубка России. Максимальное количество участников было зарегистрировано на чемпионате России и составляло 81 человек у мужчин и 61 человек у женщин. Такой значительный прирост участников можно объяснить тем, что в этих соревнованиях участвовали практически все спортсмены сборной России основного и резервного состава.



Рисунок 1 – Сравнение количества участников на этапах Кубка России у женщин в сезонах 2017–2018 и 2021–2022 годов



Рисунок 2 – Сравнение количества участников на этапах Кубка России у мужчин в сезонах 2017–2018 и 2021–2022 годов



Процент попадания у женщин на этапах Кубка России 2021–2022 гг. представлен на рисунке 3. На рисунке 3 уровень стрелковой подготовки у женщин представлен в виде процента попаданий из положений лежа, стоя и средних значений на всех этапах Кубка России и на чемпионате России. Отметим, что стрельба у женщин не была стабильной в течение всего сезона. Средний показатель стрельбы у женщин во всем стартах составил 76,1 %, что следует расценить как довольно средние значения, особенно по сравнению с этапами Кубка мира. Самый высокий показатель стрельбы был на 8 этапе Кубка России в дисциплине суперспринт – 82,75 %. Только ещё в 3 гонках показатели стрельбы были выше 80 %: суперспринт на 2-м этапе Кубка России, в суперперсьюте и масстарте на чемпионате России (рис. 3).

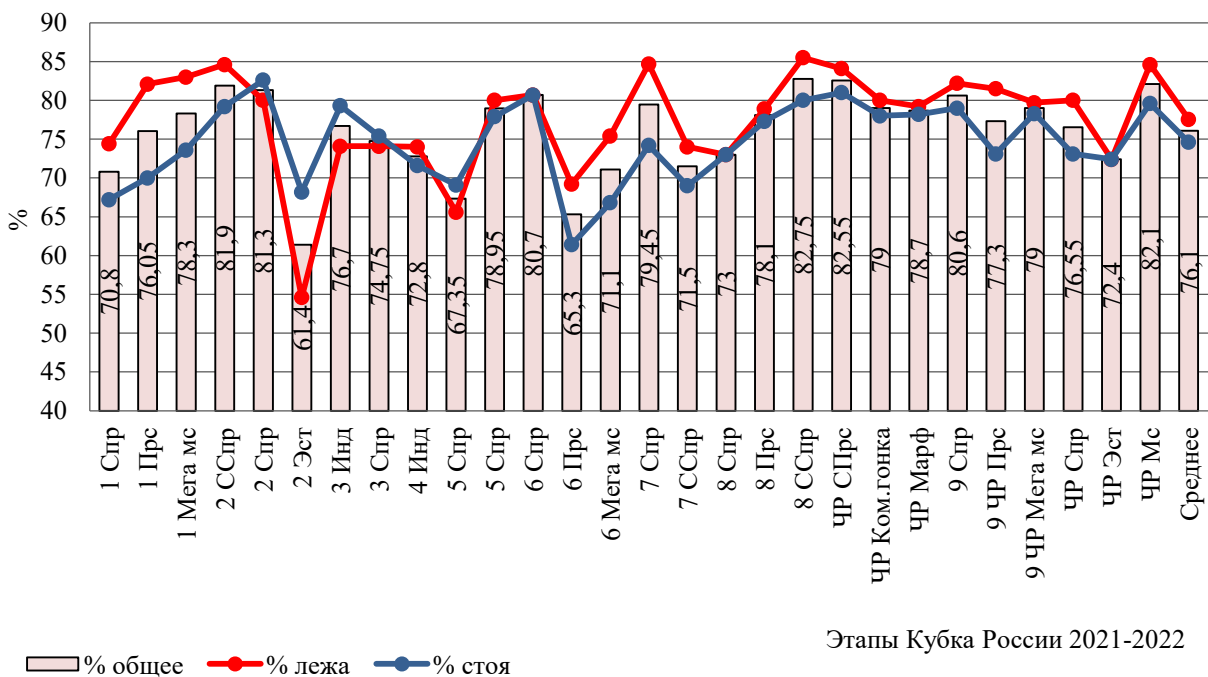


Рисунок 3 – Процент попадания у женщин на этапах Кубка России 2021–2022

Примечание: Спр – спринт; Прс – преследование; Мега мс – мега масс-старт; ССпр – суперспринт; Эст – эстафета; Инд – индивидуальная гонка; Спрс – суперпреследование; Ком.г – командная гонка; Марф – марафон; Мс – масс-старт.

Положительная динамика уровня стрелковой подготовленности у женщин наблюдалась на 1–2-м этапах Кубка России. Однако на 3-м, 4-м и 5-м этапах Кубка России произошел спад на 3,5 % точности стрельбы. Такое снижение качества стрельбы можно связать с низкой температурой воздуха в момент проведения соревнований. На 6-м этапе Кубка России также были неблагоприятные погодные условия, которые характеризовались со сложной ветровой обстановкой. Начиная с 8-го этапа Кубка России и до чемпионата России стрельба у женщин была в целом довольно стабильна, без значительных спадов. Стрельба из положения лежа в начале сезона имела положительную динамику. Однако с 3-го и до 8-го этапа Кубка России была нестабильной. Самый высокий показатель стрельбы из положения лежа был на 8-м этапе в дисциплине «суперспринт» – 85,5 %. У женщин самый низкий процент попадания в течение сезона 2021–2022 гг. был



на 5-м этапе спринт (67 %), 6-й этап преследование (65 %). На 5-м этапе женщинам, по сравнению с мужчинами, не повезло с ветром, который составлял до 7 м/с. что не позволило биатлонисткам пройти огневой рубеж без штрафа. Возможно, при такой низкой температуре и силе ветра спортсменки могли не справиться с изменением ветровой обстановки, а также у них элементарно могли замерзнуть руки, что препятствовало правильной обработке спускового крючка.

Стрельба из положения стоя у женщин была стабильна только на 8-м и 9-м этапе Кубка России. На 2-м этапе Кубка России в дисциплине «спринт» стрельба стоя была лучше на 2,5 %, чем стрельба из положения лежа. Это лучший показатель у женщин в стрельбы из положения стоя в течение всего сезона.

На рисунке 4 представлена динамика стрельбы у мужчин на этапах Кубка России и чемпионате России на протяжении всего сезона 2021–2022 гг. Хочется отметить, что стабильность стрельбы у мужчин хуже, чем у женщин. Стабильную стрельбу биатлонисты показали только на первых двух этапах и на 9-м этапе Кубка России. Лучшую стрельбу спортсмены показали на 7-м этапе Кубка России в дисциплине «спринт» – 85 % (рис.4). Средний показатель стрельбы у мужчин на этапах Кубка России и на чемпионате России в сезоне 2021–2022 гг. составил 75,8 %. Самый значительный спад в стрельбе наблюдался на 4-м этапе Кубка России в дисциплине «индивидуальная гонка» – 59,3 %, которая проводилась в ранге чемпионата России, а также служила в качестве отбора на следующие этапы Кубка IBU.

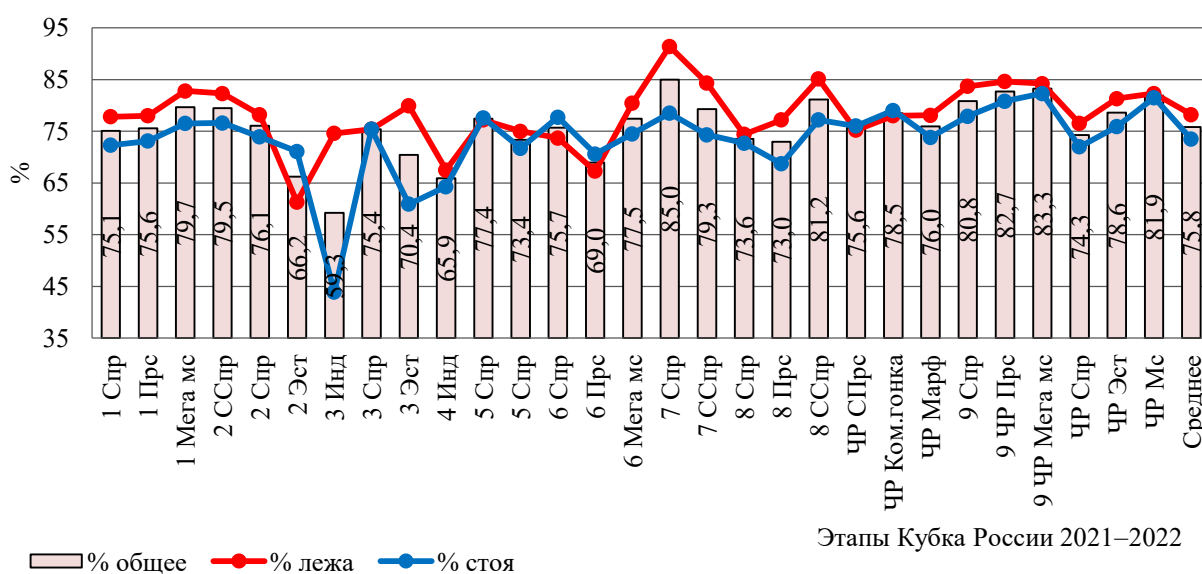


Рисунок 4 – Процент попадания у мужчин на этапах Кубка России 2021–2022

Примечание: Спр – спринт; Прс – преследование; Мега мс – мега масс-старт; ССпр – суперспринт; Эст – эстафета; Инд – индивидуальная гонка; Спрс – суперпреследование; Ком.г – командная гонка; Марф – марафон; Мс – масс-старт.

У мужчин самый низкий процент попадания в течение сезона 2021–2022 гг. был на 2-м этапе Кубка России в эстафете (66 %), на 3-м и 4-м этапе Кубка России в индивидуальных гонках (59 и 66 % соответственно), на 6-м этапе Кубка России в гонке преследования (69 %). В первых трех случаях на стрельбу повлияла низкая температура -18... -17 °С.



На 6-м этапе Кубка России был сильный, порывистый ветер до 6 м/с, что привело к большому количеству ошибок в стрельбе.

Сравнение стрельбы у женщин и мужчин показало, что средние значения точности стрельбы в сезоне 2021–2022 на российских стартах практически не различаются и составляют около 76 % (рис. 5). Однако в эстафете у мужчин качество стрельбы оказалось на 6,2 % выше, чем у женщин. Отметим, что в сезоне 2020–2021 гг. мужчины и женщины на чемпионате России показали точность стрельбы на уровне 72 %. Неожиданным является тот факт, что биатлонисты меньше всего делают ошибок в таких контактных гонках как суперспринт и суперперсьют. С другой стороны, в спринте и индивидуальной гонке штраф оказался больше ожидаемых значений. Выявленная особенность, возможно, не является закономерностью, но все же требует анализа тактики прохождения дистанции и огневых рубежей. За весь сезон 2021–2022 были проведены все запланированные эстафетные гонки при этом количество участвующих команд на Кубке России практически равнялось количеству команд на чемпионате России.

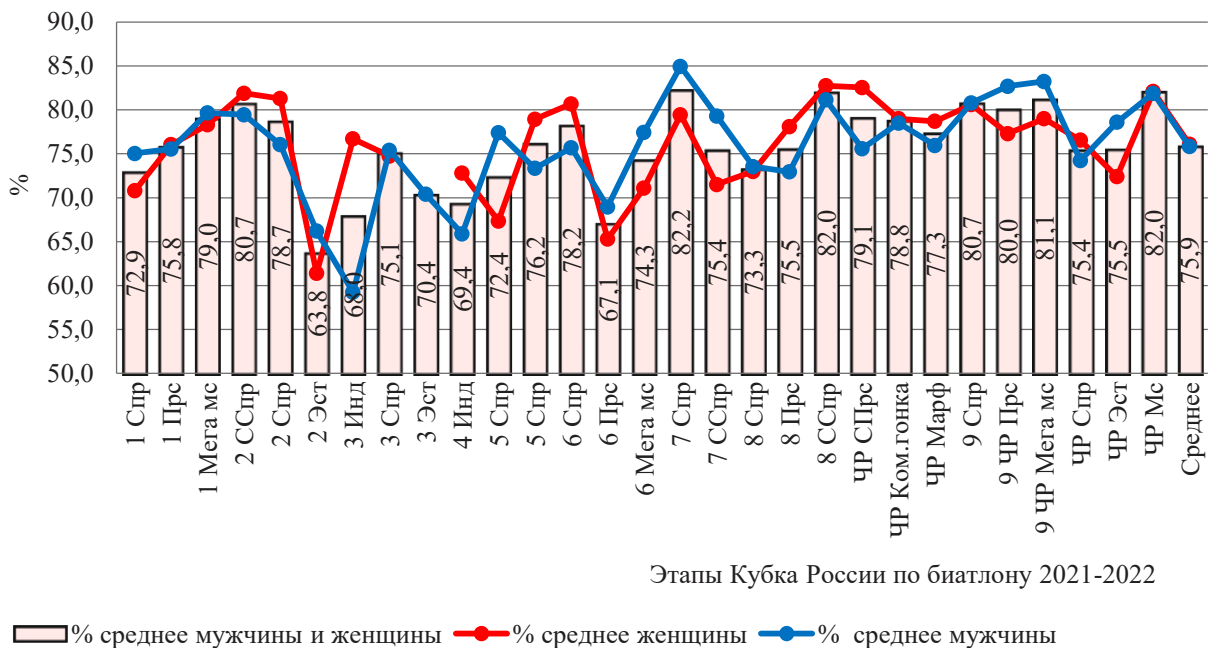


Рисунок 5 – Процент попаданий на этапах Кубка России 2021–2022 у российских биатлонистов

Примечание: Спр – спринт; Прс – преследование; Ммс – мега масс-старт; ССпр – суперспринт; Эст – эстафета; Инд – индивидуальная гонка; Спрс – суперпреследование; Ком.г – командная гонка; Марф – марафон; Мс – масс-старт.

С целью более точного анализа точности стрельбы от метеорологических условий был построен график влияния этих факторов на точность стрельбы у российских биатлонистов (рис. 6). В целом зависимости «точность стрельбы – сила ветра – температура воздуха» подтверждает ранее высказанные утверждения, что качество стрельбы на рубеже зависит от внешних погодных условий. Особенно, если низкие температуры воздуха отягощаются сильным ветром.

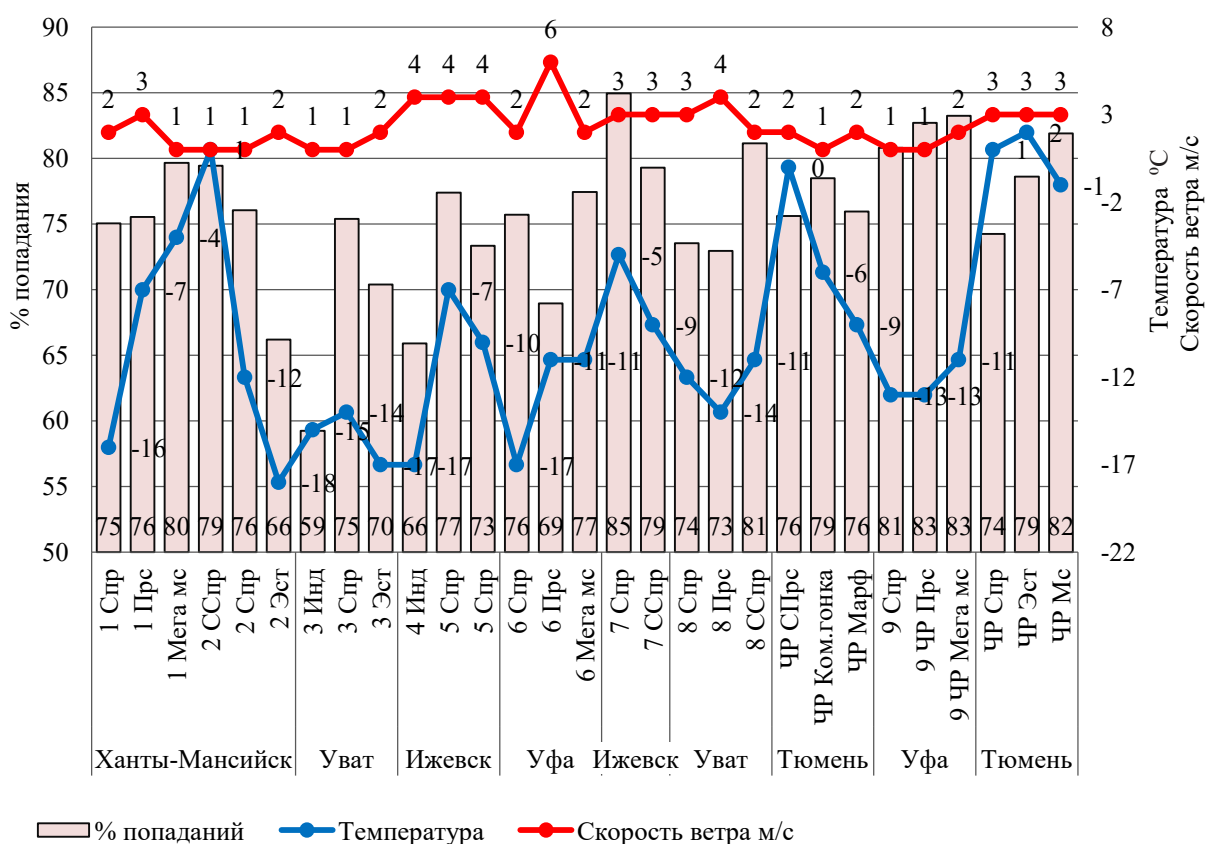


Рисунок 6 – Погодные условия и точность стрельбы у мужчин на этапах Кубка России в сезоне 2021–2022 гг.

Примечание: Спр – спринт; Прс – преследование; Ммс – мега масс-старт; Сспр – суперспринт; Эст – эстафета; Инд – индивидуальная гонка; Спрс – суперпреследование; Ком.г – командная гонка; Марф – марафон; Мс – масс-старт.

У женщин наблюдается аналогичная картина зависимости «точность стрельбы – сила ветра – температура воздуха» (рис. 7). Пути решения проблем стрельбы в морозную погоду могут быть обусловлены поиском стволов и партий патронов, которые показывают хорошую кучность стрельбы в морозную погоду. Стрельба в условиях ветра требует специальных навыков, которые нужно отрабатывать на протяжении всего подготовительного периода.

С целью ответа на вопрос как российский биатлон выглядит по качеству стрельбы на фоне с мировым биатлоном было проведено сравнение стрелковых показателей женщин и мужчин на Кубке России и Кубке мира по биатлону (рис. 8 и 9). Российские биатлонистки уступают 8,6 % в стрельбе биатлонисткам, выступающим на Кубке мира (рис. 8). При этом россиянки имеют уступают 9,4 % стрельбе из положения лежа и 7,7 % в стрельбе из положения стоя (рис. 8).

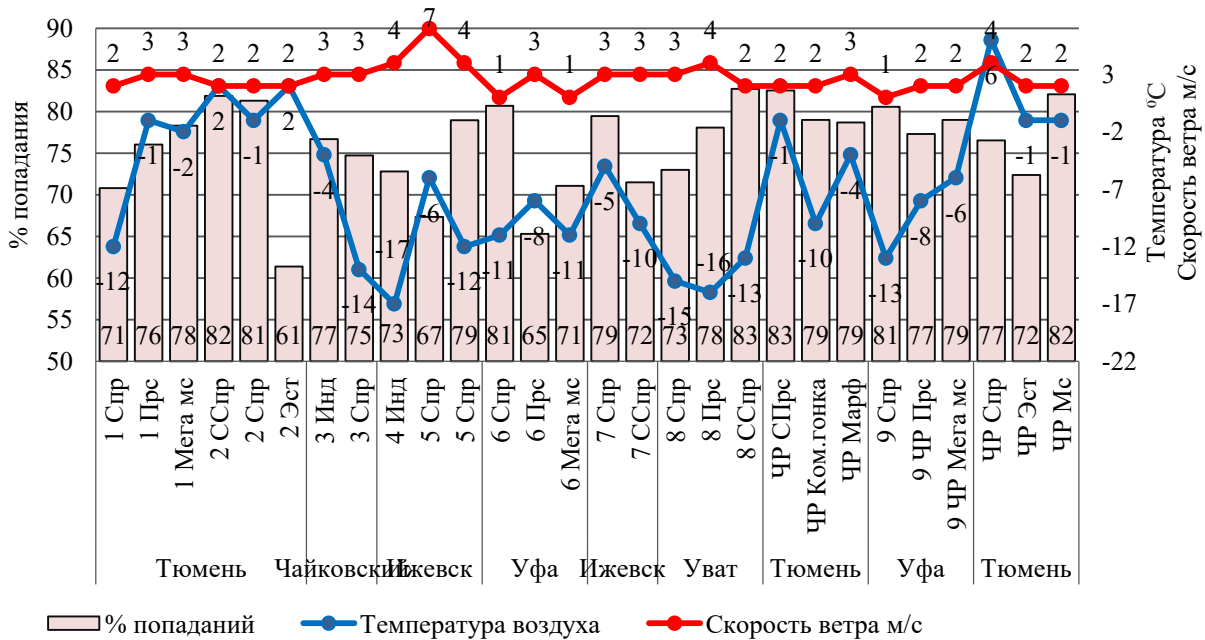


Рисунок 7 – Погодные условия и точность стрельбы у женщин на этапах Кубка России в сезоне 2021–2022 гг.

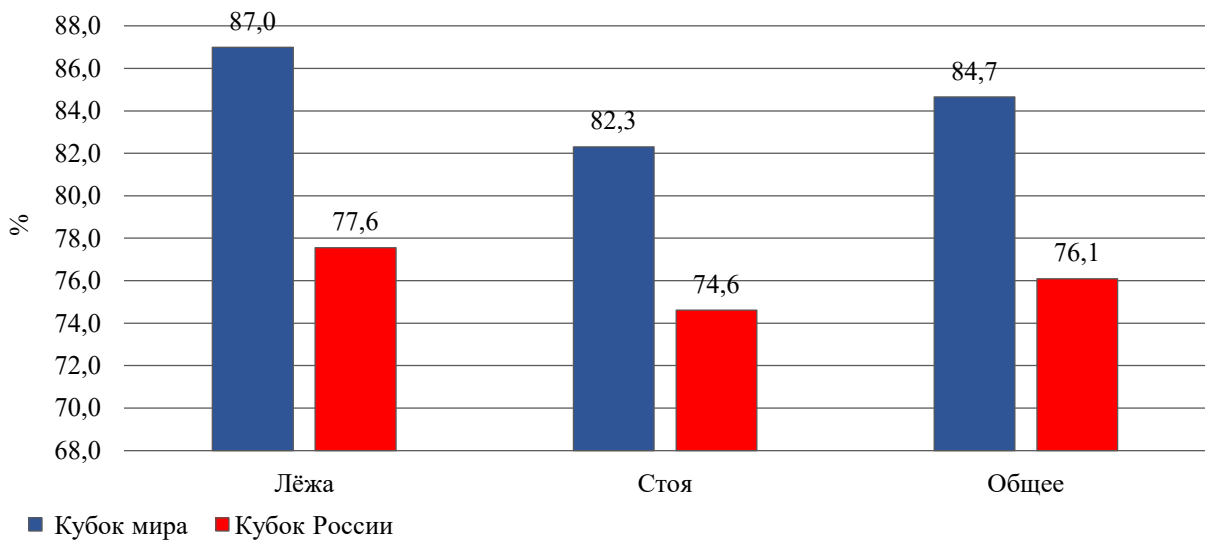


Рисунок 8 – Сравнение показателей стрельбы у женщин этапах Кубка России и Кубках мира

У российских биатлонистов такая же ситуация, как и у россиянок по качеству стрельбы. Российские биатлонисты в среднем уступают 8,7 % в стрельбе биатлонистам, выступающим на Кубке мира. При этом процент попаданий в стрельбе ниже из положения лежа на 9,9 %, а из положения стоя на 8,7 %, чем у биатлонистов Кубка мира.

Представленные значения процента попаданий у российских биатлонистов свидетельствуют о существующей проблеме в стрелковой подготовке. Биатлонистам, которые априори проигрывают своим соперникам в качестве стрельбы, крайне сложно показывать отличную стрельбу, участвуя на международных стартах. Отдельные спортсмены



показывают хорошие стрелковые показатели, но в последнее время таких среди российских биатлонистов крайне мало. Российским биатлонистам нужно сделать определенные выводы по оптимизации стрелковой подготовки, включая применение различных тренажеров и различные методические приемы по совершенствованию стрелковых навыков.

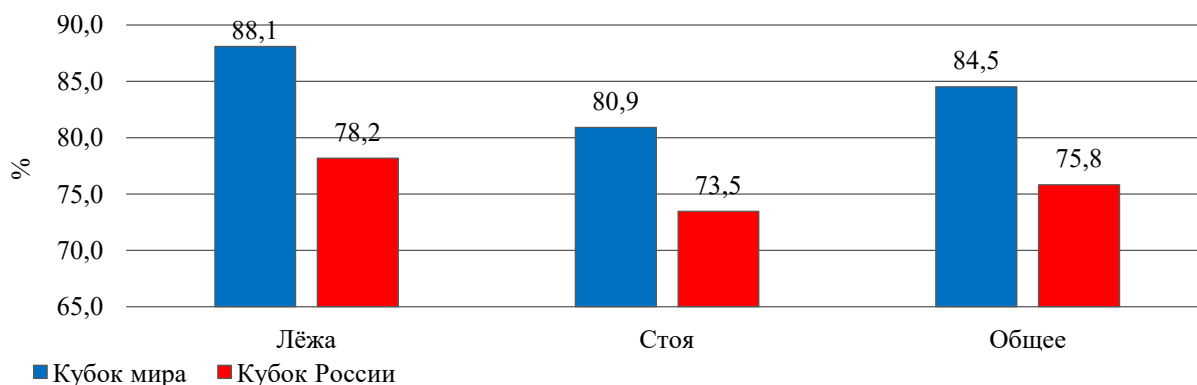


Рисунок 9 – Сравнение показателей стрельбы у мужчин этапах Кубка России и Кубка мира

Анкетирование среди российских биатлонистов проводилось в период чемпионата России в Уфе и в Тюмени (15.03–03.04 2022). В анкетирование учувствовали 43 женщины и 29 мужчин. Среди них было: 1 КМС, 52 МС, 12 МСМК и 5 ЗМС. Средний стаж в спорте среди участников составлял 13,5 лет. Это означает, что в анкетировании в основном учувствовали спортсмены, имеющие большой стаж занятий биатлоном и значительный багаж знаний по тем или иным вопросам гоночной и стрелковой подготовки. На рисунке 10 сформулированы вопросы по самоанализу стрельбы у биатлонистов в процессе многолетней подготовки. Следует отметить, что анализ стрельбы с записями в дневнике проводят только 25 % биатлонистов. Между тем, как отмечает ряд ведущих тренеров, самоанализ тренировки является одним из главных показателей, позволяющих понять те или иные ошибки в технике выполнения выстрела.

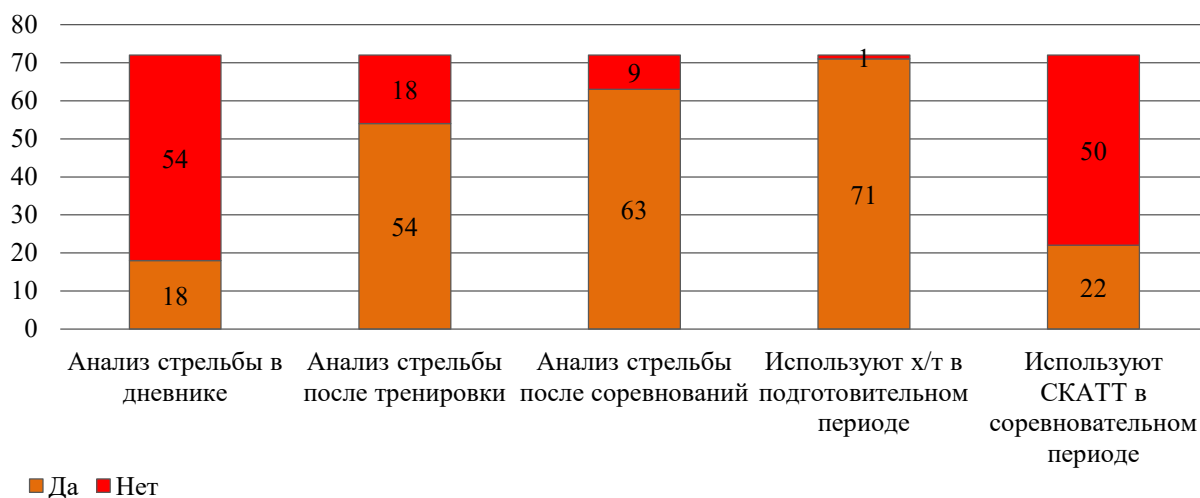


Рисунок 10 – Результаты анкетирования биатлонистов по самоанализу стрелковой подготовки



Вместе с тем биатлонисты используют другие формы анализа выполненной стрельбы. Так, 75 % из них анализируют стрельбу после тренировки и 87,5 % анализируют стрельбу после соревнований. 78,6 % биатлонистов в течение подготовительного периода используют в своей подготовке холостой тренаж. Тренировка без патрона является одним из эффективных методов совершенствование стрельбы. Это упражнение позволяет отработать все технические элементы стрельбы: изготовка, дыхание, прицеливание, обработка спускового крючка, ритм выстрела, удержание оружия.

Несмотря на большую популярность стрелкового тренажера «Скатт» в стрелковом спорте в биатлоне этот тренажер используют всего 30,5 % спортсменов. Следует отметить, что «Скатт» является наиболее информативным методом, с помощью которого можно объективно оценить и исправить техническую ошибку.

В ходе анкетирования мы выяснили, что самая распространенная ошибка, по мнению спортсменов, это стрельба на проводке из положения стоя (рис. 11). Под стрельбой «На проводке» понимается стрельба практически без остановки на мишени в момент прицеливания и производства выстрела. К другим распространённым ошибкам при стрельбе из положения лежа и стоя, по мнению анкетированных, является неправильная обработка спускового крючка, недостаточная концентрация в момент производства выстрела, отсутствие удержания оружия в момент производства выстрела, мышечное напряжение при стрельбе. При анализе ошибок в стрельбе в условиях соревнований мнения мужчины и женщины, как правило, совпадают. Они отмечают, что наиболее частые ошибки это стрельба на проводке, обработка спускового крючка, удержание оружия и концентрация на стрельбе (рис. 11 и 12). Другие технические ошибки и психологические проблемы в стрельбе, по мнению спортсменов, не играют существенной роли для качественной стрельбы в соревнованиях.

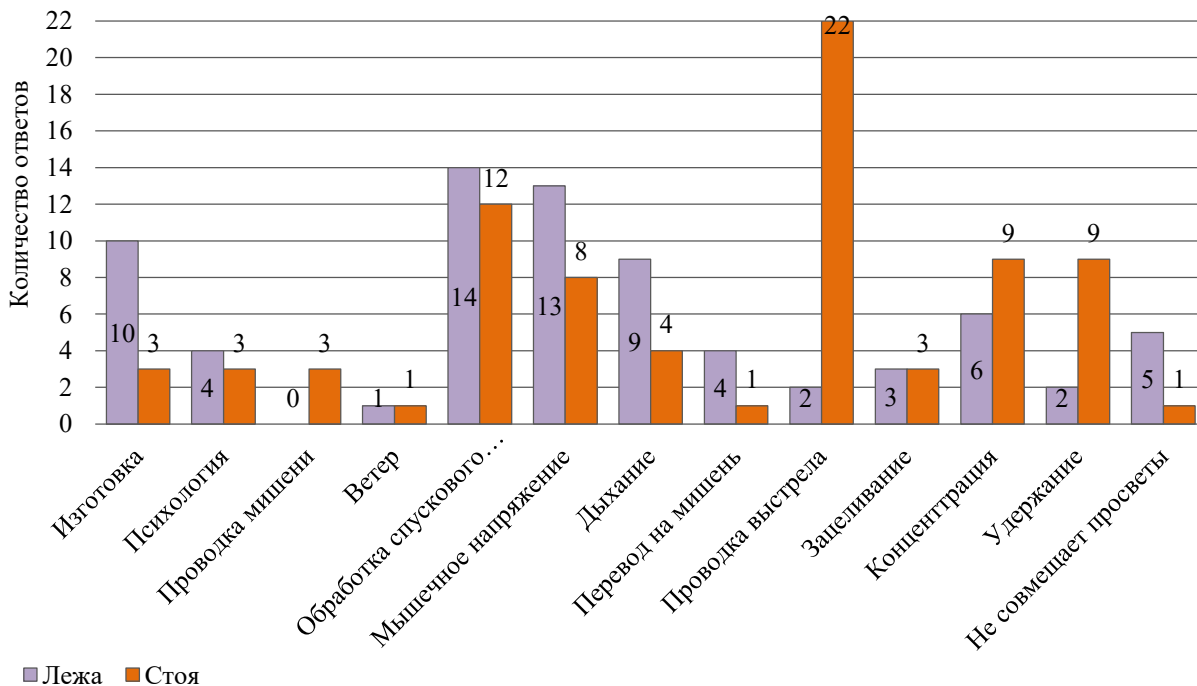


Рисунок 11 – Результаты анкетирования биатлонистов по наиболее характерным ошибкам в технике стрельбы

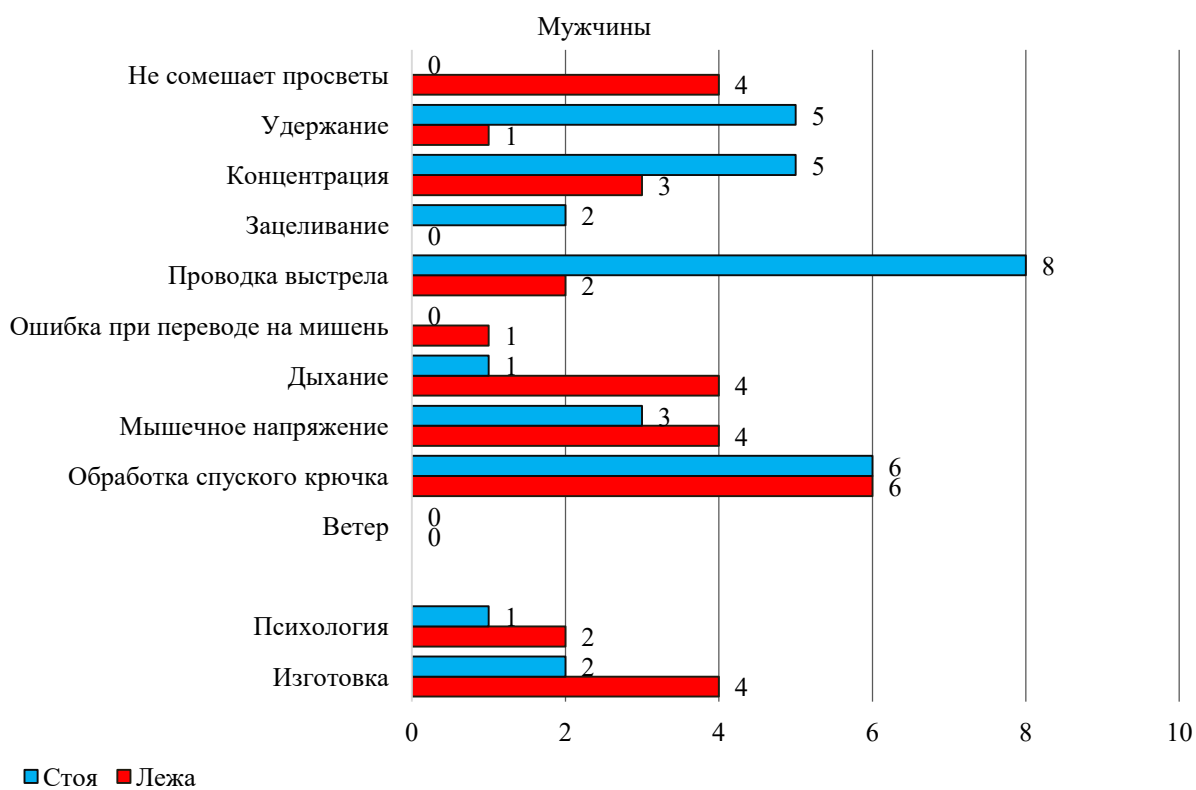


Рисунок 12 – Результаты анкетирования биатлонисток/биатлонистов по наиболее характерным ошибкам в технике стрельбы



Выводы. В прошедшем сезоне 2021–2022 годов наблюдается снижение участников соревнований на 35 % по сравнению с олимпийским сезоном 2017–2018 годов. Эта тенденция характерна как для мужчин так и для женщин и может быть обусловлена проблемной ситуацией с коронавирусом и его последствиями.

Средний процент попадания в сезоне 2021–2022 годов на этапах Кубка России у женщин составил 76,1 %. Средний процент у мужчин на этапах Кубка России составил 75,8 %. Российские биатлонисты на 0,3% уступают биатлонисткам по качеству стрельбы на этапах Кубка России. Вместе с тем российские биатлонисты, выступающие на Кубке России, в среднем уступают по качеству стрельбы своим соперникам, выступающим на Кубке мира. Так, у российских биатлонистов процент попаданий на 8,7 %, а у российских биатлонисток на 8,6% ниже, чем у биатлонистов на этапах Кубка мира.

Различные метеоусловия оказывают влияние на качество стрельбы. Так, сила ветра и морозная погода значительно снижают качество стрельбы биатлонистов. Оптимизация этих негативных последствий должна идти по пути выбора стволов и партий патронов, которые показывают хорошую кучность стрельбы в морозную погоду. При стрельбе в ветер биатлонисты должны иметь навыки работы в условиях такой ветровой обстановки: стрельба «с выносом точки прицеливания» или работа с «поправками».

Проведенное анкетирование среди российских биатлонистов показало, что только 25 % ведут самоанализ стрельбы в дневнике и 30,5 % используют стрелковый тренажер «Скатт» во время соревновательного периода. Также среди основных ошибок при стрельбе биатлонисты отметили стрельбу на проводке, мышечное напряжение, обработка спускового крючка, изготовка для стрельбы лежа. У мужчин в стрельбе из положения стоя есть проблема стрельбы на проводке оружия, с обработкой спускового крючка при стрельбе и лежа и стоя.

Среди женщин больше всего возникают проблемы со стрельбой на проводке выстрела из положения стоя. В положении лёжа у женщин чаще всего возникают проблемы с мышечным напряжением и обработкой спускового крючка.

Литература

1. Загурский Н. С. Анализ выступления российских биатлонистов в спортивном сезоне 2019–2020 и на чемпионате мира по биатлону 2020 в г. Антхольц (Италия) / Н. С. Загурский, Я. С. Романова, Ю. Ф. Кашкаров, Г. А. Сергеев // Современная система спортивной подготовки в биатлоне : материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф., (Омск, 8 октября 2020 г.) / Сиб. гос. ун-т физ. культуры и спорта. – Омск, 2020. – С. 38–49.
2. Загурский Н.С. Анализ соревновательной деятельности биатлонистов на чемпионате России 2021 года в Ханты-Мансийске / Н. С. Загурский, Т. В. Полторацкая, С. А. Ленькова // Современная система спортивной подготовки в биатлоне : материалы IX Всерос. науч.-практ. конф., (Омск, 22 апреля 2021 г.) / Сиб. гос. ун-т физ. культуры и спорта. – Омск, 2021. – С. 27–48.
3. Романова Я. С. Анализ показателей стрелковой подготовленности у биатлонистов на этапе высшего спортивного мастерства / Я. С. Романова Н. С. Загурский // Ученые записки университета / Санкт-Петербург. гос. ун-т физ. культуры им. П. Ф. Лесгафта. – СПб., 2020. – Вып. 8 (186) – С. 252–255.
4. Björklund, G. Shooting efficiency for winners of World Cup and World Championship races in men's and women's biathlon: where is the cut-off? Int. J. Perform. Anal. Sport 2018, 18, 1–9, doi:10.1080/24748668.2018.1497920



5. Ihalainen, S.; Laaksonen, M.S.; Kuitunen, S.; Leppävuori, A.; Mikkola, J.; Lindinger, S.J.; Linnamo, V. Technical determinants of biathlon standing shooting performance before and after race simulation. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 2018, 28, 1700–1707, doi:10.1111/sms.13072.

6. Laaksonen, M. S.; Jonsson, M.; Holmberg, H.-C. The Olympic Biathlon—Recent Advances and Perspectives After Pyeongchang. *Front. Physiol.* 2018, 9, 796, doi:10.3389/fphys.2018.00796.

ДИНАМИЧЕСКИЙ ВЫСТРЕЛ В БИАТЛОНЕ И АЛГОРИТМ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ДЕЙСТВИЙ БИАТЛОНИСТА ВО ВРЕМЯ СКОРОСТНОЙ СТРЕЛЬБЫ

Н. А. Зрыбнев

Смоленский государственный университет спорта, г. Смоленск

Введение. Нестабильное выступление российских биатлонистов на крупных соревнованиях свидетельствует о механическом неконтролируемом выполнении элементов техники выстрела. Приведём только два примера. Эдуард Латыпов после эстафеты: «Первый выстрел я завёл в мишень и в момент выстрела меня резко выбило, я нажимаю на спусковой крючок. Там был очень далёкий промах. ... второй промах туда же... Переизготавливаюсь и всё равно мажу. Я не знаю, как это было. Я не знаю, как все это закрывал».

Светлана Миронова: «Видимо, перебрала на круге и поэтому сделала пять промахов. Когда стреляла – не понимала, почему мишени не закрываются». Эта оценка биатлонистов своих действий на огневом рубеже свидетельствует о неконтролируемом механическом выполнении элементов техники выстрела и полное отсутствие координации действий по прицеливанию и управлением спуска курка с боевого взвода.

Анализ временных показателей стрельбы выдающихся стрелков и биатлонистов выявил одну общую закономерность – стабильность времени выстрела, которая в среднем составляет 1–3 секунды [1, 172; 3, 111].

Стабильность времени выстрела свидетельствует о том, что эти спортсмены не обеспокоены прицеливанием, а заняты тем, что могут активно контролировать. А именно – выдох (вдох), вход «ровной мушки» в зону выстрела, фиксация её в районе точки прицеливания и работу мышц указательного пальца спусковой руки во время спуска курка с боевого взвода [1, 173]. Именно поэтому у них время выстрела стабильно. Если же биатлонист обеспокоен прицеливанием, то есть эмоциональным процессом, его время, затраченное на выстрел, будет увеличиваться и в некоторой степени будет менее стабильным [2, 292]. Происходит глубокое нарушение координационных связей прицеливания и спуска курка с боевого взвода.

Цель исследования. Доказать, что для повышения результативности в стрельбе по биатлонной мишенной установке необходимо каждому биатлонисту разработать и освоить модель контролируемого тактического приёма завершения выстрела в фазе спуска курка с боевого взвода способом динамического выстрела.

Объект исследования. Скоростная стрельба биатлонистов по биатлонной мишенной установке.

Предмет исследования. Особенности построения фазовой структуры двигательных действий биатлониста в цикле одного выстрела, серии выстрелов из положения лёжа (стоя).



Использованы следующие методы исследования:

1. Анализ учебной и дополнительной литературы.
2. Педагогический эксперимент.

Гипотеза исследования. Тактический прием контролируемого завершения выстрела в фазе спуска курка с боевого взвода способом динамического выстрела дает возможность биатлонисту значительно сокращать время на выстрел и серию выстрелов в гонке [2, 291].

Рассмотрим особенности двигательных действий биатлониста в контролируемом цикле одного, первого, выстрела с тактическим приёмом завершения выстрела в фазе спуска курка с боевого взвода способом динамического выстрела.

Последовательность движений в цикле выполнения одного выстрела из винтовки в положении лежа (стоя) тактическим приёмом способом динамического выстрела можно условно разделить на 5 фаз [2, 261]:

- 1) подготовительную;
- 2) начальную;
- 3) рабочую;
- 4) фазу спуска;
- 5) фазу удержания после выстрела и возврата в исходное положение.

Подготовительная фаза (3–5 с). Во время этой фазы происходит действия по принятию положения для стрельбы, заряжания оружия при **активном** с последующим переходом в **пассивный контроль** на уровне ощущений всей изготовки для стрельбы из положения «лёжа» («стоя») и сравнение их с моделью, причем:

– мышцы левой опорной руки, плечевого пояса биатлониста выключены из работы. Работа по удержанию «ровной мушки» в районе точки прицеливания осуществляется за счёт костного и связочного аппарата (**пассивный контроль**);

– необходимо осознанно осуществлять вдохи и выдохи, контролируя прохождение мушки в вертикальной плоскости (исходное положение для стрельбы) – **активный контроль**;

– биатлонист находит и ощущает оптимальное напряжение мускулатуры тела – **пассивный контроль**;

– указательный палец всегда должен располагаться на одном и том же месте – на хвосте спускового крючка, свободный ход спускового крючка выжат – **пассивный контроль**.

Подготовительная фаза начинается с момента начала принятия изготовки для стрельбы в положении лежа (стоя). Эта фаза заканчивается завершением прикладки и переходом в пассивный контроль над прикладкой и в целом всей изготовкой для стрельбы.

Начальная фаза (2–3 с). Начинается с вдоха и заканчивается выдохом (**пассивный контроль**). На вдохе биатлонист сводит диоптр и мушку в положение «ровная мушка», наблюдает за ее движением в вертикальной плоскости относительно центра мишени (**активный контроль**). Когда «ровная мушка» окажется в нижней части в точке возврата, перед тем как сделать первый выдох, надо коротко стабилизировать и расположить «ровную мушку» в вертикальной плоскости стрельбы, проходящей через центр мишени за счет коррекции положения перемещением туловища (лёжа) или стоп ног в изготовке стоя (грубое наведение).

На первом вдохе необходимо остановить «ровную мушку» в середине между нижним краем мишени и яблоком, взгляд в это время должен быть направлен на мушку. Благодаря кратковременной задержке дыхания оружие полностью стабилизируется. Теперь надо



активировать мышцы указательного пальца спусковой руки (активный контроль), контролируя положение просветов между краем диоптра и намушником (пассивный контроль).

На первом выдохе «ровная мушка» движется вверх, биатлонист следит за прохождением мушки через центр мишени, пассивно контролируя отсутствие напряжения мышц левой опорной руки, плотность охвата пистолетной рукоятки кистью правой руки и усилие выжима спускового крючка. Движение вверх останавливается, когда нижний край кольцевой мушки подойдет к нижнему краю мишени. Если используется пеньковая мушка, то движение вверх останавливается, когда верхний конец пеньковой мушки достигнет центра мишени.

Рабочая фаза (0.3–0.8 с). Начинается со второго вдоха и заканчивается наведением оружия в область удержания. «Ровная мушка» движется вниз и останавливается, когда восстанавливаются правильные просветы между мушкой и мишенью. Дыхание замирает. Активный контроль над дыханием и прицеливанием переводится в **пассивный контроль**, внимание и **активный контроль** направлены на контроль над работой пальца по управлению спуском курка с боевого взвода.

Во время движения «ровной мушки» вниз биатлонист фиксирует положение мушки относительно края диоптра, продолжается активация мышц указательного пальца спусковой руки, давление на спусковой крючок активно увеличивается (выжимается 30–50 % усилия выжима боевого хода спускового крючка).

Фаза спуска (0.3–0.6 с). Начинается с приведения «ровной мушки» в район точки прицеливания и завершается производством выстрела. Она (обычно) не должна длиться дольше 1.5 секунд на начальных этапах обучения. По мере роста мастерства время на завершение нажима на спусковой крючок должно сокращаться до 0.3 секунды, максимум до 0.8 секунды.

В момент наведения «ровной мушки» в район прицеливания дыхание задерживается, а «ровная мушка» стабилизируется. Если траектория движения «ровной мушки» во всех предыдущих фазах была оптимальной, то производство выстрела будет полностью контролируемым, а оружие останется в том же положении.

В случае возникновения каких бы то ни было проблем процесс необходимо прервать и производство выстрела отложить.

Фаза удержания/прицеливания после выстрела и возврата в исходное положение и длится не более 0.3–0.4 секунды. Начинается непосредственно после производства выстрела и заканчивается возвратом «ровной мушки» в точку прицеливания с завершением движения оружия, возникшего в результате его отдачи. После производства выстрела оружие некоторое время удерживается в изгойке (до 0.5 с). Мышцы тела сохраняют свое напряжение. Взгляд по-прежнему зафиксирован на мушке, спусковой палец сохраняет усилие нажима на спусковой крючок, мысленно биатлонист определяет отклонение от линии прицеливания.

Изменение напряжения мышц тела может быть изменено только после того, как оружие будет приведено в исходное положение.

Удержания/прицеливание после выстрела в определенной степени отражается на результате стрельбы, например:

1. Способствует более спокойному завершению выстрела.
2. Предотвращает преждевременный выход из изгойки, который в результате изменения напряжения мускулатуры может негативно сказаться на результате выстрела.
3. Предоставляет биатлонисту очень важную возможность осуществить:



- контроль отклонения линии прицеливания;
- контроль внутренней изготовки;
- контроль ошибок спуска;
- контроль поведения оружия после произведения выстрела.

Большое значение имеет также контроль **оптимальной отдачи оружия**. Зрительное восприятие оптимальной отдачи при стрельбе лежа (стоя) можно передать следующим образом: энергия пули подбрасывает ствол в вертикальном направлении, затем ствол снова возвращается в исходное положение.

Короткое прямое подбрасывание позволяет понять, приняло ли туловище биатлониста отдачу винтовки оптимально. Если «ровная мушка» возвращается в исходное положение, то не возникает никаких параллельных или угловых колебаний.

Завершается фаза удержания/прицеливания после выстрела и возврата в исходное положение и является началом переноса «ровной мушки» на следующую мишень.

Цикл перехода с первой мишени биатлонной мишенной установки на вторую.

Цикл перехода на вторую мишень состоит из 3 фаз:

1. Перемещение «ровной мушки» на вторую мишень биатлонной мишенной установки за счёт смещения правой части плечевого пояса и правой спусковой руки в изготовке для стрельбы из положения лёжа, в изготовке для стрельбы стоя перенос осуществляется только за счёт мышц ног.

2. Наведение «ровной мушки» на вторую мишень, перезаряжание.

3. Выдох – вдох и переход к действию в начальной фазе второго выстрела.

Далее биатлонист последовательно выполняет остальные фазы техники выполнения второго выстрела, пассивно/активно контролируя их.

Заключение:

1. Ведение стрельбы тактическим приёмом завершения выстрела в фазе спуска курка с боевого взвода способом динамического выстрела возможно только в рациональной изготовке [2, 111; 144] для скоростной стрельбы по мишенной биатлонной установке.

2. Выстрел должен происходить в завершении динамичной фазы, то есть после вдоха и остановки «ровной мушки» в зоне выстрела за счёт затаивания дыхания (тонкая наводка) в момент завершающего движения пальца, нажимающего на спусковой крючок, то есть **до перехода в зону статики** [2, 291; 3,111].

3. В результате проведённого педагогического эксперимента установлено, что использование тактического приёма завершения выстрела в фазе спуска курка с боевого взвода способом контролируемого динамического выстрела в сочетании с рациональной изготовкой для скоростной стрельбы из положения лёжа (стоя) при темпе стрельбы 2.2 – 3.0 с на выстрел повышает результативность стрельбы до 96 %.

Литература

1. Зрыбнев Н. А. Теория технической подготовки стрелка в стрельбе из спортивного пистолета : учебное пособие / Н. А. Зрыбнев. – Санкт-Петербург : Лань, 2020 г. – 292 с.
2. Зрыбнев Н. А., Зеленский А. В. Структура методики технической подготовки биатлониста в стрельбе из винтовки: учебник / Н. А. Зрыбнев, А. В. Зеленский. – Москва : КНОРУС, 2020. – 510 с.
3. Зрыбнев Н. А. Методика обучения и совершенствования техники скоростной стрельбы в современном пятиборье : учебник / Н.А.Зрыбнев – Москва : КНОРУС, 2021г– 298 с. – (Бакалавриат).



АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ТЕХНИКИ СТРЕЛЬБЫ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ БИАТЛОНИСТОК ИЗ ПОЛОЖЕНИЯ ЛЕЖА НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ «QUALISYS»

*Д. И. Иванов, Е. В. Муралеева
Чайковская государственная академия
физической культуры и спорта, г. Чайковский*

Введение. В биатлоне статическое и динамическое равновесие оказывает значительное воздействие на качество техники стрельбы, а отдельные виды координационных способностей участвуют в выполнении стрельбы самостоятельно или во взаимодействии друг с другом [5, с. 22–25]. Вдобавок на устойчивость оружия оказывают влияние различные компенсаторные усилия биозвеньев тела и их направленность вектора в виде приложения сил [7, с. 70–71]. При этом, стабильность удержания оружия за счет компенсаторного включения мышечных единиц связаны с результативностью стрельбы [6, с. 1–10].

Практикой биатлона общепризнанно, что во время тренировочного процесса тренер встречается с недостаточной полной информацией об ошибках спортсмена и способах ее корректировки. В то время, когда определенные педагогические воздействия, реализуемые в период занятий по повышению уровня технической подготовленности в стрелковом компоненте не помогают.

Применение современных технологий оценки технических действий во время взаимодействия биозвеньев тела с системой «стрелок-оружие» позволяет объективно контролировать действия при стрельбе [1, с. 36–43]. При этом технические средства с обратной связью представляют возможность для спортсмена составить оптимальную модель в виде структуры техники изготовления [4, с. 127–131]. А исследование кинематических характеристик стрелковой подготовленности квалифицированных биатлонистов при помощи оптико-электронного и динамометрического аппаратно-программного комплекса «Qualisys» сопряженного с тензометрической платформой АМТІ позволяет выявить характерные ошибки в элементах стрельбы [3, с. 14–16].

Следует отметить, что в настоящее время осуществление исследований изготовления в стрельбе из положения лежа реализуется эпизодически [2, с. 84–90]. Таким образом, в связи с малочисленностью научно-методических работ по совершенствованию техники стрельбы часто встречаются противоречащие друг другу методические рекомендации.

В результате предполагаем, что анализ техники изготовления квалифицированных биатлонисток из положения лежа при помощи средств с обратной связью является актуальным направлением по повышению стрелковой подготовленности. Именно использование аппаратно-программного комплекса «Qualisys» позволит нам определить характерные особенности изготовления лежа и далее сформировать пути коррекции технических действий спортсменов.

Методика и организация исследования. В исследовании по анализу структуры техники стрельбы лежа приняли участие 6 квалифицированных биатлонисток в возрасте от 15 до 20 лет, в том числе 3 – имели звание «мастер спорта» и 3 – первый спортивный разряд. Исследование кинематических характеристик проводилось в условиях лаборатории научно-медицинского центра на Федеральном центре подготовки по зимним видам спорта «Снежинка» им. А. А. Данилова в городе Чайковский в ноябре 2021 года.



Определение данных о структуре техники стрельбы из положения лежа выполнялось при помощи оптико-электронного и динамометрического аппаратно-программного комплекса «Qualisys» сопряженного с тензометрической платформой АМТИ.

В период анализа структурных характеристик техники стрельбы квалифицированных биатлонисток маркер устанавливался на основание мушки малокалиберного оружия, после чего испытуемые находясь на тензометрической платформе выполняли стрелковое упражнение в виде 5 выстрелов без ограничения времени. Вдобавок определение стрелковой подготовленности биатлонисток было реализовано в условиях тира лыжно-биатлонного комплекса посредством выполнения 2 серий и 5 выстрелов по бумажным (очковым) мишеням после выполнения циклической нагрузки на лыжном тренажере SkiErg Concept2 в течение 2,5 минут с частотой сердечных сокращений при 80% от индивидуального максимума без отдыха между повторением задания и выделением 30 секунд на осуществление стрельбы.

Результаты исследования. Отсутствие новых технологий обеспечения системы подготовки в биатлоне формирует проблемную ситуацию, которая заключается в индивидуальной подгонке оружия учитывающее компенсаторные мышечные напряжения в ответ на высокие требования к уровню стрелковой подготовленности. В связи с этим рассмотрим результаты кинематических показателей в стрельбе из положения лежа (таблица 1).

Таблица 1 – Кинематические показатели техники стрельбы из положения лежа квалифицированных биатлонисток

Кинематические показатели		Мастера спорта ($X \pm \sigma$)	1 разряд ($X \pm \sigma$)
Распределение усилий из положения лежа (%)	Левая рука	$57,11 \pm 6,29$	$51,62 \pm 9,31$
	Правая рука	$42,89 \pm 6,29$	$48,38 \pm 9,31$
Трапеция опоры из положения лежа (см)	Фронтальная сторона	$35,66 \pm 1,15$	$34 \pm 5,56$
	Правая сторона	$46,66 \pm 4,16$	$45,3 \pm 2,88$
	Тыльная сторона	$26,73 \pm 2,54$	$26,33 \pm 2,08$
	Левая сторона	$60,33 \pm 1,52$	$53,66 \pm 7,57$
	Периметр	$168,66 \pm 5,77$	$159,33 \pm 13,31$
Угловые характеристики (°)	Локтевой сустав левой руки	$85,6 \pm 3,51$	$80,6 \pm 3,05$
	Плечевой сустав левой руки	$103,33 \pm 5,03$	$101,3 \pm 3,05$
	Угол разведения ног	$71,6 \pm 6,5$	$73,6 \pm 6,42$
	Плечевой сустав правой руки	$97,33 \pm 3,21$	$105,3 \pm 2,08$
	Локтевой сустав правой руки	$70,33 \pm 5,03$	$73,6 \pm 1,52$
Амплитуда движения оружия из положения лежа в плоскости (ММ)	Сагитальной	$2,03 \pm 0,20$	$2,83 \pm 0,64$
	Горизонтальной	$3,96 \pm 0,68$	$4,83 \pm 0,61$
	Фронтальной	$7,33 \pm 1,25$	$14,06 \pm 4,34$
Скорость прицеливания из положения (мм/с)	Лежа	$0,12 \pm 0,01$	$0,18 \pm 0,05$
Выполнение стрельбы (10 выстрелов) (%)	Лежа	$81,1 \pm 1,9$	$61,8 \pm 8,04$



В результате исследования выявлено, что у испытуемых техника выполнения стрельбы лежа значительно отличается. В то же время расположение структур звеньев тела характеризуется компенсаторным напряжением мышечных единиц для принятия устойчивого положения в системе «стрелок- оружие».

Следует отметить, что при осуществлении исследования были отмечены индивидуальные особенности у спортсменов с более высокой квалификацией в сравнении с менее подготовленными спортсменами. К таким сравнительным особенностям, влияющим на результативность стрельбы отнесем: смещение усилия опоры на левую руку; более прямой разворот туловища относительно направления стрельбы; изменение углов в локтевом суставе левой руки и плечевом суставе правой руки; уменьшенная длина амплитуды движения оружия; низкая скорость прицеливания; высокий процент попаданий.

В то же время многомерный анализ выявил наиболее значимые ошибки у обеих группах биатлонисток проявляемые в виде движения оружия в различных плоскостях и осях на которые необходимо существенно обратить внимание. Таким образом, на основе прикрепленного маркера определили ошибки, такие как: подталкивание плечом, несистемная остановка мушки в мишени, высокая скорость и длина прицеливания.

Дополнительно отметим, что при помощи применения аппаратно-программного комплекса «Qualisys» получили модельные характеристики структуры техники стрельбы биатлонисток, которые выражены следующими данными: локтевой сустав левой руки 85°; плечевой сустав левой руки 103°; угол разведения ног 72°; плечевой сустав правой руки 97°; локтевой сустав правой руки 70°; периметр трапеции из положения лежа 168 см; скорость прицеливания из положения менее 0,12 мм/с. В то же время амплитуда движения оружия из положения лежа в сагиттальной плоскости менее 2 мм, в горизонтальной плоскости менее 4 мм, во фронтальной плоскости менее 8 мм.

Выводы. Анализ структуры техники стрельбы квалифицированных биатлонисток из положения лежа на основе применения системы «Qualisys» с использованием оптико-электронного и динамометрического программного-комплекса «Qualisys» сопряженный с тензометрической платформой АМТИ позволил выявить технические ошибки и пути совершенствования стрелковой подготовленности. Использование современных методов анализа позволяет оптимально скорректировать недостатки и индивидуально подогнать оружие согласно компенсирующего положения в системе «стрелок-оружие».

Литература

1. Галай Н. К. Комплексный тест для оценки стрелковой подготовленности биатлонистов / Н. К. Галай, Д. Ю. Быков // Ученые записки Белорусского государственного университета физической культуры. – 2020. – № 23. – С. 36–43.
2. Зрыбнев Н. А. Влияние геометрии изготовления на кучность и меткость скоростной стрельбы из положения лёжа в биатлоне / Н. А. Зрыбнев // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта, 2017. – № 6 (148). – С. 84–90.
3. Иванов Д. И. Анализ кинематических характеристик стрелковой подготовленности квалифицированных биатлонистов / Д. И. Иванов, В. Н. Чумаков, И. А. Каринцев, Н. В. Лобанов // Теория и практика физической культуры. – 2022. – № 3. – С. 14–16.
4. Иванов Д. И. Анализ структуры техники изготовления квалифицированных биатлонистов в стрельбе из положения стоя / Д. И. Иванов, И. А. Худорожкова, Е. В. Муралеева, Л. В. Мельникова // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. – 2022. – № 1 (203). С.– 127–131.



5. Муралеева Е. В. Стрелковая подготовка квалифицированных биатлонистов с учетом их предрасположенности к самоконтролю / Е. В. Муралеева // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2021. – № 5. – С. 22–25.

6. Köykkä M, Laaksonen M. S., Ihalainen S., Ruotsalainen K., Linnamo V. (2021) Performance-determining factors in biathlon prone shooting without physical stress. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. – P. 1–10.

7. Sattlecker G., Buchecker M., Birklbauer J., Muller E. Effects of fatigue on shooting performance and biomechanical patterns in elite biathletes (2013). 6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg. – Austria. – P. 79.

References.

1. Galaj N. K. Kompleksnyj test dlya ocenki strelkovej podgotovlennosti biatlonistov / N. K. Galaj, D. YU. Bykov // Uchenye zapiski Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta fizicheskoj kul'tury. – 2020. – № 23. – S. 36–43.

2. Zrybnev N. A. Vliyanie geometrii izgotovki na kuchnost' i metkost' skorostnoj strel'by iz polozeniya lyozha v biatlone / N. A. Zrybnev // Uchenye zapiski universiteta im. P. F. Lesgafta, 2017. – № 6 (148). – S. 84–90.

3. Ivanov D. I. Analiz kinematiceskikh harakteristik strelkovej podgotovlennosti kvalificirovannyh biatlonistov / D. I. Ivanov, V. N. CHumakov, I. A. Karincev, N. V. Lobanov // Teoriya i praktika fizicheskoj kul'tury. – 2022. – № 3. – S. 14–16.

4. Ivanov D. I. Analiz struktury tekhniki izgotovki kvalificirovannyh biatlonistov v strel'be iz polozeniya stoya / D. I. Ivanov, I. A. Hudorozhkova, E. V. Muraleeva, L. V. Mel'nikova // Uchenye zapiski universiteta im. P. F. Lesgafta. – 2022. – № 1 (203). S.– 127–131.

5. Muraleeva E. V. Strelkovaya podgotovka kvalificirovannyh biatlonistov s uchetom ih predraspolzhennosti k samokontrolyu / E. V. Muraleeva // Fizicheskaya kul'tura: vospitanie, obrazovanie, trenirovka. – 2021. – № 5. – S. 22–25.

6. Köykkä M, Laaksonen M. S., Ihalainen S., Ruotsalainen K., Linnamo V. (2021) Performance-determining factors in biathlon prone shooting without physical stress. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. – P. 1–10.

7. Sattlecker G., Buchecker M., Birklbauer J., Muller E. Effects of fatigue on shooting performance and biomechanical patterns in elite biathletes (2013). 6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg. – Austria. – P. 79.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТАТИЧЕСКОГО И ДИНАМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ В СТРЕЛКОВОМ КОМПОНЕНТЕ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ БИАТЛОНИСТОВ

*Е. В. Муралеева
Чайковская государственная академия
физической культуры и спорта, г. Чайковский*

Введение. Устойчивость позы при стрельбе лежа обеспечивается большой площадью опоры, невысоким расположением общего центра массы тела над площадью опоры и расположением проекции общего центра тяжести практически на центр площади опоры [2, с. 73–77].



При этом положение для стрельбы стоя характеризуется ограниченно устойчивым равновесием [3, с. 40–41]. Отличительной чертой ограниченно-устойчивого равновесия является условие, при котором возвращение равновесия телу возможно при отклонении проекции центра тяжести тела, не выходящие за периметр площади опоры [1, с. 6–7].

Положение для стрельбы стоя характеризуется: высоко расположенным общим центром массы тела над площадью опоры; малым периметром площади опоры; необходимостью удерживать оружие горизонтально над площадью опоры на уровне плеч. К этому добавляются амортизационные свойства лыж, на которых стоит спортсмен и нередко скользкие условия опоры.

Осуществление стрелковой подготовки квалифицированных биатлонистов на основе дифференциации в условиях тренажа, эффективно сказывается на результате соревновательной деятельности и является рациональным способом повышения технического мастерства [5, с. 22–24].

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ кинематических характеристик стрелковой подготовленности квалифицированных биатлонистов позволил выявить значительные ошибки в элементах техники стрельбы, которые заключаются в дополнительном усилии на затыльник приклада, отсутствии остановки оружия, скорости и длине линии прицеливания [4, с. 14–16].

Основная проблема подготовки спортсменов, заключается в невысокой эффективности реализации уровня стрелковой подготовленности квалифицированных биатлонистов в условиях соревновательной деятельности, что связано с низким уровнем развития статического и динамического равновесия.

Поэтому предлагаем вариант снятия обозначенной проблемы путем: дифференцирования группы испытуемых по преобладанию ведущего анализатора; разработки комплексов координационных упражнений в стрелковой подготовке квалифицированных биатлонистов и реализации его в условиях тренажа; включения в содержание методики блоков упражнений стрелковой направленности, подобранных с учетом специфики биатлона.

При разработке методики совершенствования статического и динамического равновесия квалифицированных биатлонистов необходимо основываться на свойства кумулятивной адаптации, где осуществляется изменение адаптированных систем организма в качественное состояние.

Таким образом, появляется возможность целенаправленно применять педагогические воздействия по повышению технической подготовленности в стрелковом компоненте биатлонистов сопряжено регулируя частоту занятий, интенсивность и длительность выполняемых упражнений.

Методика совершенствования статического и динамического равновесия объединяет все представленные компоненты на основе дифференцированного подхода по изучению содержания координационных способностей, их разновидностей и проявлений.

Таким образом, совершенствование равновесия у квалифицированных биатлонистов состоит из 5 блоков (модулей), каждое направление из которых сконцентрировано на решение задач стрелковой подготовленности и содержит в себе комплексы специальных стрелковых упражнений, выполняемых в процессе в виде формы круговой тренировки в условиях тренажа.

Структура методики совершенствования статического и динамического равновесия квалифицированных биатлонистов включает цель, концептуальную основу, содержательный, процессуальный, и оценочно-результативный компоненты (рисунок 1).

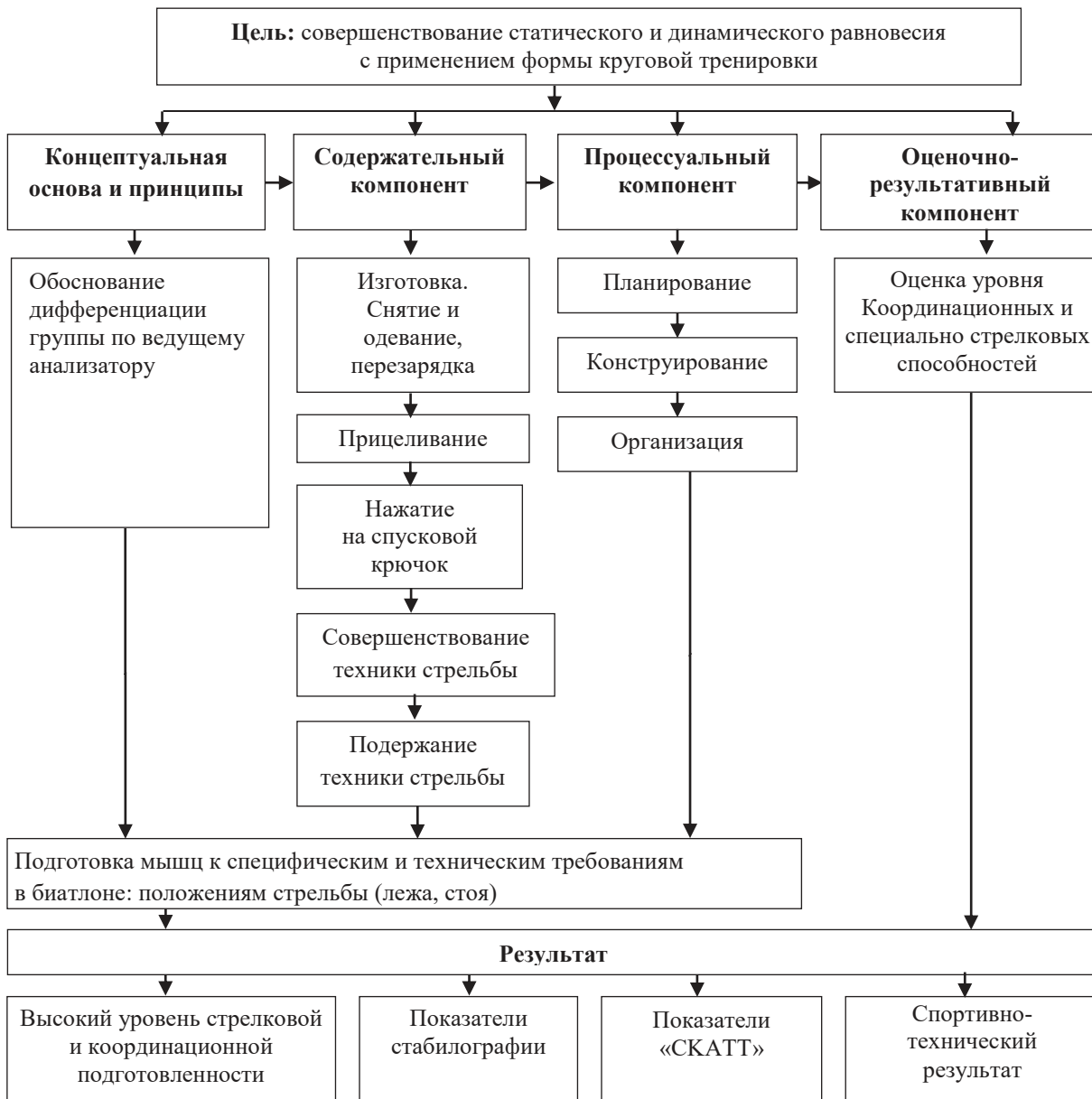


Рисунок 1 – Методика совершенствования статического и динамического равновесия квалифицированных биатлонистов

Таким образом, первостепенной задачей при работе с оружием в условии тренажа квалифицированных биатлонистов считаем решение стрелковых задач таких как: в комплексе № 1 основной направленностью являлось совершенствование техники изготовления, одевание и снятие оружия, перезарядки; в комплексе № 2 нацеленность определялась совершенствованием техники прицеливания; в комплексе № 3 ведущей работой спортсмена является техника воспроизводства и нажатие на спусковой крючок; в комплексе № 4 основной составляют упражнения направленные на совершенствование техники стрельбы. При этом в соревновательном периоде предложен комплекс № 5 который является поддержанием уровня наработанных кондиций.



Так на основе годового плана составлены тематические планы на этапы годового цикла, по которым видно, когда и в каком объеме выполнять нагрузку. При этом, группа спортсменов с преобладанием мышечного анализатора в основном упражнения выполняют без визуального сопровождения. В то время как спортсмены с преобладанием зрительного анализатора акцентируют свое внимание на визуальном контроле.

Совершенствование статического и динамического равновесия квалифицированных биатлонистов необходимо реализовывать с учетом соблюдения *ряда условий*: проведение тренировочных занятий должно быть реализовано на основе Федерального стандарта и региональной программы по виду спорта; продолжительность тренировочного занятия тренажа составляет до 90 минут; занятия реализуются по специально разработанной системной программе; в тренировочном процессе осуществляется опора на общие дидактические принципы, средства, методы и формы организации тренировки с учётом качественного своеобразия экспериментальной программы; осуществление оперативной корректировки содержания тренировочных занятий в зависимости от степени усвоения учебного материала программы; проведение оперативного контроля за состоянием занимающихся, индивидуально для каждого спортсмена дозируется нагрузка.

В то же время совершенствование равновесия на основе разделения квалифицированных биатлонистов на группы по преобладанию ведущего анализатора необходимо реализовывать в условиях тренажа два раза в неделю в подготовительном периоде и один - в соревновательном, на развивающем и поддерживающем этапах с применением круговой тренировки по методу непрерывно-поточной работы, без перерывов или с небольшим интервалом отдыха вовремя смены упражнения.

Таким образом, в годовом цикле на реализацию методики было проведено 49,5 часов, что составляет 50 % от общего объема на реализацию тренажа (специальных стрелковых упражнений). На проведение упражнений в ЭГ было выделено 72 занятия. Объем нагрузки высчитывался на основе годового плана стрелковой подготовки квалифицированных биатлонистов отраженной в программе подготовки по биатлону региональной команды.

Вывод. Планирование стрелковой подготовки квалифицированных биатлонистов необходимо осуществлять с применением специальных упражнений, направленных на совершенствование статического и динамического равновесия. При этом в настоящее время актуальным направлением по повышению стрелковой подготовленности является дифференциация группы по ведущему анализатору в условии проведения тренажа, что эффективно сказывается на результате соревновательной деятельности.

Литература

1. Донской Д. Д. Биомеханика : учебник для институтов физической культуры / Д. Д. Донской, В. М. Зацюрский. – М. : Физкультура и спорт, 1979. – 264 с.
2. Зубрилов, Р. А. Стабилографические исследования устойчивости биатлонистов высокой квалификации / Р. А. Зубрилов, А. Ю. Шидловский // Современная система спортивной подготовки в биатлоне: материалы II Всерос. науч.-практ. конф. (Омск, 30 апреля 2012 г.). – Омск, 2012. – С. 73–78.
3. Зубрилов, Р. А. Становление, развитие и совершенствование техники стрельбы в биатлоне : монография / Р. А. Зубрилов. – М. : Советский спорт, 2013. – 352 с.



4. Иванов Д. И. Анализ кинематических характеристик стрелковой подготовленности квалифицированных биатлонистов / Д. И. Иванов, В. Н. Чумаков, И. А. Каринцев, Н. В. Лобанов // Теория и практика физической культуры. – 2022. – № 3. – С. 14–16.

5. Муралеева Е. В. Стрелковая подготовка квалифицированных биатлонистов с учетом их предрасположенности к самоконтролю / Е. В. Муралеева // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка, 2021. – № 5. – С. 22–24.

БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕХНИКИ ОДНОВРЕМЕННОГО ДВУХШАЖНОГО КОНЬКОВОГО ХОДА ЮНЫХ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ

*Н. Б. Новикова, И. Г. Иванова, А. Н. Белева
Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт
физической культуры, г. Санкт-Петербурге*

Введение. В настоящее время очевидно, что появление новых форматов соревнований, совершенствование экипировки, использование машинной подготовки трасс привели к значительным изменениям в технике лыжных ходов высококвалифицированных спортсменов, переоценке факторов успеха в лыжных гонках, и как следствие – изменению методики подготовки лыжников-гонщиков [1, 2]. В частности, доказано увеличение мощности и скорости отталкивания при передвижении классическими и коньковыми ходами, уменьшение амплитуды движений и изменение ритмовой структуры лыжных ходов, модификация работы мышц в одновременных способах передвижения [3–5]. Остается открытым вопрос, насколько эти изменения коснулись сферы детско-юношеского спорта, и возможно ли использование в подготовке юных спортсменов критериев эффективной техники лыжных ходов, разработанных для спортсменов высокой квалификации.

Анализ научной литературы показывает, что большинство современных биомеханических исследований посвящены анализу техники лыжных ходов лыжников-гонщиков высокой квалификации. Техника юных лыжников-гонщиков изучена в меньшей степени, причем основными параметрами, описанными в доступных публикациях, являются макро-кинематические характеристики лыжных ходов: продолжительность цикла, частота движений, длина шага, гармоничность хода. Определение макро-кинематических показателей спортсменов разного возраста и уровня подготовленности позволяет определить лимитирующие факторы технического мастерства, однако не помогает ответить на вопрос каким образом совершенствовать технику движений, на какие эталоны техники ориентироваться на начальном и тренировочном этапах подготовки.

Некоторые авторы проводят качественный анализ техники юных спортсменов, определяют распространенные технические ошибки и предлагают способы их коррекции при помощи имитационных упражнений [5–8].

Показано, что большинство типичных ошибок обусловлено недостаточным вниманием к качеству выполнения разнообразных технических действий передвижения на лыжах по сравнению с общефизической подготовкой и развитием выносливости [9].

Наиболее часто встречаются технические недочеты, связанные с нарушением устойчивого проката на одной лыже, своевременного переноса центра тяжести на опорную



лыжу, смещением плоскости коленных суставов и таза от основного направления движения. Большинство определенных технических ошибок требуют развития динамической устойчивости, точности приложения усилий и контроля положения тела в пространстве.

Техника юных лыжников-гонщиков с одной стороны обусловлена их физическими возможностями, с другой – должна быть ориентирована на высокий уровень технической подготовленности во взрослом возрасте, то есть для целенаправленного формирования современной техники необходимо в некоторой мере предугадывать тенденции развития вида спорта в ближайшем будущем.

Для осуществления технической подготовки и создания правильного стереотипа движений у спортсменов большое значение имеет определение оптимальных угловых характеристик для каждого способа передвижения. Именно правильное соотношение определенных величин суставных углов в ключевых моментах цикла в значительной мере определяет эффективность лыжного хода и формирует представления тренера и спортсмена о правильной технике [10].

В то же время, большинство пособий, посвящённых обучению технике лыжных ходов и технической подготовке в детском возрасте, основано на исследованиях, осуществленных в прошлые десятилетия. Методические и учебные материалы, предназначенные для повышения квалификации тренеров, в том числе, в вопросах технической подготовки, содержат иллюстрации технических элементов лыжных ходов, фазовый анализ и описание технических действий, основанных на технике лыжников-гонщиков, актуальной в прошлом столетии [11].

Мы предположили, что биомеханический анализ техники лыжного хода сильнейших юных лыжников-гонщиков России позволит определить особенности техники юных спортсменов, выявить типичные ошибки и наметить пути совершенствования технической подготовки на различных этапах многолетнего совершенствования.

Методы и организация исследования. Исследования техники лыжных ходов проводились на Первенстве России среди юношей 15–16 лет, в Сыктывкаре, 19 февраля 2022 года. Спортсмены состязались в гонках свободным стилем: юноши на дистанции 5 км и девушки на дистанции 3 км. В день гонки была стабильная погода, облачно, температура воздуха – $-0,3$ – $0,1^{\circ}$, трасса жесткая, температура снега – $-0,9^{\circ}$. Видеосъемка осуществлялась двумя видеокамерами высокого разрешения Sony HDR-CX 730 EV, Sony HDR-CX 700 E (частота кадров 50 к/с) на подъеме крутизной 6 – 7° у девушек (финишный подъем) и на подъеме крутизной 8 – 9° у юношей (на отсечке 3,5 км). Видеозапись, выполненная видеокамерой, установленной неподвижно на штативе перпендикулярно трассе, использовалась для расчета кинематических параметров в программе Dartfish Pro. Второй видеокамерой осуществлялась съемка «с проводкой» для визуальной оценки техники во фронтальной и сагиттальной плоскостях.

Была проанализирована техника всех участников соревнований (223 девушки и 237 юношей) и рассчитаны биомеханические характеристики техники одновременного двухшажного конькового хода лучших 50 спортсменов среди юношей и девушек.

Результаты исследования и их обсуждение. В Первенстве России по лыжным гонкам среди юношей участвовали лыжники и лыжницы 2008–2006 годов рождения из 76 регионов. Девушка, ставшая победительницей, преодолела дистанцию 3 км за 8 мин 23 с, причем плотность результатов была достаточно высокой, и спортсменка, занявшая 50 место, проиграла лидеру всего 36 с. Лучший результат в группе юношей на дистанции 5 км составил 11 мин 43 с, а спортсмен, занявший на этой дистанции 50 место, проиграл лидеру 50 с.



В таблице 1 приведены кинематические характеристики одновременного двухшажного конькового хода на подъемах соревновательной дистанции. Для исследования техники юношей был выбран более крутой подъем, так как на «женском» подъеме большинство лыжников использовали более скоростной одновременный одношажный ход. Скорость юношей и девушек на данных участках подъема не имела существенных различий. Длина шага у юношей была статистически значимо больше, а частота движений меньше, чем у девушек. Продолжительность отталкивания ногой и период подседания в обеих группах имели сходные значения, а время проката больше у юношей, несмотря на значительную крутизну подъема. Для сравнения в таблице 1 приведены аналогичные данные, полученные на соревнованиях спортсменов высокой квалификации (FIS Oloksen Tykkikisat, Муонио, 14.11.2021, участвовали спортсмены сборных команды России и Финляндии). На соревнованиях в Финляндии видеосъемка проводилась на участке подъема крутизной 8° , при низкой температуре воздуха, длина дистанции составляла 15 км у мужчин и 10 км у женщин.

Таблица 1 – Кинематические характеристики техники одновременного двухшажного конькового хода на подъемах, $\bar{X} \pm \sigma$

	Скорость, м/с	Длина шага, м	Частота движений, цикл/мин	Время отталкивания ногой, с	Время подседания, с	Время проката, с
Девушки, n = 50	3,18	3,18	60,30	0,29	0,26	0,32
	0,24	0,24	4,79	0,04	0,05	0,04
Юноши, n = 50	3,23	3,33*	58,28*	0,28	0,27	0,38*
	0,24	0,24	4,79	0,04	0,04	0,06
Мужчины, n = 17	3,45	3,71	55,8	0,30	0,28	0,36
	0,32	0,18	5,31	0,05	0,03	0,05
Женщины, n = 17	2,78	2,95	56,50	0,28	0,26	0,32
	0,27	0,18	4,78	0,03	0,03	0,04

Низкая скорость женщин относительно показателя девушек объясняется тяжелыми условиями гонки – медленный снег, сложный рельеф, более длинная дистанция. Очевидно, что такие показатели, как скорость и длина шага в лыжных гонках не объективны и не могут применяться для оценки эффективности техники. В то же время, временные параметры более стабильны и могут использоваться, по крайней мере, в сравнительном анализе. Частота движений взрослых гонщиков ниже этого показателя у юных спортсменов, причем женщины, как и девушки, развивают более высокую частоту движений и демонстрируют меньшую продолжительность проката, по сравнению с мужчинами и юношами. Продолжительность подседания и отталкивания не имеет существенных различий во всех группах.

Корреляционный анализ показал положительную взаимосвязь скорости передвижения лыжниц-гонщиц на подъеме с длиной шага ($r = 0,539$) и скорости передвижения лыжников-гонщиков с частотой движений на данном участке подъема ($r = 0,601$).

Угловые характеристики техники лыжных ходов – величины, зависящие от многих факторов, таких как морфологические особенности спортсмена, уровень подготов-



ленности и работоспособности, состояние нервно-мышечного аппарата, скорость передвижения и выбор тактики на дистанции. Все это не позволяет использовать угловые характеристики лыжных ходов в качестве точных модельных показателей и значительно усложняет процесс оценки техники. Например, в разных ситуациях величина угла в коленном суставе в момент подседания может меняться от 100 до 125°, и в любом случае такой вариант техники может быть наиболее эффективным для решения конкретной двигательной задачи. В то же время, при недостаточном угле наклона голени малый угол в коленном суставе (100–110°) может привести к смещению центра тяжести назад, что однозначно снизит эффективность отталкивания. По-видимому, оценивая технику, стоит в большей мере опираться не на величины отдельных углов, а на их соотношение. В частности, можно совершенно точно утверждать, что соотношение основных суставных углов в сагиттальной плоскости должно быть таким, чтобы обеспечить своевременный перенос центра тяжести в цикле движения, точность и своевременность отталкивания. Для оценки соответствия техники юных спортсменов критериям эффективности, разработанным для высококвалифицированных лыжников, был проведен сравнительный анализ угловых показателей техники юных лыжников-гонщиков и характеристик одновременного двухшажного конькового хода лидеров международных соревнований (таблицы 2–5).

В момент постановки маховой ноги на опору средние величины угла наклона голени к поверхности трассы составили 70,7 и 69,0° у девушек и юношей (таблица 2). У лыжников международного уровня эти углы были незначительно больше. Средние величины угла в коленном суставе у юношей и девушек составили 120 и 121,6°, у взрослых спортсменов – 125,1 и 129,5°. Угол в тазобедренном суставе у молодых лыжников также был несколько меньше, чем у взрослых. Такое соотношение суставных углов у юных лыжников-гонщиков обеспечивает активное, устремленное вперед положение выпада, что оправдано с учетом относительно низких физических возможностей юношей и девушек (рисунок 1).

Угловые характеристики подседания важны для оценки своевременности переноса веса тела вперед (рисунок 2). В случае правильного выполнения этого элемента, в момент, когда колени находятся в одной плоскости, проекция центра тяжести смещается на переднюю часть стопы. Это обеспечивается острым углом наклона голени, как правило, он составляет около 65–60° и менее. Средние значения величины угла наклона голени в момент подседания у девушек и юношей составляют 59°, угла в коленном суставе – 116–117° (таблица 3).

Таблица 2 – Углы в суставах в момент вкатывания ноги, град.

Спортсмены		Угол наклона голени	Угол в коленном суставе	Угол в тазобедренном суставе
Девушки, n = 50	\bar{X}	70,68	121,6	94,52
	σ	5,53	9,28	11,23
Юноши, n = 50	\bar{X}	69,01	120,1	91,78
	σ	5,55	9,8	8,51
Ииво Нисканен		72,1	125,1	101,8
Наталья Непряева		76,1	129,5	102,5



Рисунок 1 – Положение спортсменов в момент постановки маховой ноги на опору.

А – Ииво Нисканен, В – Наталья Непряева, С и D – юные спортсмены

Таблица 3 – Углы в суставах в момент подседания, град.

Спортсмены		Угол наклона голени	Угол в коленном суставе	Угол в тазобедренном суставе
Девушки, n = 50	\bar{X}	58,7	116,7	88,69
	σ	3,32	6,35	7,72
Юноши, n = 50	\bar{X}	59,06	117,1	84,61
	σ	3,96	6,93	6,94
Ииво Нисканен		58,2	115,7	96,8
Наталья Непряева		57,1	119,1	96,1

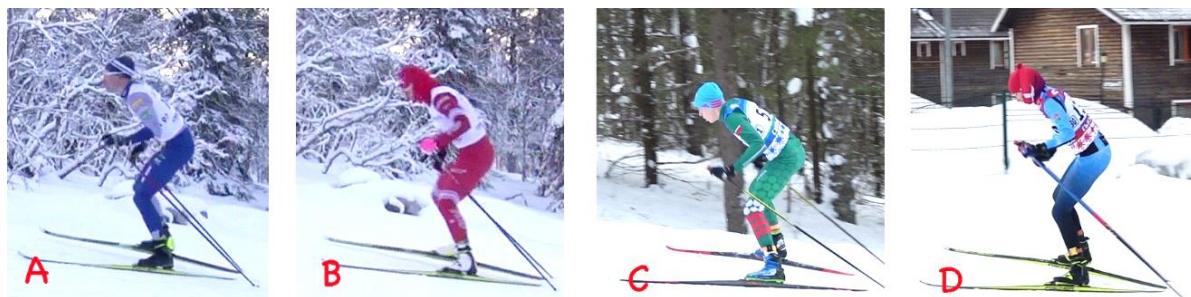


Рисунок 2 – Положение спортсменов в момент подседания.

А – Ииво Нисканен, В – Наталья Непряева, С и D – юные спортсмены

Показатели сильнейших лыжников отличаются незначительно. Угол в тазобедренном суставе у юных лыжников существенно меньше, чем у взрослых. Это может объясняться чрезмерным сгибанием туловища из-за накопившегося утомления или стремлением выполнить более широкий шаг. Целесообразнее активно смещать вес тела вперед за счет сильного наклона голени, но это требует хорошей подвижности в голеностопном суставе. Так, сильнейшие лыжники-двоеборцы, для которых гибкость одна из специальных двигательных способностей, демонстрируют угол наклона голени около 54° , что повышает экономичность лыжного хода. Возможно, увеличение внимания к развитию гибкости лыжников в юношеском возрасте может способствовать повышению эффективности лыжного хода.



Таблица 4 – Углы в суставах в момент окончания отталкивания (толчковая нога), град.

Спортсмены		Угол наклона голени	Угол в коленном суставе	Угол в тазобедренном суставе
Девушки, n = 50	\bar{X}	57,98	151,3	135,4
	σ	4,85	8,69	12,19
Юноши, n = 50	\bar{X}	56,13	152,6	138,1
	σ	6,64	11,43	12,47
Ииво Нисканен		53,4	155,9	156,2
Наталья Непряева		56,3	151,9	164,6



Рисунок 3 – Положение спортсменов в момент окончания отталкивания.

А – Ииво Нисканен, В – Наталья Непряева, С и D – юные спортсмены

В момент окончания отталкивания величины суставных углов у юношей и девушек не имеют существенных отличий, но, в сравнении с показателями сильнейших лыжников, у юных гонщиков меньше угол в тазобедренном суставе (таблица 4). Мы измерили угол наклона туловища к горизонту в трех ключевых моментах цикла (таблица 5) и определили, что юноши и девушки сильнее наклоняют туловище во время подседания и окончания отталкивания. Величина угла наклона туловища в момент подседания у юных лыжников статистически значимо меньше этого показателя у юных лыжниц.

Таблица 5 – Углы наклона туловища к горизонту, град.

Спортсмены		Постановка ноги	Подседание*	Окончание отталкивания
Девушки, n = 50	\bar{X}	53,15	44,71	56,41
	σ	4,34	4,87	4,32
Юноши, n = 50	\bar{X}	52,24	39,66	57,06
	σ	5,05	5,08	5,36
Ииво Нисканен		56	45,5	64,7
Наталья Непряева		58,2	51,6	65,3

Зная величины углов в начале и конце периодов подседания и отталкивания, а также их продолжительность, можно рассчитать среднюю угловую скорость. Юные лыжники выполняют подседание за счет активного наклона голени, незначительного сгибания



колена и наклона туловища. Причем юноши активнее наклоняют туловище, а девушки – голень (рисунок 4).

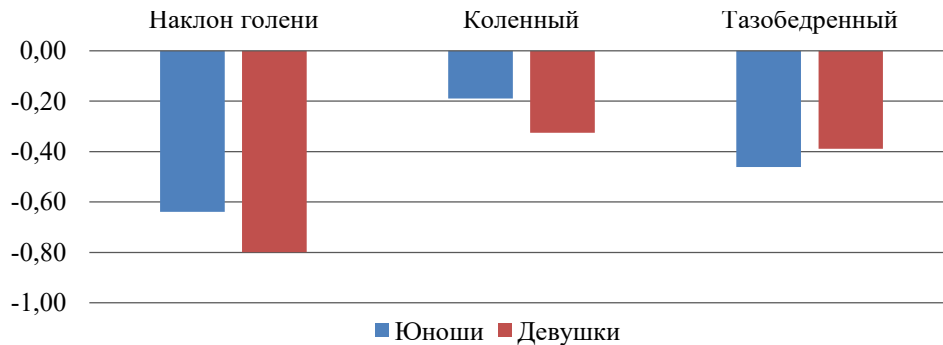


Рисунок 4 – Угловая скорость подседания юных лыжников-гонщиков, рад/с

Во время выполнения отталкивания происходит активное разгибание в коленном и тазобедренном суставах, при этом скорость разгибания бедра у юношей выше (рисунок 5). В целом полученные данные не имеют существенных отличий от угловых скоростей сильнейших лыжников [12].

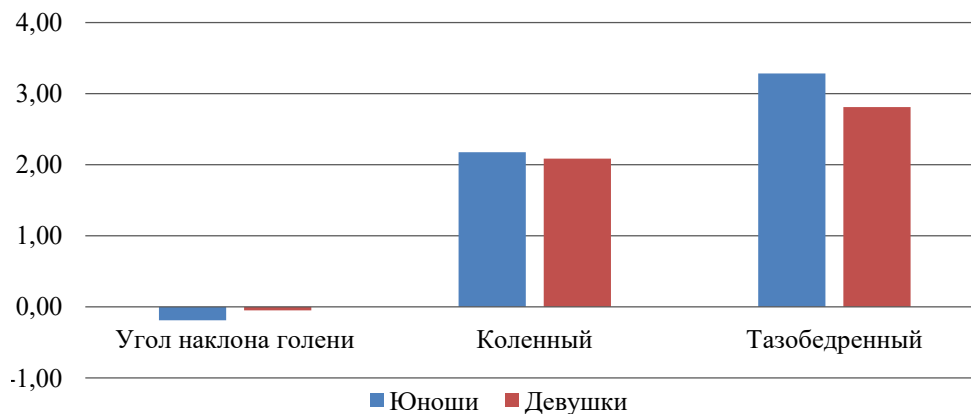


Рисунок 5 – Угловая скорость отталкивания юных лыжников-гонщиков, рад/с

Анализ угловых характеристик техники одновременного двухшажного конькового хода лучших юных лыжников-гонщиков показывает, что существенных отличий от показателей взрослых спортсменов не обнаружено. Техника юных спортсменов характеризуется более активным наклоном туловища, которое может объясняться утомлением мышц-стабилизаторов и стремлением гонщиков занять более активное, устремленное вперед положение. Тем не менее основные требования к технике спортсменов высокой квалификации и кинограммы лыжного хода, выполненные в боковой проекции, могут быть использованы в качестве ориентиров технической подготовки юных спортсменов [10].

Кроме биомеханического анализа конькового хода лучших юных лыжников-гонщиков был проведен визуальный анализ техники всех участников соревнований. Все ошибки были классифицированы и распределены в группы по локализации. Такое распределение достаточно условно, так как большинство технических ошибок взаимосвязаны,



но необходимо для анализа причин возникновения и способов устранения недочетов. У многих лыжников определялись несколько ошибок одновременно, поэтому общее количество ошибок было больше числа участников соревнований.

У девушек наибольшее количество ошибок определено в отталкивании руками – сгибание рук в локтевых суставах после постановки палок, раннее завершение отталкивания (кисти рук перед бедром) (рисунок 6.1). Почти столько же ошибок связано с недостаточно точным переносом веса во фронтальной плоскости (движение «маятника») – чрезмерно широкое положение лыж, наклон колена внутрь, явные «переломы» линии голова-таз-колени-стопа. В группу «неточное направление отталкивания руками» отнесены ошибки движения рук во время отталкивания и маха, их также достаточно много. Обычно, они связаны с неустойчивым положением на опоре и являются компенсаторным движением для уравнивания веса тела. Следующая группа «недостаточная стабильность корпуса» включала различные развороты, скручивания и излишние наклоны туловища. У девушек разворот туловища может быть вызван низкими силовыми возможностями мышц рук и плечевого пояса – таким образом они снижают давление на палки и разгибают руки без значительных усилий. Значительно меньше ошибок у девушек в движении ног. Несвоевременное отталкивание ногами проявлялось в чрезмерно затянутом разгибании ног, развороте стопы или лыжи после окончания толчка. Ошибками в постановке лыж считались чрезмерно высокое поднятие маховой ноги и постановка лыж на ребро, слабое отталкивание ногами проявлялось в больших значениях угла в коленном суставе во время подседания и коротком прокате. Только у шести лыжниц было определено недостаточное смещение веса тела вперед. Правильным считается такое положение рук в начале отталкивания, когда кисть ведущей руки находится немного выше головы, но перед ней, а вторая рука несколько впереди, примерно на уровне плеча. Расположение кисти ведущей руки намного выше головы или сбоку, за ухом, считалось ошибкой. У девушек таких недочетов почти не было, в отличие от юношей (рисунки 6.1 и 6.2).



Рисунок 6.1 – Технические ошибки в одновременном двухшажном ходе лыжниц-гонщиц 14–16 лет (количество ошибок)



В группе лыжников-гонщиков технические ошибки наиболее часто были связаны с недостаточным переносом веса тела во фронтальной плоскости. У юношей было больше ошибок в движении корпуса, и в отличие от техники девушек, и основной причиной этого, по-видимому, является утомление и недостаточная выносливость мышц-стабилизаторов. Ошибок, связанных с низкими силовыми возможностями рук, у юношей закономерно меньше, чем у девушек, а недостаточного переноса веса тела вперед не определено ни у кого из лыжников.



Рисунок 6.2 – Технические ошибки в одновременном двухшажном ходе лыжников-гонщиков 14–16 лет (количество ошибок)

Для того чтобы определить направления совершенствования технической подготовки юных лыжников-гонщиков, была предпринята попытка определения причин возникновения технических ошибок. Анализ литературы показывает, что существует прямая зависимость между степенью статокINETической устойчивости и качеством выполнения двигательных действий [13], и, в частности, с положением тела над опорой во время скольжения. Практический опыт позволяет предположить, что большинство ошибок в движении рук может быть связано с низкими силовыми способностями, излишние движения туловища – со слабостью и утомлением мышц-стабилизаторов, а слабое отталкивание ногами с недостатком силовой выносливости. Исходя из этого, мы классифицировали технические ошибки, определенные у участников Первенства России по предполагаемым причинам их возникновения (рисунки 7.1 и 7.2).

На представленных диаграммах видно, что большая часть ошибок связана с недостаточным уровнем двигательных способностей, в особенности разновидностей координационных способностей, в том числе, равновесия. У девушек значительная доля ошибок



обусловлена недостаточным уровнем силовых возможностей рук и плечевого пояса, а у юношей слабостью мышц-стабилизаторов.

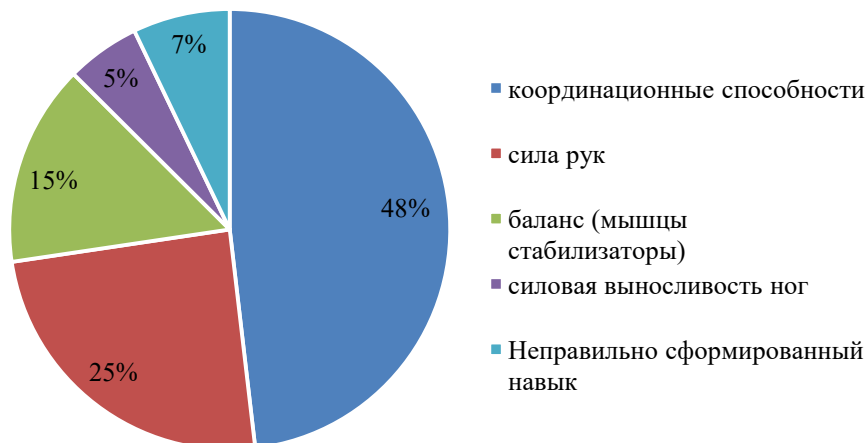


Рисунок 7.1 – Возможные причины технических ошибок у девушек

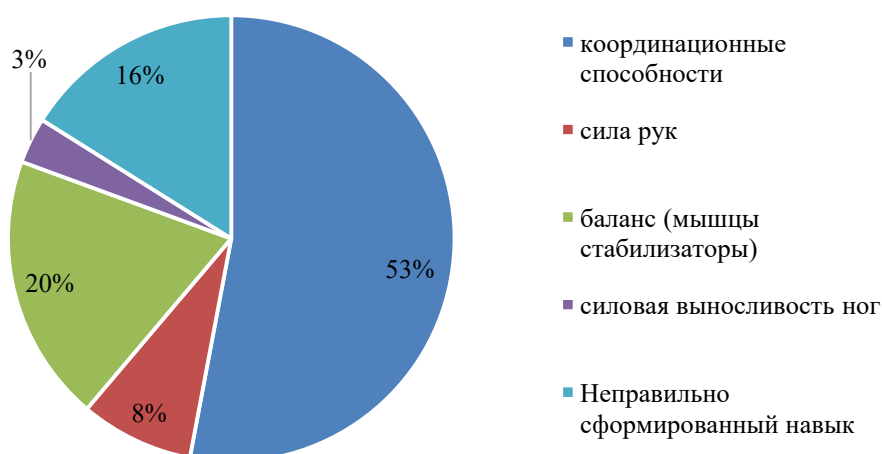


Рисунок 7.2 – Возможные причины технических ошибок у юношей

Заключение. Проведенный анализ техники одновременного двухшажного конькового хода лучших лыжников-гонщиков 15–16 лет показал соответствие угловых характеристик техники в сагиттальной плоскости аналогичным параметрам техники элитных лыжников-гонщиков. Это позволяет рекомендовать разработанные ранее критерии эффективности техники коньковых ходов для использования в технической подготовке юных лыжников. Техника большинства юных лыжников соответствует современной тенденции – активному положению лыжника в период подседания и своевременному переносу веса тела в момент отталкивания.

Вместе с тем, юноши и девушки, участники Первенства России по лыжным гонкам имеют значительное количество технических ошибок, большая часть которых может быть связана с недостаточным уровнем двигательных способностей.



В подготовке юных спортсменов необходимо больше внимания уделять развитию различных видов координационных способностей и расширению арсенала двигательных навыков до начала специализированной технической подготовки.

Литература

1. Pellegrini B., Stöggli T. L., Holmberg H-C. Developments in the Biomechanics and Equipment of Olympic Cross-Country Skiers // *Frontiers in Physiology*, July 2018 [Электронный ресурс]. – URL: doi: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2018.00976/full> (дата обращения: 06.05.2022).

2. Sandbakk Ø., Holmberg H-C. A Reappraisal of Success Factors for Olympic Cross-Country Skiing // *International Journal of Sports Physiology and Performance*. – 2014. – № 9. – P. 117–21.

3. Новикова, Н. Б. Проблемы совершенствования техники коньковых ходов квалифицированных лыжников-гонщиков / Н. Б. Новикова, Г. Г. Захаров, Н. Б. Котелевская // *Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта*. – 2017. – № 7 (149). – С. 161–165.

4. Кобзева, Л. Ф. Особенности динамики опорных реакций и угловых характеристик в коньковом ходе у лыжников-гонщиков при передвижении на подъеме / Л. Ф. Кобзева // *Актуальные вопросы подготовки лыжников-гонщиков высокой квалификации: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции тренеров по лыжным гонкам (25–28.04.2017, Смоленск)*. – Смоленск : СГАФКСТ, 2017. – С. 106–120.

5. Новикова, Н. Б. Основы техники коньковых лыжных ходов и актуальные аспекты технической подготовки спортсменов разного возраста / Н. Б. Новикова // *Современная система спортивной подготовки в биатлоне: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции (18–19.04.2019)*. – Омск : СибГУФК, 2019. – С.68–83.

6. Дюкина, Л. А. Техническая подготовка лыжников-гонщиков 12–13 лет / Л. А. Дюкина, С. В. Игнатъев // *Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт*. – 2020. – № 6. – С. 99–105.

7. Дюкина Л. А. Методические и организационные основы обучения технике передвижения на лыжах : учебное пособие. для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 032101 (022300) – Физическая культура и спорт. – Чебоксары : Чувашский гос. пед. ун-т им. И. Я. Яковлева, 2008. – 130 с.

8. Крючкова, Л. Н. Особенности методики становления техники передвижения на лыжах / Л. Н. Крючкова // *Актуальные проблемы здоровья, физической культуры и спорта на современном этапе. Сборник научных трудов, посвященный 110-летию СГУ имени Н. Г. Чернышевского*. – Саратов : Саратовский источник, 2019. – С. 152–155.

9. Поборцев, Р. А. Типичные ошибки юных лыжников в технике передвижения свободным стилем / Р. А. Поборцев, А. В. Меликов // *Актуальные вопросы подготовки лыжников-гонщиков высокой квалификации: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции тренеров по лыжным гонкам (25–28.04.2017, Смоленск)*. – Смоленск : СГАФКСТ, 2017. – С. 200–205.

10. Новикова, Н. Б. Особенности современной техники лыжных ходов и методические приемы индивидуальной коррекции движений : методическое пособие / Н. Б. Новикова, Г. Г. Захаров. – СПб. : ФГБУ СПбНИИФК, 2017. – 72 с.

11. Плохой, В.Н. Подготовка юных лыжников-гонщиков и ее особенности в биатлоне, двоеборье и роллерах: научно-методическое пособие / В. Н. Плохой. – М. : Спорт, 2018. – 278 с.

12. Новикова, Н. Б. Особенности техники одновременного двухшажного конькового биатлонистов высокого класса / Н. Б. Новикова // *Современная система спортивной подготовки в биатлоне: материалы*



IX Всероссийской научно-практической конференции (21.04. 2021 г Омск) – Омск : СибГУФК, 2021. – С. 104–118.

13. Реуцкая Е. А. Техническая подготовка юных лыжников-гонщиков на этапах многолетней подготовки : методические рекомендации / Е. А. Реуцкая, Т. В. Полторацкая – Омск : ООО «ЮНЗ», 2020. – 160 с.

ПОДГОТОВКА СПОРТИВНОГО РЕЗЕРВА В БИАТЛОНЕ

*Я. С. Романова, Н. С. Загурский
Научно-исследовательский институт деятельности
в экстремальных условиях СибГУФК, г. Омск*

Актуальность исследования. Система многолетней подготовки биатлонистов в Российской Федерации регламентируется Федеральным стандартом спортивной подготовки по виду спорта «Биатлон» [4]. На основании Федерального стандарта разработаны типовые программы [8, 10], которые являются ориентиром для составления детализированных программ спортивной подготовки для различных организаций, осуществляющих спортивную подготовку с учетом региональных и других особенностей [2]. В «Концепции подготовки спортивного резерва в РФ до 2025 года» были определены приоритетные цели и задачи, направленные на модернизацию и оптимизацию подготовки спортивного резерва [6]. В рамках проводимой модернизации часть организаций, осуществляющих подготовку спортивного резерва была переведена в организации, осуществляющие спортивную подготовку – спортивные школы и спортивные школы олимпийского резерва. Активная фаза формирования отраслевой сети организаций, осуществляющих спортивную подготовку, пришлась на 2016–2027 годы. Отмечается, что в 2018 году количество организаций, перешедших на программы спортивной подготовки составило 84 % [6]. В настоящее время проблема недостаточного межведомственного и межуровневого взаимодействия при решении задач по подготовке спортивного резерва продолжает оставаться актуальной [6, 7]. В целях совершенствования системы отбора и перевода спортсмена с этапа на этап, исключения случаев применения неадекватных возрасту спортсмена тренировочных и соревновательных нагрузок требуются актуализация содержания федеральных стандартов спортивной подготовки, а также разработка единых методических подходов к осуществлению тренировочного процесса [6, 7].

Сотрудниками Общероссийской общественной организации федерации биатлона «Союз биатлонистов России» в прошедшем олимпийском цикле разработаны «Программа развития биатлона в Российской Федерации на 2018–2022 годы» [1, 5] и «Целевая комплексная программа подготовки спортивной сборной команды Российской Федерации по биатлону к XXIV Олимпийским зимним играм 2022 года в г. Пекине» [9]. Приоритетными направлениями в данных программах являются разработка современных технологий подготовки биатлонистов на всех этапах спортивной подготовки с учетом научных и научно-методических разработок, оптимизация системы подготовки спортивного резерва и поиск путей роста конкуренции в первенстве России.

Проблема исследования обусловлена существующими противоречиями в подготовке спортивного резерва в Российской Федерации и необходимостью поиска оптимальных методических подходов к планированию тренировочной программы. При анализе



проблем развития детско-юношеского биатлона можно отметить отсутствие единой методической концепции совершенствования гоночной и стрелковой подготовленности юных биатлонистов на этапах спортивной подготовки [1, 5]. Методы обучения и совершенствования технической и стрелковой подготовленности юных биатлонистов в типовых программах подготовки по виду спорта «Биатлон» в аспекте многолетней подготовки рассмотрены фрагментарно [8, 10]. При этом детско-юношеский биатлон является основой для подготовки резерва и, в конечном итоге, для формирования спортивных сборных команд России по биатлону. Поэтому решение проблем подготовки спортивного резерва следует считать приоритетным направлением деятельности организаций, развивающих биатлон.

Цель исследования – анализ программ подготовки спортивного резерва по биатлону в Российской Федерации и в ведущих биатлонных странах – Германии и Норвегии.

Задачи исследования:

1. Провести анализ основных разделов Федерального стандарта спортивной подготовки по виду спорта «Биатлон», типовой программы по виду спорту «Биатлон» и целевой комплексной программы «Подготовка спортивной сборной команды Российской Федерации по биатлону к XXIV Олимпийским зимним играм 2022 года в г. Пекин (Китайская Народная Республика).

2. Провести сравнительный анализ материалов по подготовке спортивного резерва по биатлону в Российской Федерации и в ведущих биатлонных странах Германии и Норвегии.

Результаты исследования и их обсуждение. Всю систему подготовки спортивного резерва в биатлоне в Российской Федерации можно представить в виде относительно самостоятельных, но в то же время взаимосвязанных этапов [4, 8]. На рисунке 1 приведена динамика тренировочной нагрузки биатлонистов на этапах многолетней подготовки по данным Федерального стандарта спортивной подготовки по виду спорта «Биатлон» [4]. Ключевыми параметрами нагрузки являются показатели общего количества тренировочных занятий и часов в неделю и год. Так на этапе начальной подготовки (НП) общее количество часов в год составляет 312 часов, при этом общее количество тренировочных занятий в год составляет 156. На этапе высшего спортивного мастерства (ВСМ) количество часов на подготовку составляет 1664 часа при 624 тренировочных занятиях. Следует отметить, что в данном документе общий объем нагрузки складывается из объема физической нагрузки (общефизической и специальной физической подготовки, участия в спортивных соревнованиях, стрелковой и технической подготовки) и объема подготовки, не связанного с физической нагрузкой (тактической, теоретической и психологической подготовки, инструкторской и судейской практики, медицинских, медико-биологических и восстановительных мероприятий, тестирования и контроля).

При этом общий объем физической, стрелковой и технической подготовки увеличивается с 258–305 часов (83–98 % от общего объема подготовки) на этапе НП до 981–1330 часов (59–83 % от общего объема подготовки) на этапе ВСМ соответственно (рис. 1).

Представленное в Федеральном стандарте спортивной подготовки по виду спорта «Биатлон» соотношение средств тренировочного процесса определяет основные разделы многолетнего совершенствования биатлонистов на всех этапах подготовки (рис. 2).

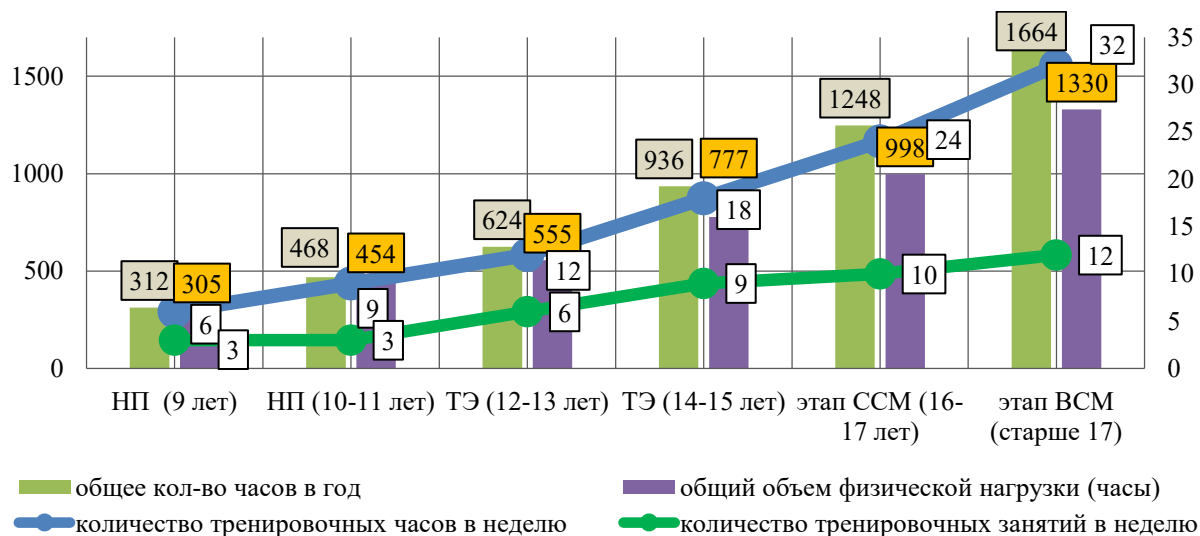


Рисунок 1 – Динамика тренировочной нагрузки биатлонистов на этапах многолетней подготовки (по данным Федерального стандарта спортивной подготовки по виду спорта «Биатлон»)

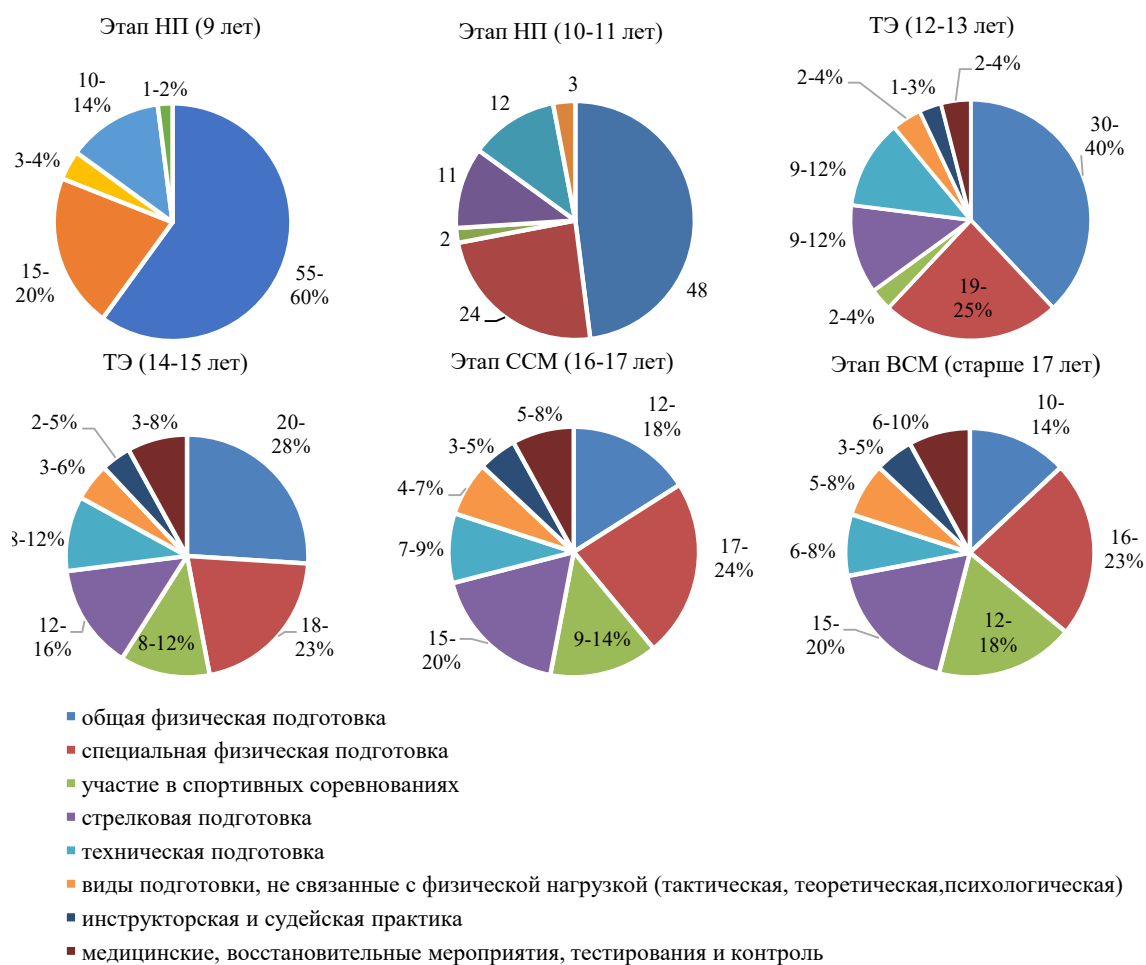


Рисунок 2 – Соотношение тренировочных средств на этапах многолетней подготовки в биатлоне (по данным Федерального стандарта спортивной подготовки по виду спорта «Биатлон»)



В таблице 1 приведены данные общего объема циклической нагрузки (ООЦН) и общего объема тренировочной нагрузки (ООН) в целевой комплексной программе подготовки спортивной сборной команды Российской Федерации по биатлону. Так у юношей и девушек ООЦН равен 480–520 часов, а ООН 740–780 часов, что составляет 70–75 % от аналогичных показателей основных спортивных сборных команд России по биатлону. У основных спортивных сборных команд России по биатлону ООЦН составляет 650–680 часов при ООН 900–1000 часов, что в целом значительно ниже рекомендованных объемов нагрузки в Федеральном стандарте спортивной подготовки по виду спорта «Биатлон».

Таблица 1 – Объем тренировочной нагрузки у спортсменов на этапе высшего спортивного мастерства по данным целевой комплексной программы спортивной сборной команды Российской Федерации по биатлону

Спортсмены на этапе ВСМ	% от ООЦН спортсменов спортивных сборных команд	ООЦН (в часах)	ООН (в часах)
Юноши (девушки)	70–75	480–520	740–780
Юниоры (юниорки)	80–90	540–580	790–820
Резервные команды	90–100	580–650	820–900
Основные спортивные сборные команды	100	650–680	900–1100

Примечание: ООЦН – общий объем циклической нагрузки;
ООН – общий объем тренировочной нагрузки

На рисунке 3 представлена динамика общего объема тренировочной нагрузки биатлонистов на этапах многолетней подготовки (по данным Федерального стандарта и планов подготовки сборных команд России по биатлону).

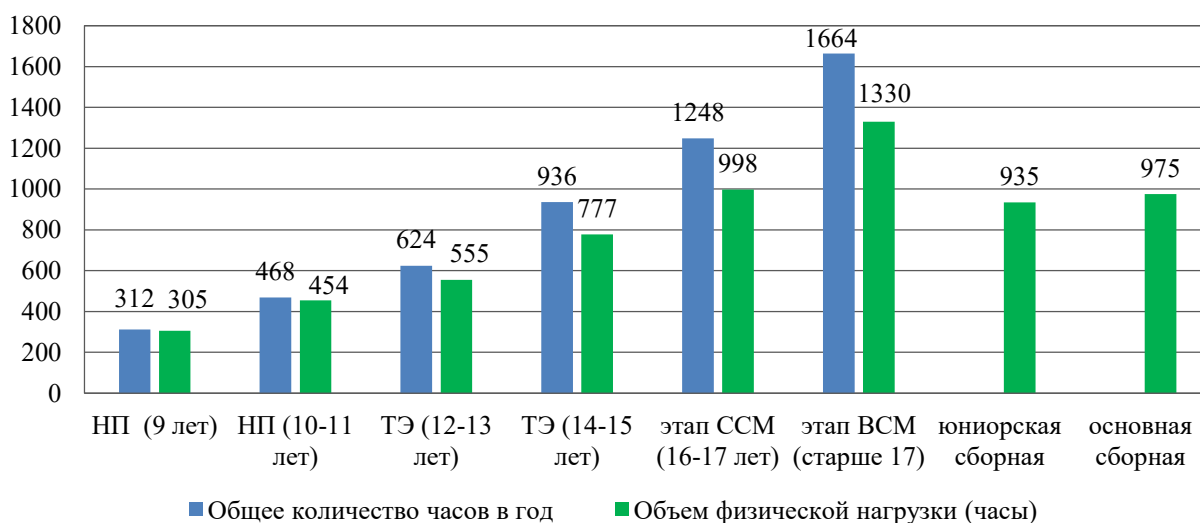


Рисунок 3 – Динамика общего объема тренировочной нагрузки биатлонистов на этапах многолетней подготовки (по данным Федерального стандарта и планов подготовки сборных команд России)



Виды подготовки, не связанные с физической, технической, стрелковой подготовкой в Федеральном стандарте спортивной подготовки по виду спорта «Биатлон» составляют около 7 часов на этапе НП и 382 часа на этапе ВСМ [4]. Следует отметить, что в планах подготовки сборных команд отсутствует раздел видов нагрузки, не связанный с физической нагрузкой, но имеется раздел программы научно-методического обеспечения, включающий мероприятия комплексного контроля. Однако эти мероприятия не представлены в часах нагрузки, что объясняется сложностью расчета этих мероприятий в часах нагрузки.

Можно резюмировать, что существует противоречие между структурой, содержанием и объемом нагрузки в Федеральном стандарте спортивной подготовки по виду спорта «Биатлон» и целевыми комплексными программами подготовки спортивной сборной команды Российской Федерации.

Разработанная в 2015 г. ФБГУ «Федеральный центр подготовки спортивного резерва» типовая программа спортивной подготовки по виду спорта «Биатлон» [8] определяет основные разделы многолетней подготовки биатлонистов от этапа начальной подготовки до этапа высшего спортивного мастерства и, несомненно, служит основным ориентиром и регламентирующим документом для тренеров спортивных школ. В типовой программе ООЦН представлен в километрах, а ООТН представлен с детализацией по средствам подготовки в км и часах (рис. 4). Другие виды и средства подготовки представлены в часах (рис. 4). В соответствии с типовой программой по возможности рекомендуется использование велосипеда в виде однодневных-двухдневных походов.

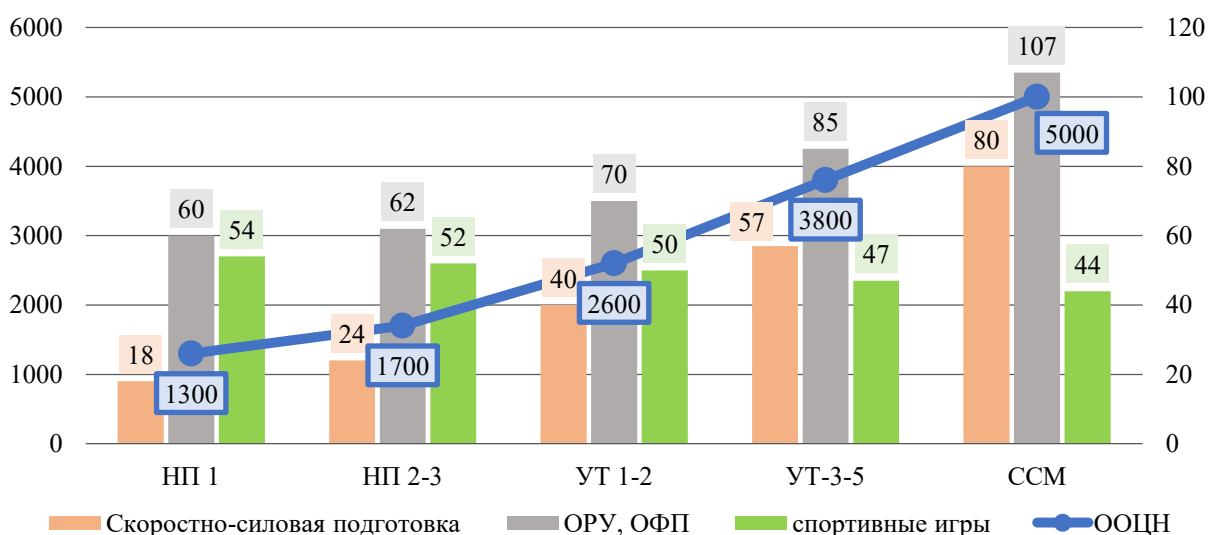


Рисунок 4 – Динамика тренировочной нагрузки биатлонистов на этапах спортивной подготовки (по данным типовой программы)

В типовой программе не рассматриваются вопросы оперативного контроля юных спортсменов с использованием мониторов сердечного ритма. Вместе с тем, динамика ЧСС у юных спортсменов во время выполнения тренировочных нагрузок пока остается по существу единственным эффективным методом контроля за дозированием физических нагрузок. Простота и удобство анализа ЧСС, информативность при дозировании тренировочной нагрузки и оперативного контроля делает выбор ЧСС наиболее



предпочтительным по сравнению с биохимическими методами контроля. Так, например, измерение лактата в условиях детско-юношеских школ практически сложно выполнимо ввиду высокой стоимости.

На рисунке 5 представлено распределение ООЦН по зонам интенсивности у биатлонистов на этапах многолетней подготовки (рис. 5).

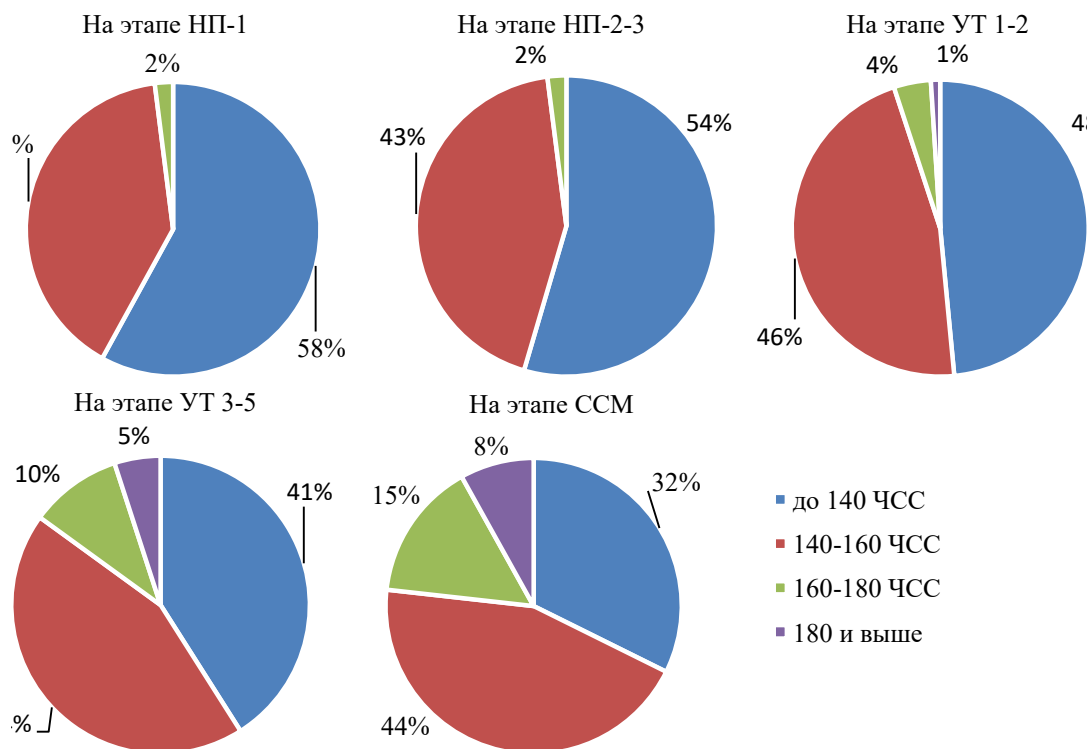


Рисунок 5 – Распределение ООЦН по зонам интенсивности (по данным типовой программы по виду спорта «Биатлон»)

В Федеральном стандарте по виду спорта «Биатлон» не представлены детализация тренировочных нагрузок по зонам интенсивности. В типовых программах спортивной подготовки по виду спорта «Биатлон» представлены тренировочные нагрузки в циклических средствах подготовки с распределением по зонам интенсивности. Как правило, приводится градация по четырем зонам интенсивности на основе средних значений ЧСС [4, 8]. Использование усредненных значений ЧСС чревато методическими ошибками в определении напряженности организма у спортсменов, имеющих различный уровень максимальной ЧСС. Так при одной и той же средней ЧСС на тренировке спортсмены будут получать различную напряженность тренировочного занятия. Например, для спортсмена с максимальной ЧСС равной 210 уд/мин, тренировочная нагрузка на уровне ЧСС равной 170 уд/мин будет относительно легкой и составлять 80 % от ЧСС максимальной (примерно на пороге аэробного обмена). При этом для спортсмена с максимальной ЧСС 190 уд/мин нагрузка 170 уд/мин уже будет более значительной (89 % от ЧСС максимальной, что примерно на уровне анаэробного порога). Данное положение предопределяет необходимость использования индивидуальных значений зон интенсивности в тренировочном процессе. Более объективным критерием оценки интенсивности физической



являются не усредненные значения ЧСС для спортсменов определенного возраста и квалификации, а интенсивность нагрузки, выраженная в процентах от максимальной зарегистрированной ЧСС у конкретного спортсмена. Подобный подход к установлению границ зон интенсивности рекомендуется мировыми лидерами-производителями спорт-тестеров «Polar» и спортивных навигаторов «Garmin». В этом случае распределение по зонам интенсивности выглядит следующим образом: 5 зона – 90–100 % от максимальной ЧСС; 4 зона – 80–90 % от максимальной ЧСС; 3 зона – 70–80 % от максимальной ЧСС; 2 зона – 60–70 % от максимальной ЧСС; 1 зона – 50–60 % от максимальной ЧСС. Такой подход позволяет охватить весь диапазон тренировочных и соревновательных нагрузок и более точно дозировать физическую нагрузку для каждого спортсмена. В типовых программах спортивной подготовки по виду спорта «Биатлон» распределение нагрузки по зонам интенсивности на тренировочном этапе второго года обучения представлено следующим образом: 1 зона – 1337 км (46,1 %); 2 зона – 1356 км (46,8 %); 3 зона – 162 км (5,6 %); 4 зона – 45 км (1,6 %) при ООЦН равном 2900 км. На этапе совершенствования спортивного мастерства (ССМ) третьего года обучения распределение следующее: 1 зона – 1615 км (29,9 %); 2 зона – 2303 км (42,6 %); 3 зона – 944 км (17,5 %); 4 зона – 539 км (10 %) при ООЦН равном 5401 км. Таким образом, по данным типовых программ спортивной подготовки по виду спорта «Биатлон» идет непрерывный рост нагрузок высокой интенсивности от групп НП до групп ССМ и ВСМ.

Анализируя данные распределение ООЦН по зонам интенсивности у биатлонистов юниорской сборной команды России (А) и основной сборной команды России (Б) по пяти зонам интенсивности можно отметить, что на 1-ю зону интенсивности приходится 75–79 %, на 2-ю – 13–20 %, на 3-ю – 3–4 %, на 4-ю – 1–2 %, на 5-ю – 1–2 % от общего объема циклической нагрузки (рис. 6).

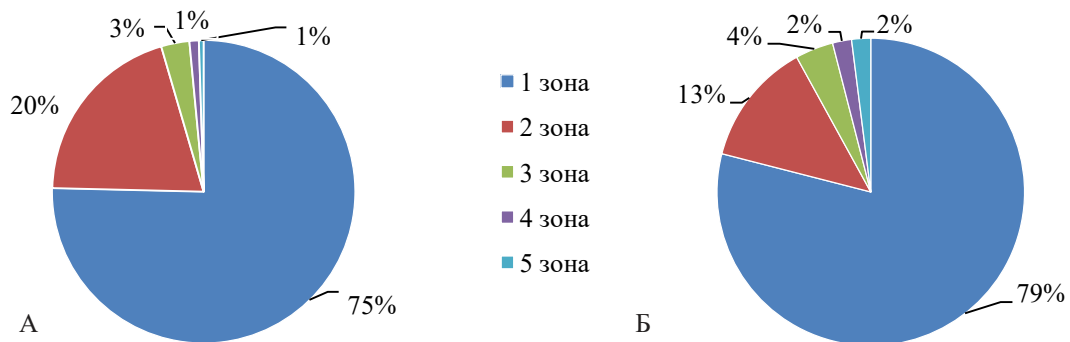


Рисунок 6 – Распределение ООЦН по зонам интенсивности у биатлонистов юниорской сборной команды России (А) и основной сборной команды России (Б)

Таким образом, в сборных командах России по биатлону наибольшая часть нагрузки выполняется в первой зоне интенсивности, при этом значительный объем спортсмены выполняют во второй зоне интенсивности. На 3, 4 и 5 зоны интенсивности приходится незначительный объем нагрузки, что принципиально отличается от рекомендуемого распределения циклических нагрузок в типовых программах спортивной подготовки по виду спорта «Биатлон».

Анализируя параметры тренировочной нагрузки в Германии [3] и Норвегии [11] отмечаем, что общее количество тренировочных часов возрастает с 220 часов в возрасте



13–14 лет до 700 часов в юниорском возрасте (рис. 7). При этом объем циклической нагрузки у биатлонистов Германии соответственно увеличивается с 830 км (без велосипеда) и 1500 км (с велосипедом) до 7000 (без велосипеда) и 8550 км (с велосипедом) (рис. 7). Отметим, что велосипед занимает значительное место в подготовке биатлонистов Германии и поэтому ведется отдельный учет ООЦН с велосипедом и без него.

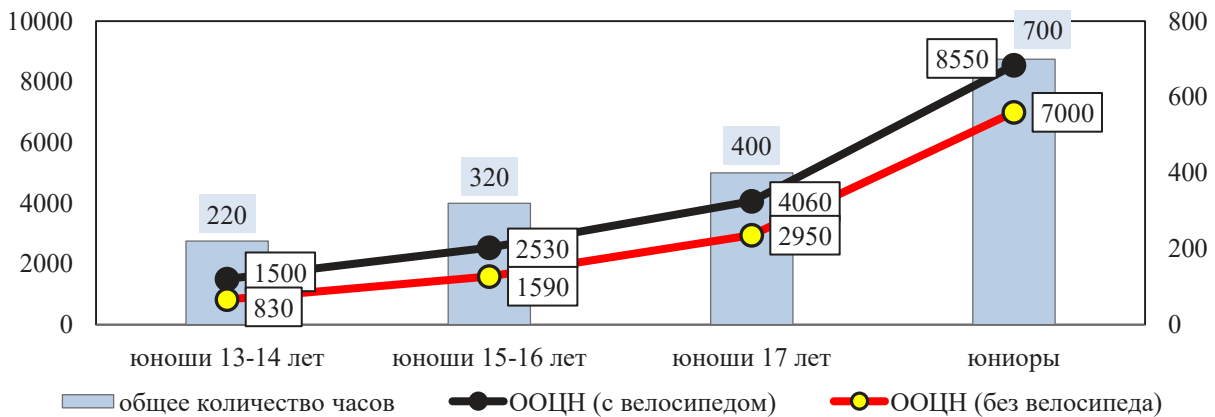


Рисунок 7 – Динамика тренировочной нагрузки у биатлонистов Германии (по материалам Норберта Байера) [3]

Объем тренировочных средств в часах на этапах многолетней подготовки биатлонистов Германии (по материалам Норберта Байера) приведен на рисунке 8.

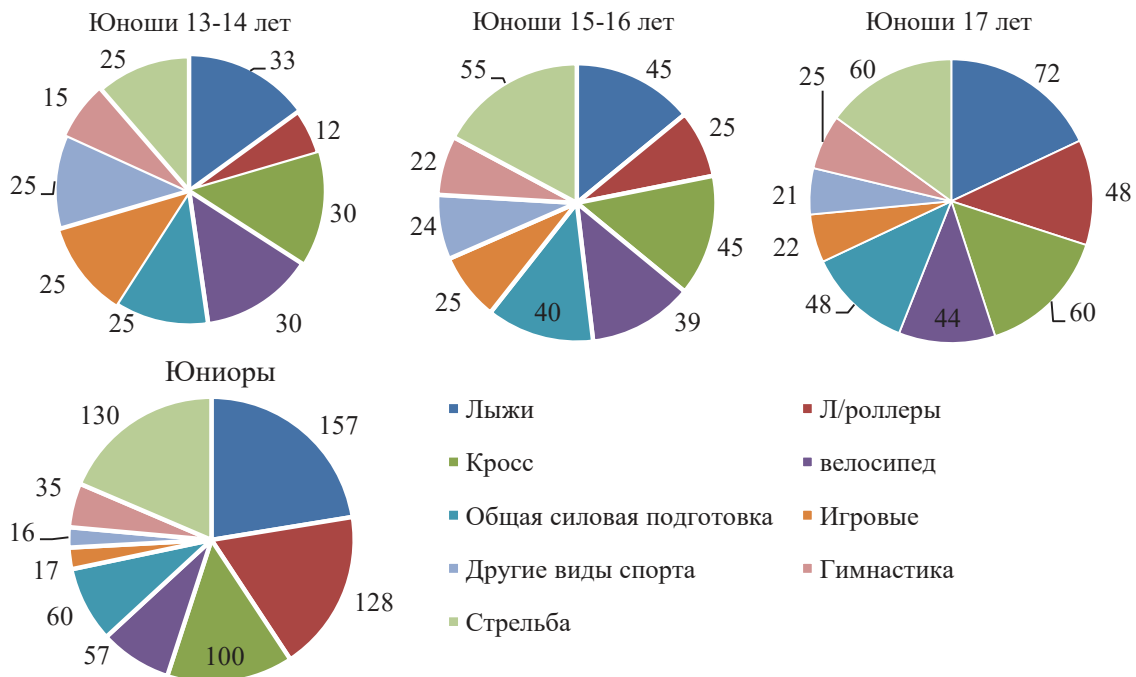


Рисунок 8 – Объем тренировочных средств на этапах многолетней подготовки биатлонистов Германии (по материалам Норберта Байера) [3], час



Следует отметить единство структуры процесса подготовки у биатлонистов Германии, что позволяет оценивать их соотношение на этапах многолетней подготовки. В таком случае корректным представляется сравнение планов подготовки и выполненной нагрузки на уровне детского-юношеского, юниорского и взрослого спорта. При этом тренировочные планы и их содержание имеют ярко выраженную практическую направленность и четкую логику обоснования средств, методов и параметров тренировочной нагрузки.

Соотношение тренировочных средств на этапах многолетней подготовки немецких биатлонистов приведено в таблице 2. Следует отметить, что динамика и общий объем тренировочной нагрузки у немецких биатлонистов выглядит более обоснованным, чем в российском федеральном стандарте по виду спорта «Биатлон».

Таблица 2 – Соотношение тренировочных средств на этапах многолетней подготовки биатлонистов Германии (по материалам Норберта Байера) [3], %

Показатели	Юноши 13–14 лет	Юноши 15–16 лет	Юноши 17 лет	Юниоры
1. Лыжи	15	14,06	18	22,45
2. Лыжероллеры	5,45	7,81	12	18,29
3. Кросс	13,54	14,06	15	14,29
4. Велосипед	13,64	12,19	11	8,14
5. Общая силовая подготовка	11,36	12,50	12	8,57
6. Игровые	11,36	7,81	5,5	2,43
7. Другие виды спорта	11,36	7,50	5,25	2,29
8. Гимнастика	6,82	6,88	6,25	5,0
9. Стрельба	11,36	17,19	15	18,57
Общее количество часов	220	320	400	700

Особенно интересным представляется распределение тренировочных нагрузок по зонам интенсивности в многолетней подготовке немецких биатлонистов (табл. 3). Наибольший объем высокоинтенсивной нагрузки приходится на возраст 13–14 лет (49 %), тогда как доля поддерживающих нагрузок составляет в этом возрасте составляет 40 %.

Таблица 3 – Распределение ООЦН по зонам интенсивности на этапах многолетней подготовки биатлонистов Германии (по материалам Норберта Байера) [3], %

Зоны интенсивности	Юноши 13–14 лет	Юноши 15–16 лет	Юноши 17 лет	Юниоры
1. SB (поддерживающая)	40	45	52	70
2. EB (развивающая)	49	43	35	22
3. GB (ПАНО)	5	4	5	3
4. WK (соревновательная)	6	8	7	5
Общее количество часов	220	320	400	700

У немецких юниоров объем высокоинтенсивной нагрузки составляет 22%, а объем поддерживающей нагрузки увеличивается до 70%. Таким образом, общая динамика изменения соотношения нагрузок различной интенсивности в Германии характеризуется



уменьшением доли высокоинтенсивных нагрузок и увеличением доли низкоинтенсивных нагрузок от юношей к юниорам. Данное положение принципиально отличается от направленности интенсивности нагрузок в типовых программах спортивной подготовки по виду спорта «Биатлон» в Российской Федерации (рис. 9).

По данным Brevik К.К. [11], тренировки высококвалифицированных биатлонистов в Норвегии характеризуются преимущественно тренировками в 1–2 зоне интенсивности и небольшим количеством тренировок высокой интенсивности (зоны интенсивности 3, 4 и 5). Большинство взрослых спортсменов выполняют около 80 % своих физических тренировок на низком уровне интенсивности (зоны интенсивности 1 и 2). Такая же картина характерна для подготовки лучших спортсменов циклических видов спорта в Норвегии [11]. Авторы подчеркивают, что число высокоинтенсивных тренировок в неделю не увеличивается с ростом квалификации. Однако с ростом общей выносливости, которую лыжники и биатлонисты тренируют годами, постепенно наращивая годичный объем нагрузок, качество этих тренировок улучшается. Это фундаментальный принцип подготовки в циклических видах спорта в Норвегии. Объемная низкоинтенсивная работа закладывает основу для высокоинтенсивных занятий. Одна тренировка дополняет другую и на элитном уровне, обе необходимы для успеха. Только в мае, июне и июле практически нет высокоинтенсивной работы. Тренировочная программа у норвежских биатлонистов строится вокруг двух тяжелых высокоинтенсивных по нагрузке занятий в неделю. Правило «двух тяжёлых тренировок в неделю» действует на всем пути развития спортсмена от юниорского уровня до элитного. Основные положения планирования тренировочного процесса в Норвегии:

1. Стройте недельный план вокруг двух высокоинтенсивных тренировок.
2. Увеличивайте общий тренировочный объем с преобладанием низко-интенсивной работы при интенсивности не более 70–75 % от максимальной ЧСС.
3. Старайтесь избегать ситуаций, при которых каждая ваша тренировка выполняется на одной и той же средней интенсивности.

Нужно учитывать, что эта прогрессия основана на длительном развитии спортсмена. Спортсмен, начавший заниматься позже, не должен сразу же браться за большие нагрузки, лишь только потому, что он старше. Если тренировки разбить в процентном отношении на тяжелые и «лёгкие», то около 15–20 % приходится на «тяжёлые» и 75–80 % на «легкие» или «равномерные». При этом рекомендуется также обращать внимание, что существуют так называемые скрытые интенсивные тренировки – рельеф трассы может быть сильнопересеченным или слабопересеченным, и это нужно учитывать.

Принципиальное различия норвежской системы подготовки спортсменов и российской различается тем, что в российской системе считается абсолютно неправильным использование высокоинтенсивных нагрузок в подготовке детей возраста 13–15 лет и старше. Норвежцы же предлагают строить недельный микроцикл вокруг двух высокоинтенсивных тренировок в неделю, начиная с юного возраста, при условии, что уже заложена «база» физической подготовленности и спортсмен обладает достаточным уровнем тренированности.

Стрелковая подготовка в Федеральном стандарте по виду спорта «Биатлон» представлена в процентах от общего объема тренировочной нагрузки, без указания количества выстрелов по годам обучения [4]. В типовых программах спортивной подготовки по виду спорта «Биатлон» для ДЮСШ и СШОР стрелковая подготовка представлена в часах и количеством выстрелов в год [8]. Отметим, что в Федеральном стандарте по



виду спорта «Биатлон» и в типовых программах спортивной подготовки по виду спорта «Биатлон» отсутствуют контрольные нормативы по стрельбе, а также рекомендации по освоению техники стрельбы и исправлению ошибок в стрельбе, в том числе с использованием стрелковых тренажеров. Показатели стрелковой подготовки биатлонистов на этапах многолетней подготовки представлены на рисунке 9. На этапе НП рекомендовано выполнение выстрелов на стрелковом тренажере (18 часов) и 1000 выстрелов без нагрузки. На этапе совершенствования спортивного мастерства рекомендовано 8900 выстрелов и 75 часов на стрелковом тренажере в год.

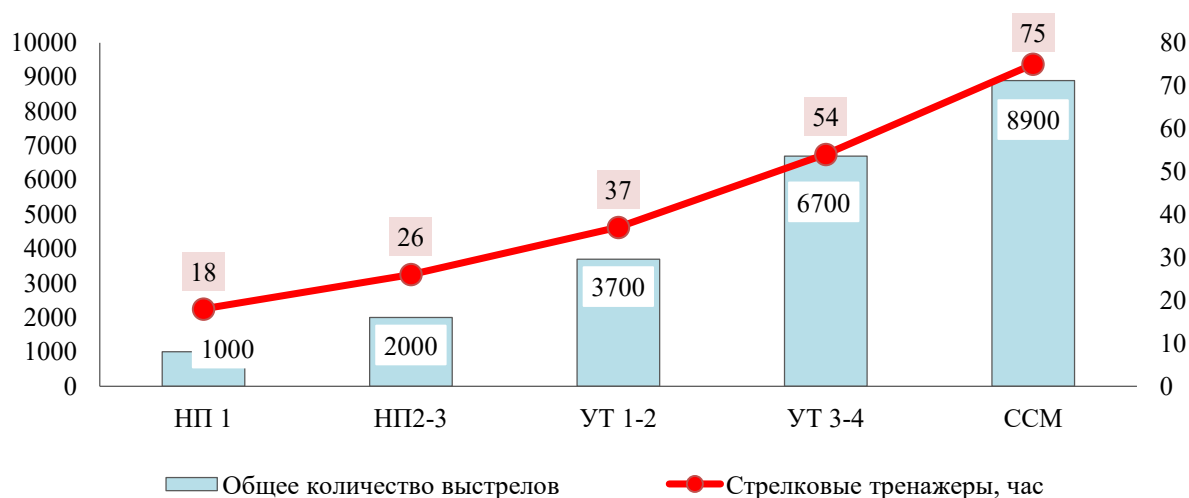


Рисунок 9 – Показатели стрелковой подготовки биатлонистов на этапах многолетней подготовки (типичная программа спортивной подготовки по виду спорта «Биатлон»)

Соотношение видов стрелковой подготовки на этапах многолетней подготовки в типовой программе спортивной подготовки по виду спорта «Биатлон» представлено на рисунке 10. Основными видами стрелковой подготовки являются стрельба без нагрузки, скоростная стрельба и стрельба в комплексных тренировках. Общая тенденция стрелковой подготовки базируется на постепенном увеличении объемов стрельбы в скоростной стрельбе и стрельбе после физической нагрузки. На уровне спортивных сборных команд РФ по биатлону количество выстрелов в год составляет 10-12 тысяч, тогда как в команде Норвегии это количество составляет от 15 до 20 тысяч выстрелов в год. На тренировочном этапе, этапе совершенствования спортивного мастерства заявленное количество выстрелов в типовой программе спортивной подготовки по виду спорта «Биатлон» явно не может быть выполнено по ряду причин. Основная из них – высокая стоимость патронов для стрельбы из малокалиберных винтовок. Кроме того, «закон об оружии» значительно ужесточает требования к спортивному оружию (хранение оружия, транспортировка, соответствие стрельбищ для биатлона определенным требованиям). Перечисленные факторы заметно снижают уровень стрелковой подготовки российских биатлонистов.

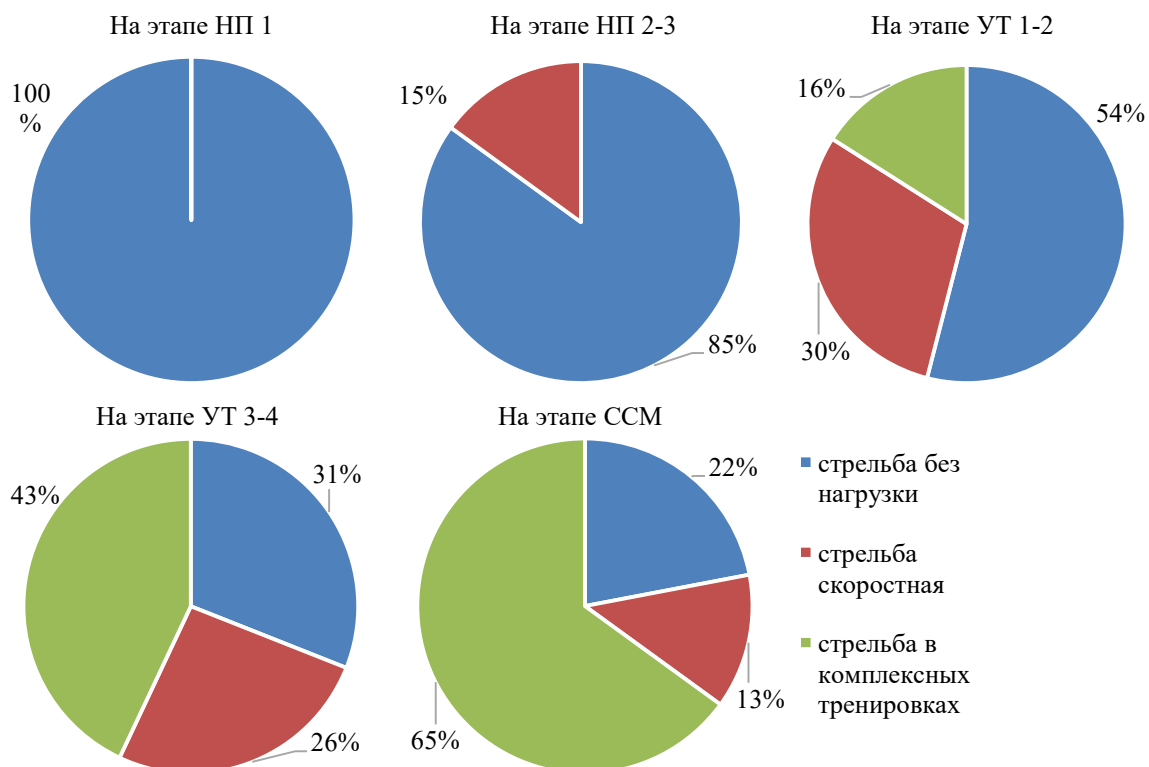


Рисунок 10 – Соотношение видов стрелковой подготовки на этапах многолетней подготовки (типичная программа спортивной подготовки по виду спорта «Биатлон»)

Соотношение видов стрелковой подготовки в юниорской сборной команде России (А) и в основной сборной команде России (Б) приведено на рисунке 11. Отметим, что на рисунке 11 А приведено более детализированное распределение по стрелковой подготовке юниоров в зонах низкой и высокой интенсивности.

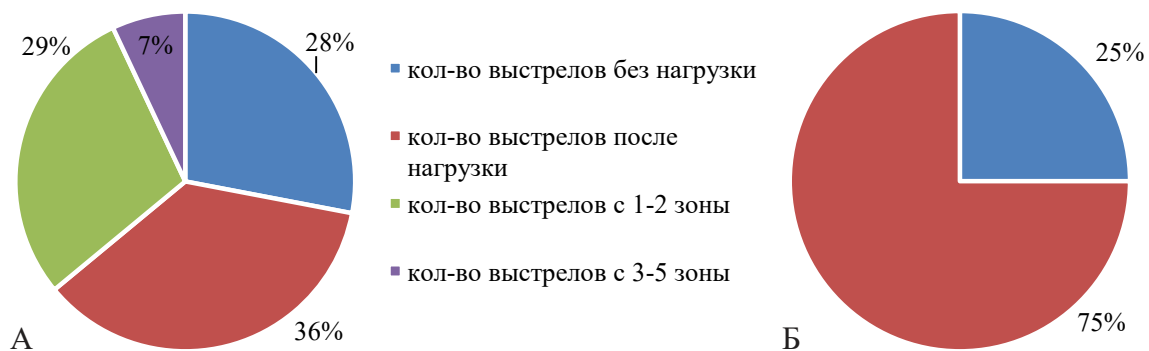


Рисунок 11 – Соотношение видов стрелковой подготовки в юниорской сборной команде России (А) и в основной сборной команде России (Б)

В основной сборной команде РФ по биатлону стрелковая подготовка с низкой интенсивностью и без физической нагрузки составляет 75 %, тогда как тренировки в стрельбе с высокой интенсивностью составляют 25 %.



Динамика стрелковой нагрузки на этапах многолетней подготовки у биатлонистов Германии представлена на рисунке 12. Можно отметить, что общее количество выстрелов и времени холостого тренажа у биатлонистов Германии примерно соответствуют аналогичным параметрам стрелковой подготовки у российских биатлонистов в возрастном диапазоне 13–17 лет. Однако у немецких юниоров объем холостого тренажа почти в два раза превышает объем холостого тренажа у российских юниоров. При этом количество выстрелов примерно одинаково у российских и немецких спортсменов.

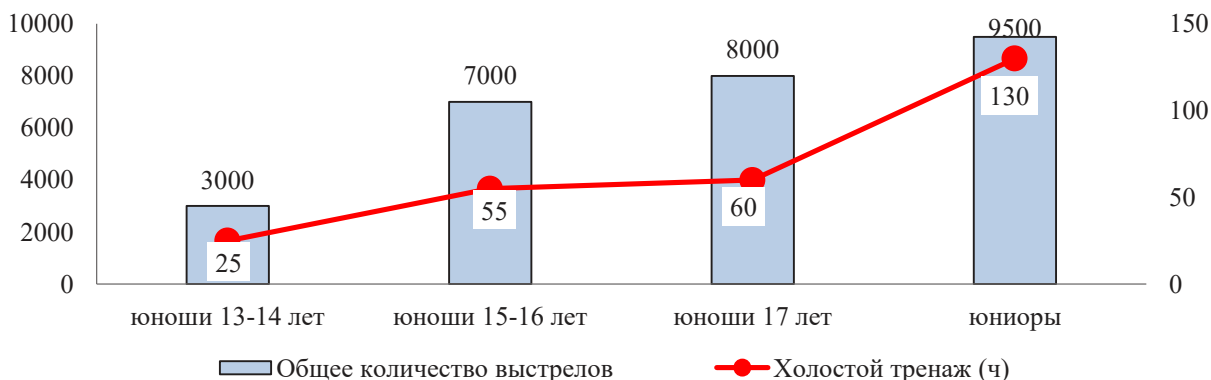


Рисунок 12 – Динамика стрелковой нагрузки на этапах многолетней подготовки у биатлонистов Германии

Характерной особенностью распределения средств стрелковой подготовки на этапах многолетней подготовки у биатлонистов Германии является сохранение соотношения количества выстрелов в спокойном состоянии и после физической нагрузки (рис. 13). На всех этапах подготовки большая доля выстрелов выполняется без нагрузки. Вероятно, это связано с необходимостью поддерживать и совершенствовать базовые навыки стрельбы, которые лежат в основе высокого уровня стрелковой подготовки.

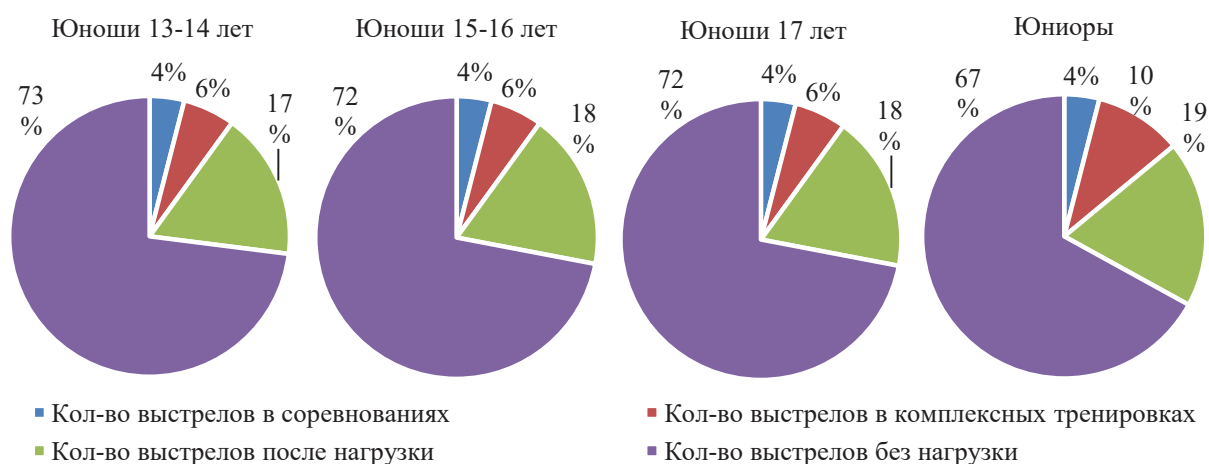


Рисунок 13 – Распределение средств стрелковой подготовки на этапах многолетней подготовки у биатлонистов Германии

Выводы. Усиление конкуренции в биатлоне предопределяет необходимость непрерывного совершенствования методического обеспечения в системе подготовки спортивного



резерва. Актуализация содержания федеральных стандартов спортивной подготовки и разработка единых методических подходов к осуществлению тренировочного процесса позволят повысить качество подготовки спортивного резерва. Прежде всего требует совершенствования нормативно-правовое регулирование подготовки спортивного резерва. Проработку предложений о внесении изменений в федеральный стандарт, предусматривающих включение более детализованных положений подготовки спортивного резерва может обеспечить общероссийская общественная организация Федерация биатлона «Союз биатлонистов России» совместно с региональными спортивными федерациями. Разрабатываемые сотрудниками «Союза биатлонистов России» «Программа развития биатлона в Российской Федерации» и «Целевая комплексная программа подготовки спортивной сборной команды Российской Федерации по биатлону» должны лежать в основе разработки планирования тренировочной программы юных спортсменов. Приоритетным направлением Союза биатлонистов России может стать разработка и рекомендация единых подходов к структуре и содержанию программы подготовки биатлонистов на всех этапах многолетней подготовки, которые должны лежать в основе разработки основных разделов Федерального стандарта по виду спорта «Биатлон», и соответственно, типовых программ подготовки по виду спорта «Биатлон». В настоящее время нет согласованности в документах, регламентирующих подготовку спортивного резерва и подготовку спортсменов сборных команд. Виды подготовки, отражающие основные стороны подготовленности биатлонистов, должны быть едины на всех этапах подготовки, что приведет к оптимизации планирования и повышению эффективности тренировочного процесса на этапах многолетней подготовки.

Анализ подготовки спортивного резерва в ведущих биатлонных странах, таких как Германия и Норвегия позволяет отметить более структурированную систему подготовки спортсменов от новичков до спорта высших достижений. В частности, в этих программах более обоснованными выглядит система видов подготовки в совокупности с динамичной тренировочных и соревновательных нагрузок биатлонистов.

Литература

1. Загурский Н. С. Теория и методика биатлона (Биатлон в России, состояние и перспективы развития) : учебное пособие / Н. С. Загурский, Ю. Ф. Кашкаров, Г. А. Сергеев. – Санкт-Петербург : НГУ им. Ф. П. Лесгафта, 2018. – 79 с.
2. Официальный сайт общероссийской общественной организации «Союз биатлонистов России»: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://biathlonrus.com>
3. Подготовка спортивного резерва в биатлоне: методические рекомендации/ под общей редакцией Я. С. Романовой. – Омск : издательство ООО «ЮНЗ», 2022. – 56 с.
4. Приказ Минспорта России от 20.08.2019 № 670 «Об утверждении федерального стандарта спортивной подготовки по виду спорта «биатлон» (Зарегистрировано в Минюсте России 20.09.2019 № 55990).
5. Программа развития биатлона в Российской Федерации на 2021–2026 годы: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://biathlonrus.com/upload/iblock/36b/36b101c1947924d4c87e2e0d6aa7dad2.pdf>
6. Распоряжение Правительства РФ от 17.10.2018 № 2245-р (ред. от 29.04.2021) «Об утверждении Концепции подготовки спортивного резерва в РФ до 2025 года»: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>



7. Сейранов С. Г. К вопросу о недостатках и противоречиях системы подготовки спортивного резерва в Российской Федерации / С. Г. Сейранов, Н. Ж. Булгакова, С. П. Евсеев, Т. Г. Фомиченко // Вестник спортивной науки. – 2020. – №6. – С. 29–38.

8. Типовая программа спортивной подготовки по виду спорта: биатлон / Министерство спорта Российской Федерации. – М. : Советский спорт, 2015. – 106 с.

9. Целевая комплексная программа «Подготовка спортивной сборной команды Российской Федерации по биатлону к XXIV Олимпийским зимним играм 2022 года в г. Пекин (Китайская Народная Республика) / Союз биатлонистов России. – М. : Министерство спорта Российской Федерации, 2018. – 117 с.

10. Шикунов М. И. Типовая программа спортивной подготовки по виду спорта «биатлон» (этап начальной подготовки) : методическое пособие / М. И. Шикунов, Я. С. Романова, А. С. Казызаева. – М. : ФГБУ ФЦПСР, 2022. – 172 с.

11. Brevik K.K. Spenning I sikte: Utviklingstrapp for skiskyting. – Norges Skiskytterforbund, 2018. – 123 p.

СУБЪЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ПЕРЕНОСИМОСТИ НАГРУЗКИ В РАЗЛИЧНЫХ ФАЗАХ МЕНСТРУАЛЬНОГО ЦИКЛА У ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ БИАТЛОНИСТОК

*Я. С. Романова, Т. В. Полторацкая
Научно-исследовательский институт деятельности
в экстремальных условиях СибГУФК, г. Омск*

Актуальность исследования. Возможные пути повышения эффективности соревновательной деятельности в биатлоне и оптимального планирования тренировочной программы остаются актуальными и в настоящее время [2, 3, 7]. Для повышения эффективности тренировочной деятельности высококвалифицированных биатлонисток необходим учет особенностей овуляторно-менструального цикла [2, 5, 6]. По данным научно-методической литературы, планирование тренировочных программ высококвалифицированных биатлонисток ведется без учета женского организма.

Цель исследования – провести анализ изменения работоспособности биатлонисток высокой квалификации в различных фазах овуляторно-менструального цикла по данным анкетирования.

Задачи исследования:

1. Определить продолжительность и регулярность менструального цикла у высококвалифицированных биатлонисток;

2. Определить изменение дозирования физических нагрузок в каждой фазе менструального цикла у высококвалифицированных биатлонисток по их субъективным ощущениям;

3. Определить изменение физических способностей в каждой фазе менструального цикла у высококвалифицированных биатлонисток по их субъективным ощущениям.

Методы и организация исследования. Оценка изменения работоспособности и субъективная оценка переносимости нагрузок спортсменками в различные фазы овуляторно-менструального цикла проведены на основе данных анкетирования. В анкетировании приняли участие 24 высококвалифицированные биатлонистки (14 мастеров спорта и 10 спортсменок с квалификацией «Мастер спорта международного класса»).



Биатлонисткам необходимо было ответить анонимно на тридцать два вопроса разработанной нами анкеты. Ответы спортсменок на вопросы данной анкеты позволили получить информацию, основанную на субъективных ощущениях о регулярности и длительности менструального цикла, а также снижении и повышении физической работоспособности в каждой фазе овариально-менструального цикла по субъективным ощущениям.

Результаты исследования. В ходе проведенного анкетирования установлено, что в среднем возраст начала занятия спортом у биатлонисток составляет 10 ± 3 года. Время наступления менархе находится в диапазоне 10–16 лет и в среднем составляет 13 ± 1 год. У 8 % опрошенных биатлонисток зафиксирован ранний возраст начала менструации (до 12 лет), у 13 % – поздний (15–16 лет), при этом у 79 % биатлонисток, принявших участие в анкетировании, возраст менархе – 12–14 лет, что соответствует норме.

Продолжительность менструального цикла (МЦ) у высококвалифицированных биатлонисток составляет 28 ± 4 дней. У 38 % опрошенных высококвалифицированных биатлонисток наблюдается нерегулярный менструальный цикл. При этом, у 43% биатлонисток, имеющих нерегулярный менструальный цикл, время задержки составляет до одной недели, у 33 % – 1–2 недели, у 6 % – 2–4 недели, от трех месяцев до полугода – 6 %, и свыше полугода – 6 %.

На регулярность (цикличность) менструального цикла может влиять множество факторов: высокие физические нагрузки, недовосстановление организма, недостаток веществ в организме, психологическое состояние, стрессы, случайные неконтролируемые факторы и др. [4], [9], [11]. Поэтому ведение календаря менструаций является необходимым условием для организации тренировочного процесса. По данным анкетирования 67 % опрошенных высококвалифицированных биатлонисток ведут календарь менструации регулярно, 13 % ведут календарь, но нерегулярно. 17 % вели ранее, но в настоящее время приостановили и 3 % опрошенных биатлонисток никогда не вели календарь менструации и не отслеживали регулярность менструального цикла.

Результаты анкетирования показали, что из 24 опрошенных высококвалифицированных биатлонисток, только одна спортсменка всегда ставит в известность тренера о наличии симптомов и ухудшении самочувствия во время менструации, 10 спортсменок оповещают тренера иногда, 11 спортсменок редко и 2 спортсменки никогда не ставят в известность тренера. При этом 5 спортсменок всегда снижают нагрузку, а значит делают это без согласования с тренером. 9 спортсменок иногда снижают нагрузку, 5 биатлонисток редко и 5 спортсменок никогда не снижают нагрузку во время ухудшения самочувствия во время менструации.

Результаты анкетирования позволили получить данные о снижении нагрузки в определенные фазы менструального цикла (рисунок 1). В данном исследовании мы классифицировали всю нагрузку на: циклическую нагрузку низкой интенсивности, циклическую нагрузку средней интенсивности, циклическую нагрузку высокой интенсивности, силовую нагрузку (ациклические упражнения), силовую нагрузку (циклические упражнения), стрелковые упражнения из положения «лежа», стрелковые упражнения из положения «стоя».

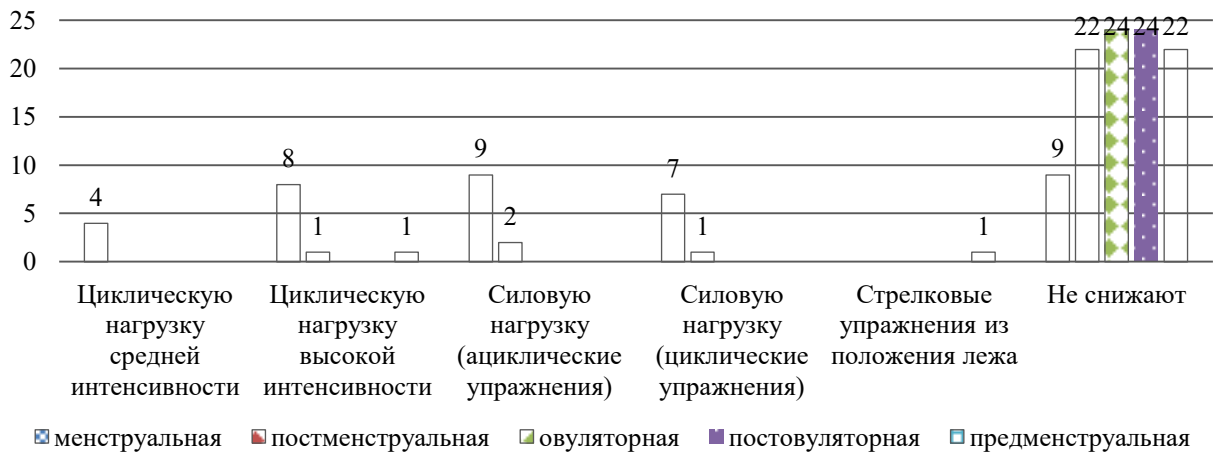


Рисунок 1 – Количество высококвалифицированных биатлонисток, снижающих объем или интенсивность нагрузки различной направленности в фазах менструального цикла

Из данных, полученных в ходе анкетирования высококвалифицированных биатлонисток (рисунок 1), видно, что самой распространенной фазой, в которой происходит снижение нагрузки является менструальная. В данной фазе 4 спортсменки снижают циклическую нагрузку средней интенсивности, 8 спортсменок снижают циклическую нагрузку высокой интенсивности, 9 биатлонисток – силовую нагрузку (ациклические упражнения), 7 биатлонисток – силовую нагрузку (циклические упражнения) и 9 спортсменок не снижают в менструальной фазе нагрузки совсем.

Изменения физических способностей мы оценивали по следующим критериям: снижение/повышение работоспособности, скоростных способностей, силовых способностей, координационных способностей, гибкости и стрелковых качеств (рисунки 2–5).



Рисунок 2 – Субъективное ощущение о снижении и повышении работоспособности в каждой фазе менструального цикла у высококвалифицированных биатлонисток

По субъективным ощущениям снижение общей работоспособности происходит в менструальной фазе у 13 биатлонисток. По две спортсменки чувствуют снижение работоспособности в овуляторной и постменструальной фазе, одна спортсменка в постовуляторной



фазе и у трех биатлонисток по их субъективным ощущениям наблюдается снижение работоспособности в предменструальной фазе. Семь из принимающих участие в анкетировании биатлонисток не могут оценить снижение и повышение работоспособности в различных фазах менструального цикла. Это может свидетельствовать об адаптации организма к изменениям, происходящим в организме в различные фазы менструального цикла или неспособности оценивать свое функциональное и физическое состояние.

Спортсменки, которые чувствуют повышение работоспособности в предменструальную фазу, отмечают, что в эту фазу они готовы, как психологически, так и физически выполнять максимальные нагрузки, даже если в последние дни данной фазы чувствуют некоторый дискомфорт. Все остальные спортсменки не могут сказать в какой фазе менструального цикла они ощущают повышенную или сниженную работоспособность.

Стоит сказать, что по данным научно-методической литературы у большинства женщин рост работоспособности происходит в постменструальной фазе и снижение – в менструальной фазе [1]. Данные о повышении и снижении работоспособности в других фазах менструального цикла по данным разных авторов могут различаться [2], [4], [5], [9–11]. Проведенное исследование позволяет сделать вывод о наличии индивидуальных особенностей спортсменок.

Кроме того, 11 спортсменок отмечают, что снижение скоростных способностей наступает в менструальную фазу, две спортсменки – что в постменструальную. Улучшение скоростных способностей большинство спортсменок ощущают в постовуляторную фазу, по три биатлонистки считают, что у них это происходит в постменструальную и овуляторную фазу, и по две высококвалифицированные биатлонистки отмечают, что в менструальной и предменструальной фазе менструального цикла.

На рисунке 3 показано распределение по субъективным ощущениям о снижении и повышении силовых способностей в каждой фазе менструального цикла у высококвалифицированных биатлонисток.

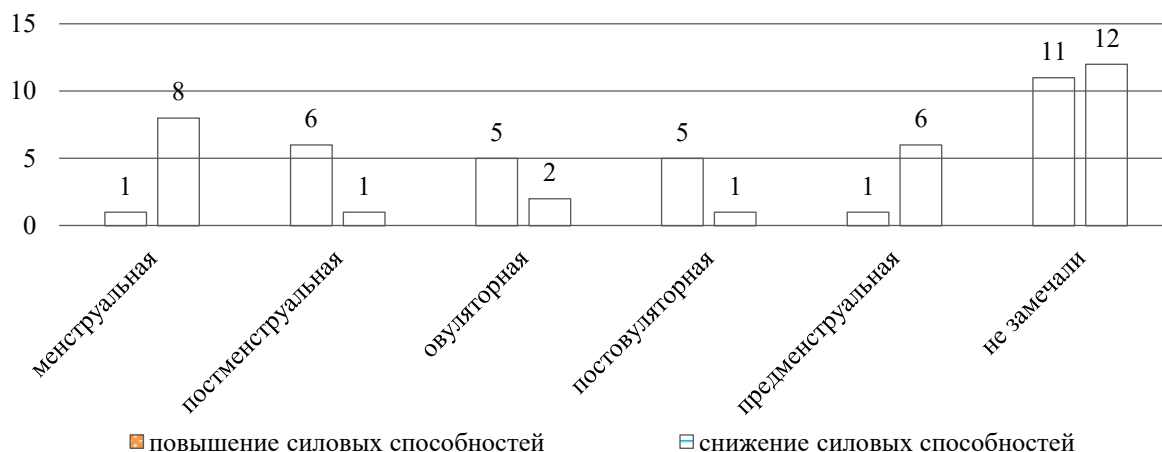


Рисунок 3 – Субъективное ощущение о снижении и повышении скоростных способностей в каждой фазе менструального цикла у высококвалифицированных биатлонисток

50 % биатлонисток не замечают, когда наступает снижение и повышение силовых способностей, восемь спортсменок отмечают, что снижение силовых способностей происходит в менструальную фазу, шесть биатлонисток – в предменструальную. Две



спортсменки фиксируют снижение силовых способностей в овуляторной фазе и по одной спортсменке в постовуляторной и постменструальной фазах. Аналогичные результаты получены некоторыми авторами [2], кроме того, по их данным рост силовых и скоростных способностей фиксируется в постменструальной и постовуляторной фазе. В нашем исследовании получены данные, согласно которым у отдельных спортсменок происходит повышение скоростных и силовых способностей в овуляторную фазу, что может быть связано с индивидуальными особенностями высококвалифицированных биатлонисток. Некоторые спортсменки при болезненных симптомах не выполняют упражнения на развитие мышц брюшного пресса, исключают упражнения с большими весами.

На рисунке 4 представлены данные о распределении субъективных ощущений снижения и повышения координационных способностей и гибкости в каждой фазе менструального цикла у высококвалифицированных биатлонисток.

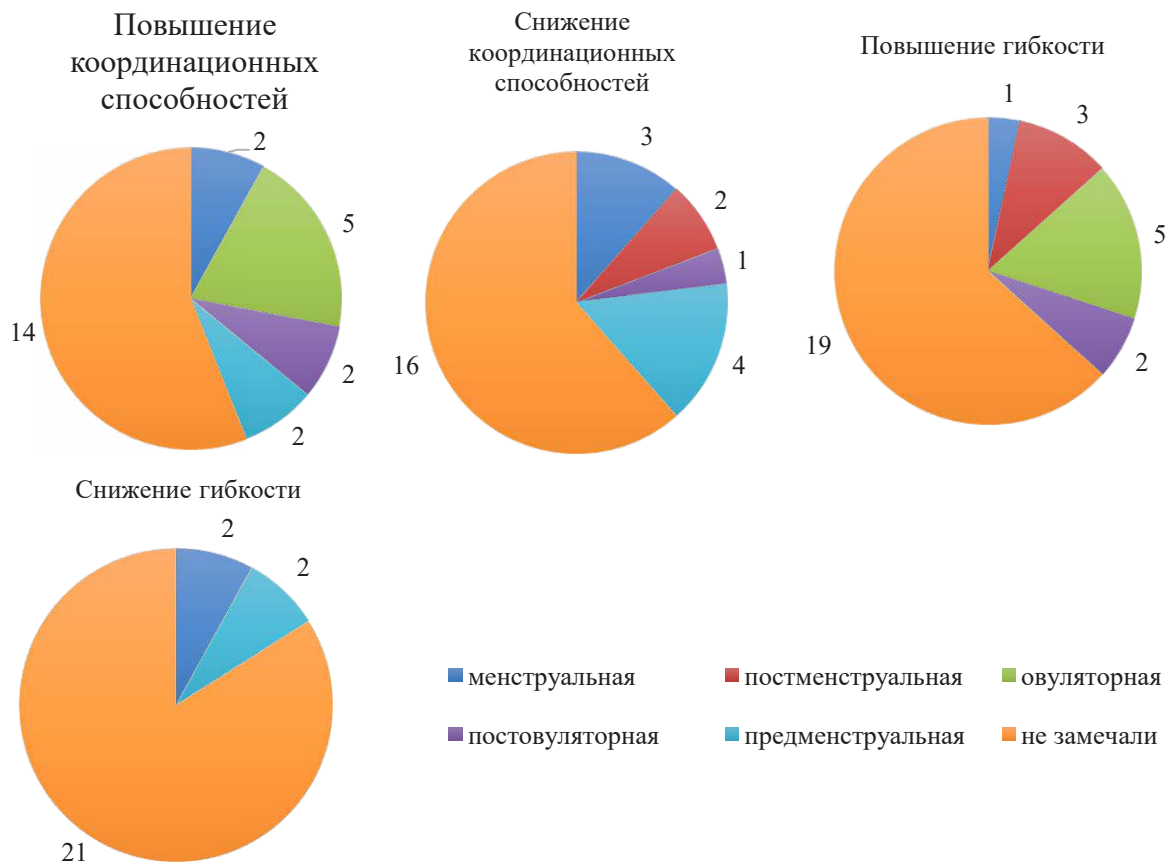


Рисунок 4 – Субъективные ощущения о снижении и повышении координационных способностей и гибкости в каждой фазе менструального цикла у высококвалифицированных биатлонисток

Полученные результаты показали, что большая часть высококвалифицированных биатлонисток не ощущали изменений в координационных способностях в различных фазах менструального цикла. Пять биатлонисток отметили, что повышение гибкости и координационных способностей происходит в овуляторной фазе. В постменструальной фазе происходит повышение гибкости у трех опрошенных спортсменок, при этом у отдельных спортсменок фиксируется снижение координационных способностей.



В менструальной фазе повышение координационных способностей ощущают две биатлонистки, тогда как снижение данных способностей наблюдается у трех. Одна из опрошенных спортсменок чувствует, что в данной фазе происходит улучшение гибкости, а две высококвалифицированных биатлонистки чувствуют ее снижение. В постовуляторной фазе по две биатлонистки отмечают улучшение гибкости и координационных способностей, а одна чувствует снижение координации в данной фазе. В предменструальной фазе также наблюдаются различные субъективные ощущения у высококвалифицированных биатлонисток. Так, четыре спортсменки ощущают ухудшение координационных способностей в данной фазе, а по две спортсменки ухудшение гибкости и улучшение координационных способностей.

По данным аналогичных исследований Давыдовой Л. А у лыжниц-гонщиц 17–25 лет повышение работоспособности происходит в постменструальной, овуляторной и постовуляторной фазах, а снижение работоспособности – в менструальной и предменструальной фазах [6]. Автор в своем исследовании получила данные о росте и снижении работоспособности в различных фазах, которые позволяют сделать вывод о том, что у высококвалифицированных представительниц лыжных видов спорта субъективные ощущения о кондициях своих физических качеств совпадают с объективными.

Выводы:

1. У высококвалифицированных биатлонисток продолжительность менструального цикла составляет от 24 до 32 дней. У 38 % опрошенных высококвалифицированных биатлонисток наблюдается нерегулярный менструальный цикл, задержка которого длится от одной недели до более полугода. Только 67 % опрошенных высококвалифицированных биатлонисток ведут календарь менструации и только одна из 24 спортсменок сообщает о менструации тренеру.

2. Снижение физической нагрузки в основном у высококвалифицированных биатлонисток происходит в менструальной фазе, причем в большей степени спортсменки в данной фазе снижают силовую нагрузку и циклическую нагрузку высокой интенсивности.

3. У большинства высококвалифицированных биатлонисток, по данным субъективных ощущений, в менструальной фазе происходит снижение общей работоспособности, скоростных и силовых способностей. В постменструальной и овуляторной фазе большинство высококвалифицированных биатлонисток отмечают повышение силовых способностей, в постовуляторной фазе отмечается повышение скоростных способностей, в предменструальной – снижение силовых способностей.

Литература

1. De Souza M. J., McConnell H. J., O'Donnell E., Lasley B. L. & Williams N. I. Fasting ghrelin levels in physically active women: relationship with menstrual disturbances and metabolic status // *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. – 2004. – № 10 (5). – P. 433–448.
2. Malagoni A. Planning the International Competition Schedules for the Health of Elite Athletes: A 21-Year Retrospective Study Evaluating the Effectiveness and Economic Impact in an Olympic Sport // *PloS one*. – 2015. – Vol. 10. – № 6. – P. 28–38.
3. Seiler K. S., Joranson K., Olesen B. V., and Hetlelid K.J. Adaptations to aerobic interval training: interactive effects of exercise intensity and total work duration // *Scand. J. Med. Sci. Sports*. – 2013. – P. 74–83.
4. Врублевский Е. П. [и др.]. Технология индивидуализации подготовки квалифицированных спортсменок (теоретико-методические аспекты): монография – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2016. – 223 с.



5. Врублевский Е. П. Индивидуализация тренировочного процесса спортсменов в скоростно-силовых видах легкой атлетики. – М. : Советский спорт, 2009. – 232 с.
6. Давыдова Л. А. Влияние занятий различными видами спорта на биологический цикл девушек-спортсменок // Международный студенческий научный вестник. – 2019. – № 3. – URL: <https://eduherald.ru/article/view?id=19633> (дата обращения: 28.09.2021).
7. Загурский Н. С., Шукалович Д. А., Гуца С. Ю. Современные тенденции развития биатлона и анализ выступления сборной команды России по биатлону в 2014–2016 гг. // Современная система спортивной подготовки в биатлоне : материалы V Всероссийской научно-практич. конф., 22 апреля 2016 г. – Омск : Изд-во СибГУФК, 2016. – С. 250–285.
8. Кожедуб М. С. Принципиальная схема построения базового мезоцикла подготовки квалифицированных легкоатлетов // Мир спорта. – 2018. – № 3 (72). – С. 11–16.
9. Пангелов Б. П. Оптимизация тренировочного процесса юных легкоатлетов-многоборков на основе динамики двигательных возможностей в ОМЦ : автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Киев, 1981. – 22 с.
10. Платонов В. Н. Периодизация спортивной тренировки. Общая теория и ее практическое применение. – Киев : Олимпийская литература, 2013. – 624 с.
11. Сологуб Е. Б. Влияние значительных физических нагрузок на репродуктивную функцию женщин-спортсменок : автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Харьков, 1989. – 20 с.

ЦИФРОВАЯ ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО МАСТЕРСТВА И УСТРАНЕНИЕ ОШИБОК В ЛЫЖНЫХ КОНЬКОВЫХ ХОДАХ

М. Ю. Рудберг, аналитик СБР, г. Москва

В практике подготовки спортсменов успешно применяется визуальная оценка технических действий руками, ногами и туловищем, в их общей координации и по отдельности. Опыт наблюдений неизбежно приводит к сравнениям движений своих подопечных со стандартными в исполнении спортсменов мировой и отечественной спортивной элиты [1, 2]. Такая оценка относится к аналитике *первого* уровня – *кинematики* наклонов, отклонений, вращений, сгибаний и разгибаний всех частей тела – аналоговый подход.

Не секрет, что внешние отличия технических действий спортсменов от общепринятых многие склонны объяснять индивидуальностью. Но насколько оправданы «индивидуально» наработанные навыки с точки зрения максимально возможной реализации физических качеств и функциональных кондиций?

Гонки приоритетны в первую очередь двигательной динамикой. Её невидимая подоплека действий лежит в области *кинетики*, в рабочих фазах – продвигающих сил отталкиваний, в подготовительных – инерции маховых движений и активных перемещений.

В каждом из повторяющихся циклов коньковых ходов ускорения и торможения лыжника колеблются вокруг средней скорости. В силу ряда причин, возможность поддерживать её постоянной человеку недостижима, хотя именно такое продвижение было бы наименее затратно. Искусство вынужденно *импульсного* продвижения состоит в оптимальном приложении разгибающих и вращающих усилий там, где они только возможны.

В отличие от двухмерной классики, в системе координат коньковых ходов лыжники перемещаются по трем направлениям. Ключевым здесь является вопрос эффективного сочетания вертикальных, боковых и продольных усилий. «Золотое сечение» такой



оптимальности невозможно определить визуально. Спортсмены постигают его чутьем, талантом и опытом, зачастую многолетним.

К истечению второго десятилетия века рядом исследований были изучены возможности перехода к аналитике *второго* уровня – цифровой. Индексы и графики изменений внутрицикловой скорости успешно дополнили оценку действий мониторингом их целеобразности с точки зрения кинетики [4–8].

В России, вслед за летними тренировками 2020–2021 годов спортсменов взрослой мужской и юниорской сборных команд СБР, динамика индексов и графиков внутрицикловых ускорений была исследована на тредбане широкой ленты Rodby RL3500E Инновационного центра ОКР.

Целью тестирования ставилось подтверждение информативности метода акселерометрии тестом коньковых ходов «на месте», ступенчатым нарастанием скорости двумя основными ходами – КООХ и КОДХ в подъем, изучение отклика цифровых индексов и графиков ускорений на рост интенсивности хода, их корреляции с *полевыми* индексами.

В задачи входили: регистрация внутрицикловых ускорений и торможений по мере нарастающей нагрузки; видеосъемка; сопоставление полученных индексов и графиков с опубликованными данными европейских исследований и файлами российских спортсменов; выявление отклонений от модельных в индексах и графиках, их соотнесение с отклонениями в действиях и граничных положениях тела; предоставление аналитических материалов с раскадровками действий, их описанием и рекомендациями к исправлению.

Протокол тестирования: мастер спорта РФ по биатлону, 1997 г.р., непрерывно бежал КОО ходом ступенями по 2 мин на каждой из скоростей от 9 до 17 км/ч в подъем 3°, и, после небольшого отдыха, КОД ходом в подъем 8° ступенями по 1 мин каждой из скоростей от 5 до 10 км/ч;

Экипировка: лыжероллеры Swenor 2, палки Swix triac 2,0 с цепкими насадками; оборудование: портативный регистратор 3D ускорений спортсмена (РУС) частотой опроса данных 500 Гц, iPhone 5se.

Индексы и графики основных лыжных коньковых ходов. Чувствительный элемент РУС располагался на пояснице у позвоночника спортсмена, в месте наиболее приближенном к общему центру его масс [7, с. 40]. Из всего многообразия фиксируемых линейных и угловых перемещений поясницы практический интерес представляли параметры их продольных составляющих. Программное обеспечение исчисляло их в системе координат поверхности Земли.

Динамика зарегистрированных кинетических индексов на тредбане по девяти ступеням нарастающей скорости техникой КООХ в подъем 3° приведена в таблице 1.

В картине адекватного нарастания кинетических параметров и скорости КОО хода исключение составил «коэффициент полезных *технических* действий» (КПТД) – отношение продвигающих ускорений к сумме ускорений по всем трем направлениям. Он естественным образом уменьшался по мере вынужденного увеличения вертикальных и боковых усилий в обеспечение роста продольной скорости. В базе данных техники КООХ индекс КПТД лежит в диапазоне 20–32 % от лыжников самой низкой квалификации до элитных.

Приведение индексов к удельным показателям на один килограмм веса облегчает сравнительную аналитику параметров спортсменов разного веса и пола, индивидуальный мониторинг в динамике годичного и многолетнего цикла подготовки не зависит от набранной или сброшенной массы тела.



Индексы удельных силы, приращений скорости (импульса силы) и пульсовой стоимости приводятся усредненными значениями к одной минуте, какое бы время ни длился тестовый отрезок.

Самый универсальный из динамических продвигающих индексов – удельная мощность W (вт/кг), отражает комбинацию развиваемых атлетом продвигающих сил и достигаемых при этом приращений скорости; чем *выше* кондиции спортсмена, тем *большую* мощность он способен развить; чем *выше* скорость, тем *большую* мощность он вынужден развивать для её поддержания; чем *меньшую* мощность он демонстрирует на *заданной* скорости, тем меньше его энергозатраты и *оптимальней техника* его бега данным ходом.

Индекс «пульсовой стоимости» увязывает функциональную подготовку и реализацию скоростно-силовых качеств спортсмена в продвижение, соотнося развитие продвигающих сил с частотой сердечных сокращений.

Таблица 1 – Последовательное нарастание индексов продвигающей динамики КОО хода МС по биатлону адекватно увеличению скорости; цветом выделены ступени для последующей компиляции графиков (рис. 1)

скорость ленты	9км/ч	10км/ч	11км/ч	12км/ч	13км/ч	14км/ч	15км/ч	16км/ч	17км/ч
время отрезка	t (с) 107	t (с) 128	t (с) 104	t (с) 117	t (с) 119	t (с) 127	t (с) 107	t (с) 118	t (с) 122
ЧСС	hr (уд/мин) 120	hr (уд/мин) 129	hr (уд/мин) 138	hr (уд/мин) 143	hr (уд/мин) 148	hr (уд/мин) 155	hr (уд/мин) 159	hr (уд/мин) 162	hr (уд/мин) 170
удельная продвигающая мощность (вт/кг)	W(Вт/кг) 1.1	W(Вт/кг) 1.4	W(Вт/кг) 1.7	W(Вт/кг) 1.9	W(Вт/кг) 2.4	W(Вт/кг) 2.7	W(Вт/кг) 3.1	W(Вт/кг) 3.6	W(Вт/кг) 4.8
среднеминутная удельная продвигающая сила (N/кг)	a ср.мин (м/с2) 102	a ср.мин (м/с2) 112	a ср.мин (м/с2) 123	a ср.мин (м/с2) 132	a ср.мин (м/с2) 147	a ср.мин (м/с2) 157	a ср.мин (м/с2) 173	a ср.мин (м/с2) 183	a ср.мин (м/с2) 224
коэффициент полезных технических действий (%)	eff (%) 31.4(29.5)	eff (%) 30.4(27.6)	eff (%) 29.8(27.0)	eff (%) 29.4(26.4)	eff (%) 28.9(26.1)	eff (%) 28.7(26.0)	eff (%) 29.3(26.6)	eff (%) 29.0(26.6)	eff (%) 28.7(26.8)
среднеминутные приращения скорости (м/с)	p ср.мин (м/с) 39.3(38.0)	p ср.мин (м/с) 46.1(39.0)	p ср.мин (м/с) 48.6(40.8)	p ср.мин (м/с) 51.3(44.6)	p ср.мин (м/с) 58.0(49.3)	p ср.мин (м/с) 61.3(52.1)	p ср.мин (м/с) 64.4(57.9)	p ср.мин (м/с) 69.9(59.2)	p ср.мин (м/с) 76.4(61.3)
пульсовая стоимость продвиг. силы	a/b (м/(с²·уд)) 0.85(0.81)	a/b (м/(с²·уд)) 0.87(0.75)	a/b (м/(с²·уд)) 0.89(0.77)	a/b (м/(с²·уд)) 0.92(0.76)	a/b (м/(с²·уд)) 0.99(0.85)	a/b (м/(с²·уд)) 1.01(0.92)	a/b (м/(с²·уд)) 1.09(1.02)	a/b (м/(с²·уд)) 1.13(1.05)	a/b (м/(с²·уд)) 1.32(1.25)

Компиляция графиков внутрицикловых ускорений МС по биатлону ступеней скоростей ленты тредбана дала представление о дрейфующих фазах его КОО хода по мере нарастания интенсивности (рис. 1).

Аналитика скомпилированных графиков скоростей наглядно говорит об изменениях структуры КОО хода биатлониста по мере роста интенсивности. Заметный дрейф графиков влево при нарастании скорости говорит о постепенном сокращении времени левого шага и увеличении правого – до 5 % общего времени цикла (ОВЦ) каждый, к их разнице в 10 %.

Разница была на 6 % образована фазами *проката в замахе руками* – по мере нарастания скорости хода в левых шагах эти действиями убыстрялись, в правых отставали по времени. Пики ускорений замахов в левом дрейфовали с 12 до 8 % ОВЦ от начала левого шага, правого – с 12 до 14 % ОВЦ шага.



Помимо того, биатлонист преодолевал торможения, оттормаживаясь в переходах графиков из отрицательной в положительную зону и начиная их примерно в одно и то же время циклов, а обратно к торможениям в левых шагах возвращаясь до 4 % раньше правых. Иными словами внутрицикловые приращения его скорости увеличивались при росте скорости ленты в обоих шагах, но в левых в меньшей степени, чем в правых.

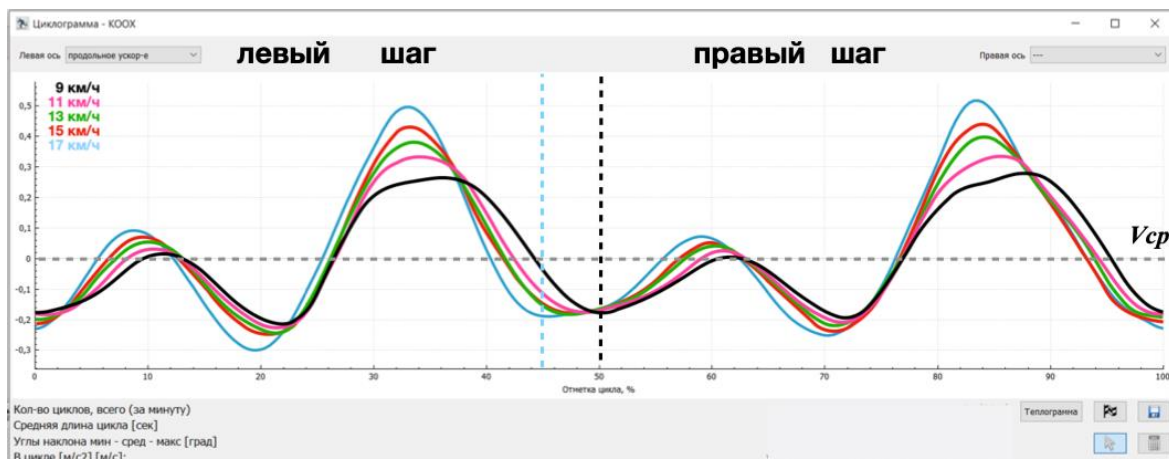


Рисунок 1 – Динамика изменений внутрицикловых ускорений МС по биатлону в зависимости от скорости его КОО хода

Примечание: горизонтальный пунктир обозначает нулевое ускорение средней в цикле скорости; кривые ускорений в положительной зоне очерчивают приращения скорости выше средней в цикле (приращения скорости), в отрицательной – торможения; вертикальные пунктиры разграничивают левый и правый шаги цикла

Результаты теста на тредбане техникой КОДХ в подъем 8° отразили тенденции хода при утомлении спортсмена, что выразилось снижением всех динамических индексов его продвижения на самой большой скорости (табл. 2).

Следует отметить, что уклон резиновой ленты тредбана 8°, на вторых колесах Swenog по затратности усилий аналогичен более крутому асфальтовому подъему. Очевидно, что, начиная с 5-й ступени теста, нагрузка стала превышать ресурсы комфортной спортсмену интенсивности. Динамические индексы вышли на плато к скоростям 8 и 9 км/ч, а на 10 км/ч упали до уровня 7 км/ч.

Начальную скорость спортсмен поддерживал темпом 41 ц/мин, реагируя на её растущие ступени дальнейшим прибавлением по 1–1,5 цикла – 42, 43, 45, 47 и 48 ц/мин.

При стабильных динамических индексах на 8-ми и 9-ти км/ч, КПтД несколько снижался с предыдущих 21,8 до 21,1%, отражая нарастание затрат на боковые и вертикальные усилия.

Компиляция графиков непрерывного бега КОД ходом в подъем 8° позволяет судить об устойчивом структурировании спортсменом этой техники на всех скоростях кроме начальной (рис. 2).

Прогулочная ступень 5 км/ч была пройдена биатлонистом укороченным предварительным шагом 46 % ОВЦ. На остальных пики и западения ускорений были практически одномоментны и отличались друг от друга лишь амплитудами значений. То есть, в отличие



от дрейфующей структуры цикла КООХ, предварительный и основной шаги КОД хода в подъем, за исключением вкатывания на скорости 5 км/ч, соотносились одинаково.

Таблица 2 – Последовательное нарастание кинетических индексов МС по биатлону КОД ходом в подъем 8° на 5-й ступени ступени вышло на плато, а в 6-й завершилось их снижением

скорость ленты	5 км/ч	6 км/ч	7 км/ч	8 км/ч	9 км/ч	10 км/ч
время отрезка	t (с) 51	t (с) 48	t (с) 59	t (с) 57	t (с) 58	t (с) 68
ЧСС	hr (уд/мин) 138	hr (уд/мин) 151	hr (уд/мин) 156	hr (уд/мин) 162	hr (уд/мин) 168	hr (уд/мин) 175
удельная продвигающая мощность (Вт/кг)	w (Вт/кг) 1.0	w (Вт/кг) 1.4	w (Вт/кг) 2.0	w (Вт/кг) 2.5	w (Вт/кг) 2.5	w (Вт/кг) 1.9
среднеминутная удельная продвигающая сила (N/кг)	a ср.мин (м/с²) 110	a ср.мин (м/с²) 136	a ср.мин (м/с²) 161	a ср.мин (м/с²) 186	a ср.мин (м/с²) 186	a ср.мин (м/с²) 161
коэффициент полезных технических действий (%)	eff (%) 21.1(20.8)	eff (%) 21.2(20.9)	eff (%) 21.8(21.1)	eff (%) 21.5(20.5)	eff (%) 21.1(19.9)	eff (%) 20.7(19.5)
среднеминутные приращения скорости (м/с)	p ср.мин (м/с) 31.9(29.8)	p ср.мин (м/с) 36.1(35.7)	p ср.мин (м/с) 43.7(41.9)	p ср.мин (м/с) 47.9(44.0)	p ср.мин (м/с) 47.6(44.1)	p ср.мин (м/с) 43.0(38.0)
пульсовая стоимость продвиг. силы	a/b (м/с²·уд) 0.80(0.89)	a/b (м/с²·уд) 0.91(0.91)	a/b (м/с²·уд) 1.03(0.93)	a/b (м/с²·уд) 1.15(0.97)	a/b (м/с²·уд) 1.11(1.01)	a/b (м/с²·уд) 0.92(0.93)

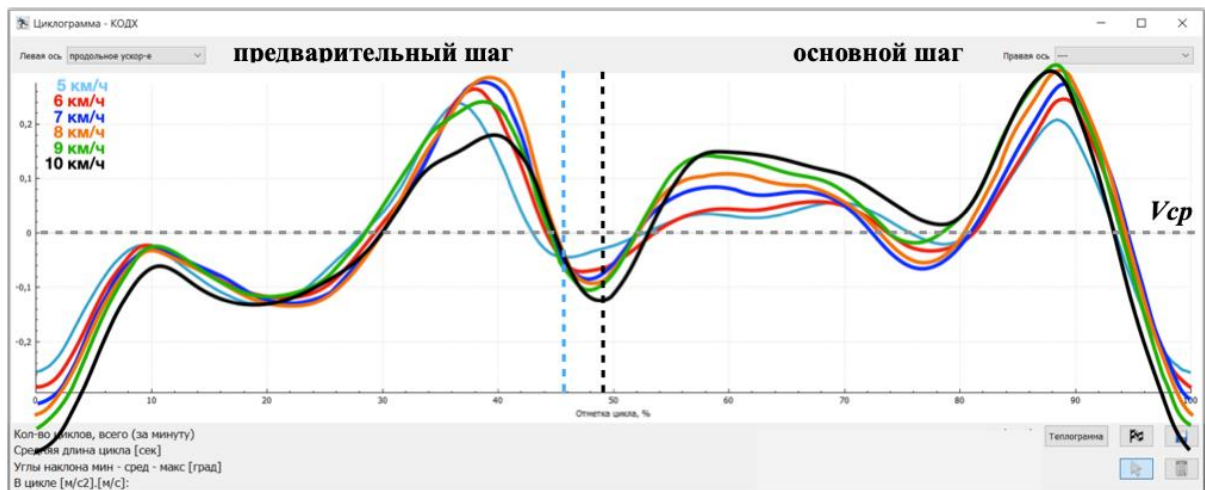


Рисунок 2 – Динамика изменений внутрицикловых ускорений МС по биатлону по мере роста скорости КОД хода в подъем 8° не повлияла на структуру цикла, но откликнулась на её увеличение ростом амплитуд ускорений. Исключение – начальная скорость первой ступени

Рост скорости обеспечивался увеличением продольных ускорений в конце обоих шагов и за счет очевидного усиления *разгона палками* в начале основного шага (53–75% ОВЦ).



Исключение составила наибольшая скорость 10 км/ч, где спортсмен значительно потерял ускорение в переходе на основную ногу в конце предварительного шага (черный график).

Таким образом, по результатам тестирования на тредбане были получены исходные данные структуризации спортсменом циклов двух основных коньковых ходов и *реализации* им своей функциональной готовности в *продвигающую динамику* технических действий. На этой основе стали возможны дальнейшая аналитика технического мастерства и сравнительный анализ с другими атлетами.

Стабильность технических действий в циклах КООХ. Один из важных показателей технического мастерства – стабильность действий спортсмена на отрезках постоянной скорости и рельефа. Какой бы индивидуальностью и своеобразием техники не объяснялись действия, если в каждом цикле воспроизводятся по-разному, они проблемны.

Программное обеспечение РУС экспонирует в теплограммах графики изменений модуля ускорений по трем ортогональным направлениям каждого из циклов пройденного рабочего отрезка в виде тонких линий. Там, где спортсмен ускорялся и тормозил стабильно, линии близки или наложены одна на другую – участки такой повторяемости выделены (рис. 3).

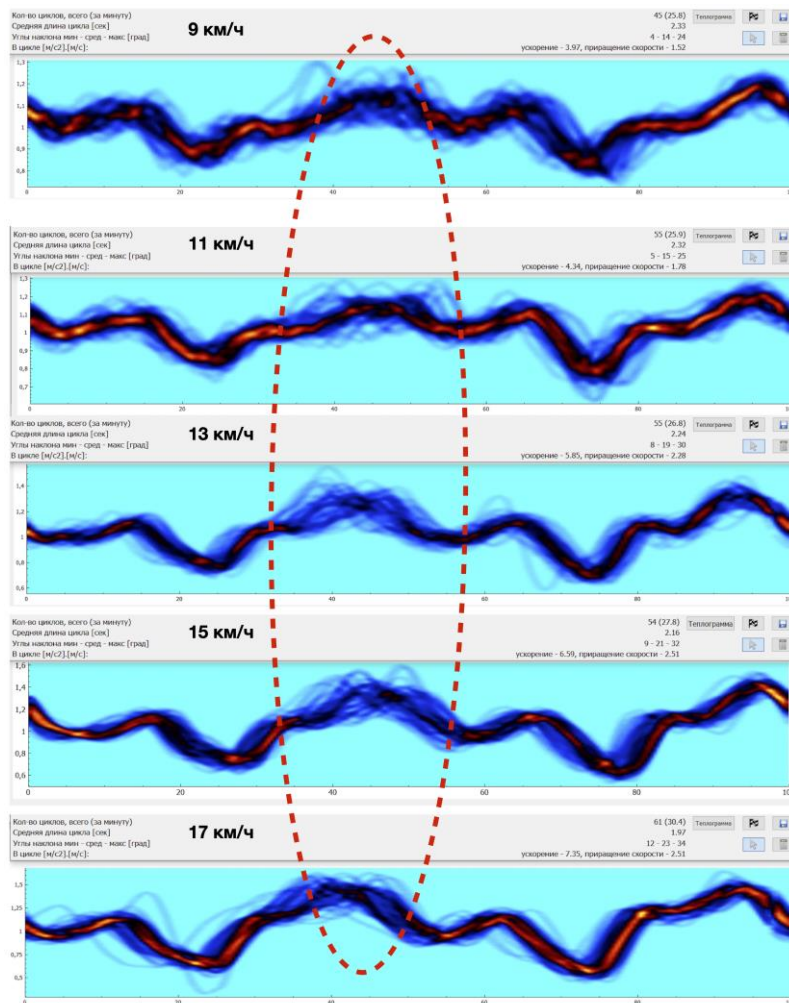


Рисунок 3 – Теплограммы изменений комбинированной скорости в циклах КООХ пяти ступеней 9, 11, 13, 15, 17 км/ч отражают одинаковые участки наименее стабильных ускорений (обведены красным пунктирным овалом) независимо от интенсивности бега



Примечание: тонкие линии обозначают ускорения и торможения в каждом цикле; зоны их наибольшего разброса свидетельствуют о нестабильности действий (пропущенные четные ступени вписываются в ту же тенденцию).

Графики ступеней бега КООХ нарастающей скоростью 9, 11, 13, 15 и 17 км/ч показывают наибольший разброс модуля ускорений биатлониста на участках 30–57 % ОВЦ. Очевидно, что в этих действиях он прикладывал усилия наименее стабильно.

В соответствии со структурой цикла КООХ [1, с. 58–59], на этом отрезке времени биатлонист завершал отталкивание палками и правой ногой, переходя на очередную опорную и выпрямляясь в свободном скольжении начинал вынос рук на замах в следующем правом шаге (рис. 4).

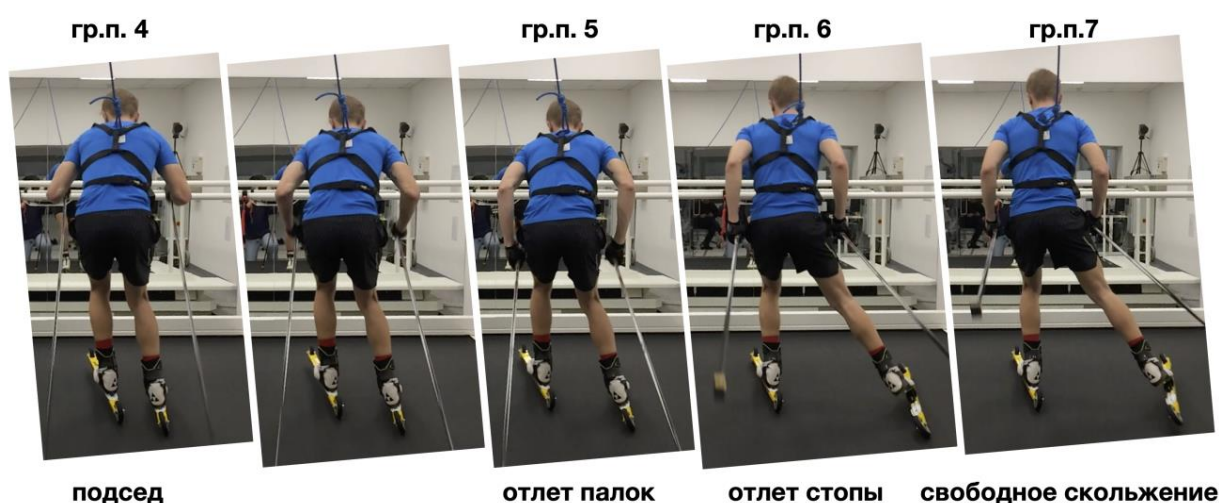


Рисунок 4 – Раскадровка окончания левого шага на скорости 15 км/ч, в котором графики обнаружили наименьшую стабильность действий МС по биатлону

Сопоставление кадров видеосъемки с мировой и отечественной элитой обнаруживают ряд отклонений:

– завершив подседание атлет не до конца приводит маховую ногу к опорно-толчковой, в то время как элита здесь приводит её вплотную (гр. п. 4);

– во время подседания и далее он отклоняется вправо к опорно-толчковой стопе характерным поперечным изгибом, в то время как природа конькового отталкивания требует постепенно нарастающего поперечного отклонения тела в противоположную сторону, к предстоящей постановке маховой ноги (гр. п. 4–5);

– в переходе на очередную опорную ногу (гр. п. 5–6) и последующем свободном скольжении (гр. п. 6–7) её колено «смотрит» вперед, тогда как носок стопы отведен вбок; это влечет за собой преждевременную закатовку, что зимой повысит торможение лыжи. Колеса л/роллеров с полукруглым профилем такое прощают и в этом одно из отличий «летней» техники от «зимней».

Сложно утверждать, насколько каждое в отдельности из перечисленных отклонений кинематики влияет на кинетику отталкиваний и нестабильность проката. Тем не менее, такие участки графиков подтверждают, что перед тем, как искать гипотетические



пути повышения технического мастерства, следует в первую очередь обратить внимание на очевидные факты.

Рекомендации к исправлению здесь просты и не влекут за собой кардинальной перестройки техники – достаточно верной установки на правильность выполнения следующих действий:

- полностью приводить маховые стопы к опорным и удерживать их рядом вплоть до окончания подседания, оттягивая начало выпада на постановку;

- начинать постепенное поперечное отклонение от опорно-толчковой стопы *всем телом* практически с момента *постановки палок*; такое смещение веса при опоре на них естественным образом увеличивает боковую составляющую силы конькового отталкивания;

- завершать выпад на постановку маховой ноги одинаковым углом бокового отведения и стопы и колена;

- «накрывать», затем, коленом носок опорной стопы в последующем свободном скольжении и прокате, равномерно распределяя этим не только её продольную, но и *поперечную* нагрузку.

Помня о затынутом прокате после финала отталкивания правой ногой (графики рис. 1), следует пробовать здесь отталкивать себя больше вверх с тем, чтобы импульс вертикальной составляющей силы помогал быстрее разгибать левую опорную ногу в последующем выпрямлении тела «на взлёт».

Стабильность технических действий в циклах КОДХ в подъем. Не менее интересна динамика стабильности бега техникой КОДХ в подъем (рис. 5). Следует напомнить, что подъем резиновой ленты тредбана 8°, на Swenor 2 воссоздает торможение более крутого подъема асфальте.

Если стабильность КОО ходом обнаруживает техническую проблему на всех скоростях бега спортсмена, то графики КОД ходом в подъем выявляют рост нестабильности, лишь начиная с третьей ступени 7 км/ч. Промежуток времени в диапазоне 25–50 % среднecиклового соответствует фазам действий перехода на «основную» ногу в конце предварительного левого шага и *разгона опорной стопы палками* в основном правом шаге [2, с. 12].

В раскадровках этих действий также наблюдаются нестыковки кинематики МС по биатлону с элитными спортсменами (рис. 6).

МС по биатлону верно ставит наконечник *ведущей* левой палки у места предстоящей через мгновение постановки стопы, но, в отличие от модельных раскадровок, *далекой* от головы *кистью* и *низким локтем* (гр. п. 3).

Такое положение руки, во-первых, изначально отклоняет палку вбок от спортсмена, что при вертикальном давлении на неё провоцирует дальнейшее утягивание туловища туда же, к левой опорно-толчковой ноге основного шага (гр. п. 6–7), во-вторых, низко опущенный локоть атлета лишает его возможности сопротивляться такому поперечному отклонению.

Как результат, в граничном положении *смещенного подседа* (гр. п. 7) поперечно изогнутое тело, как и в шаге КООХ, существенно нависает над толчковой стопой, чем перегружает её в фазе *разгона палками*. Помимо этого, чрезмерное налегание туловищем на ведущую палку, ослабляет давление на *опорную*, создающую необходимый контрупор коньковому отталкиванию ног.

Кроме того, дальнейшее движение вправо на постановку маховой ноги отклоненного в другую сторону туловища удлиняет путь и увеличивает энергозатраты на перемещение его существенной массы. Это и могло вызывать характерный провал продольной скорости поясницы спортсмена в следующей фазе действий основного шага (рис. 2, 77 % ОВЦ).

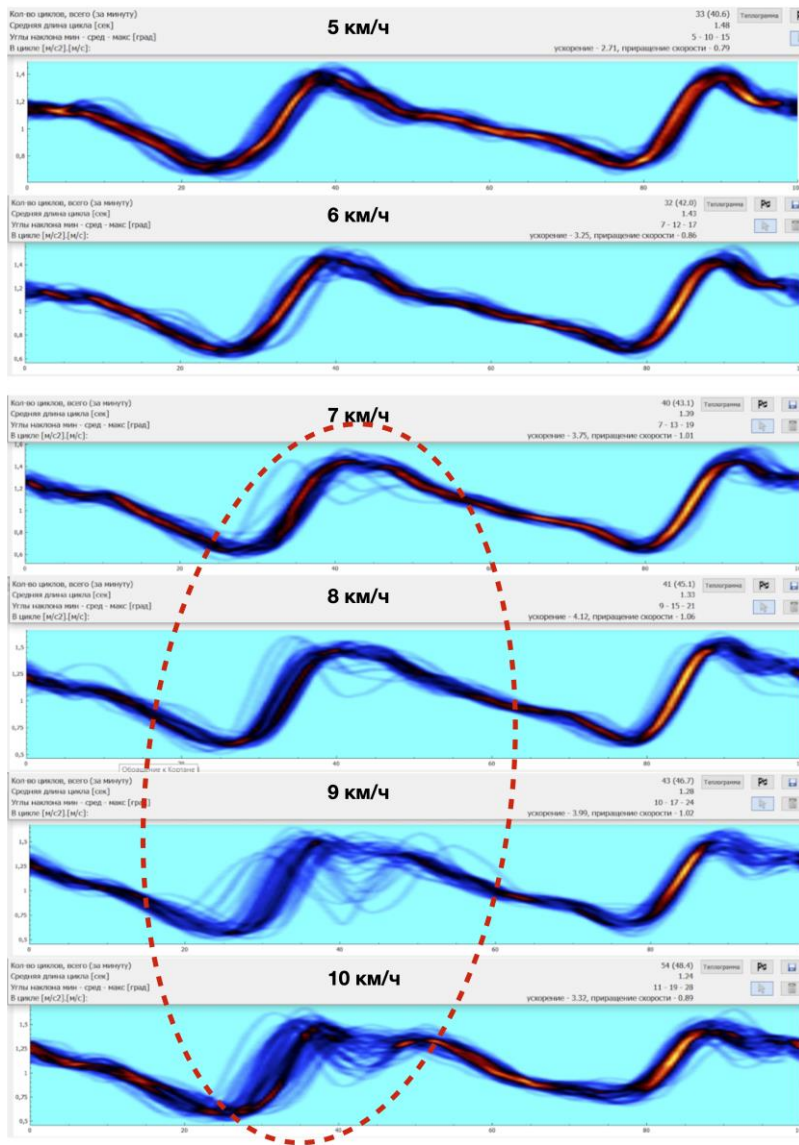


Рисунок 5 – По мере увеличения скорости бега КОД ходом в подъем 8° на тредбане растет нестабильность действий на участке 25–50 % ОВЦ (обведено красным пунктиром)

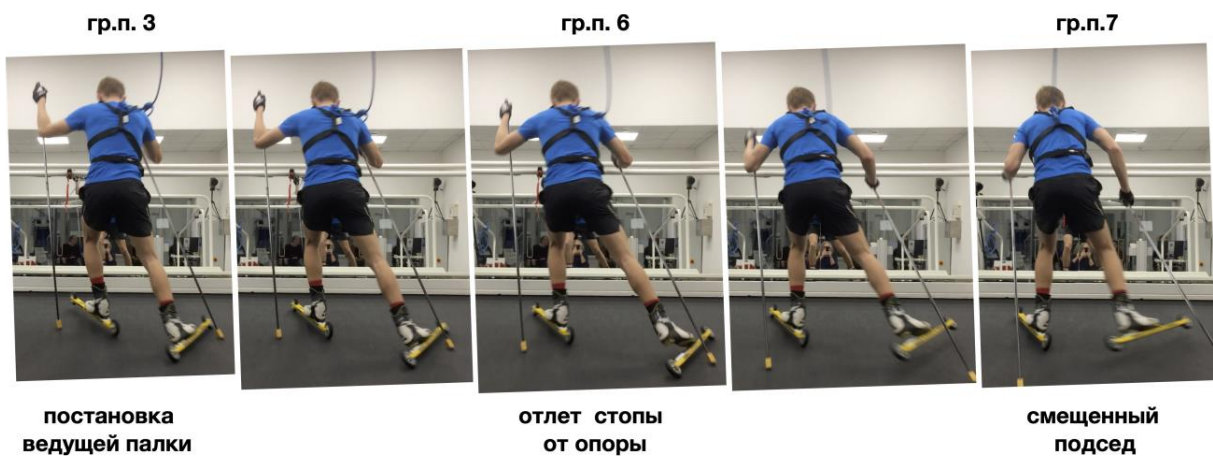


Рисунок 6 – Раскадровка окончания левого предварительного и первой трети правого основного шагов КОДХ в подъем 8° на скорости 9 км/ч, где, при положительной динамике индексов спортсмена, были зарегистрированы наименее стабильные действия



Рекомендации к соблюдению стандартов современной техники здесь лежат в следующем направлении:

- ставить ведущую палку вертикально, локтем отведенным вбок, кистью не далее 15 см от виска с тем, чтобы обеспечить туловищу поперечный упор в его дальнейшем перемещении от опорно-толчковой стопы в сторону предстоящей постановки маховой;
- помнить, что действия туловищем состоят в перемещении значительной массы и потому энергетически затратны; зависание им над ведущей палкой, хотя и усиливает давление на неё в фазе разгона палками, но затем вынуждает спортсмена к затратному поперечному броску в противоположную сторону;
- придерживаться поперечной стабилизации туловища, раздавая усилия в отталкиваниях обеим рукам не только общепринятым продольным наклоном, но и ротацией торса в сторону опорной палки.

Сравнительная аналитика ускоряющих действий в цикле КООХ. База данных КООХ позволяет сравнить среднецикловые ускорения этой техникой МС на тредбане на исходе 9-й минуты бега с *модельными* одного из самых техничных мужчин, МСМК по биатлону, члена национальной сборной РФ в коротком ускорении летом 2020 г. на трассе в Демино (рис. 7).

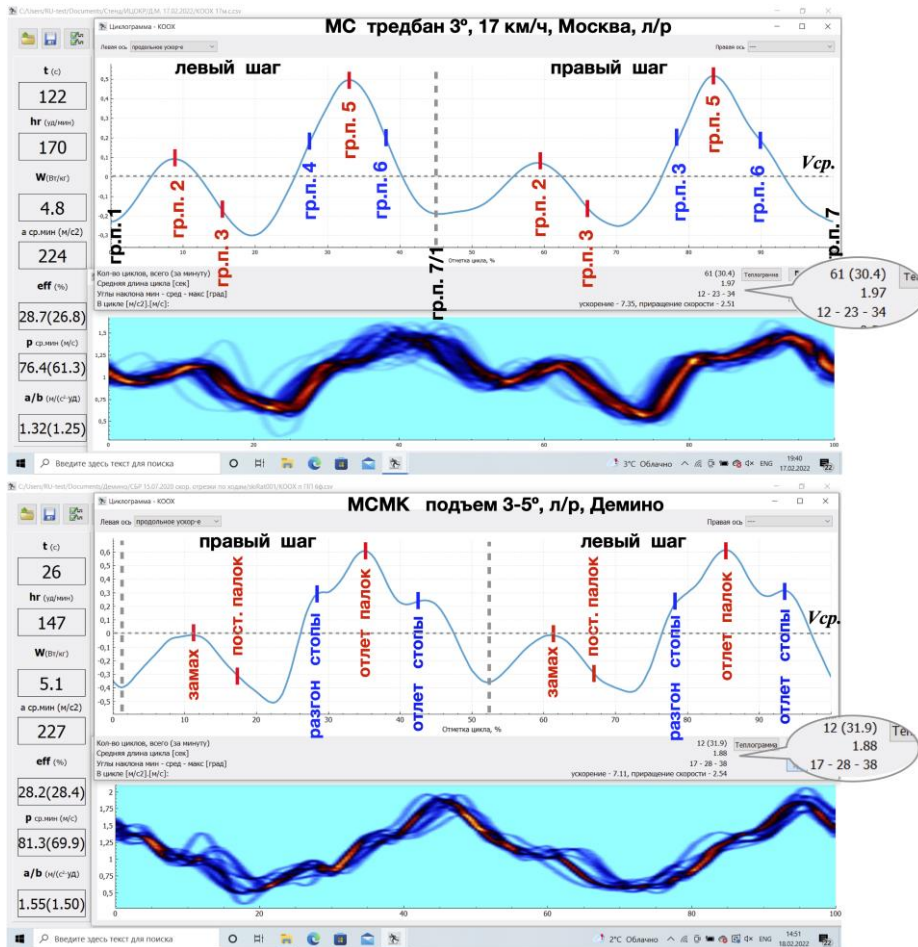


Рисунок 7 – Сравнение графиков КОО хода МС по биатлону в подъем 3° на тредбане (верхний) с МСМК по биатлону в подъем 3–5° на л/роллерах (нижний).

Для наглядности вручную выполнена разметка фазовой структуры действий в цикле



МСМК – правосторонний спортсмен, техниками КОДХ в подъемы и на равнине его правая сторона основная, поэтому его завершающим в цикле шаг выбран отталкиванием правой ногой.

Следует сказать, что все смены ходов спортсмены выполняют после отталкиваний «сильной» ногой, как с двухшажных на одношажный, так и в обратном порядке. Отсюда в, казалось бы симметричном, КОО ходе разметка циклов выбрана не произвольно, а по сильной (основной) стороне спортсмена.

Темп МС 30,4 цикла в минуту, против 31,9 ц/м у МСМК; диапазон продольных наклонов МС – 22° лежит в пределах 12°–34° *от вертикали*, тот же диапазон у МСМК – 21° в пределах 17°–38°, но он «ложится» на склон на 4 градуса ниже.

КООХ МС бросается в глаза затянутой фазой замаха в правом шаге (гр. п. 7/1 – гр. п. 2), что приводит к сильной асимметрии его КООХ 45–55 %. Структура КООХ МСМК представлена практически равными по времени правым и левым шагами.

Ускорения замаха МС (гр. п. 2) на уровне модельных, за счет активной подачи вперед его поясница прибавляет к средней скорости по 0,07 м/с в левом шаге и 0,09 м/с в правом, МСМК едва выходит здесь из торможений до уровня среднецикловой скорости.

Отличия ускоряющих действий в рабочих фазах отталкиваний руками и ногами более существенны. У МС они делятся 15 % ОВЦ (25–40 % ОВЦ) в левом шаге и 17 % (76–93 % ОВЦ) в правом. МСМК показывает по 21% ОВЦ в каждом шаге: МС прибавляет к среднецикловой скорости в отталкиваниях 0,86 м/с и 0,9 м/с в левом и правом шагах соответственно; МСМК 1,23 м/с и 1,29 м/с в правом и левом шагах.

Представляют интерес не только величины продольных ускорений отталкиваний, но и характер их изменений – здесь выразилось основное отличие в классе. График ускорения МС – *однопиковый*, действия разгона стопы к нижней точке *подседа* (гр. п. 4) никак не выражены изменениями в нарастании графика, также как финал отталкивания ногой ничего не прибавляет ниспадающему графику ускорения к моменту отлета стоп от опоры (гр. п. 6). Правда, в конце правого шага МС обозначил небольшой всплеск ускорения в районе 90 % ОВЦ.

График МСМК – *трехпиковый*, его форма всеобъемлюще демонстрирует возможности приращения скорости техникой КООХ. Первые всплески его ускорений на 28 и 78 % ОВЦ (гр. п. 4) говорят о том, что элитный биатлонист в каждом шаге не просто ставил палки и подседал перед началом конькового отталкивания, но, вонзая, мгновенно подвисал на них, *вертикальным упором* разгружал опорную стопу и разгонял себя, затем, в этом действии. А после вторых пиков при отлете палок (гр. п. 5) МСМК еще по 7 % ОВЦ активно дорабатывал отталкивания финальными разгибаниями ног, увеличивая приращения скорости всплесками на 44 и 94 % соответственно (гр. п. 6).

Модельный характер изменений внутрицикловых ускорений на тредбане еще в 2016 году продемонстрировали в тестах норвежские лыжники-гонщики 2-го и 3-го состава национальной сборной команды (рис. 8) [5, с. 29].

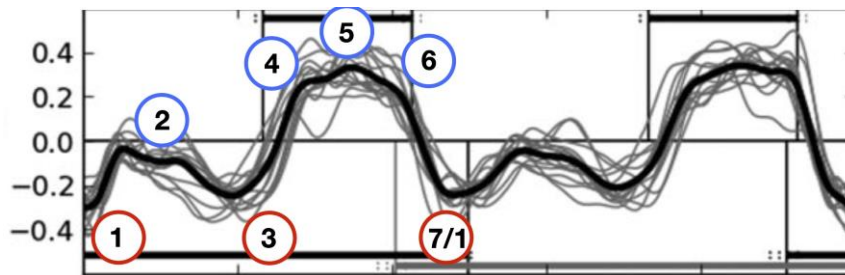


Рисунок 8 – Графики продольных внутрицикловых ускорений техникой КООХ на тредбане подъемом ленты 6°, скоростью 3,5 м/с 13 элитных лыжников-гонщиков Норвегии, в части отталкиваний руками и ногами каждого шага (размечен первый), добиваются трехпикового характера всплесков: после подседаний на 27% ОВЦ (4), – отлета палок от опоры на 35 % (5), – отлета стопы на 43% ОВЦ (6). Тонкие линии обозначают каждого гонщика в отдельности, жирная усредняет их показания в командные (Myklebust, 2016 г.)

Рекомендации :

– опция прибавления скорости *разгоном палками в подседании* состоит в понимании его принципиального отличия от «холостого» подъезда к палкам от постановки до более выгодных углов отталкивания. Такой элемент высшего технического мастерства тренируется и классическим ОБХ одновременным бесшажным ходом на коньковых палках, начальная фаза отталкиваний в котором аналогична упору палками техникой КООХ, но замахом и разгоном с одной стопы, а не с двух.

– возможности *финальных* приращений скорости состоят в том, что коньковые отталкивания ногами *от себя* после отлета палок следует переключать на отталкивания *себя от* ускользящей опоры, успевая завершать их ювелирным по синхронизации «толчком на взлет» и разгибанием туловища вперед-вверх-в сторону скольжения на очередной опорной ноге.

Таким образом, индексы и графики спортсменов высокой и высшей спортивной квалификации показывают схожие значения и конфигурации. Такая сопоставимость позволяет судить об взаимной адекватности динамических параметров КОО хода, регистрируемых акселерометрией в лаборатории на тредбане и «в поле» на асфальте.

Сравнительная аналитика действий в цикле КОДХ в подъем. Не менее информативным оказалось и сопоставление техники КОДХ в подъем МС, тестированного на тредбане, уже с другим МСМК по биатлону, его ровесником, членом резервной сборной РФ на кругу в Демино 2020 г. (рис. 9).

Плотностью повторений действий МСМК демонстрирует практически модельную стабильность в этом ходе, легкий разброс лежит также в переходе на очередную опорную ногу в конце предварительного шага на 40 % ОВЦ.

Структурные отличия циклов биатлонистов состоят в укороченном у МС, предварительном шаге, опять левом. Интересно, что, выбрав для себя левую сторону основной, он обоими техниками коньковых ходов именно в левых шагах он наименее убедителен.

Сравнение динамических индексов показывает, что *большая мощность*, затраченная в МСМК на прохождение подъема (3,2 против 2,5 Вт/кг у МС), достигалась меньшими силами (168 против 186 N/кг мин), но повышенной импульсивностью отталкиваний (69,2 против 47,6 м/с мин). Такая резкость отталкиваний в коротком ускорении обеспечила элитному биатлонисту и более высокий темп (50,1 против 46,7 ц/мин у МС).

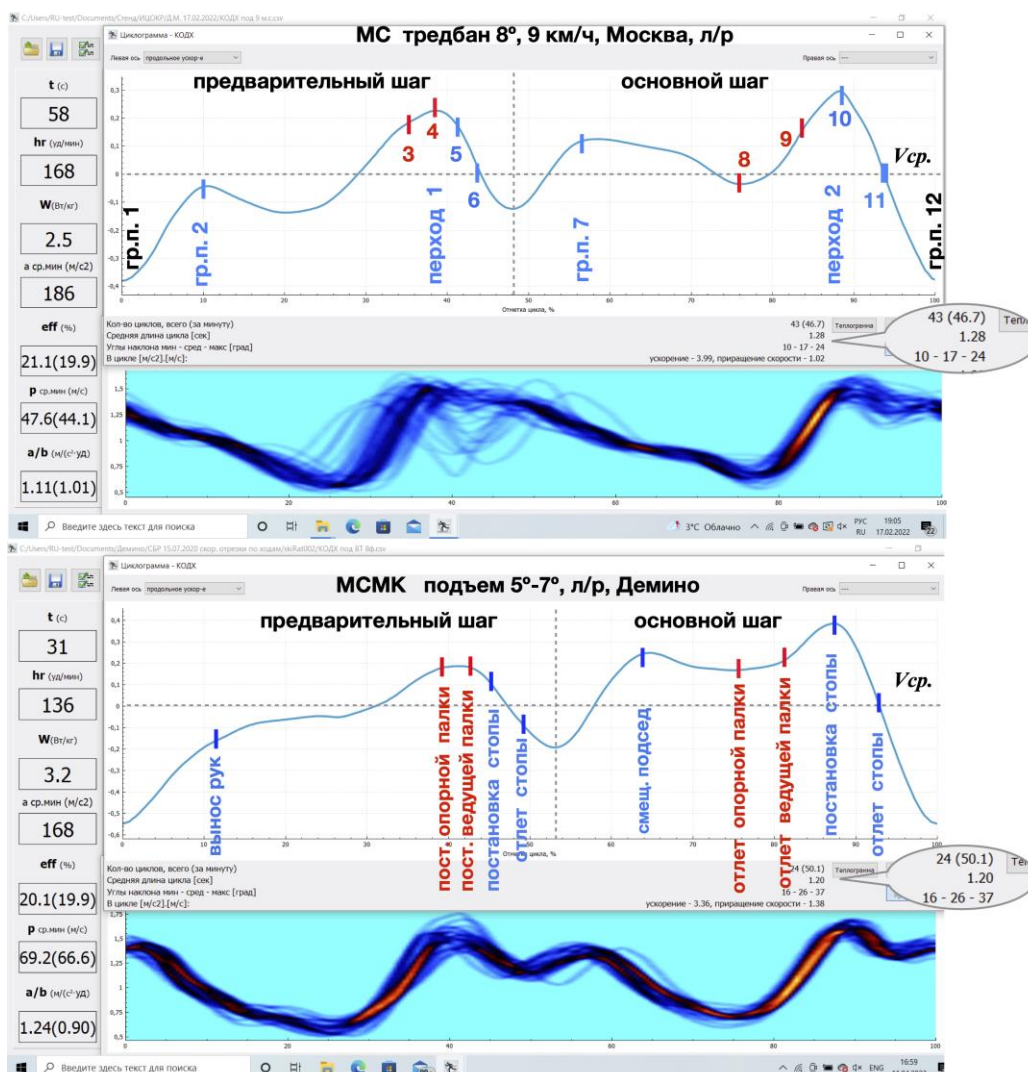


Рисунок 9 – Сравнение графиков КОД хода МС по биатлону в подъем 8° на тредбане (верхний) МСМК по биатлону в подъем 5–7° на л/роллерах в Демино, 2020 г. (нижний)

В предварительном шаге МС допускал повышенное торможение – провал графика на 12–28 % ОВЦ там, где МСМК подъезжал практически к своей среднецикловой скорости. В структуре шага данный участок графиков соответствует завершению приведения маховой ноги к уровню опорной и началу её выноса вперед-вбок на дальнейшую постановку.

Второй провал ускорения МС, уже в основном шаге на 70–82 % ОВЦ, приводил его к торможениям там, где МСМК наращивал скорость ускорением уровня 0,16 g. Причину торможения МС в основном шаге была рассмотрена в аналитике раскадровки на рис. 4 – там он *чрезмерно отваливался туловищем* к опорно-толчковой ноге и, хотя усиливал этим отталкивание ведущей палкой, но лишал себя возможности затем поддержать достигнутую разгоном скорость, быстро направляя туловище в сторону предстоящей постановки маховой правой ноги.

Кинематические отклонения положений тела МС по биатлону, повлекшие за собой провал продольного ускорения в районе 20-ти процентов ОВЦ в предварительном шаге, представлены раскадровкой этих действий на рис. 10.

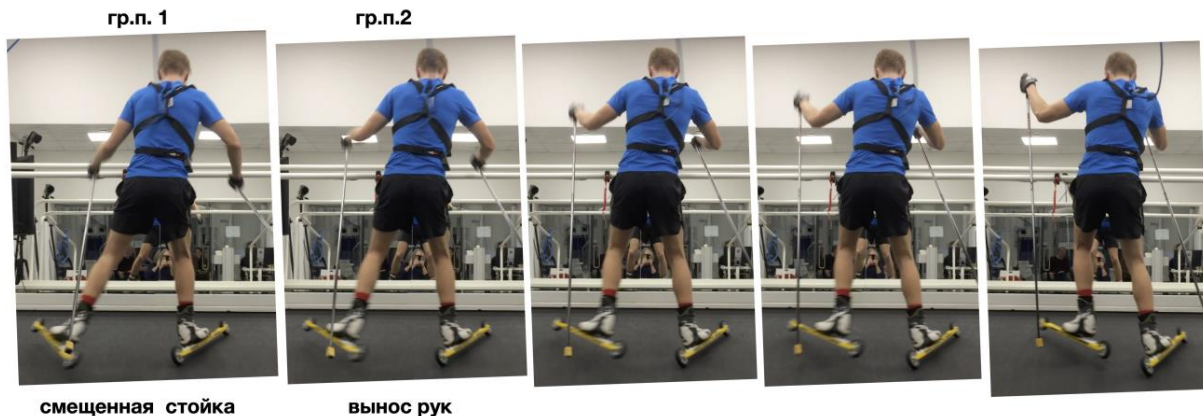


Рисунок 10 – Вынос рук и начало конькового отталкивания в предварительном шаге сопровождаются поперечным отклонением туловища в противоположную сторону.

Здесь наблюдаются те же проблемы, что и в КООХ – в начале цикла прокат коленом опорной ноги подогнутым внутрь (гр. п. 1–2) сочетается с приведением маховой ноги её поперечным *перетягиванием* – отклонением туловища к опорной ноге (после гр. п. 2). Ошибка системная, в обоих ходах вызвана инстинктивным желанием располагаться для устойчивости над опорной стопой.

Рекомендации к исправлению, соответственно те же, что и в КООХ:

- даже в короткой фазе свободного скольжения после отталкиваний предыдущего (здесь основного) шага колено должно «смотреть» туда же, куда и носок, накрывать его не только в боковой, но и фронтальной плоскости;
- требуемое в любом коньком ходе смещение веса необходимо достигать отклонением *всем телом*, а не подворачиванием внутрь колена опорной ноги;
- обратить внимание, не провоцирует ли тренировочная работа на «плюшках» ловлю поперечного баланса на лыжах подворачиванием колена внутрь, вместо расположения над опорной стопой всем телом.

Чтобы убедиться, чья версия внутрицикловых ускорений КОДХ в подъем верна, МС или МСМК, обратимся к коллективным графикам двух сборных мужских команд, лыжников-гонщиков Норвегии 2016 г. [5, с. 29] и биатлонистов РФ 2020 г. (рис. 11). На спорных участках графиков в районах 20 и 75 % ОВЦ элитные спортсмены обеих стран своими действиями умело противостояли провалам в предварительных шагах и торможениям в основных.

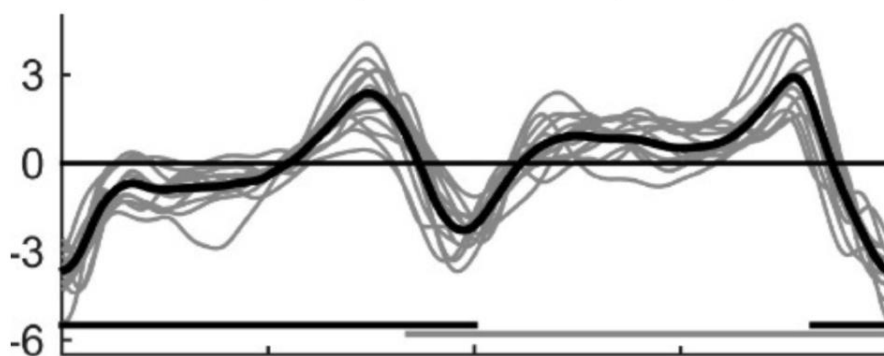
Итоговые рекомендации спортсменам по ходам. В практике работы с юниорскими сборными командами по биатлону в подготовительном сезоне 2021 года применялась выдача рекомендации тренерам и спортсменам в краткой форме. Такая лаконичность вызывалась попытками концентрировать их внимание на ключевых моментах, не отвлекая на чтение многостраничных заключений.

После тестирования в ИЦ ОКР на следующий день МС по биатлону аналогичным одним файлом были направлены кадры проблемных граничных положений тела, пунктирными линиями привязанные к их конкретным участкам графиков, с комментариями и рекомендациями к выполнению в стиле комиксов (рис. 12, 13).

Проблемные положения тела в них размечались белыми линиями требуемых отклонений для фокусировки внимания спортсмена на основные отличия его действий от спортсменов мировой элиты.



сборная Норвегии по л/гонкам, мужчины, тредмил, 2016 г.



сборная России по биатлону, мужчины, Демино, 2020 г.

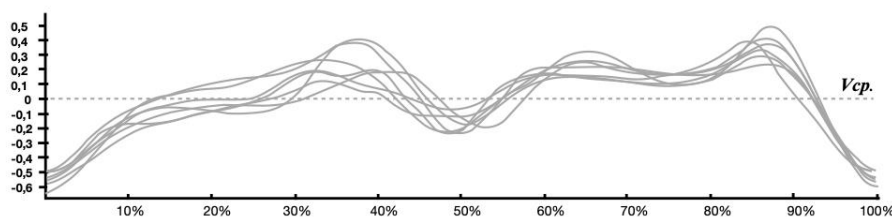


Рисунок 11 – Графики циклов ускорений мужчин национальных сборных команд Норвегии, 2-й/3-й составы по лыжным гонкам, тредбан 6°, 3,5 м/с (Н. Mykelbust, 2016 г., вверху) и России, 1-й/2-й составы сборной РФ по биатлону, Демино, в подъем 5–7°, 2020 г. (внизу)

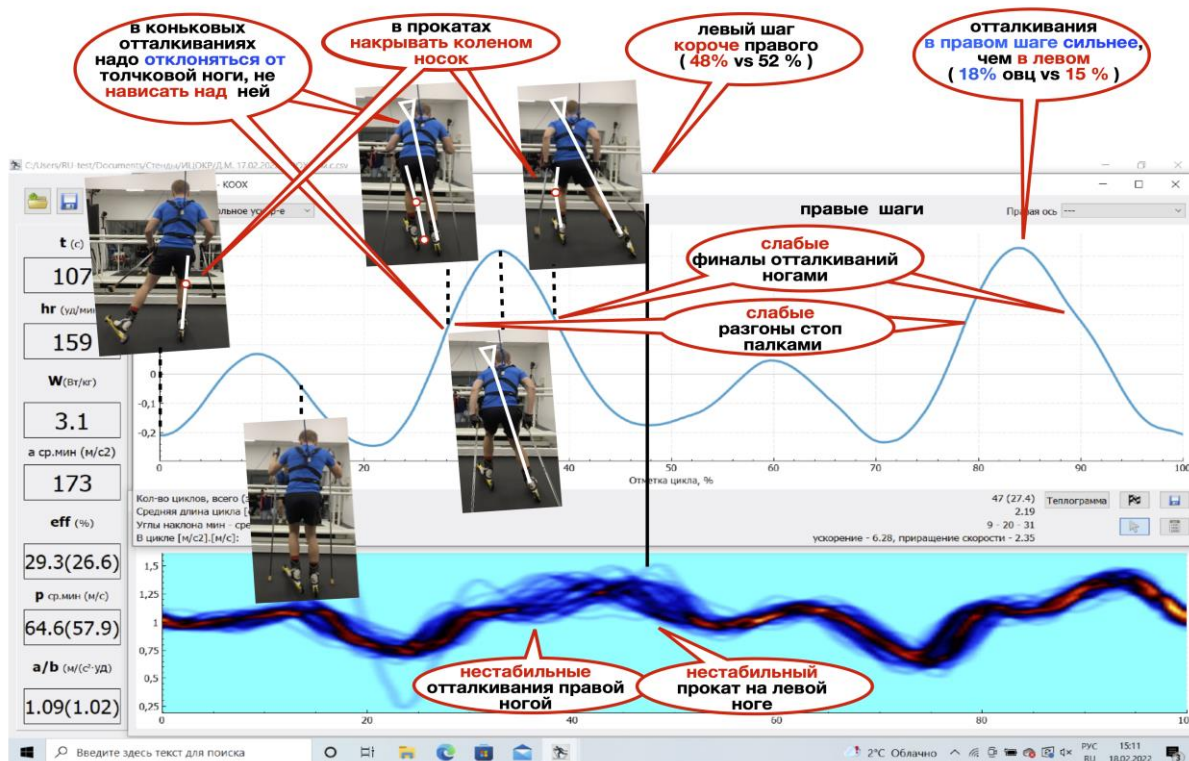


Рисунок 12 – Итоговые заключение и рекомендации МС по биатлону с результатом теста техникой КООХ 15 км/ч, выполнялись одним файлом, где проблемные участки графика привязывались к соответствующим кадрам граничных положений тела и текстовым комментариям

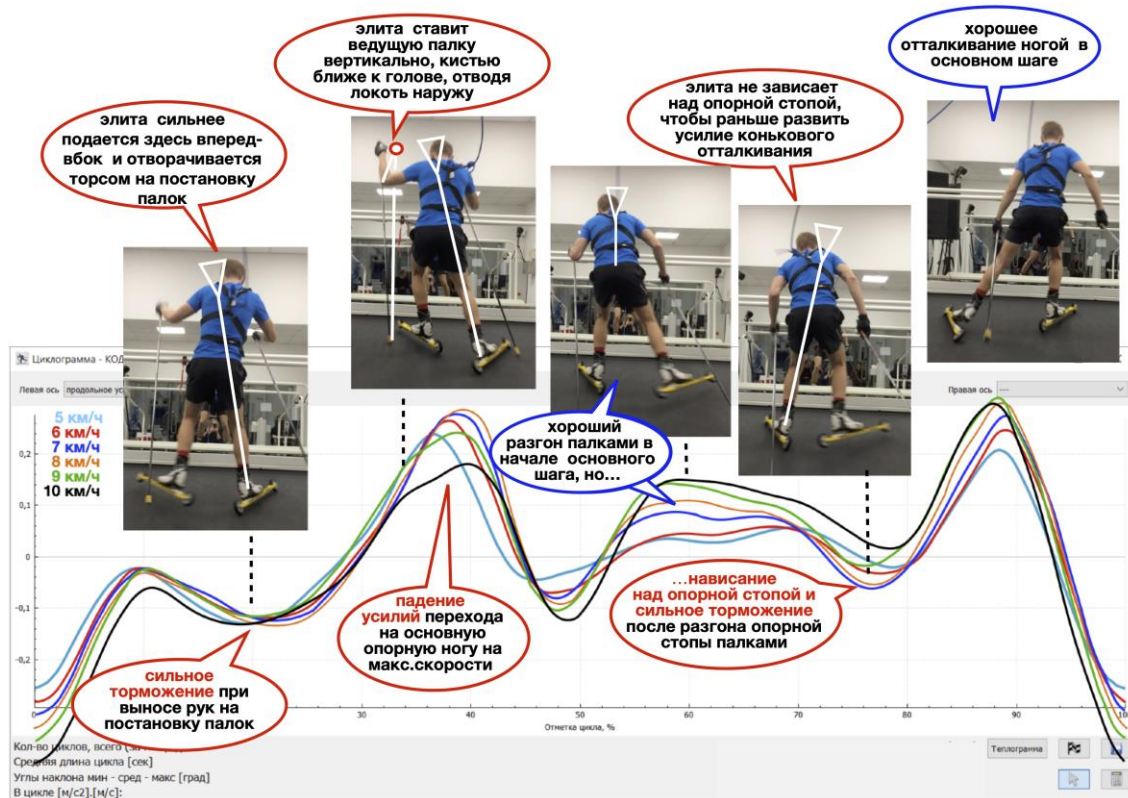


Рисунок 13 – Итоговые заключение и рекомендации МС по биатлону по результатам теста техникой КОДХ в подъем

Сопоставимость результатов измерений. Индексы МС по биатлону КОД ходом на тредбане в подъем 8°, зарегистрированные методом *акселерометрии* поясницы показали *тот же* порядок, что и результаты *динамометрических измерений* в палках и лыжах 2014 года 15 элитных лыжников Швеции, Австрии и Норвегии тем же ходом в подъем 7° на тредбане [6, table 3] (табл. 3).

Параметры тестов более сильных лыжников-гонщиков на более высокой скорости 13 км/ч, вычисленные в 2014 году перерасчетом показаний тезометрических датчиков под ручками палок и под платформами лыжных креплений, тем не менее сопоставимы с индексами зарегистрированных напрямую ускорений поясницы МС по биатлону, скоростью 9 км/ч (рис. 9).

Пересчет показаний на удельные и приведение их к одному килограмму веса, среднего для западной команды $75 \text{ кг} \pm 4$, умножением на количество циклов в минуту (0,88 на скорости 13 км/ч = 53 ц/мин), дает следующие эквиваленты:

- импульс силы $145 \text{ м/с} : 75 \text{ кг} \times 53 \text{ ц} = 102 \text{ м/с}$; (МС РФ, 47 ц/м - 47,6 м/с);
- продвигающая сила $127 \text{ N} : 75 \text{ кг} \times 53 \text{ ц} = 89,7 \text{ N}$; (186 N);
- продвигающая мощность $460 \text{ w} : 75 \text{ кг} = 6,1 \text{ w}$; (2,5 w).

С этими цифрами соотносимы динамические индексы сильнейших мужчин СБР лета 2020 г., попарно, без оружия забегавших техникой КОДХ в подъем 5–7° Демино короткими ускорениями (табл. 4).

Крайние четверо слева в таблице – забегавшие прыжковым КОДХ в подъем, крайние справа дистанционным и наиболее техничные. В среднем по команде мужчин РФ были показаны следующие удельные индексы:



- импульс силы 84,9 м/с (европейские лыжники-гонщики - 102 м/с);
- продвигающая сила 211 N (89,7 N);
- продвигающая мощность 5,4 w (6,1 w).

Таблица 3 – Результаты измерений продвигающих в одном цикле импульса силы (выделен зеленым), силы (синим) и мощности (красным) 15 элитных лыжников-гонщиков на скорости 13 км/ч КОД ходом в подъем ленты тредбана 7°, (Т. Stoggl, Н-С.Holmberg, 2014)

Parameter	Speed	
	13	14
Total impulse of forces (N·s)	877 ± 126*	845 ± 115*
Propulsive total impulse of forces (N·s)	145 ± 17	142 ± 17
Average cycle force (N)	773 ± 104	780 ± 107
Average propulsive cycle force (N)	127 ± 15*	131 ± 16 ⁴
Power output in the skiing direction (W)	460 ± 54*	510 ± 62*
% propulsion generated by the poles	44 ± 5	44 ± 6
% vertical forces generated by the legs	89 ± 2	89 ± 2
% sideward forces generated by the legs	93 ± 2	93 ± 2
Effectiveness ^d		
Poles (%)	59 ± 4 ⁴	59 ± 4
Legs (%)	11 ± 1 ^{3,4}	11 ± 1
"Strong side" pole (%)	56 ± 5	56 ± 5
"Weak side" pole (%)	64 ± 3	64 ± 4
"Strong side" leg (%)	11.5 ± 0.9 ²	11.9 ± 1.2
"Weak side" leg (%)	9.9 ± 1.2	9.9 ± 1.5
Overall effectiveness (%)	16.6 ± 0.8 ^{3,4}	16.9 ± 0.7

Таблица 4 – Индексы мужчин СБР летом 2020 в подъем 5–7° собраны по убыванию показанной мощности (выделено красным), которая достигалась различным сочетанием продвигающих сил (зеленым) с импульсами сил (синим)

t (с)	t (с)	t (с)	t (с)	t (с)	t (с)	t (с)	t (с)	t (с)	t (с)	t (с)	t (с)	t (с)
23	25	27	26	28	30	24	29	29	32	31	31	31
hr (уд/мин)	hr (уд/мин)	hr (уд/мин)	hr (уд/мин)	hr (уд/мин)	hr (уд/мин)	hr (уд/мин)	hr (уд/мин)	hr (уд/мин)	hr (уд/мин)	hr (уд/мин)	hr (уд/мин)	hr (уд/мин)
160	89	155	149	162	89	127	176	174	89	136	135	151
W(Вт/кг)	W(Вт/кг)	W(Вт/кг)	W(Вт/кг)	W(Вт/кг)	W(Вт/кг)	W(Вт/кг)	W(Вт/кг)	W(Вт/кг)	W(Вт/кг)	W(Вт/кг)	W(Вт/кг)	W(Вт/кг)
9.8	8.9	7.5	7.0	6.3	5.2	5.1	5.0	4.3	3.6	3.2	2.7	2.3
а ср.мин (м/с ²)	а ср.мин (м/с ²)	а ср.мин (м/с ²)	а ср.мин (м/с ²)	а ср.мин (м/с ²)	а ср.мин (м/с ²)	а ср.мин (м/с ²)	а ср.мин (м/с ²)	а ср.мин (м/с ²)	а ср.мин (м/с ²)	а ср.мин (м/с ²)	а ср.мин (м/с ²)	а ср.мин (м/с ²)
347	266	234	218	217	160	220	236	175	196	167	170	138
eff (%)	eff (%)	eff (%)	eff (%)	eff (%)	eff (%)	eff (%)	eff (%)	eff (%)	eff (%)	eff (%)	eff (%)	eff (%)
23.1(24.0)	23.6(24.3)	21.1(20.8)	20.1(20.9)	24.0(22.6)	20.7(20.0)	19.4(19.8)	20.5(20.7)	18.9(18.1)	18.7(18.3)	20.1(19.9)	21.0(18.8)	17.7(17.1)
p ср.мин (м/с)	p ср.мин (м/с)	p ср.мин (м/с)	p ср.мин (м/с)	p ср.мин (м/с)	p ср.мин (м/с)	p ср.мин (м/с)	p ср.мин (м/с)	p ср.мин (м/с)	p ср.мин (м/с)	p ср.мин (м/с)	p ср.мин (м/с)	p ср.мин (м/с)
101.3(100.0)	120.8(128.5)	115.5(111.2)	116.0(126.0)	104.0(86.0)	115.9(102.8)	84.4(82.2)	75.6(65.0)	88.1(78.9)	66.6(62.7)	69.2(66.6)	56.3(43.5)	59.6(48.4)
a/b (м/с ² ·с)	a/b (м/с ² ·с)	a/b (м/с ² ·с)	a/b (м/с ² ·с)	a/b (м/с ² ·с)	a/b (м/с ² ·с)	a/b (м/с ² ·с)	a/b (м/с ² ·с)	a/b (м/с ² ·с)	a/b (м/с ² ·с)	a/b (м/с ² ·с)	a/b (м/с ² ·с)	a/b (м/с ² ·с)
2.16(2.51)	2.99(3.03)	1.51(1.34)	1.46(1.55)	1.34(1.20)	1.80(1.68)	1.74(1.96)	1.34(1.27)	1.01(0.97)	2.20(1.93)	1.23(0.90)	1.26(0.90)	0.91(0.86)

Параметры приращений скорости (по сути, импульсов сил) и мощности отечественных биатлонистов и западных лыжников-гонщиков совпадают, практически полностью.



Большая разница в *продвигающих силах* может быть объяснена тем, что в работе европейских ученых применялся метод опосредованного пересчета измеренных тензодатчиками сил по углам наклонов/отклонений ног и палок, что давало значения *только* приложенных сил к *опоре*.

Метод же акселерометрии *напрямую*, без погрешностей пересчета, регистрирует непосредственно на пояснице спортсмена *продвигающие силы*, *результатирующие* не только реакцию на приложения усилий к опорам, но и *инерционные* составляющие маховых и толчковых действий.

Представляет интерес еще одно сопоставление – летней и зимней техник КООХ, зарегистрированных методом акселерометрии. Два московских мастера спорта клуба АВСТ в начале спортивного сезона по несколько раз ускорились на лыжах в тестировании на подъеме 3–5° в Битце, 2019 г. (рис. 14).

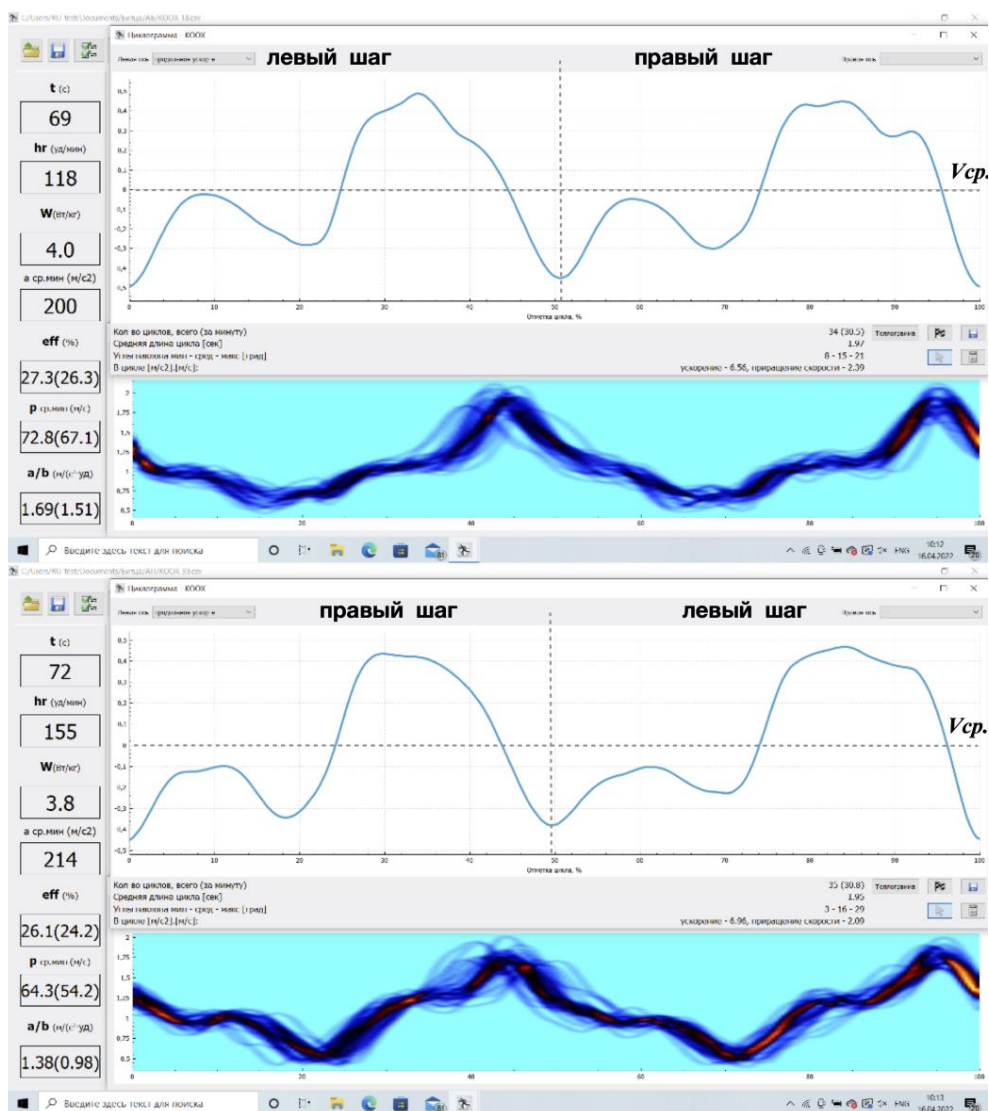


Рисунок 14 – Динамические индексы и графики ускорений двух лыжников-гонщиков команды АВСТ КОО ходом в пологий подъем Битцы, Москва, зимой 2019 г. показывают те же величины и тенденции, что другие спортсмены демонстрировали на асфальте и тредбанах



И здесь не были найдены значимые отличия индексов, структуры и конфигурации графиков от показанных, что норвежскими лыжниками (рис. 8), что МСМК по биатлону (рис. 9). Относительная нестабильность действий московских лыжников, более заметная в отталкиваниях первых шагов цикла, частично может быть объяснена временем тестирования – вкатыванием в сезон.

Интересно, что отталкивания последних шагов цикла, подобранные под «основную» ногу вызывают у обоих более каноническую трехпиковую тенденцию приращения скорости. В первых же шагах разгоны палками на 28 % ОВЦ практически безупречны, финалы отталкиваний ногой около 42 % ОВЦ выражены менее, а нестабильность более.

Выводы. Регистрация ускорений спортсменов коньковыми ходами в лаборатории, показывает индексы, адекватные полевым измерениями летом на асфальте и зимой на лыжах. Идентичность динамических индексов и фазовой структуры графиков ускорений исследованных коньковых ходов на тредбанах, асфальте и снегу подтверждает заключения западных специалистов о минимальных различиях в летней лыжероллерной и зимней лыжной технике коньковых ходов [5, с. 36–37].

Динамика индексов продольных ускорений спортсменов и тенденции их графиков техниками КООХ и КОДХ в подъемы показывает, что они могут использоваться для объективного текущего, этапного и многолетнего мониторинга их технической подготовки. Такой вывод открывает широкое поле практического применения тестеров РУС в повседневной практике работы.

Акселерометрия применима и в процессе поэтапных тестирований. В рамках обследований функциональной подготовки стандартными тестами ПАНО и потребления кислорода одновременно может регистрироваться и кинетическая динамика спортсменов коньковыми ходами. Такая комбинация дополнит физиологические параметры индексами и графиками их технических действий.

Портативные регистраторы ускорений легки и просты в эксплуатации, они позволяют тестировать спортсменов в ходе плановых и контрольных тренировок. Запись файлов с их последующей аналитикой, помимо пульса, времени и лактата, дает представление о продвигающих мощности, импульсивности и силе в работе коньковыми ходами в целом по кругам или на их отдельных участках.

Литература

1. М. Рудберг, Свободным стилем. Коньковый одновременный одношажный ход в подъемы. М., изд. «Атлет-пресс», кн., 85 с., ISBN 978-5-4253-0603-6, 2013 г.
2. М. Рудберг, Свободным стилем. Коньковый одновременный двухшажный ход в подъем. М., тип. ООО «Маяк-принт», кн., 112 с., ISBN 978-5-600-01967-6, 2017 г.
3. М. Рудберг, блог <https://www.skisport.ru/news/blog-rudberg/> 2016 – 2020 гг.
4. М. Рудберг, ст. Определение внутрицикловых действий и движений лыжников-гонщиков путем измерения линейных и угловых ускорений, Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции, с.115, Омск, 2019 г.
5. H. Myklebust, Quantification of movement patterns in cross-country skiing using inertial measurement units, Norwegian school of sport science, 2016.
6. T. Stoggl, H.-C. Holmberg, Three-dimensional force and kinematic interactions in V1 skating at high speeds, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:849148/FULLTEXT01.pdf> 2014.
7. Ø. N. Gløersen, Quantitative technique analysis in XC-skiing, thes. of Master deg., Oslo University, 2014.



8. M. Pohjola, Analysing effectiveness of force application in ski skating using force and motion capture data. Master's thes. in Sport Technology, Department of Biology of Physical Activity, University of Jyväskylä, 2014

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЫВОРОТОЧНЫХ ФЕРМЕНТОВ В МОНИТОРИНГЕ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА В БИАТЛОНЕ

*И. Л. Рыбина
ОО «Белорусская федерация биатлона», г. Минск, Беларусь*

Эффективность тренировочных воздействий и технология управления тренировочным процессом в биатлоне во многом зависит от эффективного планирования тренировочных воздействий в сочетании со своевременным контролем функционального состояния организма спортсмена для обеспечения оптимальной адаптации к тренировочным нагрузкам [2–5].

Важным моментом в обеспечении соответствующего адаптационного эффекта является взаимодействие нагрузок различной направленности, что в конечном итоге во многом определяет процесс адаптации в целом и имеет непосредственное влияние на эффективность подготовки спортсменов [6]. Варьирование интенсивности и объема тренировочных нагрузок оказывает влияние на функциональные возможности спортсмена [1].

Тенденции развития современного биатлона характеризуются увеличением скорости передвижения по дистанции и уменьшением времени нахождения на огневых рубежах и, как следствие, увеличением плотности результатов соревнований. К спортсменам биатлонистом предъявляются физиологические требования, аналогичные как к соревнованиям в лыжных гонках [16, 19, 24], но в то же время необходим тонкий точный контроль скорости передвижения, чтобы обеспечить быструю и точную стрельбу [27, 30, 32]. В целом высокий уровень результативности в биатлоне зависит от многих компонентов, таких как скорость передвижения, время, потраченное на подход к огневому рубежу и подготовку к стрельбе, время стрельбы, точность стрельбы и др. [19, 29].

Кроме того, этот вид спорта, ассоциированный с выносливостью, влечет за собой необходимость поиска альтернативы использования различных техник передвижения, которые требуют различного подхода при вовлечении в работу различных мышечных групп в условиях изменяющегося рельефа. С точки зрения биомеханики движений биатлонисты используют широкий диапазон скоростей для различного рельефа местности с переходом на различные техники. Переходы с одной техники на другую требуют не только определенного уровня мастерства, но и затрагивают метаболические аспекты и базируются на эффективности протекания биоэнергетических процессов [25, 26]. Правильный выбор экономичной техники передвижения с учетом рельефа трассы является важным фактором, оказывающим влияние на скорость передвижения. Наличие винтовки также вносит существенный вклад в физиологическую составляющую и оказывает влияние на биомеханику движений [30].

Включение в соревновательную программу биатлонистов спринтерских и суперспринтерских дистанций, а также увеличение количества стартов в сезоне обуславливает необходимость поиска современных методических принципов тренировки, обеспечивающих



развитие соответствующих механизмов энергообеспечения мышечной деятельности для достижения высоких результатов [1, 21, 31].

Резерв для улучшения соревновательных результатов биатлонистов тесным образом связан с биологическим и физиологическим аспектами обоснования тренировочных программ. Эффективное управление процессом подготовки биатлонистов высокой квалификации возможно при индивидуализации тренировочных планов с учетом метаболического ответа организма спортсмена на нагрузки [8].

В сложившейся ситуации для контроля течения адаптационных процессов, происходящих под воздействием нагрузок различной интенсивности, требуется использование корректных и информативных методов контроля тренировочного процесса. Клинико-лабораторный мониторинг является одним из важных видов контроля, поскольку в значительной мере отражает суть происходящих метаболических изменений в ответ на тренировочное воздействие [8, 14, 20, 28]. Данные результатов клинико-лабораторных исследований широко используются в современной системе подготовки высококвалифицированных спортсменов для коррекции тренировочного процесса и медико-биологического обеспечения подготовки спортсменов. Перечень изучаемых клинико-лабораторных маркеров оценки адаптации довольно широкий и продолжает расширяться [10, 12, 15, 18].

Клинико-лабораторные исследования широко используются в рамках углубленных, этапных, текущих и других видов обследований спортсменов. В ряде случаев при трактовке результатов недостаточно учитываются факторы тренировочного процесса, такие как объем нагрузки, направленность, тип, интенсивность и т. д. [7].

В качестве информативных биомаркеров адаптации к тренировочным нагрузкам широко используются изучение активности ферментов. Интерес к этому обусловлен тем, что в ответ на воздействие фактора физической нагрузки происходит изменение структуры клеточных мембран и нарушается их проницаемость, что в итоге приводит к ферментемии. Физические нагрузки оказывают влияние на процессы взаимодействия клетки с межклеточным пространством, интенсивность которого регулируется с помощью проницаемости клеточных мембран, определяющей функциональную активность клетки и возможность ее полноценного функционирования в данный момент. Особый интерес представляют тканевые ферменты, поступающие в кровь из скелетных мышц и других тканей в результате нарушения проницаемости клеточных мембран под влиянием тренировочных нагрузок [9, 10, 12, 15]. К настоящему времени изучено большинство общих закономерностей и особенностей изменения активности многих ферментов при выполнении физических нагрузок, которые могут использоваться для диагностики функционального состояния организма спортсменов. Активность ферментов в крови, определяемая в состоянии покоя, – это равновесие скорости, с которой ферменты синтезируются внутри клеток и выходят из них, со скоростью удаления ферментов из внеклеточной жидкости. Для гиперферментемий, вызываемых физическими нагрузками, характерна кратковременность и относительно быстрое возвращение к норме во время отдыха. Затяжные ферментемии могут свидетельствовать о наличии патологии, либо неадекватной адаптации к повышенным физическим нагрузкам.

В практике биохимического контроля наиболее широкое распространение получило определение активности ряда ферментов, непосредственно связанных с энергетическим обменом в скелетных мышцах. Эти ферменты являются маркерами долговременной адаптации к тренировочным нагрузкам и отражают процессы энергообеспечения и напряжения метаболизма в различных органах: печени, скелетной мускулатуре, миокарде, поджелудочной железе, желчевыводящих путях и др.



В данной публикации приводятся сведения о динамике изменения наиболее популярных ферментов (КФК, АСТ, АЛТ) в практике подготовки биатлонистов. В результате многолетнего изучения получены данные физиологических значений активности ферментов у биатлонистов высокой квалификации, которые могут быть определенными ориентирами в трактовке полученных результатов (табл. 1).

Таблица 1 – Физиологические значения активности ферментов в сыворотке крови биатлонистов

Фермент	Мужчины		Женщины	
	n	Интервал значений	n	Интервал значений
КФК	380	75–492	845	72–398
АСТ	198	23–44	562	21–43
АЛТ	198	20–38	562	18–35

Креатинфосфокиназа (КФК), или креатинкиназа (англ. СК) – фермент, катализирующий обратимую реакцию образования креатинфосфата из креатина и АТФ. В крови появляется при повреждении мембран клеток, содержащий данный фермент.

В настоящее время известны 3 вида ферментов КФК (так называемые изоферменты, или фракции), которые содержатся в различных органах и тканях организма:

КК-МВ – сердечный изофермент, содержащий в клетках миокарда и изменяющийся при их повреждении (в норме в сыворотке крови около 2 %);

КК-ВВ – мозговой изофермент, отражающий патологию клеток головного мозга (в норме в сыворотке крови не содержатся, так как не преодолевают гематоэнцефалический барьер, появляется в периферической крови при инсультах и тяжелых черепно-мозговых травмах);

КК-ММ – мышечный изофермент, находящийся преимущественно в скелетных мышцах (составляет в норме около 98 % всей активности КФК).

Мониторинг динамики активности КФК в тренировочном процессе дает информацию о переносимости тренировочных нагрузок. Важным моментом в использовании активности КФК в мониторинге тренировочного процесса является установление диагностических критериев крайней степени перенапряжения мышечной системы. Для большинства коммерческих наборов реагентов, используемых клинико-диагностическими лабораториями, интервалы общепопуляционных референтных значений (нормы) активности КФК составляют 40–200 Ед/л. Установлено, что у 29 % спортсменов высокой квалификации в циклических видах спорта отмечается превышение верхней границы общепопуляционных норм [9]. В практической работе для принятия решений тренерам целесообразно ориентироваться не на общепопуляционные данные, а на физиологические данные спортсменов в конкретном виде спорта и спортивной квалификации (табл. 1).

При выполнении тренировок силовой направленности образование энергии в алактатной системе происходит при расщеплении АТФ и креатинфосфата. Реакция расщепления креатинфосфата стимулируется ферментом креатинфосфокиназой. В зависимости от направленности тренировочных нагрузок выход фермента в кровь из клетки может быть обусловлен различными причинами, главными из которых являются повреждения мышц, индуцированные физической нагрузкой и метаболический стресс. Определение активности КФК в сыворотке крови после нагрузок силовой направленности имеет



большое диагностическое значение для оценки появления мышечных микротравм или растяжений мышц. Высокие значения активности КФК у спортсменов на фоне отдыха дают основание для полного диагностического обследования состояния мышц для выявления скрытых мышечных проблем, вызванных тренировочными нагрузками на фоне пролонгированного утомления. Это также является основанием для снижения интенсивности тренировочных нагрузок с целью обеспечения адекватного восстановления функциональных систем организма. Активность КФК характеризуется большой индивидуальной вариативностью и зависит от уровня тренированности спортсмена, мышечной массы, типа мышечных волокон, кинетики элиминации КФК из сыворотки крови после окончания тренировочных нагрузок и других факторов.

Нежелательный эффект микротравм в мышечной ткани, возникших под действием физических нагрузок, состоит в том, что они отрицательным образом влияют на скорость процессов восстановления мышечного гликогена. Запасы гликогена исчерпываются после длительных упражнений высокой интенсивности. Поврежденные мышцы обладают сниженной возможностью поглощать переносимую с кровью глюкозу, которая необходима для ресинтеза гликогена в мышцах. В результате этого может возникать снижение переносимости работы на выносливость в последующих сериях физических упражнений.

Существует определенная взаимосвязь между типом и направленностью тренировочных нагрузок и активностью КФК. Наиболее высокие цифры возрастания активности КФК отмечаются после марафонского и полумарафонского бега, силовых упражнений и бега вниз с горы вследствие больших нагрузок уступающего характера. В литературе имеются противоречивые данные о взаимосвязи между объемом силовой нагрузки, интервалами отдыха между сериями силовой работы и активностью КФК.

На рисунке 1 представлены данные изучения динамики активности фермента КФК под влиянием тренировки различной направленности у высококвалифицированных биатлонисток.

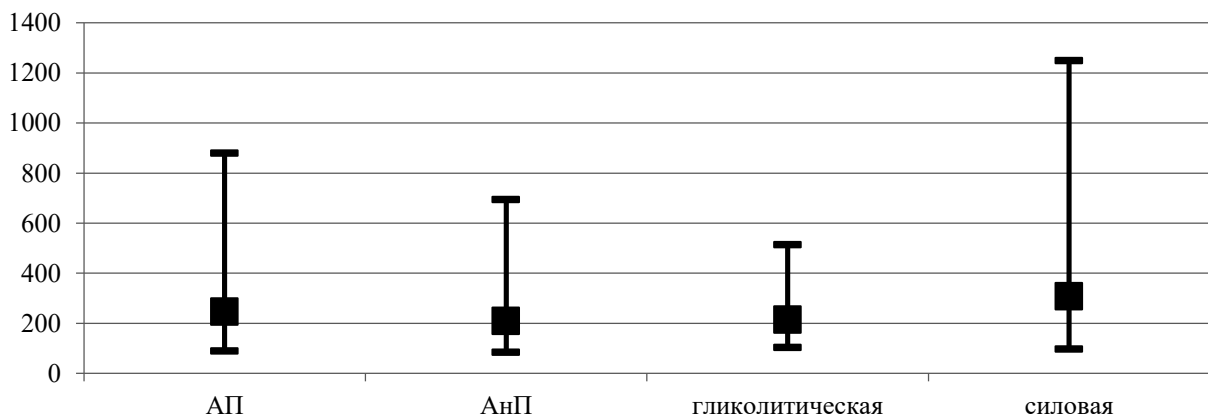


Рисунок 1 – Содержание КФК (ЕД/л) в периферической крови биатлонисток после выполнения нагрузок различной направленности

Примечания: по оси абсцисс – вид нагрузки; по оси ординат – активность КФК (ЕД/л)

Как видно из представленных данных наибольшие значения активности КФК выявлялись после тренировочных нагрузок силовой направленности. Средние значения прироста КФК после силовой тренировки свидетельствуют об увеличении КФК практически



в 2 раза. Значительная вариация активности креатинфосфокиназы обусловлена различиями в скорости выхода фермента в кровь, которая зависит от состояния клеточных мембран и изменения их проницаемости под воздействием физических нагрузок [9].

На различия в активности КФК могут в определенной степени накладываться отпечаток особенности системы построения тренировочных циклов с учетом различных тренировочных методик. Высокие значения активности КФК у спортсменов на фоне отдыха дают основание для проведения полного диагностического обследования состояния мышц в целях выявления скрытых мышечных проблем, вызванных тренировочными нагрузками на фоне пролонгированного утомления. Это обстоятельство в любом случае является основанием для снижения интенсивности тренировочных нагрузок и обеспечения таким способом адекватного восстановления мышц.

Скорость элиминации КФК из мышц в сосудистое русло является индивидуальной характеристикой и динамика концентрации данного фермента может быть интегральным отражением отставленного эффекта выполненной мышечной нагрузки. Большая внутри- и межиндивидуальная вариация затрудняет разработку надежных физиологических значений для спортсменов. Залогом правильной интерпретации результатов мониторинга КФК является необходимость принимать во внимание этап подготовки спортсмена и другие факторы, способные оказывать влияние на полученные результаты.

Кроме факторов тренировочного процесса уровень КФК зависит от некоторых факторов, которые важно принимать во внимание при трактовке результатов исследований [7].

- **Половая принадлежность.** Активность КФК у мужчин в покое выше, чем у женщин, что обусловлено их различной мышечной массой и особенностями компонентного состава тела спортсменов мужского и женского пола (как правило, более высокое процентное содержание мышечной ткани у мужчин), а также различным гормональным статусом. После физической нагрузки различия в активности КФК в периферической крови становятся более выраженными, что обусловлено положительным влиянием эстрогенов на состояние мышц. У женщин эстрогены оказывают положительное влияние на состояние мышц за счет антиоксидантных свойств, которые помогают поддерживать проницаемость клеточной мембраны после физических нагрузок.

- **Уровень подготовки спортсмена.** У высоко тренированных спортсменов болезненность мышц, обусловленная явлениями повреждающего характера, не всегда ассоциируется с повышением активности КФК.

- **Возраст.** С возрастом отмечается определенное снижение мышечной массы, что в итоге может приводить к некоторому снижению активности КФК.

- **Расовые различия.** У представителей африканской расы уровень креатинкиназы выше, чем у представителей белой.

- **Состав тела.** Имеются данные, что активность фермента КФК пропорциональна мышечной массе и в определенной степени может коррелировать с величиной мышечного компонента.

- **Климатические условия.** Физические нагрузки в холодную погоду вызывают более высокое увеличение активности КФК в сыворотке крови после стандартной тренировки по сравнению с тем же упражнением при более высоких температурах.

- **Группы мышц, участвующих в выполнении упражнения.** Ряд исследователей отметили возрастание активности КФК в большей степени после упражнений, вовлекающих мышцы верхней части тела, по сравнению с упражнениями для нижних конечностей [17]. Природа данного явления может быть объяснена тем, что нижние конечности в



большей степени задействованы в повседневной жизни и менее подвержены изменениям по сравнению с верхними.

• **Фармакологические препараты.** *Завышает истинную активность* КФК в сыворотке крови применение: аминокaproновой кислоты, амфотерицина В, буциндолола, каптоприла, карбенексолона, карбромала, картеолола, хлорпромазина, клофибрата, клонидина, колхицина, циклопропана, диэтилового спирта, этанола, гемфиброзила, галофената, лидокаина, диклофенак; внутримышечное введение любых препаратов. *Занижает активность КФК:* очень высокое или низкое содержание магния.

Снижению активности КФК в сыворотке крови спортсменов способствуют аэробные нагрузки восстановительного характера. Научные данные подтверждают влияние приема аминокислот с разветвленной цепью на компенсацию увеличения активности КФК под воздействием физических нагрузок [22]. Снижению риска подъема активности КФК после физических нагрузок способствуют кратковременные охлаждающие процедуры с применением холодной воды, контрастных процедур [23], криотерапии, массажа и других восстановительных процедур.

Уровень сывороточной КФК может быть использован в качестве надежного индикатора интенсивности тренировочного и диагностического маркера перетренированности. Тем не менее некоторые моменты усложняют использование КФК в данном качестве. Существует большая межиндивидуальная вариация в активности сывороточной КФК, что затрудняет разработку надежных референтных значений для спортсменов. При исследовании динамики КФК после силовых упражнений с отягощениями показано, что активность этого фермента возрастает примерно на 100 % через 8 часов, а пиковые значения могут быть достигнуты в интервале от 24 до 96 часов в зависимости от вида упражнений и индивидуальных особенностей организма спортсменов [18].

Активность КФК является одним из важных диагностических критериев *рабдомиолиза*, который характеризует разрушение поперечно-полосатой мускулатуры, приводящей к высвобождению продуктов распада миоцитов во внеклеточную жидкость. Одним из важных критериев рабдомиолиза является т.н. «*экстремально высокий уровень КФК*», и в специальной литературе нет единства мнений касательно установления точных критериев наличия/выраженности рабдомиолиза по активности КФК. В зарубежной литературе имеются данные, что критерием рабдомиолиза является пятикратное превышение активности КФК выше границ референтных значений для спортсменов [13]. Применительно к популяционным нормам диагностическим критерием пятикратного увеличения активности КФК, потенциально ассоциированным с явлениями рабдомиолиза, может быть уровень активности КФК > 1000 Ед/л. В целом течение рабдомиолиза, вызванного чрезмерной физической нагрузкой, доброкачественное, но может осложняться почечной недостаточностью, в связи с чем в процессе мониторинга тренировочных нагрузок значительное внимание следует уделять случаям сочетанного выявления экстремально высоких уровней КФК в сочетании с повышением концентрации мочевины.

Увеличение активности КФК чаще более характерно для обще-подготовительного периода и может быть связано с большими объемами тренировочных нагрузок на данном этапе, а также с различной скоростью адаптации организма спортсменов к тренировочным нагрузкам [9].

В результате изучения диагностической информативности исследования КФК у биатлонистов показана их надежность и прогностическая ценность, в первую очередь, при прогнозировании успешности соревновательной деятельности. Наличие значительных



отклонений в величинах КФК в подготовительном периоде имеют достаточно высокую прогностическую ценность и с высокой степенью ассоциируются с отсутствием оптимальной адаптации к предлагаемым тренировочным нагрузкам. Отсутствие отклонений в результатах теста в течение подготовительного периода позволяет в меньшей степени диагностировать успешность соревновательной деятельности, хотя и имеет высокую ассоциацию.

На рисунке 2 представлен пример динамики показателей активности КФК (ед./л), частота случаев выхода активности КФК за пределы референтных границ (%) и показатель соревновательной деятельности (отставание от пяти лидеров в секундах на одном километре спринтерских гонок).

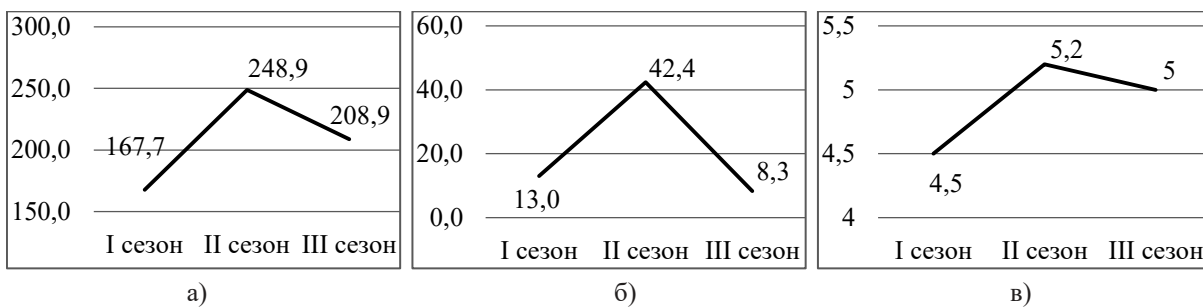


Рисунок 2 – Динамика показателей активности креатинфосфокиназы и результатов соревновательной деятельности спортсменки N

Примечания: по оси абсцисс – сезон подготовки; по оси ординат: а) активность КФК, ед./л; б) частота случаев выхода активности КФК за пределы референтных границ, %; в) среднее отставание от лидеров по результатам сезона (сек на 1 км)

В данном примере при анализе данных выявлена взаимозависимая тенденция вариации исследуемых показателей. При высоких значениях КФК в течение подготовительного периода отставание от лидеров в сезоне увеличилось. В последующем сезоне соревновательный результат улучшился после коррекции тренировочной программы (снижение количества занятий вызывающих наиболее активную реакцию данного фермента) при средних значениях КФК, которые достоверно отличались от показателей первого сезона, лишь в 8,3 % выходящих за пределы нормы.

Данный пример показывает, что организация тренировочного процесса биатлониста с оптимальными метаболическими сдвигами в результате адаптации к предлагаемым нагрузкам в подготовительном периоде способствует повышению результативности выступления в сезоне.

Практические рекомендации. Если активность КФК утром натощак в нагрузочных микроциклах однократно не превышает верхней границы физиологических значений для спортсменов, то значительной коррекции тренировочного процесса, а следует повысить эффективность восстановительных мероприятий. Важно помнить, что в зависимости от мышечной массы у отдельных спортсменов значения активности КФК могут отличаться от вышеуказанных, поэтому рекомендуется ориентироваться на индивидуальные значения активности данного фермента и оценивать его в динамике.

При увеличении активности КФК необходимо проанализировать тренировочный план и установить фактор нагрузки, вызывающий повреждающее влияние на состояние клеточных мембран. На основании этого необходимо индивидуализировать процесс



подготовки. Периодичность контроля активности КФК зависит от схемы построения микроциклов подготовки. Необходим анализ и установление вида и направленности тренировочных нагрузок, которые потенциально могут быть причиной ферментемии.

Результаты исследования динамики КФК можно использовать для количественного и качественного подбора физических упражнений в тренировках силовой направленности (количество подходов, интервалы отдыха и др.) с целью адекватного ответа на тренировочные нагрузки.

При повышении уровня КФК рекомендуется повышение качества восстановления после нагрузки (сауна, массаж и др.), контроль ЭКГ, активности КФК и АСТ в динамике, а также фармакологическая и нутрицитивная поддержка, направленная на противостояние организма метаболическому стрессу и улучшающая переносимость нагрузок (на усмотрение врача команды).

Категорически запрещается использование нагрузок с пятикратным увеличением активности КФК выше индивидуальной нормы спортсмена, поскольку это ассоциируется с негативными процессами в мышечной ткани.

Важно при интерпретации учитывать индивидуальные нормы спортсменов, наличие очагов воспаления в мышцах, а также характер фармакологического обеспечения и нутрицитивной поддержки.

Аспаратаминотрансфераза (АсАТ, АСТ, англ. AST, GOT) и аланинаминотрансфераза (АлАТ, АЛТ, англ. ALT, GPT) играют важную роль в процессах трансаминирования, которое имеет большое значение для поддержания азотистого обмена и энергетического метаболизма при напряженных физических нагрузках. Анализ динамики активности данных ферментов позволяет сделать вывод о направленности и глубине адаптационных изменений в различных органах и тканях, а также оценить активность метаболических процессов при выполнении специфических мышечных нагрузок.

Наибольшая активность АСТ отмечается в сердечной мышце, печени, скелетных мышцах, эритроцитах, наименьшая – в почках, поджелудочной железе. Наибольшая ферментативная активность АЛТ наблюдается в печени, почках, сердечной мышце, скелетных мышцах, где фермент локализуется в основном в цитоплазме.

Референтные значения активности АСТ и АЛТ в общей популяции составляют 5–40 Ед/л. В зависимости от метода определения фермента эти данные могут незначительно варьироваться.

Интерес к изучению динамики активности аминотрансфераз обусловлен биологической ролью этих ферментов в процессе трансаминирования. Повышение фермента АСТ может быть обусловлено наличием напряжения метаболизма в одном из органов, характеризующихся наибольшей активностью данного фермента: сердечной мышце, печени, скелетных мышцах и эритроцитах. Выход в кровь фермента АЛТ является следствием нарушения проницаемости клеточных мембран, в первую очередь, гепатоцитов и кардиомиоцитов. Таким образом, повышенная активность АсАТ и АлАТ позволяет выявить ранние изменения в метаболизме печени, сердца, скелетных мышц, оценить переносимость физических нагрузок, степень токсического влияния внутренировочных эргогенных средств и своевременно сигнализирует о развитии утомления у спортсменов.

Кроме того, возникновение патологических состояний или острых и хронических заболеваний любой этиологии, сопровождающихся некрозом клеток, приводят к выходу ферментов из очага повреждения в кровь. Повышенной активностью АЛТ и АСТ может быть и при выраженной дегидратации спортсменов.



Факторами, влияющими на активность АСТ и АЛТ в сыворотке крови спортсменов, являются ниже следующие [7].

Мышечная масса. Имеются данные о наличии прямой корреляции между мышечной массой тела и активностью данных ферментов

Состояние метаболизма в печени и сердечной мышце. Повышение активности АСТ может быть обусловлено наличием напряжения метаболизма в одном из органов, характеризующихся наибольшей активностью данного фермента: сердечной мышце, печени, скелетных мышцах и эритроцитах. Фермент АСТ содержится как в цитоплазме, так и в клеточных органеллах, в первую очередь в митохондриях клеток, поэтому при наличии повреждающих явлений клеточной мембраны он обнаруживается в крови.

Вид, интенсивность и продолжительность тренировочных нагрузок. Структура тренировочных нагрузок на различных этапах тренировочного процесса вызывает специфические изменения метаболизма, отражающиеся на особенностях активности ферментов переаминирования у спортсменов высокой квалификации. Наибольшие значения активности аминотрансфераз ассоциируются с обще- и специально-подготовительными этапами тренировочного процесса. Во многом это обусловлено тем, что в подготовительном периоде тренировочный процесс направлен на значительное развитие отдельных мышечных групп и функциональных систем организма с целью усовершенствования недостаточно развитых компонентов физиологических систем, обеспечивающих высокую работоспособность в избранном виде спорта. Тренировочные средства, применяемые в данном периоде подготовки, могут существенным образом отличаться от соревновательных, поскольку задачей является повышение возможностей отдельных звеньев функциональных систем. Адаптация к данным нагрузкам тесно взаимосвязана со «слабыми звеньями» функциональных систем и может сопровождаться значительным напряжением метаболизма. В процессе дальнейшей адаптации и приближения к соревновательному периоду увеличивается доля специальных упражнений, воздействие которых сходно по характеру с соревновательными упражнениями. Это способствует снижению напряженности функционирования отдельных систем и сказывается на процессах метаболической адаптации в соревновательном периоде подготовки.

Фармакологические препараты. Завышают истинную активность АСТ и АЛТ в сыворотке крови лекарственные препараты, обладающие гепатоксичным действием; противогрибковое средство метронидазол, аскорбиновая кислота, изониазид и др. Повышение активности этих ферментов может наблюдаться в случае непереносимости отдельных лекарственных препаратов, при гемолизе, в присутствии гепарина и солей железа. *Занижает результаты истинной активности АСТ* присутствие аскорбиновой кислоты, формальдегида, глютарата, изотиозида, лейцина, метронидазола, фталата, сукцината и др.

Об интенсивности и степени напряжения метаболических процессов при выполнении физических нагрузок может свидетельствовать превышение верхней границы популяционных норм активности фермента при значительном повышении проницаемости клеточных мембран. Анализ полученных данных у спортсменов высокой квалификации показал, что превышение референтных норм наблюдается в 23,2 % измерений для АСТ и 9,3 % – для АЛТ [9]. Ферментативная активация позволяет выявить ранние признаки нарушения метаболизма в печени, миокарде, мышцах, а также оценить переносимость тренировочных нагрузок и адекватность применяемых медико-биологических средств восстановления.

Практические рекомендации. Если активность АСТ и АЛТ утром натощак в нагрузочных микроциклах не превышает 40 Ед/л (при использовании иных анализаторов



и тест-системах значения могут отклоняться в ту или иную сторону), то отмечается адекватный характер адаптации к тренировочным нагрузкам. При превышении данных значений требуется коррекция тренировочного процесса и медико-биологического обеспечения. Необходимо проанализировать тренировочный план и установить фактор нагрузки, вызывающий повреждающее влияние на состояние клеточных мембран, либо другие причины ферментемии. Повышение содержания ферментов АСТ и АЛТ в крови может быть обусловлено не только воздействием физических нагрузок, но и вследствие патологических процессов и хронических заболеваний различной этиологии, например, вирусных гепатитов, токсического влияния фармакологических препаратов, наличия сердечно-сосудистой патологии и др. Незначительное повышение активности этих ферментов может быть также следствием дегидратации организма спортсменов. Активность ферментов может возрасти при разрушении клеток в пробирке и при неправильном заборе крови, например, при гемолизе, при заборе плохим шприцем, при длительном наложении жгута, нарушении правил транспортировки крови и др.

При интерпретации результатов исследования важно учитывать индивидуальные нормы спортсменов, массу тела и ИМТ, а также характер фармакологического обеспечения.

Расчетные индексы ферментов. Как уже отмечалось ранее, в ответ на воздействие фактора физической нагрузки происходит изменение структуры клеточных мембран и их нарушается их проницаемость, что в итоге приводит к ферментемии. При трактовке повышения ферментов возникают сложности, обусловленные тем, что данные ферменты в целом не являются строго органоспецифичными и содержатся в разных количествах в различных органах и тканях организма (рис. 3). Интерпретация результатов определения аминотрансфераз не всегда является простой задачей, поскольку повышение их активности может служить результатом повышения напряжения энергообмена как в сердечной мышце, так и в скелетных мышцах, печени и др.

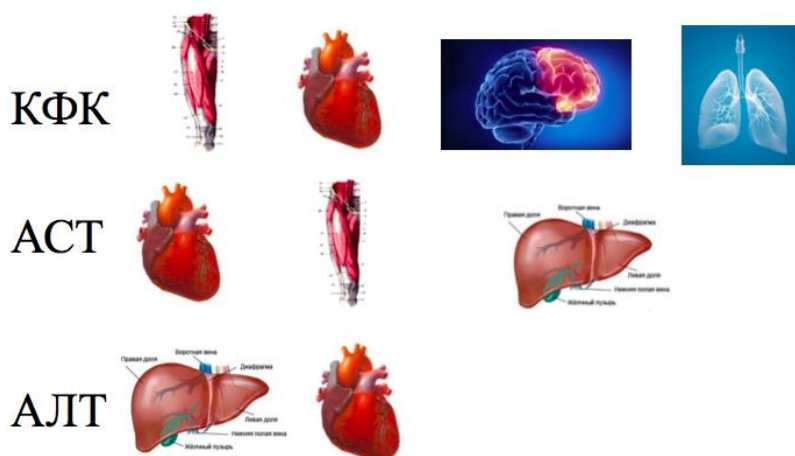


Рисунок 3 – Распределение ферментов в органах и тканях

Например, фермент АСТ более специфичен для миокарда и содержится в сердечной мышце, однако в значимом количестве он содержится и в мышечной ткани и в печени. Как оценить происхождение фермента в данном случае?

Частично ответ на этот вопрос может дать исследование индексов ферментов.



Индекс напряжения мышечной ткани рассчитывается как соотношении активности КФК/АСТ и используется в дифференциальной диагностике напряженности в мышечной ткани или миокарде. Вычисление этого индекса дает косвенную информацию, позволяющую определить источник ферментемии (скелетные мышцы или миокард?) и в дальнейшем корректировать нагрузки, повышать качество восстановления либо проводить дополнительные исследования и консультироваться у врача.

Если индекс КФК/АСТ ниже 10,0 мы можем предполагать с определенной вероятностью преимущественное повреждение кардиомиоцитов и наши действия целесообразно направить на проведение дополнительных исследований (например, ЭКГ) или проконсультироваться у врача-кардиолога, а также на внесение изменений в тренировочный процесс.

Если же это соотношение выше 10,0 то наиболее вероятно повреждение скелетной мускулатуры при физических нагрузках, не соответствующих адаптационным возможностям организма спортсмена. В этом случае важно скорректировать нагрузки (прежде всего силового характера) и улучшить качество восстановительных мероприятий.

Рассчитывать этот и другие индексы нужно только в случае повышенных значений ферментов. Если ферменты в норме, то они не имеют диагностического значения.

Коэффициент де Ритиса, представляющий собой соотношение АСТ/АЛТ, широко используется в клинической практике для дифференциальной диагностики заболеваний печени и миокарда и отражает тяжесть нарушения функционального состояния этих органов [11].

Важно помнить, что расчет коэффициента де Ритиса проводится только в случае повышения активности ферментов выше границ референтных норм. Значения коэффициента де Ритиса для представителей биатлона отражены в таблице 2.

Таблица 2 – Коэффициент де Ритиса у представителей биатлона

Значение коэффициента де Ритиса			
Мужчины		Женщины	
n	X ± SD	n	X ± SD
94	0,80–1,54	351	0,84–1,82

Повышение активности одной или обеих трансаминаз при одновременном росте или снижении коэффициента де Ритиса является ценным диагностическим тестом для определения органной специфичности напряженности метаболических процессов. Характер метаболических перестроек, связанных с процессами энергообеспечения и адаптации скелетных мышц к напряженным физическим нагрузкам, не может напрямую отражать интенсивность повреждающих воздействий на печень, миокард и скелетные мышцы. Увеличение соотношения АСТ/АЛТ ассоциируется с повреждениями сердечной мышцы во время напряженных мышечных нагрузок. При наличии повреждающих явлений в печени коэффициент де Ритиса, наоборот, уменьшается. При уменьшении коэффициента де Ритиса ниже границ референтного диапазона вероятно повышение напряжения энергообмена в печени и необходимо дополнительное диагностическое обследование и, при необходимости, коррекция медико-биологического обеспечения, например, применение препаратов гепатопротекторного действия по усмотрению врача команды.



Заключение. Интерес к изучению динамики активности ферментов при повышенных физических нагрузках обусловлен их биологической ролью в поддержании энергетического и азотистого баланса в организме спортсменов при напряженной мышечной деятельности. Анализ динамики активности данных ферментов позволяет сделать вывод о направленности и глубине адаптационных изменений в различных органах и тканях, а также оценить активность метаболических процессов при выполнении специфических мышечных нагрузок.

Литература

1. Аикин В. А, Реуцкая Е. А, Сухачев Е. А. Современные подходы к организации процесса физической подготовки высококвалифицированных биатлонистов в годичном макроцикле. Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. 2015;12(130): 9–14.
2. Гибадуллин И. Г. Управление тренировочным процессом биатлонистов в системе многолетней подготовки : автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04. Волгоградская государственная академия физической культуры. Волгоград, 2006. 42 с.
3. Дунаев К. С. Проектирование динамики нагрузки в годичном цикле тренировки квалифицированных биатлонистов. Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. 2007;10(32): 32–34.
4. Загурский Н. С. Отбор и контроль за подготовленностью биатлонисток на этапе спортивного совершенствования : автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. Омский государственный институт физической культуры. Омск, 1993. 19 с.
5. Карленко В. П. Оптимизация тренировки квалифицированных биатлонистов на этапе непосредственной подготовки к соревнованиям : автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. Киевский государственный институт физической культуры. Киев, 1983. 24 с.
6. Платонов В. Н, Данько Г. Д. Теория адаптации и резервы совершенствования системы подготовки спортсменов. Наука в олимпийском спорте. 2007;(1): 3–16.
7. Рыбина И. Л., Гунина Л. М. Лабораторные маркеры контроля и управления тренировочным процессом спортсменов: наука и практика / И. Л. Рыбина, Л. М. Гунина. – М. : Спорт, 2021. – 376 с.
8. Рыбина И. Л, Ширковец Е. А. Особенности биохимической адаптации к нагрузкам различной направленности биатлонистов высокой квалификации. Вестник спортивной науки.2015(3): 28–33.
9. Рыбина, И. Л. Биохимические аспекты оценки адаптации организма высококвалифицированных спортсменов циклических видов спорта к напряженным физическим нагрузкам: дис. ... докт. биол. наук: 14.03.11 – М., 2016. – 285 с.
10. Banfi G, Colombini A, Lombardi G, Lubkowska A. Metabolic markers in sports medicine. *Adv Clin Chem.* 2012;56: 1–54. doi: 10.1016/b978-0-12-394317-0.00015-7.
11. Botros, M. The de ritis ratio: the test of time / M. Botros, K. A. Sikaris // *Clin Biochem Rev.* – 2013. – № 34(3). – P. 117–30.
12. Brancaccio, P, Lippi G, Maffulli N. Biochemical markers of muscular damage. *Clin. Chem Lab Med.* 2010;48(6): 757–767. doi: 10.1515/CCLM.2010.179.
13. Cervellin, G. Rhabdomyolysis: historical background, clinical, diagnostic and therapeutic features / G. Cervellin, I. Comelli, G. Lippi // *Clin Chem Lab Med.* 2010 Jun;48(6): 749–756.
14. Fragala, MS., Bi C, Chaump M, Kaufman HW, Kroll MH. Associations of aerobic and strength exercise with clinical laboratory test values. *PLoS One.* 2017;12(10). doi: 10.1371/journal.pone.0180840.
15. Gleeson M. Biochemical and immunological markers of overtraining. *Jof Sports Science and Medicine.* 2002;(1): 31–41.



16. Holmberg H. C. The elite cross-country skier provides unique insights into human exercise physiology. *Scand. J Med Sci Sports*. 2015;(25): 100–109. doi: 10.1111/sms.12601.
17. Jamurtas, A. Z. Comparison between leg and arm eccentric exercises of the same relative intensity on indices of muscle damage / A. Z. Jamurtas, V. Theocharis, T. Tofas, A. Tsiokanos, C. Yfanti, V. Paschalis, Y. Koutedakis, K. Nosaka // *Eur J Appl Physiol*. – 2005. – № 95. – P. 179–185. Stoggl T, Bishop P, Höök M, Willis S, Holmberg HC. Effect of carrying a rifle on physiology and biomechanical responses in biathletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2015;47(3): 617–624. doi: 10.1249/MSS.0000000000000438.
18. Koch A. J., Pereira R., Machado M. The creatine kinase response to resistance exercise / A. J. Koch, R. Pereira, M. Machado // *J. Musculoskelet Neuronal. Interact*. – 2014. – № 14(1) . – P.68–77.
19. Laaksonen M. S., Jonsson M., Holmberg H. C. The Olympic biathlon – recent advances and perspectives after Pyeongchang. *Frontiers in Physiology*. 2018;(9). doi:10.3389/fphys.2018.00796
20. Lee E. C., Fragala M. S., Kavouras S. A. , Queen R. M. , Pryor JL, Casa D. J. Biomarkers in Sports and Exercise: Tracking Health, Performance, and Recovery in Athletes. *J Strength Cond Res*.2017;31(10): 2920–2937. doi: 10.1519/JSC.0000000000002122.
21. Luchsinger, H., Kocbach J, Ettema G, Sandbakk Ø. Comparison of the effects of performance level and sex on sprint performance in the biathlon world cup. *Int J Spots Physiol Perform*. 2018;(13)3: 360–366. doi: 10.1123/ijssp.2017-0112.
22. Matsumoto, K. Branched-chain amino acid supplementation attenuates muscle soreness, muscle damage and inflammation during an intensive training program / K. Matsumoto, T. Koba, K. Hamada, M. Sakurai, T. Higuchi, H. Miyata // *J Sports Med Phys Fitness*. – 2009. – № 49. – P. 424–431.
23. Pournot, H. Short term effects of various water immersions on recovery from exhaustive intermit- tent exercise / H. Pournot, F. Bieuzen, R. Duffield, P. M. Lepretre, C. Coz- zolino, C. Hausswirth // *Eur J Appl Physiol*. – 2011. – № 111. – P. 1287–1295.
24. Sandbakk O. A., Holmberg H. C. Reappraisal of success factors for Olympic cross-country skiing. *Int J Sports Physiol Perform*. 2014;(9): 117–121. doi: 10.1123/ijssp.2013-0373.
25. Sandbakk, O. A., Bucher Sandbakk S., Supej M., Holmberg H. C. The velocity and energy profiles of elite cross-country skiers executing downhill turns with different radii. *Int. J. Sport Physiol. Perform*.2014;9(1): 41–47. doi: 10.1123/IJSP.2013-0383.
26. Sandbakk, S., Supej M., Sandbakk Ø., Holmberg H. C. Downhill turn techniques and associated physical characteristics in cross-country skiers. *Scand J Med Sci Sports*. 2014;24(4): 708–716. doi: 10.1111/sms.12063.
27. Sattlecker G., Buchecker M., Gressenbauer C., Müller E., Lindinger S. J. Factors discrimination high from low score performance in biathlon shooting. *Int J Sport Physiol Perform*. 2017;12(3): 377–384. doi: 10.1123/ijssp.2016-0195.
28. Sharkey B. J., Gaskill S. E. *Sport Physiology for Coache*. Human Kinetics,2006. 310 p.
29. Skattebo O., Losnegard T. Variability, predictability and race factors affecting performance in elite biathlon. *Int J Sport Physiol Perform*. 2018;13(3): 313–319. doi: 10.1123/ijssp.2017-0090.
30. Tonnessen E, Sylta Ø, Haugen TA, Hem E, Svendsen IS, Seiler S. The Road to Gold: Training and Peaking Characteristics in the Year Prior to a Gold Medal Endurance Performance. *PLoS One*. 2014;14;9(7): e101796. doi: 10.1371/journal.pone.0101796.
31. Vilkers J. N., Williams A. M. Performing under pressure: the effects of physiological arousal, cognitive anxiety and gaze control in biathlon. *J Mot Behav*. 2007;39(5): 381–394. doi: 10.3200/JMBR.39.5.381-394.
32. Westerblad H., Bruton J. D., Katz A. Skeletal muscle: energy metabolism, fiber types, fatigue and adaptability. *Exp Cell Res*. 2010;316(18): 3093–3099. doi: 10.1016/j.yexcr.2010.05.019.



РАЗВИТИЕ ТАКТИЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КАК ФАКТОРА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРЕЛКОВОЙ ПОДГОТОВКИ ЮНЫХ БИАТЛОНИСТОВ

А. В. Халманских, А. И. Токарева, Л. А. Гурьев
Тюменский государственный университет,
ГАУ ТО «ОСШОР по лыжным гонкам и биатлону Л.Н. Носковой», г. Тюмень

Введение. Тенденции развития биатлона на мировой арене позволяют судить о высокой популярности этого вида спорта среди подрастающего поколения. Большой вклад внесли федеральные и европейские вещательные каналы, транслирующие мировые первенства уровня Олимпийских, Паралимпийских игр, чемпионатов мира и Европы. Пополнение календаря соревнований новыми дисциплинами, и увеличение соревновательных дистанций делают биатлон еще более динамично развивающимся.

Технические элементы стрельбы в биатлоне представляют собой многообразное сочетание элементов, которые требуют повышенного внимания, многообразие тренировочных воздействий, системности и воспроизводства. Важная составляющая качественной стрельбы на огневых рубежах является скоординированное выполнение действий спортсменом при производстве выстрела в сочетании с однообразной изготовкой [5].

Анализ теории и практики стрелковой подготовки биатлонистов позволил выделить ряд противоречий:

– между необходимостью повышения уровня спортивного мастерства биатлонистов на всех этапах многолетней тренировки и отсутствием проработанной системы технической подготовки, учитывающей специфику вида спортивной деятельности;

– между проработанностью теоретических основ стрелкового спорта по организации подготовки начинающих спортсменов и отсутствием опыта внедрения широкого спектра базовых азов в подготовку юных биатлонистов, обеспечивающих надежность выполнения точного выстрела;

– между осознанием высокой значимости тактильно-кинестетической чувствительности для качественной работы спортсмена на огневом рубеже и недостаточной разработанностью педагогического инструментария, способствующего развитию мелкой моторики юных биатлонистов.

Данные противоречия определили проблему нашего исследования: повышение надежности выполнения выстрела на огневых рубежах, и как следствие успешности спортивной деятельности юных биатлонистов на начальном этапе подготовки.

Цель исследования – разработать и экспериментально обосновать методику формирования техники обработки спускового механизма у биатлонистов в группах начальной подготовки на основе развития тактильных ощущений и мелкой моторики.

Задачи исследования: проанализировать состояние проблемы стрелковой подготовки биатлонистов в научных исследованиях; изучить индивидуальные особенности биатлонистов первого года обучения и типичные ошибки при выполнении стрелковых упражнений, в частности в обработке спускового механизма; разработать и экспериментально обосновать методику формирования техники обработки спускового механизма у биатлонистов в группах начальной подготовки; разработать рекомендации для тренеров по построению учебно-тренировочных мероприятий на начальном этапе подготовки.



Методы и организация исследования. Формирование навыков точности и качества стрелковых показателей имеет высокую значимость уже на начальном этапе становления спортивного мастерства. Наиболее сложным элементом техники выполнения выстрела является обработка спускового механизма. От его качества зависит успешность реализации выполненной работы. Высокая результативность показателей скорострельности, качества и точности стрельбы у юных биатлонистов в большей степени зависит от развития тактильных ощущений на начальном этапе подготовки [3, 7, 8].

Чувствительность – одна из важнейших функций, выполняемых нервной системой. Мозг человека направляет и получает импульсы от любого взаимодействия тела с внешней средой или от внутренней работы самого организма. Все ощущения обрабатываются мозгом и входят в общую сознательную чувствительность человека. Рецепторы тактильной чувствительности располагаются не только на поверхности тела – коже и слизистых, но и в глубинных участках – суставы, сухожилия, мышцы, связки.

С помощью рецепторов, нервная система анализирует внешние и внутренние раздражающие воздействия и реагирует на них – это и называют чувствительностью. Присуща она как человеку, так и животному. В свою очередь, тактильная чувствительность – это разновидность восприимчивости кожного покрова. Тактильные рецепторы располагаются на слизистых и поверхности кожи и являются частью системы осязания.

Согласованная работа сенсорных систем, таких как зрительная, двигательная, вестибулярная, тактильная и слуховая, обеспечивают необходимые условия для ведения стрельбы.

В настоящее время большим кругом специалистов подтверждено единогласное мнение о важном, решающем техническом элементе стрельбы в целом – обработке спускового механизма. Решающая конечная фаза скоординированных действий «удерживание – прицеливание – спуск», в частности обработка спускового крючка, в стрелковых видах спорта может определить его правильность и точность. Большую роль играет тактильно-кинестетическая чувствительность, а также планомерное движение стрелкового пальца. Особое внимание в данном компоненте следует уделить новичкам.

Своевременная обработка спускового механизма имеет большое значение во время выполнения стрельбы. Это подтверждается показаниями электронного тренажера СКАТТ, где можно отследить график обработки спускового механизма [1,4,6].

Следовательно, возникает необходимость уметь в совершенстве владеть контролем за мышечно-суставным ощущением правой кисти и обработкой пальцем спускового крючка. Если биатлонист будет хорошо владеть этими навыками, то он может устранить ощутимые недочеты в стрельбе.

С целью определения влияния предложенной нами методики на формирование технического навыка обработки спускового «крючка» нами были изучены показатели свойств и качеств личности юных спортсменов.

В эмпирическом исследовании принимали участие спортсмены биатлонисты МАУ ДО «ДЮСШ» Уватского муниципального района в количестве 24 человек (из них 10 юношей и 14 девушек).

Для достижения поставленной цели нами были использованы следующие методы: диагностика типа темперамента по Г. Айзенку; диагностика ситуативной тревожности по Ч. Спилбергеру-Ханину.

В результате исследования были получены следующие данные об индивидуально-личностных особенностях биатлонистов групп начальной подготовки.



Среди участников преобладают спортсмены с типами темперамента: «сангвиник» – 14 человек (8 девушек и 6 юношей); «холерик» – 6 (3 девушки и 3 юноши) и «флегматик» – 4 человека (3 девушки и 1 юноша).

В экспериментальную группу вошли спортсмены со следующим типом темперамента (девушки): «сангвиник» – 3 спортсменки; «холерик» и «флегматик» по две спортсменки. Юноши: «сангвиник» – 2 спортсмена, «холерик» 2 и «флегматик» 1 спортсмен.

Изучение ситуативной тревожности на начальном этапе исследования показало, что ни у одного спортсмена, на момент начального обследования, не выявлено высокого уровня ситуативной тревожности. Так, у 14 (8 девушек и 6 юношей) спортсменов мы определили, что тревожность находится на умеренном уровне, а у 10 (6 девушек и 4 юноши) биатлонистов на низком.

Важную составляющую в биатлоне имеет стрелковая подготовленность. Нами были изучены основные ошибки, допускаемые юными спортсменами в обработке спускового механизма и удержании оружия во время производства выстрела.

Основные проблемы в большей мере связаны с технической составляющей обработки спускового механизма: «спусковой палец» прилегает к ложе; правая рука чрезмерно сильно обхватывает рукоятку оружия; рывок спускового механизма; предварительный «выжим» спускового крючка проводится с недостаточным усилием; слишком длинная площадь действия спускового механизма перед производством выстрела; «колебание» усилий, прилагаемых на спусковой крючок при прицеливании; время задержки дыхания слишком долго растянуто в сочетании с нестабильностью прицеливания; линия прицеливания уходит из центра мишени непосредственно перед выстрелом; слишком долгое тонкое прицеливание – уходит точное прицеливание; слишком долгая подготовка к успешному прицеливанию.

Анализ техники выполнения стрелковых упражнений (осуществлялся нами при помощи электронного тренажера «СКАТТ») и изучение стрелковых показателей юных биатлонистов в контрольных упражнениях, позволил наметить основные направления работы по формированию техники обработки спускового механизма у биатлонистов на начальном этапе становления спортивной карьеры.

Основная идея методики заключается в том, чтобы повысить эффективность стрелковой подготовки юных биатлонистов через совершенствование психолого-педагогических условий спортивной деятельности с учетом современных требований и противоречий развития вида спорта и индивидуальных особенностей спортсменов на этапе начальной подготовки.

Особое внимание мы уделяем работе с оружием (холостой тренаж, электронный тренажер «СКАТТ»), совершенствованию тактической, психологической подготовки: идеомоторная тренировка (визуализация обработки спускового механизма), психотехнические игры (развитие тактильной чувствительности и концентрации внимания).

Внедрение в учебно-тренировочный процесс юных биатлонистов дифференцированных средств спортивной тренировки, основанных на методике развития мелкой моторики, психотехнических игр, позволит достичь более высоких результатов уже на начальных этапах спортивной подготовки. И в дальнейшем уберет барьер для развития скорострельности, позволив вывести скоростные качества движения пальцев рук на более высокий уровень [2, 7].

Опишем частные методики, реализованные нами.



Средства технической подготовки, используемые для формирования техники обработки спускового механизма у юных спортсменов:

Электронный тренажер «СКАТТ»: применялся как дополнительное средство для улучшения качества стрельбы во время работы с оружием, как холостой тренаж. А также, при сдаче контрольных нормативов.

Холостой тренаж: на основе полученных результатов стрелковой подготовленности спортсменов и их индивидуальных особенностей нами были скорректированы и внедрены средства направленные на повышение качества стрельбы. В ходе выполнения холостого тренажа в подготовительный период биатлонистам предлагались, такие упражнения как:

«Плавная обработка спускового крючка». Сидя в удобной позе, закрытыми глазами спортсмен осуществляет холостой тренаж, который предназначен прочувствовать натяжение спускового крючка. Спортсмен следит за единообразным положением пальца на спусковом крючке и одинаковым усилием его нажатия.

«Смена обойм с повязкой на глазах». Упражнение выполняется при изготовке в стрельбе из положений «лежа» и «стоя». 8 смен обойм из положения «лежа» и 8 смен обойм из положения «стоя».

Средства психологической подготовки, используемые для совершенствования точности стрельбы и стрелкового компонента техники обработки спускового механизма.

Идеомоторная тренировка.

Идеомоторный метод при правильной организации в каждом виде спорта может существенно повысить «мышечную выносливость», спортивную работоспособность и способствовать сохранению техники сложных упражнений после перерыва в тренировках. Идеомоторная тренировка использовалась нами в ходе тренировочного процесса, во время отдыха между занятиями.

Специальная стрелковая разминка непосредственно перед работой на рубеже в виде сеанса идеомоторной настройки способствует быстрой и точной стрельбе. Большое значение для выполнения точных, координированных действий имеет связь представлений о том или ином движении с практическим его выполнением или идеомоторные процессы.

Психотехнические игры на развитие тактильной чувствительности: «канцелярская скрепка», «вспомни ощущение», «узнай фигуру», «найди пару».

Психотехнические игры – один из ключевых методов в подготовке детей к спортивной и соревновательной деятельности. Практика использования психотехнических игр в подготовке спортсменов на начальной этапе как в России, так и в Норвегии и в Европе показала свою высокую эффективность в повышении концентрации и к анализу соревновательной обстановки юными спортсменами. Большое значение игры имеют в повышении психологической компетентности, как у спортсменов, так и у тренеров.

Тренеры часто указывают на недостаток внимания у своих воспитанников. Способность сконцентрироваться или сфокусировать все свои возможности на выполнении определенной задачи является одним из важнейших условий достижения успеха.

В биатлоне спортсмен зачастую теряет свою концентрацию, обращая внимание на различные отвлекающие внешние факторы, реагируя на них. В связи с этим использование психотехнических игр как средства воспитания внимания биатлонистов является на сегодняшний день наиболее актуальным.

Таким образом, в предлагаемой нами методике принципиально на основе личностно-деятельностного подхода рассматривалось формирование техники обработки спускового



механизма у биатлонистов групп начальной подготовки первого года обучения с учетом современных реалий вида спорта и индивидуальных особенностей юных спортсменов.

Следует отметить, что большая часть тренировочных мероприятий проходила в период ограничений, связанных с эпидемиологической обстановкой. Нами были предложены онлайн консультации и олимпийские тематические уроки, с выполнением ряда упражнений в домашних условиях. Проведена большая работа по взаимодействию внутри коллектива с тренером и родителями (табл. 1).

Таблица 1 – Методики формирования техники обработки спускового механизма у биатлонистов в группах начальной подготовки

Название упражнения	Содержание	Кол-во повторов/ время выполнения
ХОЛОСТОЙ ТРЕНАЖ		
«Дыхание – прицеливание – обработка спускового механизма»	Работа на электронном тренажере «СКАТТ». Во время обработки спускового механизма спортсмен закрывает глаза и старается сделать отметку и анализ своих действий	5–10 минут 1 раз во время холостого тренажа
Смена изготровки и обойм с фиксированной повязкой на глазах	Холостой тренаж из положения «лежа» и «стоя» со сменой изготровки. Имитация нажатия на спусковой механизм	5–10 минут До 2-х раз во время холостого тренажа
Обработка спускового механизма (с фиксированной лентой и отметкой) (закрытые либо открытые глаза)	В удобной позе, с закрытыми (либо открытыми, чередование) глазами выполняется обработка спускового механизма, на котором сделаны отметки для правильной постановки пальца при нажатии. Спортсмен следит за однообразным положением подушечки пальца на спусковой механизм и прилагаемым ступенчатым усилиям при его обработке в 3 фазы	5–10 минут До 2-х раз во время холостого тренажа
Идеомоторная тренировка - визуализация обработки спускового механизма (онлайн консультирование)		
<i>Психотехнические игры</i> на развитие тактильной чувствительности: «канцелярская скрепка», «вспомни ощущение», «сортировка мелких предметов», «прокатывание шариков», «пересыпание».		
<i>Массаж</i> пальцев и рук при помощи <i>Су Джок</i> и специальных пластин. Перекладывание гильз в ячейках. Творческие поделки на развитие мелкой моторики и тактильной чувствительности, конструкторы (в домашних условиях)		

Результаты исследования и их обсуждение. Эффективность применения специальных упражнений осуществлялось в показателях стрелковой подготовленности юных спортсменов.



В результате экспериментальной работы нами выявлено, что у всех биатлонистов экспериментальной группы отмечается повышение уровня стрелковой подготовленности.

Предметом анализа явилась оценка показателей точности и качества стрельбы юных спортсменов.

Таблица 2 – Динамика показателей результативности стрелковой подготовленности биатлонистов (девушки, ГНП)

Тест	ЭГ (n=7)			КГ (n=7)		
	До экспер. (M ± m)	После экспер. (M ± m)	t	До экспер. (M ± m)	После экспер. (M ± m)	t
СКАТ: «10+10» без учета времени стрельба «лежа»	72 ± 0,8	75 ± 1,1	*	73 ± 0,3	74 ± 0,8	
СКАТ: «10+10» без учета времени стрельба «стоя»	52 ± 0,3	55 ± 0,8	**	55 ± 0,3	57 ± 0,3	***
СКАТ: «10+10» с учетом времени стрельба «лежа»	65 ± 0,6	68 ± 0,8	**	70 ± 0,1	72 ± 0,1	
СКАТ: «10+10» с учетом времени стрельба «стоя»	48 ± 0,3	50 ± 0,9	*	52 ± 0,3	54 ± 0,9	*
«5+5» (мишень) стрельба «лежа»	36 ± 0,6	41 ± 0,9	***	40 ± 0,3	41 ± 0,4	
«5+5» (мишень) стрельба «стоя»	20 ± 0,3	22 ± 0,9	*	25 ± 0,3	27 ± 0,4	

Достоверность различий: * – на уровне 0,05; ** – на уровне 0,01; *** – на уровне 0,001.

Таблица 3 – Динамика показателей результативности стрелковой подготовленности биатлонистов (юноши, ГНП)

Тест	ЭГ (n=5)			КГ (n=5)		
	До экспер. (M ± m)	После экспер. (M ± m)	t	До экспер. (M ± m)	После экспер. (M ± m)	t
СКАТ: «10+10» без учета времени стрельба «лежа»	68 ± 0,6	71 ± 0,7	**	74 ± 0,3	76 ± 0,4	
СКАТ: «10+10» без учета времени стрельба «стоя»	52 ± 0,3	54 ± 0,8	*	53 ± 0,3	55 ± 0,5	**
СКАТ: «10+10» с учетом времени стрельба «лежа»	74 ± 0,3	76 ± 0,8	*	73 ± 0,1	74 ± 0,5	
СКАТ: «10+10» с учетом времени стрельба «стоя»	53 ± 0,3	56 ± 0,6	***	54 ± 0,3	56 ± 0,3	
«5+5» (мишень) стрельба «лежа»	40 ± 0,3	44 ± 0,8	***	42 ± 0,3	44 ± 0,5	
«5+5» (мишень) стрельба «стоя»	23 ± 0,5	26 ± 0,7	**	26 ± 0,2	28 ± 0,2	

Достоверность различий: * – на уровне 0,05; ** – на уровне 0,01; *** – на уровне 0,001.



Следует отметить, что анализ действий биатлонистов при работе с оружием на стрелковых тренировках и на электронном тренажере «СКАТТ», показал значительное сокращение ошибок при обработке спускового механизма, относящихся к работе стрелкового пальца, задержки дыхания при прицеливании, и положения правой руки на рукоятке «ложе».

Изучение ситуативной тревожности показало, что на период окончания эксперимента у биатлонистов экспериментальной группы данный показатель находился на низком уровне. Следует отметить, что нами было проведено 10 входящий тестирований во время подготовительного периода. У юных спортсменов наблюдалось незначительное повышение ситуативной тревожности во время первых контрольных срезов, групповых мини соревнований и «эстафеток».

Выводы:

1. Стрелковая подготовка является одной из важнейших составляющих в подготовке биатлонистов различной квалификации. Стрельба технически сложный процесс. И на начальном этапе стрелковой подготовки юных биатлонистов стоит сложная задача – выработать навык стабильной и точной стрельбы.

2. Введение в учебно-тренировочный процесс юных спортсменов, дифференцированных средств спортивной тренировки основанных на методике развития мелкой моторики, психотехнических игр, позволит достичь более высоких результатов уже на начальных этапах спортивной подготовки. И в дальнейшем уберет барьер для развития скорострельности, позволив вывести скоростные качества движения пальцев рук на более высокий уровень.

3. Анализ техники выполнения стрелковых упражнений, изучение типичных ошибок и стрелковых показателей юных биатлонистов в контрольных упражнениях, позволил наметить основные направления работы по формированию техники обработки спускового механизма у биатлонистов на начальном этапе становления спортивной карьеры. Основная идея методики заключается в том, чтобы повысить эффективность стрелковой подготовки юных биатлонистов через совершенствование психолого-педагогических условий спортивной деятельности с учетом современных реалий и противоречий развития вида спорта и индивидуальных особенностей спортсменов на этапе начальной подготовки.

4. Оценка результатов эксперимента свидетельствует о положительном влиянии предложенной нами методики формирования техники обработки спускового механизма в группах начальной подготовки, способствующей повышению результативности спортивной деятельности юных биатлонистов.

Литература

1. Астафьев Н. В. Совершенствование техники стрельбы биатлонистов на основе использования срочной информации о процессе прицеливания, получаемой при помощи тренажеров SCATT [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н. В. Астафьев.— М. : Советский спорт, 2020. – 145с.
2. Горбунов Г. Д. Психопедагогика спорта : учебное пособие / Г. Д. Горбунов. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Советский спорт, 2012. – 312 с.
3. Загурский Н. С. Обучение стрельбе юных биатлонистов на этапе начальной подготовки и тренировочном этапе: методические рекомендации / Н. С. Загурский, Я. С. Романова, Е. А. Реуцкая: [Электронный ресурс]. – Омск, 2018. 1 электронный оптический диск. 13,3 Мб. ISBN 978-5-91930-112-7.



4. Куделин А. И. Мышечная модель выстрела / А. И. Куделин // Спортивное оружие. – 2004. – № 12. – С. 66–69.

5. Токарева А. И. Формирование навыка техники обработки спускового механизма у биатлонистов в группах начальной подготовки / А. И. Токарева, А. В. Халманских // Стратегия формирования здорового образа жизни населения средствами физической культуры и спорта: целевые ориентиры, технологии и инновации. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора В. Н. Зуева. Тюмень : «Вектор Бук», 2021. – С. 237–240.

6. Фарбей В. В. Психолого-педагогические основы управления движениями в стрельбе биатлонистов и полиатлонистов / В. В. Фарбей // Ученые записки ун-та им. П. Ф. Лесгафта. – 2008. – №9 (43). – С. 98–103.

7. Халманских А. В., Гурьев Л. А., Манжелей И. В. Стрелковая подготовка биатлонистов. Монография. Издательство ТОГИРРО, 2014. – 220 с.

8. Sprung A. Изучение индивидуально-типологических особенностей биатлонистов сборной команды Австрии / А. Sprung, А. В. Халманских // Стратегия формирования здорового образа жизни населения средствами физической культуры и спорта: целевые ориентиры, технологии и инновации. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора В. Н. Зуева. Тюмень : «Вектор Бук», 2021. – С. 234–237.

СОДЕРЖАНИЕ

П. Е. Мякинченко, А.С. Крючков, Н. В. Адонин, Е. Б. Мякинченко СРАВНЕНИЕ ТРЕНИРОВОЧНЫХ НАГРУЗОК И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ БИАТЛОНИСТОВ И ЛЫЖНИКОВ ВЫСОКОГО КЛАССА	3
П. Е. Мякинченко, Н. В. Адонин, Е. Б. Мякинченко КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА БИАТЛОНИСТОВ ВЫСОКОГО КЛАССА В ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ И СОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ПЕРИОДАХ	20
Н. В. Астафьев КОНТРОЛЬ ЗА КАЧЕСТВОМ ОБУЧЕНИЯ ЮНЫХ БИАТЛОНИСТОВ СТРЕЛБЕ ПО МИШЕННОЙ УСТАНОВКЕ НА ОСНОВЕ ВИЗУАЛИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ СТРЕЛБЫ ПО ПЯТИ БУМАЖНЫМ МИШЕНЯМ.....	45
А. И. Головачев, Н. Б. Новикова, В. И. Колыхматов, С. В. Широкова, Е. А. Горбунова, Н. Н. Кондратов, Е. А. Сигов СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ С УЧЕТОМ КЛИМАТОГЕОГРАФИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕСТА ПРОВЕДЕНИЯ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ЭТАПА ПОДГОТОВКИ ПЕРЕД XXIV ЗИМНИМИ ОЛИМПИЙСКИМИ ИГРАМИ В ПЕКИНЕ (КИТАЙ)...	52
Н. С. Загурский, С. А. Ленькова АНАЛИЗ СТРЕЛКОВОЙ ПОДГОТОВКИ БИАТЛОНИСТОВ НА КУБКАХ РОССИИ И ЧЕМПИОНАТЕ РОССИИ ПО БИАТЛОНУ В СЕЗОНЕ 2021–2022 ГОДОВ.....	63
Н. А. Зрыбнев ДИНАМИЧЕСКИЙ ВЫСТРЕЛ В БИАТЛОНЕ И АЛГОРИТМ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ДЕЙСТВИЙ БИАТЛОНИСТА ВО ВРЕМЯ СКОРОСТНОЙ СТРЕЛБЫ	75
Д. И. Иванов, Е. В. Муралеева АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ТЕХНИКИ СТРЕЛБЫ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ БИАТЛОНИСТОК ИЗ ПОЛОЖЕНИЯ ЛЕЖА НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ «QUALISYS»	79

Е. В. Муралеева СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТАТИЧЕСКОГО И ДИНАМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ В СТРЕЛКОВОМ КОМПОНЕНТЕ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ БИАТЛОНИСТОВ	82
Н. Б. Новикова, И. Г. Иванова, А. Н. Белева БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕХНИКИ ОДНОВРЕМЕННОГО ДВУХШАЖНОГО КОНЬКОВОГО ХОДА ЮНЫХ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ	86
Я. С. Романова, Н. С. Загурский ПОДГОТОВКА СПОРТИВНОГО РЕЗЕРВА В БИАТЛОНЕ.....	97
Я. С. Романова, Т. В. Полторацкая СУБЪЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ПЕРЕНОСИМОСТИ НАГРУЗКИ В РАЗЛИЧНЫХ ФАЗАХ МЕНСТРУАЛЬНОГО ЦИКЛА У ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ БИАТЛОНИСТОК.....	111
М. Ю. Рудберг ЦИФРОВАЯ ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО МАСТЕРСТВА И УСТРАНЕНИЕ ОШИБОК В ЛЫЖНЫХ КОНЬКОВЫХ ХОДАХ	117
И. Л. Рыбина ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЫВОРОТОЧНЫХ ФЕРМЕНТОВ В МОНИТОРИНГЕ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА В БИАТЛОНЕ.....	136
А. В. Халманских, А. И. Токарева, Л. А. Гурьев РАЗВИТИЕ ТАКТИЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КАК ФАКТОРА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРЕЛКОВОЙ ПОДГОТОВКИ ЮНЫХ БИАТЛОНИСТОВ	149

Подписано в печать 03.06.22. Формат 60 × 84 1/8.
Объем 18,6 усл. печ. л. Тираж 100 экз. Заказ 14.
СибГУФК. 644009, г. Омск, ул. Масленникова, 144.

Отпечатано в полном соответствии
с качеством предоставленного оригинал-макета
в ООО «ЮНЗ»
644024, г. Омск, пр-т К. Маркса, 4, офис 138