

УДК 796.83:612.2

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/130/59>

ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ ТРЕНИРОВОЧНЫХ НАГРУЗОК БОКСЁРОВ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГОРЬЯ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАРКЕРОВ АДАПТАЦИИ

©Оморов Т. О., ORCID: 0009-0005-2557-9463, Ошский государственный университет,
г. Ош, Кыргызстан, tomorov@oshsu.kg

©Сейитбек уулу М., ORCID: 0009-0001-0592-0311, Ошский государственный университет,
г. Ош, Кыргызстан, munar.seyitbekov@gmail.com

©Сапиев Ж. Э., ORCID: 0009-0005-3360-0613, Ошский государственный университет,
г. Ош, Кыргызстан, jsapiev@oshsu.kg

INDIVIDUALIZATION OF BOXING TRAINING LOADS IN MIDDLE-ALTITUDE CONDITIONS BASED ON FUNCTIONAL ADAPTATION MARKERS

©Omorov T., ORCID: 0009-0005-2557-9463, Osh State University,
Osh, Kyrgyzstan, tomorov@oshsu.kg

©Seyitbek uulu M., ORCID: 0009-0001-0592-0311, Osh State University,
Osh, Kyrgyzstan, munar.seyitbekov@gmail.com

©Sapiyev Zh., ORCID: 0009-0005-3360-0613, Osh State University,
Osh, Kyrgyzstan, jsapiev@oshsu.kg

Аннотация. Исследованы особенности физиологической адаптации боксёров к условиям среднегорья (1800–2200 м над у. м.) и обоснована необходимость индивидуализации тренировочных нагрузок на основе функциональных маркеров: насыщения крови кислородом (SpO_2), частоты сердечных сокращений (ЧСС), уровня лактата и максимального потребления кислорода (МПК). Приводятся результаты педагогического эксперимента с участием 24 квалифицированных боксёров (КМС и МС), разделённых на контрольную и экспериментальную группы. Экспериментальная методика предусматривала оперативный мониторинг функциональных маркеров и корректировку недельного микроцикла в режиме реального времени. По итогам 4-недельного среднегорного сбора в экспериментальной группе зафиксировано достоверное увеличение МПК на 6,8%, концентрации гемоглобина на 4,3%, улучшение индекса восстановления ЧСС на 34,4% по сравнению с контрольной группой ($p < 0,05$). Полученные данные свидетельствуют о высокой эффективности индивидуализированного подхода к планированию нагрузок в среднегорье и рекомендуются для использования в подготовке спортсменов высокой квалификации.

Abstract. The study examines the physiological adaptation of boxers to mid-altitude conditions (1,800–2,200 m above sea level) and substantiates the need to individualize training loads based on functional markers: blood oxygen saturation (SpO_2), heart rate (HR), lactate levels, and maximum oxygen consumption (VO_2). The article presents the results of a pedagogical experiment involving 24 qualified boxers (CMS and MS), divided into control and experimental groups. The experimental methodology included real-time monitoring of functional markers and real-time adjustment of the weekly microcycle. Following a 4-week high-altitude training camp, the experimental group demonstrated a significant increase in VO_2 by 6.8%, hemoglobin concentration by 4.3%, and an improvement in the heart rate recovery index by 34.4% compared to the control group ($p < 0.05$). The obtained data demonstrate the high efficiency of an individualized approach to load planning in mid-altitude areas and are recommended for use in the training of highly qualified athletes.

Ключевые слова: среднегорье, боксёры, индивидуализация нагрузок, функциональные маркеры, лактат, адаптация к гипоксии.

Keywords: middle altitude, boxers, load individualization, functional markers, lactate, hypoxic adaptation.

Подготовка боксёров в условиях среднегорья приобретает всё большее значение в современной системе спортивной тренировки. Снижение парциального давления кислорода на высотах от 1500 до 2500 м над у. м. формирует специфическую гипоксическую среду, стимулирующую эритропоэз, повышение буферной ёмкости крови и оптимизацию митохондриального дыхания [1].

Вместе с тем неправильно спланированная нагрузка в горных условиях нередко приводит к явлениям острой горной болезни, перетренированности и срыву адаптации — особенно в первые 7–10 дней пребывания на высоте [2].

Основная проблема действующих методических рекомендаций состоит в их ориентированности на средние, а не индивидуальные показатели спортсменов. Диапазон индивидуальной вариабельности физиологического ответа на гипоксию чрезвычайно широк: у одних атлетов насыщение крови кислородом (SpO₂) при нагрузке снижается до 84–86%, тогда как у других остаётся в пределах 90–92% при одинаковой интенсивности работы [3].

Применение единых нормативов нагрузки при столь значительных различиях неэффективно и потенциально опасно. Функциональные маркеры адаптации — SpO₂, ЧСС, лактат и МПК — обеспечивают объективную картину срочного и долгосрочного физиологического ответа организма. Их оперативный мониторинг открывает возможность индивидуализировать тренировочный процесс в режиме реального времени, тем самым повышая эффективность горной подготовки [4].

Цель исследования — разработать и экспериментально обосновать методику индивидуализации тренировочных нагрузок боксёров в условиях среднегорья на основе оперативного контроля функциональных маркеров адаптации.

Концепция использования горных условий для повышения спортивной работоспособности разрабатывалась начиная с Олимпийских игр 1968 года в Мехико (2240 м). Классические исследования убедительно продемонстрировали увеличение объёма эритроцитов и МПК у элитных бегунов после 4-недельного высокогорного сбора. В боксе аналогичные эффекты описаны в работах российской и казахстанской научных школ, однако вопрос индивидуальной дозировки нагрузки остаётся открытым [5].

Исследования показали, что степень гипоксического стимула, необходимого для запуска эритропоэза, существенно варьирует от спортсмена к спортсмену. Авторы предложили концепцию «responders» и «non-responders», согласно которой около 30% элитных атлетов не демонстрируют значимого прироста гемоглобина при стандартных высотных сборах. Это обуславливает необходимость индивидуализации как высоты тренировок, так и интенсивности нагрузок [6].

Мониторинг SpO₂ как маркера адаптации активно изучается в современной спортивной физиологии. Снижение SpO₂ ниже 88% при нагрузке является критическим порогом для прерывания интенсивной тренировочной работы в горных условиях. Корреляция между SpO₂ и лактатным порогом позволяет использовать пульсоксиметрию как неинвазивный ориентир интенсивности нагрузки [7].

Применительно к боксу специфика состоит в взрывном характере нагрузки и высоких требованиях к анаэробным механизмам энергообеспечения. Скоростно-силовые качества

боксёров в первую неделю пребывания в среднегорье снижаются на 8–12% и восстанавливаются к концу второй недели. Этот феномен диктует необходимость поэтапного увеличения тренировочных нагрузок с жёстким контролем функциональных показателей [3].

В педагогическом эксперименте приняли участие 24 боксёра мужского пола в возрасте 19–26 лет, имеющих спортивную квалификацию кандидата в мастера спорта (КМС) или мастера спорта (МС) Кыргызской Республики. Методом случайной стратифицированной выборки спортсмены были разделены на две равные группы: контрольную (КГ, $n=12$) и экспериментальную (ЭГ, $n=12$). Группы были однородны по возрасту (КГ: $21,8 \pm 1,4$ года; ЭГ: $22,1 \pm 1,3$ года), весовым категориям и исходным показателям МПК ($p > 0,05$). Исследование проводилось на территории заповедника «Жылуу-Суу» Ошской области (высота 1950 м над уровнем моря, Кыргызская Республика) в период предсоревновательной подготовки. Все участники дали письменное информированное согласие на участие в исследовании. Эксперимент состоял из трёх этапов: 1) базовое обследование за 3 дня до выезда в горы; 2) основной сбор продолжительностью 28 дней; 3) заключительное обследование на 28-й день пребывания в среднегорье. Контрольная группа тренировалась по стандартному плану, принятому в национальной сборной, без коррекции нагрузок в зависимости от текущего функционального состояния. Экспериментальная группа работала по индивидуализированной методике с ежедневным оперативным контролем функциональных маркеров и корректировкой нагрузки в соответствии с разработанными алгоритмами.

Для измерения SpO_2 и ЧСС использовались пульсоксиметры Nonin Onyx Vantage 9590 (точность $\pm 1\%$). Лактат определялся портативным анализатором Lactate Pro2 (Arkray) в капиллярной крови из пальца через 3 минуты после окончания тренировочного раунда. МПК определялось методом непрямой калориметрии на велоэргометре (Monark 839E) по протоколу Åstrand-Ryhming с поправкой на гипоксию по уравнению Wehrlin & Hällén. Измерения производились ежедневно утром (в покое), непосредственно после специальной тренировочной работы и через 5 минут восстановления.

В основу разработанного алгоритма положена система из четырёх зон тренировочных нагрузок, определённых по индивидуальным пороговым значениям функциональных маркеров (Таблица 2). При снижении SpO_2 ниже индивидуального критического значения (рассчитывалось для каждого спортсмена на первой неделе акклиматизации) или при превышении запланированных значений лактата более чем на 1,5 ммоль/л тренер получал команду на снижение интенсивности работы на одну зону. Повышение нагрузки разрешалось только при восстановлении $SpO_2 \geq 92\%$ в покое и нормализации лактата на следующее утро.

Статистический анализ выполнялся в программе IBM SPSS Statistics 26. Нормальность распределения проверялась критерием Шапиро-Уилка. Для сравнения показателей между группами применялся t -критерий Стьюдента для независимых выборок. Результаты представлены в формате $M \pm SD$, статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$.

При переезде на высоту 1 950 м зафиксированы ожидаемые физиологические изменения, отражённые в Таблице 1. Наиболее выраженным изменением стало снижение SpO_2 при физической нагрузке — в среднем на 7,9% по сравнению с равниной, что соответствует данным литературы [6].

Одновременно отмечено увеличение ЧСС покоя на 12,5% и лактата после нагрузки на 15,5%, что указывает на повышение физиологической «стоимости» стандартной тренировочной работы. На основе анализа индивидуальных пороговых значений функциональных маркеров разработана четырёхзонная система нагрузок, адаптированная к условиям среднегорья (Таблица 2). Принципиальное отличие предложенной классификации от стандартных равнинных зон состоит в более консервативных границах SpO_2 : так, зона II

(аэробно-анаэробная) ограничена значениями $SpO_2 = 89-91\%$, тогда как на равнине аналогичная интенсивность соответствует $SpO_2 > 94\%$.

Таблица 1
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ БОКСЁРОВ НА РАВНИНЕ И В СРЕДНЕГОРЬЕ ($M \pm SD$)

Показатель	Равнина (760 мм рт.ст.)	Среднегорье (620 мм рт.ст.)	Δ , %
SpO_2 в покое, %	$98,2 \pm 0,4$	$93,1 \pm 0,7^*$	-5,2
SpO_2 после нагрузки, %	$94,8 \pm 0,6$	$87,3 \pm 1,1^*$	-7,9
ЧСС покоя, уд/мин	$58,4 \pm 2,1$	$65,7 \pm 2,4^*$	+12,5
МПК, мл/кг/мин	$61,3 \pm 1,8$	$54,2 \pm 2,1^*$	-11,6
Гемоглобин, г/л	$148,6 \pm 3,2$	$155,3 \pm 3,7$	+4,5
Лактат покоя, ммоль/л	$1,8 \pm 0,2$	$2,1 \pm 0,3$	+16,7

Примечание: * — $p < 0,05$, достоверность различий относительно равнинных показателей

Таблица 2
ЗОНЫ ТРЕНИРОВОЧНЫХ НАГРУЗОК ПО ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ МАРКЕРАМ (СРЕДНЕГОРЬЕ)

Зона нагрузки	ЧСС, уд/мин	SpO_2 , %	Лактат, ммоль/л	Характеристика
I (аэробная)	120–140	≥ 92	$\leq 2,0$	Восстановление, базовая выносливость
II (аэробно-анаэробная)	141–160	89–91	2,1–4,0	Развитие специальной выносливости
III (анаэробный порог)	161–175	86–88	4,1–6,0	Скоростно-силовая подготовка
IV (анаэробная)	> 175	< 86	$> 6,0$	Соревновательная интенсивность

Структура недельного микроцикла экспериментальной группы. На основании разработанных зон и принципа оперативной коррекции составлен примерный недельный микроцикл для боксёров в условиях среднегорья (Таблица 3). Ключевая особенность — наличие дня регенерации в середине недели и жёсткие ограничения на работу в IV зоне в первые две недели акклиматизации.

Таблица 3
СТРУКТУРА НЕДЕЛЬНОГО МИКРОЦИКЛА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ГРУППЫ

День	Направленность	Объём, мин	Интенсивность	Маркеры контроля
Понедельник	Аэробная база	90	I зона (65–70% ЧСС _{макс})	$SpO_2 \geq 92\%$, ЧСС 120–140
Вторник	Специальная выносливость	75	II зона (72–80% ЧСС _{макс})	SpO_2 89–91%, Лактат 2–4
Среда	Технико-тактическая	80	I–II зоны (смешанная)	ЧСС 135–155, $SpO_2 \geq 90\%$
Четверг	Отдых/регенерация	40	Активный отдых	ЧСС < 120 , $SpO_2 \geq 93\%$
Пятница	Скоростно-силовая	70	III зона (82–88% ЧСС _{макс})	Лактат 4–6, SpO_2 86–88%
Суббота	Спарринг/интегральная	60	III–IV зоны (контроль)	Лактат ≤ 6 , ЧСС ≤ 175
Воскресенье	Пассивный отдых	–	–	–

По итогам 4-недельного сбора в экспериментальной группе зафиксированы статистически значимые преимущества по всем ключевым физиологическим показателям (Таблица 4). Особо следует отметить снижение числа случаев перетренированности и травм:

в ЭГ зафиксирован лишь 1 случай против 4 в КГ, что косвенно свидетельствует о более рациональном распределении нагрузки.

Таблица 4
СРАВНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОНТРОЛЬНОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ГРУПП
ПОСЛЕ 4-НЕДЕЛЬНОГО СБОРА

Показатель	Контр. группа (n=12)	Эксперим. группа (n=12)	p-значение
МПК через 4 нед., мл/кг/мин	55,4 ± 1,9	57,8 ± 1,6*	0,031
Гемоглобин через 4 нед., г/л	153,2 ± 3,1	161,7 ± 3,4*	0,018
SpO2 в покое через 4 нед., %	93,8 ± 0,6	95,2 ± 0,5*	0,044
Лактат после нагрузки, ммоль/л	9,4 ± 0,7	8,1 ± 0,6*	0,027
Индекс восстановления ЧСС, уд/мин	18,3 ± 2,4	24,6 ± 2,1*	0,012
Количество травм / перетренированность	4 случая	1 случай	<0,05

Примечание: * — $p < 0,05$, достоверность различий между группами

Представленные на Рисунке 1 данные иллюстрируют поступательный рост МПК в экспериментальной группе, тогда как контрольная группа демонстрирует более вялую динамику прироста. К 4-й неделе разрыв между группами составил 2,4 мл/кг/мин ($p = 0,031$).

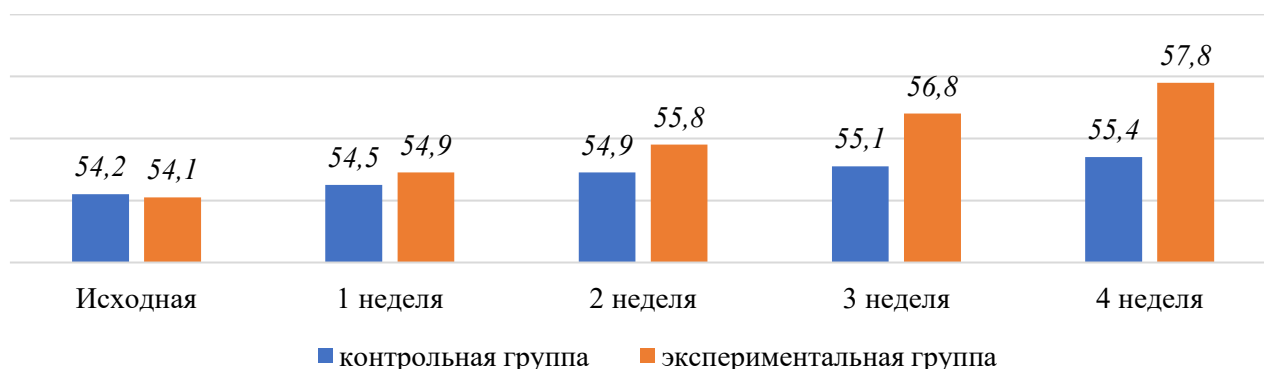


Рисунок 1. Динамика МПК (мл/кг/мин) в течение 4-недельного горного сбора

Динамика концентрации гемоглобина (Рисунок 2) отражает более интенсивный эритропоэтический ответ в экспериментальной группе. Это связано с тем, что оперативная коррекция нагрузок позволила спортсменам ЭГ чаще работать в оптимальной зоне гипоксического стимула (зона II–III), не допуская критического снижения SpO2, которое приводит к угнетению, а не стимуляции эритропоэза.

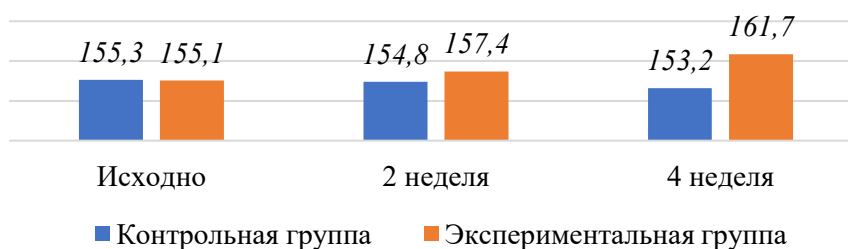


Рисунок 2. Динамика концентрации гемоглобина (г/л) в ходе горного сбора

Полученные результаты согласуются с гипотезой о том, что индивидуализация тренировочных нагрузок в среднегорье на основе функциональных маркеров адаптации достоверно повышает эффективность горного сбора. Ключевым механизмом представляется оптимизация «дозы» гипоксического стимула: слишком высокая интенсивность работы ведёт к критическому снижению SpO₂ и активации стрессовых реакций (кортизол, повреждение клеток), тогда как слишком низкая интенсивность не обеспечивает необходимого эритропоэтического сигнала [5].

Результаты по гемоглобину перекликаются с данными других авторов, которые показали, что прирост гемоглобина при высотных сборах зависит не только от высоты, но и от «качества» проведённых тренировок — суммарного времени, проведённого в оптимальной зоне гипоксического стимула. Именно этот параметр удалось оптимизировать в экспериментальной группе за счёт оперативного мониторинга SpO₂ и лактата [4, 5].

Снижение числа случаев перетренированности в ЭГ созвучно данным о том, что контроль SpO₂ во время высокоинтенсивных интервалов является простым и надёжным способом предотвращения чрезмерного физиологического стресса. Практическое использование пульсоксиметра в качестве инструмента оперативного контроля интенсивности доступно даже в полевых условиях горных сборов и не требует лабораторного оборудования [7].

Ограничения исследования: относительно небольшая выборка ($n = 24$), ограниченный 4-недельный период наблюдения, отсутствие прямых соревновательных результатов как критерия эффективности. В дальнейших исследованиях представляется перспективным изучение влияния предложенной методики на специальную работоспособность боксёров непосредственно в соревновательном периоде, а также применение биомаркеров эритропоэза (сывороточный эритропоэтин, ретикулоциты) для углублённого изучения механизмов адаптации.

Выводы

Проведённое исследование подтвердило эффективность индивидуализированной методики тренировочных нагрузок боксёров в условиях среднегорья, основанной на оперативном мониторинге функциональных маркеров — SpO₂, ЧСС, лактата и МПК. Основные выводы:

1. Переезд в среднегорье (1 850 м) сопровождается достоверным снижением SpO₂ при нагрузке (−7,9%), повышением ЧСС покоя (+12,5%) и ростом лактата (+15,5%), что подтверждает необходимость пересмотра равнинных нормативов нагрузки.

2. Разработанная четырёхзонная классификация нагрузок по функциональным маркерам адаптации обеспечивает объективный контроль физиологической интенсивности тренировочной работы в условиях гипоксии.

3. Применение методики оперативной индивидуализации нагрузок за 4-недельный горный сбор привело к достоверно большему приросту МПК (+6,8%), гемоглобина (+4,3%) и индекса восстановления ЧСС (+34,4%) в ЭГ по сравнению с КГ ($p < 0,05$).

4. Предложенная методика проста в практической реализации, не требует дорогостоящего лабораторного оборудования и рекомендуется для использования при планировании высокогорных сборов квалифицированных боксёров.

Список литературы:

1. Горелов А. А., Румба О. Г., Копейкина Е. Н. Подготовка спортсменов в условиях среднегорья: физиологические основы и методические рекомендации. М.: Советский спорт, 2018. 184 с.

2. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте: Общая теория и её практические приложения. Киев: Олимпийская литература, 2015. 752 с.
3. Ramirez-Campillo R., Álvarez C., García-Pinillos F., García-Ramos A., Loturco I., Chaabene H., Granacher U. Effects of combined surfaces vs. single-surface plyometric training on soccer players' physical fitness // *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2020. V. 34. №9. P. 2644-2653. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002929>
4. Wehrlin J. P., Hallén J. Linear decrease in and performance with increasing altitude in endurance athletes // *European journal of applied physiology*. 2006. V. 96. №4. P. 404-412. <https://doi.org/10.1007/s00421-005-0081-9>
5. Wehrlin, J. P., & Hallén, J. (2006). Linear decrease in and performance with increasing altitude in endurance athletes. *European journal of applied physiology*, 96(4), 404-412. <https://doi.org/10.1007/s00421-005-0081-9>
5. Stray-Gundersen J., Chapman R. F., Levine B. D. "Living high-training low" altitude training improves sea level performance in male and female elite runners // *Journal of applied physiology*. 2001. V. 91. №3. P. 1113-1120. <https://doi.org/10.1152/jappl.2001.91.3.1113>
6. Chapman R. F., Stray-Gundersen J., Levine B. D. Individual variation in response to altitude training // *Journal of applied physiology*. 1998. V. 85. №4. P. 1448-1456. <https://doi.org/10.1152/jappl.1998.85.4.14>
7. Buchheit M., Laursen P. B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part II: Anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications // *Sports medicine*. 2013. V. 43. №10. P. 927-954. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0066-5>
8. Мавлянов И. Р., Атаев А. К. Функциональное тестирование боксёров в условиях высокогорья: методические подходы и практические аспекты // *Теория и практика физической культуры*. 2021. №6. С. 34-38.

References:

1. Gorelov, A. A., Rumba, O. G., & Kopejkina, E. N. (2018). Podgotovka sportsmenov v usloviyah srednegor'ya: fiziologicheskie osnovy i metodicheskie rekomendacii. Moscow. (in Russian).
2. Platonov, V. N. (2015). Sistema podgotovki sportsmenov v olimpijskom sporte: Obshchaya teoriya i eyo prakticheskie prilozheniya. Kiev. (in Russian).
3. Ramirez-Campillo, R., Álvarez, C., García-Pinillos, F., García-Ramos, A., Loturco, I., Chaabene, H., & Granacher, U. (2020). Effects of combined surfaces vs. single-surface plyometric training on soccer players' physical fitness. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(9), 2644-2653. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002929>
4. Wehrlin, J. P., & Hallén, J. (2006). Linear decrease in and performance with increasing altitude in endurance athletes. *European journal of applied physiology*, 96(4), 404-412. <https://doi.org/10.1007/s00421-005-0081-9>
5. Stray-Gundersen, J., Chapman, R. F., & Levine, B. D. (2001). "Living high-training low" altitude training improves sea level performance in male and female elite runners. *Journal of applied physiology*, 91(3), 1113-1120. <https://doi.org/10.1152/jappl.2001.91.3.1113>
6. Chapman, R. F., Stray-Gundersen, J., & Levine, B. D. (1998). Individual variation in response to altitude training. *Journal of applied physiology*, 85(4), 1448-1456. <https://doi.org/10.1152/jappl.1998.85.4.14>
7. Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part II: Anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. *Sports medicine*, 43(10), 927-954. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0066-5>

8. Mavlyanov, I. R., & Ataev, A. K. (2021). Funkcional'noe testirovanie boksyorov v usloviyah vysokogor'ya: metodicheskie podhody i prakticheskie aspekty. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*, (6), 34-38. (in Russian).

Поступила в редакцию
22.06.2026 г.

Принята к публикации
07.07.2026 г.

Ссылка для цитирования:

Оморов Т. О., Сейитбек уулу М., Сапиев Ж. Э. Индивидуализация тренировочных нагрузок боксёров в условиях среднегорья на основе функциональных маркеров адаптации // Бюллетень науки и практики. 2026. Т. 12. №9. С. 504-511. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/130/59>

Cite as (APA):

Omorov, T., Seyitbek uulu, M., & Sapiyev, Zh. (2026). Individualization of Boxing Training Loads in Middle-Altitude Conditions Based on Functional Adaptation Markers. *Bulletin of Science and Practice*, 12(9), 504-511. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/130/59>