

УДК 796.012

**РЕАЛИЗАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛА СПОРТСМЕНА  
ПРИ ПРЕОДОЛЕНИИ ПОЛУМАРАФОНСКОЙ ДИСТАНЦИИ****канд. пед. наук, доц. Л.И. ШИРОКАНОВА**  
(Международный университет «МИТСО», Минск)

*Представлены результаты исследования по уточнению динамики преодоления полумарафона в тренировочных и соревновательных условиях как степени реализации тренировочного и соревновательного потенциала спортсмена, специализирующегося в триатлоне. Дан сравнительный анализ динамики передвижения в тренировочных и соревновательных условиях, анализ длительности нагрузки в зоне ПАНО (АнП) с разрешением противоречий, резерв повышения соревновательных результатов.*

**Ключевые слова:** полумарафон, спортсмены, бег, время на километр, динамика, частота пульса, гликоген, длительность, зона ПАНО (АнП), тренировка, соревнования.

**Введение.** Половина марафонской дистанции, полумарафон, является популярной дистанцией в шоссейном беге, на которой проводятся отдельные забеги, чемпионаты мира и фиксируются мировые рекорды. Мировые рекорды и другие высшие достижения регистрируются с точностью до секунды. Рекомендуемый перепад высот на дистанции, сертифицированной международной ассоциацией легкоатлетических федераций (IAAF), не должен превышать 1/1000, т.е. один метр на один километр дистанции. Полумарафонские дистанции бега набирают популярность в республике. Так, регулярно стали проводиться соревнования «Минский марафон». Для рационального планирования спортивной подготовки, конкретнее, физической нагрузки, и реализации плана направленного развития выносливости у студентов, курсантов и спортсменов требуется уточнить динамику преодоления полумарафона, выявить особенности организменных проявлений человека при преодолении дистанции 21 км 100 м.

*Цель исследования* – уточнение динамики преодоления полумарафонской дистанции как степени реализации тренировочного и соревновательного потенциала спортсмена, специализирующегося в триатлоне.

Методы исследования: логические и аппаратурные (электронные) методы замера физиологических и временных параметров спортсмена при преодолении полумарафона, методы математической статистики.

**Основная часть.** Для решения обозначенной цели рассмотрим временные показатели преодоления полумарафона и физиологические параметры спортсмена, обеспечивающие данную деятельность. В связи с тем, что одним из главных объектов управления в спортивной подготовке является состояние спортсмена (его изменение), рассматриваются физиологические показатели в сопоставлении со временем преодоления стандартных отрезков дистанции (или скоростью бега) как средство для понимания того, каким образом можно достичь рациональной методики спортивной подготовки спортсменов в полумарафонском беге.

Спортсмен в тренировочных условиях на первых 15 км полумарафона каждый километр в среднем преодолевал за  $X = 4,45,066 \pm 0,039$  мин/км ( $\sigma = 0,147$  мин, или  $\sigma = 14,697$  с) (рисунок, ряд 1); (на первых 10 км –  $X = 4,39,2 \pm 0,043$  мин/км ( $\sigma = 0,132$  мин/км, или  $\sigma = 13,201$  с/км)), при этом затратил на 15 км – 71 мин 16 с.

Начиная со старта, время преодоления каждого последующего километра дистанции с некоторыми колебаниями, в той или иной степени, увеличивалось. Вместе с тем с 16 по 20-й км скорость бега резко снизилась в связи с физической невозможностью ее поддержать. Вышеприведенный факт свидетельствует о резком, с 16-го км, нарушении равномерности в передвижении по дистанции при данной его интенсивности (рисунок, ряд 1).

Среднее время преодоления километровых отрезков целостной дистанции полумарафона составило  $X = 5,08 \pm 0,128$  мин/км ( $\sigma = 0,571$  мин/км, или  $\sigma = 35,979$  с/км).

Отметим, в динамике работоспособности при выполнении длительной физической нагрузки выделяют фазы: устойчивой работоспособности, и при развитии утомления: фазы компенсированного утомления, декомпенсированного и полного утомления.

Физиологические показатели, определяемые по частоте пульса, зафиксированы в процессе преодоления полумарафона. Отмечалась устойчивость физиологических функций, обеспечивающих непрерывный бег, в течение первых 10 км бега (на которые было затрачено 46 мин 32 с). Физиологическая стоимость непрерывного бега постепенно повышалась с 11-го по 15-й км (на фоне колеблющейся тенденции некоторого снижения и увеличения времени прохождения километровых отрезков) и пик подъема частоты пульса (до 183 уд/мин) наступил на 15-м км передвижения (фаза компенсированного утомления), после которого произошел резкий вынужденный сброс скорости бега (фаза декомпенсированного утомления). Эта фаза

компенсированного утомления продолжалась 5 км и длилась 24 мин 44 с с 11 по 15 км (с 46 мин 32 с до 71 мин 16 с). Общее время относительно равномерного бега составило 15 км, или 71 мин 16 с, при средней частоте пульса  $X = 173,3$  уд/мин. Значительно уменьшилась частота пульса (до 120–100 уд/мин и ниже) в процессе вынужденного низкоинтенсивного передвижения на 16–19-х км дистанции. Наблюдаемая фаза декомпенсированного утомления и, в сущности, восстановления, длилась 25 мин 21 с. Следовательно, частота пульса постоянно колебалась и была устойчивой в течение 10 км бега (169–172 уд/мин) (фаза устойчивой работоспособности) с последующим постепенным ее увеличением от 173 до 178 уд/мин и выше (до 183 уд/мин) (15 км) (фаза компенсированного утомления) и последовательным снижением до 120–100 уд/мин и ниже на 16–19-м км (ввиду вынужденного резкого снижения скорости бега) (фаза декомпенсированного утомления) и подъемом до 170 уд/мин на километровом финише.

Средняя частота пульса при преодолении полумарафона с резким перепадом скорости бега на дистанции составила  $X = 159$  уд/мин и максимальная частота пульса 183 уд/мин при среднем времени пробега километра за  $X = 5,08$  мин/км и лучшим – 3,57 мин/км.



ряд 1 и 3 – тренировочные условия; ряд 2 – соревновательные условия

Рисунок. – Динамика преодоления полумарафона 21 100 м (результат бега в минутах по километровым отрезкам)

С 70-й мин бега отмечался подъем трассы. При последовательном увеличении физиологической стоимости бега и подъеме трассы, вероятно, произошло исчерпание углеводного топлива (на данной интенсивности обеспечение энергией происходит за счет окисления преимущественно углеводов). Можно предположить, что спортсмен имел резерв углеводного топлива на 15 км бега (на длительность деятельности в 71 мин 16 с) с данной интенсивностью «до отказа», при средней частоте пульса  $X = 173,3$  уд/мин (79,5% от максимального).

Этот факт и предположение объясняется резким увеличением времени преодоления 16–20 км дистанции ввиду снижения скорости бега, и, соответственно, снижения частоты пульса до 120–100 уд/мин и ниже (что, вероятно, объясняется необходимостью перевода на липидный источник энергии, при котором замедляется быстрота выработки АТФ и уменьшается количество производимого АТФ в единицу времени). Данный факт резкого снижения скорости бега, очевидно, не связан с нарушением водно-солевого баланса в организме спортсмена, т.к. на дистанции спортсмен потреблял «изотоник» общим объемом 0,55 л – несколько глотков по мере потребности. На полумарафонах спортсмену можно восполнить потери влаги даже обычной водой. Вероятно, резкое снижение скорости бега в большей степени связано с исчерпанием углеводного топлива и необходимостью перевода на липидный источник энергии. Расход энергии и энергетических субстратов зависит от скорости, с которой бежит спортсмен. По-видимому, в тренировочных условиях преодоления полумарафона требуется большее накопление гликогена в организме спортсмена, или применение питания на дистанции бега, или снижение тренировочной скорости на первых 15 км полумарафона.

Рассмотрим другой вариант преодоления полумарафона в тренировочных условиях (рисунок, ряд 3) при более низкой начальной скорости и относительно равномерном беге. Здесь отмечалась волнообразная динамика передвижения, резких перепадов времени бега по километровым отрезкам или скорости бега (по сравнению с первым вариантом) не наблюдалось. На первых 10 км дистанции время бега по километровым отрезкам было в диапазоне (составляло) 4,44–5,01 мин/км, что больше, чем в варианте 1 (где на первых 10 км на каждый километр затрачивалось 4,12–4,52 мин/км). Первые 14 км полумарафона преодолевались за 4,44–5,09 мин/км. Более низкий, худший результат за километр, отмечался на 15–17 км дистанции с некоторым уменьшением времени преодоления каждого последующего километра к финишу.

Среднее время преодоления километровых отрезков целостной дистанции составило  $X = 5,04 \pm 0,024$  мин/км ( $\sigma = 0,108$  мин/км, или  $\sigma = 10,847$  с/км).

Физиологические функции, обеспечивающие данную деятельность, характеризовались тем, что средняя частота пульса составила  $X = 157$  уд/мин при максимальной частоте пульса 166–167 уд/мин при среднем времени за километр бега  $X = 5,04$  мин/км (частота пульса была ниже, чем в первом варианте, где  $X = 159$  уд/мин и максимальная частота пульса 183 уд/мин). В динамике пульса отмечались постоянные колебания и тенденции его роста по мере увеличения времени бега. Так, в продолжение 40 мин (8 км) показатели частоты пульса находились ниже 157 уд/мин (колебались в рамках от 140 до 155 уд/мин). В течение следующих 47 минут бега (от 41 до 87 мин – 17 км) показатели колебались в границах выше и ниже средней величины пульса и составили от 150 до 164 уд/мин с эпизодическим всплеском частоты пульса в течение 1,18 мин на показателях 165–167 уд/мин. К завершению дистанции в течение 22 мин бега частота пульса устойчиво была выше среднего его уровня (колебались от 160 до 164 уд/мин – 4 км (18–21 км)), где спортсмен проявлял усилия выше предыдущего, что позволило ему последовательно на несколько секунд уменьшить время преодоления километровых отрезков и, соответственно, несколько повысить скорость бега. Вместе с тем усиливающаяся функциональная активность организма наблюдалась с 41 мин деятельности с последующим колебанием частоты пульса и с уменьшением величины колебания на финишных километрах с 87 до 109 мин (с западением скорости бега с 15 по 17 км и финишным 4-километровым ускорением). Поэтому можно выделить фазу относительно устойчивой работоспособности в течение 40 мин (8 км) и фазу компенсированного утомления с 41 мин деятельности до линии финиша, до 109 мин (с 9 до 21,1 км).

Таким образом, в тренировочных условиях во время пробега полумарафона при экономном функционировании организма (преимущественно на частоте пульса 157–164 уд/мин) и без резких всплесков частоты пульса средний результат преодоления километровых отрезков оказался выше, чем в первом варианте (где частота пульса колебалась в рамках 100–183 уд/мин).

Результаты преодоления полумарафона в соревновательных условиях сентября (минский полумарафон) (рисунок, ряд 2) характеризовались следующими особенностями. Динамика бега на дистанции носила волнообразный характер с тенденцией постепенного увеличения времени преодоления километровых отрезков в диапазоне 4,20–4,57 мин/км. Некоторое увеличение времени пробега километра имело место на 18–20 км (в диапазоне 4,57–4,50 мин/км при увеличении частоты пульса выше средней) с финишным ускорением на 21-м км. Фаза устойчивой работоспособности сохранялась в течение 16–17 км целостной дистанции (на 17 км частота пульса снизилась ниже средней, соответственно снизилась и скорость бега в течение 1,5 км). Фаза компенсированного утомления имела место с 18 км до линии финиша (в течение 4 км при устойчивом увеличении частоты пульса выше средней на дистанции).

Среднее время бега по километровым отрезкам целостной дистанции полумарафона составило  $X = 4,38 \pm 0,022$  мин/км ( $\sigma = 0,098$  мин/км, или  $\sigma = 9,788$  с/км); лучшее – 3,36 мин/км.

Частота пульса в среднем равнялась  $X = 173$  уд/мин с постоянными ее колебаниями на протяжении всей дистанции в рамках ниже и выше ее средней (163–176 уд/мин); на первой половине дистанции чаще ниже средней и на второй половине – чаще выше средней ее величины; на последних 3,07 км – устойчиво выше средней, где отмечался короткий эпизод всплеска частоты пульса до 200–218 уд/мин (субмаксимальная мощность и мощность МПК), вероятно, ввиду прикладываемых усилий к тому, чтобы удержать снижающуюся скорость бега и успешно завершить дистанцию. Следует отметить, что двигательная активность на пульсе 190–200–218 уд/мин допустима в течение 30 (45) с, не более (Е.Б. Мясинченко, 2019) во избежание «дефекта диастолы» (термин З. Меерсона) (при уменьшении длительности диастолы нарушается кровоснабжение миокарда, вследствие чего спортсмен может получить дистрофию миокарда). Эти данные следует учитывать в тренерской работе. Следовательно, на дистанции резких перепадов скорости не имело места, и потребности в углеводном источнике энергии в той или иной степени удовлетворялись на протяжении всей дистанции. Физиологическая стоимость бега особо увеличивалась, начиная с 79–80 мин непрерывного передвижения (с 18 км до линии финиша). Следовательно, фаза компенсированного утомления имела место с 79–80 мин, с 18 км до линии финиша (в течение 4 км при устойчивом увеличении частоты пульса выше средней на дистанции и снижении скорости передвижения на 18–20 км с финишным ускорением).

Итак, в динамике передвижения на дистанции (как в тренировочных, так и в соревновательных условиях) по мере увеличения длительности бега отмечалась тенденция неуклонного колеблющегося повышения времени преодоления километра (мин/км) с финишным километровым ускорением. На представленном фоне динамики бега физиологические функции организма постепенно, с постоянными колебаниями, усиливали свою активность до линии финиша (за исключением случая с резким снижением скорости бега и переходом в восстановительный аэробный (липидный) режим бега).

*Углеводное топливо.* Аэробная работоспособность в режиме порога анаэробного обмена (его емкости) находится в прямой зависимости от исходных запасов гликогена в мышцах и печени и уровня тренированности человека. По мере уменьшения содержания гликогена в рабочих мышцах они все

в большей степени используют глюкозу крови, которая служит энергетическим источником для нервной системы. Из-за увеличения использования глюкозы работающими мышцами уменьшаются запасы гликогена в печени, расщепление которого обеспечивает поступление глюкозы в кровь. Поэтому по мере выполнения упражнений в режиме порога анаэробного обмена снижается содержание глюкозы в крови (развивается гипогликемия), что может привести к нарушению деятельности ЦНС и утомлению [1, с. 38–43].

Спортсмену в непрерывном режиме выполнения аэробной нагрузки (в режиме порога анаэробного обмена) на частоте пульса  $X = 173,3$  уд/мин в тренировочных условиях хватило углеводного топлива на 71 мин 16 с (на 15 км бега); на частоте пульса  $X = 157$  уд/мин – на 109 мин 32,6 с (на 21,1 км). В соревновательных условиях нагрузки в зоне анаэробного порога на частоте пульса  $X = 173$  уд/мин углеводного топлива было достаточно на 98 мин 50 с (на 21,1 км), т.к. накопления гликогена в рабочих мышцах и печени, вероятно, было больше. Заметим, на полумарафоне питание спортсменом не применялось.

Исходя из представленных выше фактических данных преодоления полумарафона в тренировочных условиях, можно заключить, что расход энергии и энергетических субстратов зависит от скорости передвижения спортсмена.

Исследованиями в сфере спорта (I. Jacobs и др., 1990; Fox at al., 1993; P. Мохан с соавт., 2001) установлено, что углеводного топлива хватает на 90 мин физической работы. Например, у спортсменов средняя предельная продолжительность упражнения (с интенсивностью на уровне около 75% от МПК) составила около 90 мин с истощением гликогена на 80% (Fox at al., 1993) [2]; у футболистов в течение двух таймов игры (90 мин) происходит исчерпание гликогена (I. Jacobs и др., 1990). Восстановление гликогена в мышцах и печени происходит в течение суток и восстановление с избытком наступает через 2–3 суток (I. Jacobs и др., 1983; Фролькис и Янанис, 1955). Кроме того, запасы гликогена у тренированного спортсмена повышаются в 2,5 раза по сравнению с нетренированным лицом или слабо тренированным (Н.И. Волков с соавт., 2000). Более того, к преодолению полумарафона надо накапливать гликоген в мышцах и печени в результате спланированной мозаики тренировочных воздействий с исчерпанием гликогена и созданием условий для последующего накопления его запасов в мышцах и печени с избытком в течение 2–3 суток в процессе применения специализированного рациона питания, где углеводы составляют 50% (первые сутки), затем последовательно 60–70% и 70% рациона на вторые и третьи сутки или 50%, 70%, 70% рациона соответственно. В этом случае гликогена может хватить на 120 мин и при низком содержании гликогена – только на 60 мин деятельности [1, с. 43]. Исходный запас гликогена в мышцах и печени имеет значение для продолжительности двигательной активности в режиме порога анаэробного обмена (в режиме его емкости).

Вместе с тем применение во время бега маленькими порциями (несколько глотков) легкоусвояемого питания (в виде соков, чая, витаминизированных напитков и т.д., не требующих обильного питья, по вкусовым предпочтениям и потребностям организма спортсмена) решит проблему углеводного топлива. Легкоусвояемое питание легко всасывается в кровь из кишечника, поэтому является ценным продуктом питания спортсменов во время соревнований. Велосипедисты в многодневной гонке по 2–3 недели едут по 200 км в день (5–6 ч) и не испытывают истощения гликогена, т.к. питаются по ходу соревнований [3, с. 46–48]. Организация легкоусвояемого питания в процессе продолжительных тренировочных занятий в футболе, плавании и других видах спорта будет не лишней.

Прием углеводов непосредственно перед стартом вызывает активность продуцирования инсулина, что приводит к более быстрому исчерпанию углеводов. Поэтому [1] не рекомендуют непосредственно перед стартом принимать углеводы.

Когда надо применять легкоусвояемое питание в полумарафоне? Когда глюкоза крови начинает использоваться в метаболизме для образования АТФ. Данные исследования показали, что с 9–10 км дистанции (с 41–46,5 мин) отмечается более активное повышение частоты пульса (увеличивается функциональная активность организма) в тренировочных условиях и спустя 17 км, на 18 км (с 79–80 мин) – в соревновательных условиях. Согласно данным (Ш.К. Агеев, 2012) питание в ходе соревнований вызывает снижение ЧСС при одинаковой внешней нагрузке; улучшается физическая работоспособность спортсменов при проявлении выносливости. Кроме того, по данным [1], при низком содержании гликогена в рабочих мышцах спортсменов, углеводов хватает на 60 мин двигательной активности; при высоком содержании гликогена – на 90–120 и более мин деятельности. Можно предположить, учитывая данные исследования, что с 41–46,5 мин и с 79–80 мин можно начинать применять легкоусвояемое питание, соответственно при низком и высоком содержании гликогена в организме (вероятно, исходя из индивидуальных организменных потребностей спортсмена с упреждением негатива).

Применение в ходе длительного бега легкоусвояемого питания решит проблему углеводного топлива для продуцирования энергии.

Сравнительный анализ забегов полумарафона в тренировочных и соревновательных условиях показал, что среднее время бега по километровым отрезкам в тренировочных условиях больше на 26–29 с/км по сравнению с соревновательными нагрузками. Так, среднее время бега по километровым

отрезкам в тренировочных условиях составило  $5,08 \pm 0,128$  мин/км ( $\sigma = \pm 0,571$  мин/км, или  $\sigma = \pm 35,979$  с/км) и  $5,04 \pm 0,024$  мин/км ( $\sigma = \pm 0,108$  мин/км, или  $\sigma = \pm 10,847$  с/км); в соревновательных условиях –  $4,38 \pm 0,022$  мин/км ( $\sigma = \pm 0,098$  мин/км, или  $\sigma = \pm 9,788$  с/км). Следовательно, в тренировочных условиях по сравнению с соревновательными ситуациями на прохождение километра затрачивалось в среднем на 26–29 с (9–11%) больше времени. Этот факт следует учитывать при программировании тренировочной скорости бега спортсменов данного уровня подготовленности (с соревновательным результатом 1:38).

Сравнение времени пробега километра ( $X$  мин/км) на первых 15 км полумарафона в тренировочных и соревновательных условиях показало, что в среднем на 11 и 26 с тренировочный результат хуже (больше по времени) соревновательного. На преодоление первых 15 км было затрачено 71 мин 16 с («до отказа»); 74 мин 59,8 с в тренировочных условиях и 68 мин 33,5 с в соревновательных.

Кроме того, затраты времени на километр бега свидетельствуют о существенных их колебаниях на протяжении всей соревновательной дистанции (соответственно и скорости бега) и о некотором неуклонном их повышении по мере увеличения продолжительности бега (за исключением финишного километра).

Выделим колебания времени преодоления километровых отрезков полумарафона по отношению к средней на дистанции: в тренировочных условиях они составили от  $-18,897\%$  до  $+23,622\%$  (ряд 1); от  $-6,579\%$  до  $+6,908\%$  (ряд 3); в соревновательных условиях – от  $-6,475\%$  до  $+6,835\%$  (ряд 2). Колебания времени пробега километровых отрезков на дистанции по отношению к средней свидетельствует о наличии резерва для улучшения спортивного результата: он состоит в овладении регулированием скоростью бега на дистанции.

К равномерному передвижению на дистанции относят колебания времени преодоления километровых отрезков (или скорости бега) в  $\pm 3\%$  от среднего. Фундаментальные исследования В.В. Михайлова о стационарных и нестационарных режимах циклической работы, в которых на основании газометрических методик была показана неэкономичность нестационарных режимов (к нестационарным режимам относится циклическая деятельность с отклонением скоростей от средней более чем на  $\pm 3\%$ ) по отношению к стационарным (равномерным передвижениям с колебанием скорости не более  $\pm 3\%$ ). При колебании скорости передвижения на  $\pm 10\text{--}15\%$  от средней отмечается повышение физиологической стоимости такой работы, ее функциональная неэкономичность. Фактически все спортсмены преодолевают волнообразно как короткие спринтерские, средние, длинные, так и марафонские дистанции. Повторим, в равномерном передвижении допускаются колебания скорости передвижения в  $\pm 3\%$  от средней скорости на дистанции. С физиологических позиций работоспособность не может непрерывно удерживаться на своем максимальном уровне. Вероятно, по причине последовательной индукции – смены процессов возбуждения и торможения в нервных центрах – происходят непрерывные колебания работоспособности. Колебания работоспособности проявляются в динамике скорости бега по дистанции (после некоторого спада скорости отмечается ее увеличение и опять последующее уменьшение и т.д.). Колебания работоспособности сказываются в неравномерности толчковых усилий ног, отчего длины последовательных беговых шагов непостоянны, длинный шаг сменяется более коротким шагом. Тенденция динамики колеблющейся работоспособности, проявляемой в скорости или времени бега по отрезкам целостной дистанции, объясняется и закономерностями механизмов энергообеспечения мышечной деятельности, что доказано биохимическими исследованиями.

**Заключение.** Результаты проведенного исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Время преодоления каждого километра полумарафона в среднем на 26 секунд (9%) больше в тренировочных условиях по сравнению с соревновательными на данном уровне подготовленности атлета, имеющего результат в полумарафоне порядка 1:38. В тренировочных условиях на дистанции 15 км время преодоления километра в среднем на 11 с (3,95%) больше по сравнению с соревновательными – на полумарафоне. Представленные данные позволяют программировать тренировочную среднюю скорость равномерного преодоления полумарафона, исходя из соревновательных результатов или в соответствии с требуемой соревновательной скоростью бега.

2. Предельная длительность физического упражнения в зоне порога анаэробного обмена обусловлена в большей степени интенсивностью упражнения, содержанием гликогена в рабочих мышцах и печени, и уровнем тренированности человека. Интенсивность упражнения в данной зоне мощности соответствует величине лактата в периферической крови в 2,1–4 ммоль/л (вершина – 4 ммоль/л) (Н.И. Волков с соавт., 2000) и частоте пульса 140–150 – 165–175 (180) уд/мин в зависимости от уровня тренированности человека (у высокоотренированных на выносливость ЧСС нагрузки в зоне порога анаэробного обмена приближается к максимальной ее величине, к уровню максимального потребления кислорода ([3]; В.Н. Платонов, 1986).

Широко обсуждаемый вопрос о предельной длительности двигательной активности в зоне порога анаэробного обмена: до 90 мин с интенсивностью на уровне около 75% от МПК [2]; до 60 мин – при низком содержании гликогена и до 90–120 и более мин при высоком его накоплении в организме (ввиду тренированности и/или в связи с предварительным специализированным рационом питания) [1]; до 5–6 часов и более у велосипедистов в связи с питанием по ходу соревнований [3] – нашел подтвер-

ждение. При относительно низком содержании гликогена в мышцах и печени тренированного спортсмена (данного уровня подготовленности), длительность его истощения составила 71 мин 16 с непрерывной мышечной деятельности на частоте пульса  $X = 173,3$  уд/мин (что составило 79,5% от максимального). Накопление гликогена в организме было больше в соревновательных условиях полумарафона, где интенсивность бега соответствовала частоте пульса в  $X = 173$  уд/мин (79,4% от максимального), запасов гликогена рабочих мышц и печени было достаточно на 98,8 мин преодоления полумарафона.

Таким образом, предельная продолжительность упражнения в зоне порога анаэробного обмена величина непостоянная и составляет до 60–99 (120) мин (до 60–70 мин при низком уровне накопления гликогена, до 90–99 (120) мин при высоком уровне его содержания в рабочих мышцах и печени и более 120 мин в связи питанием по ходу деятельности (даже 5–6 ч у велосипедистов при питании по ходу соревновательной гонки).

3. Колебания времени пробега каждого километровой отрезка полумарафона в соревновательных условиях по отношению к среднему составили  $\pm 6,75\%$ , что свидетельствует о наличии резерва для улучшения спортивного результата: он состоит в овладении регулированием скоростью бега на дистанции с колебанием затраченного времени на километр бега в рамках 3% (и, таким образом, в повышении экономичности функционирования организма на дистанции бега).

Для равномерного преодоления дистанции с заданной скоростью требуется знать и владеть скоростью бега на уровне порога анаэробного обмена, верхней и нижней его границах; скоростью на уровне максимального потребления кислорода; на уровне порога аэробного обмена, доступной средней скоростью бега на дистанции в тренировочных и соревновательных условиях, владеть тонкой калибровкой самоощущений при беге на дистанции, что обеспечивается в процессе направленного формирования координационных способностей. Формировать способность тонко дифференцировать скорость передвижения и прикладываемые при этом усилия по кинематическим, динамическим, ритмическим характеристикам техники бега при преодолении полумарафона, а также при преодолении дистанций различной длины. В этом случае спортсмен сможет равномерно преодолевать соревновательную дистанцию в соревновательных условиях с естественными колебаниями скорости бега в рамках  $\pm 3\%$ .

Кроме того, резерв для улучшения спортивного результата на полумарафоне состоит в коррекции работоспособности в ходе деятельности. Проведенные исследования показали, что фаза компенсированного утомления наступает при повышении функциональной активности организма на фоне относительно равномерного или несколько снижающегося результата (мин/км), что имеет место на 41–47 мин деятельности со средней частотой пульса в 72–79,5% от максимального в тренировочных условиях (вероятно с низким содержанием гликогена) и на 79–80 мин со средней частотой пульса в 79,4 % – в соревновательных условиях (вероятно с высоким содержанием гликогена), требующая коррекции состояния работоспособности за счет применения питания по ходу деятельности, начиная в указанных выше временных точках.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Спортивная физиология : учебник / под ред. Я.М. Коца. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – 240 с.
2. Мохан, Р. Биохимия мышечной деятельности и физической тренировки / Р. Мохан, М. Глессон, П.Л. Гринхафф. – Киев: Олимп. лит., 2001. – 295 с.
3. Селуянов, В.Н. Футбол: проблемы физической и технической подготовки / В.Н. Селуянов, К.С. Сарсания, В.А. Заборова. – Долгопрудный : Интеллект, 2012. – С. 66.

Поступила 02.03.2020

#### SPORTSMEN CAPACITY FULFILLMENT IN OVERCOMING A HALF-MARATHON DISTANCE

L. SHIROKANOVA

*The article reflects the results of a study to clarify the dynamics of overcoming the half marathon in training and competitive conditions as the degree of training and competitive capacity fulfillment of an athlete specializing in triathlon. Here is given a comparative analysis of movement dynamics in training and competitive conditions, an analysis of the duration of the load in the ANSP (AnP) zone, a reserve for competitive results increasing.*

**Keywords:** half marathon, athletes, running, time per kilometer, dynamics, pulse rate, glycogen, duration, ANSP (AnP) zone, training, competitions.