

2. Karpenko, L.A. (2008), "Problems multilevel functioning of modern gymnastics", Selections from the latest research in rhythmic gymnastics, pp 6-11.
3. Smolevsky, V.M. (2008), "On the scientific and methodological justification of the mass gymnastics", Gymnastics, pp 8-12.
4. Federal Law "On Education in the Russian Federation": as of 2015: with comments on recent developments, Eksmo, Moscow.

**Контактная информация:** kxg\_olimp@mail.ru

*Статья поступила в редакцию 18.10.2016*

**УДК 796.015.62:612.06**

## **ОЦЕНКА И КОНТРОЛЬ ДИНАМИКИ КРОВОТОКА НА ОСНОВЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЧСС В ПЕРЕХОДНОМ РЕЖИМЕ ВЫПОЛНЕНИЯ СПОРТСМЕНОМ ТЕСТИРУЮЩЕЙ НАГРУЗКИ**

*Александр Петрович Кизько, кандидат педагогических наук, доцент,  
Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), Новосибирск*

### **Аннотация**

Оценка и контроль индивидуальной динамики кровотока в тренировочном процессе спортсменов, как одного из важнейших показателей адаптационных способностей организма, связана с определёнными трудностями. Так, с одной стороны, прямое измерение кровотока – большая техническая проблема, связанная с хирургическим вмешательством в организм человека. С другой стороны, если такие исследования и проводятся, то только в лабораторных условиях, а значит, эти методы не применимы в реальном тренировочном процессе. Вследствие этого возникает желание разработать метод, который позволял бы оценивать индивидуальную динамику этого показателя с высокой точностью и был достаточно простым в применении. В статье представлено обоснование методики оценки и контроля индивидуальной динамики кровотока на основе показателей изменения ЧСС в переходном режиме выполнения исследуемым тестирующей нагрузки и технологии двух методов оценки и контроля индивидуальной динамики кровотока.

**Ключевые слова:** физическая нагрузка, переходный процесс, индивидуальная динамика кровотока.

## **ASSESSMENT AND CONTROL OF DYNAMICS OF BLOOD FLOW ON THE BASIS OF CHANGE OF CARDIAC CONTRACTIONS RATE IN TRANSITIONAL REGIMEN OF PERFORMANCE OF THE TESTING LOAD BY THE ATHLETE**

*Alexander Petrovich Kizko, candidate of pedagogical sciences, senior lecturer,  
Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk*

### **Annotation**

The evaluation and control of person's individual bloodstream dynamics during training process, as one of the most important indicators of the adaptive ability, is connected with many difficulties. Thus, in one hand, the direct bloodstream measuring is very complicated technically and requires surgery. In the other hand, even in case such researches are executed, they are only possible to be operated in laboratories, so they are not applicable during the training process. The idea to invent a new method has appeared – the one that would allow to evaluate individual dynamics of this indicator with high accuracy and that would be easy to use. In the following article there is represented a base to the method of evaluation and control of the individual bloodstream dynamics based, firstly, on the heart rate frequency change during the period when sportsmen do the trial exercises, and secondly, to the technology of individual bloodstream dynamics control and evaluation.

**Keywords:** physical stress (exercise), trial (testing) period, individual bloodstream dynamics.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Как предмет теоретических и экспериментальных исследований динамика индивидуальных величин минутного объёма крови при возрастающей физической нагрузке

изучалась многими отечественными специалистами (Л.А. Бутченко, С.М. Кушаковский, Н.Б. Журавлёва, 1980; В.Н. Гаврилов, В.В. Гриценко, О.Ю. Мочалов, 1986; В.Л. Карпман, Г.А. Найдёнова, 1978; В.Л. Карпман, 1985; Я.М. Коц, 1978; З.Б. Белоцерковский, Б.Г. Любина, М. Сахезозамани, 2005 и др.).

По мнению специалистов, функциональное состояние сердечно-сосудистой системы спортсмена является одним из важнейших показателей, отражающих формирование комплекса адаптационных изменений в организме человека под воздействием физической нагрузки в процессе спортивной тренировки [9]. В этой связи исследование физиологических механизмов кровотока может служить объективным основанием для разработки широкого спектра методов оценки и контроля динамики этого показателя.

В практике для оценки кровообращения используются различные методы исследования кровотока: инвазивные (радионуклидные методы, ангиография), лучевые не инвазивные (дуплексное сканирование периферических артерий, УЗДГ) и аппаратные не инвазивные клинко-метрические (объемная сфигмография, реовазография, капилляроскопия) и др. [1, 3, 6]. Однако, одним из главных недостатков этих методов является, невозможность их применения в реальном тренировочном процессе для оценки и контроля характера реакции организма спортсмена на физическую нагрузку. В то время как, с одной стороны, постоянно возрастают требования к тренировочной и соревновательной деятельности особенно к высококвалифицированным спортсменам. С другой стороны, в частности в спорте вышедших спортивных достижений, выполняемые спортсменами тренировочные нагрузки находят в пределе физиологических возможностей человека, что способно разрушить физическое и духовное благополучие человека.

В этой связи в практике спорта существует потребность в методах, которые обладали бы достаточно высокой точностью оценки и контроля процесса адаптации организма спортсмена к тренировочным нагрузкам и были простыми в применении.

#### ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ

Движение крови по сосудам происходит за счёт деятельности сердца как насоса и подчиняется биофизическим закономерностям. В частности известно, что минутный объём крови, протекающей через кровеносную систему, пропорционален систолическому объёму сердца (СО) и частоте сердечных сокращений  $Q = CO \times ЧСС$ .

Анализ этой закономерностей позволяет говорить, что в определённом диапазоне изменений физической нагрузки динамику кровотока адекватно отражает динамика частоты сердечных сокращений (ЧСС). Изучение специалистами показателей ударного объёма сердца во время мышечной работы показало, что СО достигает максимума при ЧСС, равной 120÷130 уд/мин, и дальнейшее увеличение кровотока обеспечивается в основном за счёт повышения ЧСС. При достижении некоторой критической мощности физической нагрузки закономерность вновь нарушается. Систолический объём резко уменьшается, ЧСС резко увеличивается. Эмпирические данные свидетельствуют, что такой характер взаимосвязи СО и ЧСС наступает при мощности мышечной работы, эквивалентной ЧСС в 200 уд/мин и более [2, 7, 11].

Закономерность взаимосвязи кровотока, СО и ЧСС позволяет выделить диапазон мощности физической нагрузки (скорости бега), в пределах которого динамика ЧСС адекватно отражает динамику кровотока. Нижний и верхний пределы этого диапазона строго индивидуальны и экспериментальными данными оцениваются соответственно  $ЧСС_{\min} = 120 \div 130$  уд/мин,  $ЧСС_{\max} = 200$  уд/мин и более. В этой связи можно утверждать, что ЧСС в диапазоне изменений от 120 до 200 уд/мин объективно отражает индивидуальную динамику кровотока при возрастающей тестирующей физической нагрузке.

##### *Выбор технологии функционального теста*

Общепризнано, что исследование любой системы в переходных режимах даёт максимальную информацию о её состоянии [3, 10].

В основе разработанной технологии теста лежат условия, обеспечивающие полное раскрытие взаимосвязи между показателями (Q, ЧСС) и физического воздействия. Такие процессы принято называть переходными. В области спортивной медицины их относят к виду максимальных функциональных проб.

При воспроизводстве переходного процесса применительно к объективной оценке динамики кровотока необходимо выполнить ряд требований.

1. Скорость изменения физической нагрузки, задаваемой специфическими или неспецифическими средствами, от начала и до конца тестирования должна быть постоянной, т. е.  $\Delta V/\Delta t = \text{const}$ .

2. Диапазон изменений физической нагрузки – от состояния относительного покоя до произвольного отказа выполнять работу.

3. Длительность переходного режима не должна быть значительной, так как в этом случае утомление при выполнении тестовой процедуры искажает истинную взаимосвязь показателей с физической нагрузкой.

4. Длительность переходного режима должна учитывать инерционные свойства систем организма и согласовываться со скоростью развёртывания их функциональных способностей.

5. Должна выполняться совокупность требований, которые приняты в спортивной медицине при проведении максимальных функциональных проб.

Точность оценки динамики кровотока в процессе выполнения физической нагрузки во многом определяется способом реализации переходного процесса. Мы рассматриваем две возможности.

В первом случае применяется автоматизированное устройство, которое, с одной стороны, задаёт параметры нагрузки, с другой – по мере развёртывания переходного процесса регистрирует мгновенные значения физической нагрузки и соответствующие им значения внутренних показателей, в частности фиксируется ЧСС. Получаемая таким образом информация будет иметь максимальный объём и достоверность. Здесь возможно использование компьютерной техники.

Второй подход реализуется, когда применяются тестовые процедуры, в достаточной степени отражающие условия переходного режима.

#### *Выбор критериев оценки*

Современная методология контроля рассматривает два возможных критерия оценки показателей состояния организма. Первый из них – показатели, зарегистрированные у большой группы спортсменов, с которыми и сравниваются данные, показанные испытуемыми. Другой подход состоит в том, что процесс колебания показателей состояния организма под действием физических нагрузок характеризуется фазовыми переходами от пониженных (через исходный уровень) к повышенным показателям и в дальнейшем – к их циклическому возвращению к исходному уровню.

Эта закономерность дала С.А. Корнеману и С.П. Летунову [8] основание ещё в 1941 г. утверждать, что одним из основных методов, позволяющих правильно подойти к разработке принципов контроля динамики показателей состояния организма, использовать в качестве критерия результаты измерений, зафиксированные раньше у того же самого спортсмена, и сравнивать текущее их значение с теми показателями, которые наблюдались у него до настоящего времени. Позднее этот метод В.М. Зациорский, В.А. Запорожанов, И.А. Тер-Ованесян [4] рассматривали в качестве единственного критерия текущего контроля при оценке полученных результатов.

В нашей методике для оценки и контроля динамики кровотока спортсменов предлагается показатель –  $\Delta\text{ЧСС}$  (частный показатель), фиксирующий изменения ЧСС зависимости  $\text{ЧСС} = f(V)$  при некоторых, выбранных исследователем стандартных значениях скорости беговой нагрузки испытуемого, и сравнивать эти значения в процессе подготовки спортсмена (до тренировки, сразу после и т.д.).

Изложенный выше материал послужил основой для разработки двух методов оценки и контроля индивидуальной динамики кровотока и соответственно – функционального состояния организма спортсмена [5].

*Метод контроля и оценки динамики кровотока и тренировочных эффектов на основе частных показателей и модернизированного теста со ступенчато повышающейся неспецифической нагрузкой*

Контроль и оценку динамики кровотока и тренировочных эффектов предлагаем осуществлять в следующем порядке (рисунок 1).

1. Перед тестированием определяется индивидуальная ЧСС в состоянии покоя. При проведении трех пробежек на дистанции 250÷300 м соблюдаются следующие условия:

- а) отказ от предварительной разминки;
- б) интенсивность первой пробежки при ЧСС = 110÷120 уд/мин, второй – ЧСС = 150÷160 уд/мин, третья пробежка – с максимальной скоростью;
- в) постоянная скорость бега по дистанции в каждой пробежке;
- г) длительность отдыха после каждой пробежки до восстановления индивидуальной ЧСС до ЧСС покоя.

При проведении теста регистрируются два показателя – время прохождения дистанции и ЧСС в конце пробежки (пальпаторным методом подсчет длительности 10 сердечных ударов или показания пульсометра). Скорость бега рассчитывается по формуле  $V = S / t$ , где  $S$  – длина дистанции;  $t$  – время пробежки.

На основании зафиксированных и расчётных показателей строится индивидуальная зависимость ЧСС – скорость бега (рисунок 1, а).

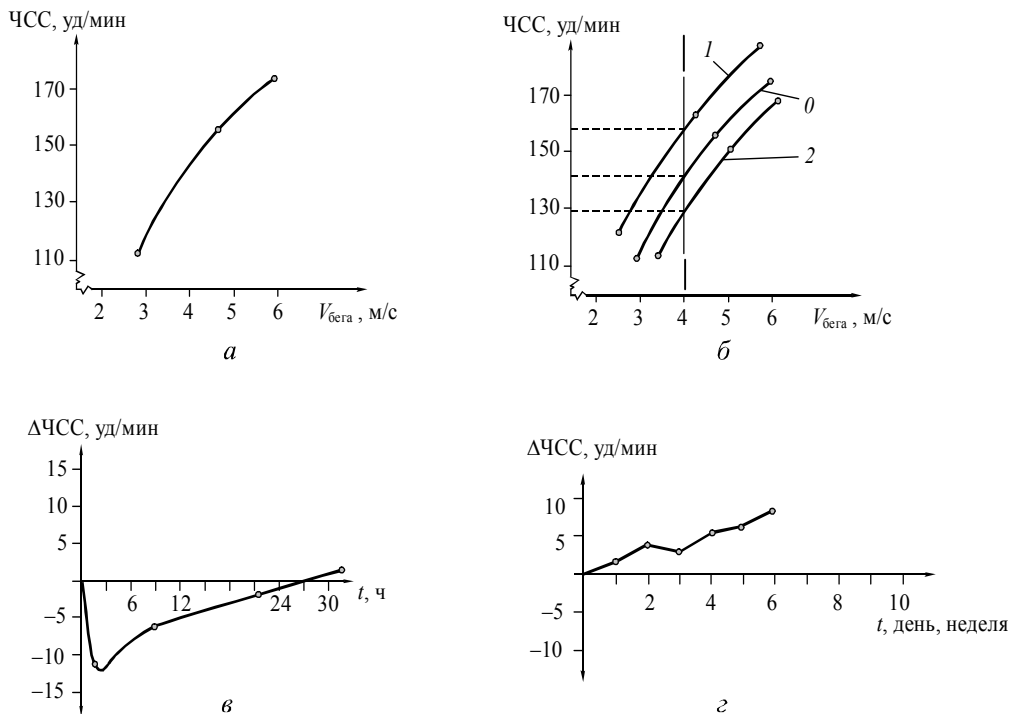


Рисунок 1 – Схема проведения непрерывного контроля динамики кровотока и тренировочных эффектов по данным зависимости ЧСС =  $f(V_{бега})$  (0 – индивидуальная зависимость ЧСС =  $f(V_{бега})$ , снятая до тренировки; 1 – непосредственно после тренировки; 2 – в период восстановления)

2. Контроль и оценка динамики кровотока и тренировочных эффектов осуществляются в следующей последовательности:

а) выявление качественных и количественных показателей срочных следовых явлений в организме спортсменов методом повторного тестирования до тренировки, непосредственно после тренировки и в процессе восстановления от действия одиночной физической нагрузки (рисунок 1, б). На этом этапе для исследуемого режима работы организма (например,  $V_{\text{исслед. режим}} = 4$  м/с) вычисляются соответствующие значения изменений ЧСС ( $\Delta\text{ЧСС}$ ) по формуле:  $\Delta\text{ЧСС} = \text{ЧСС}_0 - \text{ЧСС}_i$ , где  $i = 1, 2, 3$  и т. д. – последовательная серия беговых тестов в пределах последствий одного тренировочного занятия. На их основании строится динамика восстановительного процесса для анализируемого варианта (рисунок 1, в). Далее вычисляется величина  $\Delta\text{ЧСС}$ , соответствующая максимуму суперкомпенсации или другому интересующему значению времени;

б) анализ количественных показателей динамики следовых явлений в организме спортсмена в процессе тренировочных занятий. На этом этапе изменения  $\Delta\text{ЧСС}$  вычисляются и строятся как  $\Delta\text{ЧСС} = \sum_{i=1}^n \Delta\text{ЧСС}_i$ ,  $\Delta\text{ЧСС}_i$ , где  $i = 1, 2, \dots, n$  – соответствующие

значения  $\Delta\text{ЧСС}$  от действия одиночных тренировочных занятий (рисунок 1, г). Технология построения изменения  $\Delta\text{ЧСС}$  будет аналогичной, если рассматривать более длительные промежутки времени: неделя, месяц и т. д.

Рассмотренный выше метод позволяет осуществить непрерывный контроль изменений в функциональном состоянии организма спортсмена и тренировочных эффектов, но его возможности ограничены точностью измерения ЧСС, процедурой теста и разрешающими способностями частных показателей как критерия оценки.

*Метод контроля и оценки динамики кровотока и тренировочных эффектов на основе частных показателей и автоматизированного устройства*

Этот метод апробирован и используется с 2007 г. как «Информационный комплекс системы управления функциональной подготовкой спортсменов».

Информационный комплекс включает:

1) электромеханическую установку на базе беговой дорожки WEIDER TM-100. Управление электроприводом спортивного тренажёра обеспечивает регулирование скорости протяжки беговой ленты в двух режимах.

В первом варианте электропривод создаёт условия переходного режима, когда скорость протяжки беговой ленты изменяется от 0 до 5 м/с с постоянной величиной ускорения. Время разгона ленты до 5 м/с регулируется с помощью блока управления. В наших исследованиях эта длительность была ограничена 3 мин.

Во втором случае может использоваться общепринятая методика ступенчато повышающейся неспецифической нагрузки (бег) с шагом изменения скорости протяжки беговой ленты, равным 0,5 м/с;

2) мониторы сердечного ритма POLAR ARRURES PLUS и POLAR S 625 x. В данной модификации приборы в режиме связи с компьютером могут переписывать информацию о тренировке, введённую в память монитора, и воспроизводить в виде графика взаимосвязи ЧСС и длительности выполнения физического упражнения.

Непрерывный контроль и оценка динамики кровотока и тренировочных эффектов на основе частных показателей может осуществляться в режиме как ручной обработки получаемой информации при тестировании спортсмена, так и автоматически за счёт специально разработанной (авторской) компьютерной программы для Windows.

На рисунке 2 представлена волновая динамика восстановительного процесса, зафиксированная с использованием алгоритма, описанных выше методов, в частности с использованием автоматизированного устройства.

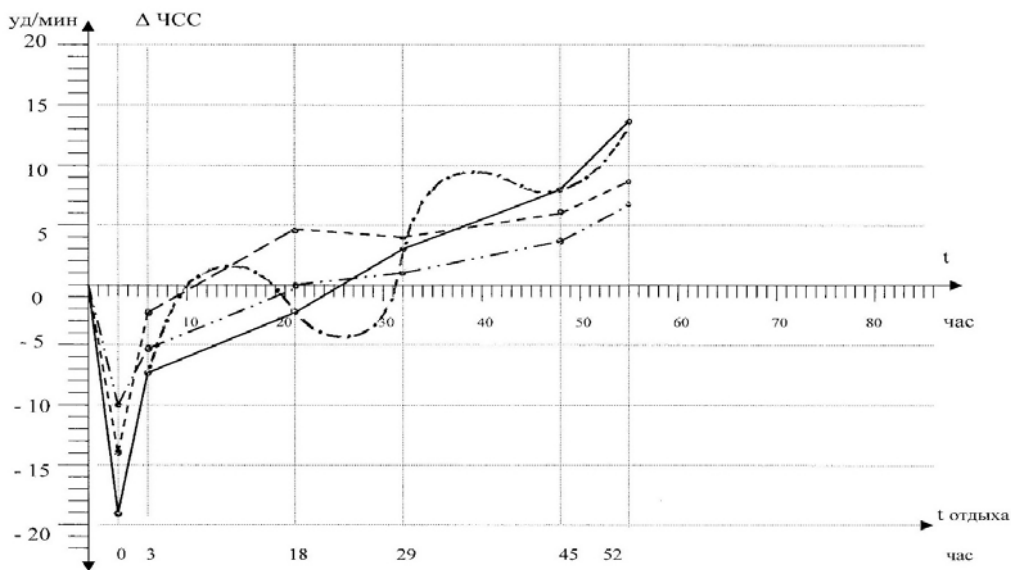


Рисунок 2 – Волновая динамика работоспособности (функционального состояния) после выполнения спортсменом, мастером спорта, имитационной тренировки (длительность – 2 час 31 мин, длина дистанции 25 км,  $ЧСС_{max} = 184$  уд/мин,  $ЧСС_{cp} = 148$  уд/мин), рассчитанная по частным показателям при  $V = 1,68$  м/с \_\_\_\_;  $V = 3,36$  м/с \_\_\_;  $V = 5,04$  м/с \_\_\_\_.

В заключении необходимо остановиться на одном важном вопросе. Какую информацию, наряду с динамикой кровотока, несет в себе показатель  $\Delta ЧСС$ ? Для этого рассмотрим следующую логическую цепь взаимосвязей. На рисунок 3 представлена пульсограмма, полученная при выполнении спортсменом на автоматизированном беговом тренажере тестирующей нагрузки в переходном режиме ее изменения.

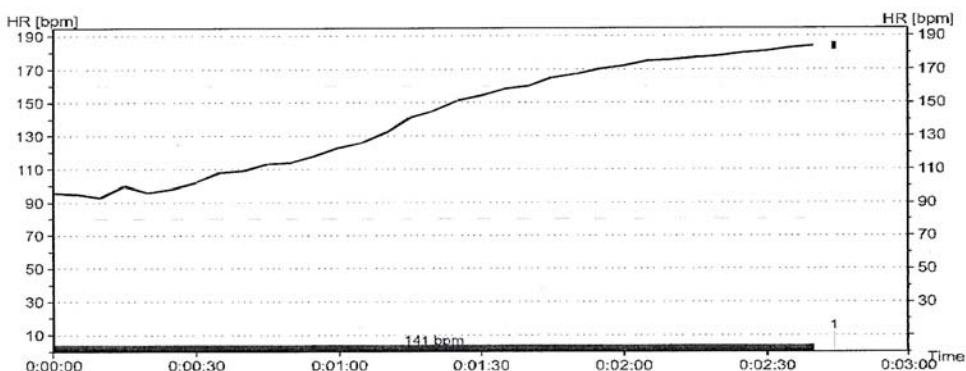


Рисунок 3 – Пульсограмма теста спортсменки (мастер спорта, марафон) в переходном режиме выполнения нагрузки (5-секундный режим записи ЧСС)

Количественно оценить записанную пульсограмму можно, например, двумя способами. Первый – это площадь под кривой изменения ЧСС, которая будет отражать работу, выполненную организмом в процессе тестирования. С нашей точки зрения, этот способ оценивания был одним из оснований для разработки второго подхода. Так в Каролинском университете в Стокгольме в 50-х годах XX в. была разработана функциональная проба для определения физической работоспособности человека (PWC), которая в 1968 г. рекомендована ВОЗ к применению и называется  $PWC_{170}$ . Физическая работоспособность в пробе  $PWC_{170}$  выражается в величинах той мощности физической нагрузки, при которой ЧСС достигает величины 170 уд/мин. С этой позиции индивидуальную зависимость  $ЧСС = f(V_{бега})$  можно рассматривать как множество PWC и в этой связи как

зависимость способную объективно оценивать на момент тестирования работоспособность организма в диапазоне изменений ЧСС от 120 до 200 уд/мин.

Дальнейшая логика рассуждений дает основание говорить следующее, что если в процессе выполнения теста до тренировки, сразу после и далее в период отдыха фиксировать изменения ЧСС (ΔЧСС) при фиксированных значениях скорости бега, то в этом случае мы будем отслеживать индивидуальную динамику восстановления работоспособности (функционального состояния) спортсмена после выполнения им тренировочной нагрузки. Поведенный выше логический анализ позволяет рассматривать ΔЧСС как показатель, способный одновременно давать объективную индивидуальную информацию о динамике кровотока, функционального состояния и работоспособности спортсмена в процессе спортивной подготовке (рисунок 3).

## ВЫВОДЫ

1. Метод контроля на основе частных показателей и модернизированного теста со ступенчато повышающейся неспецифической нагрузкой, с одной стороны, имеет высокую информационную ценность по оценке и контролю индивидуальной динамики целостных проявлений организма спортсмена от действия физической нагрузки и способен существенно повысить эффективность управления функциональной подготовкой. С другой стороны, простота и доступность тестовой процедуры легко вписывается в реальный тренировочный процесс.

2. Метод контроля на основе частных показателей и автоматизированного устройства позволяет с высокой точностью установить особенности индивидуальной реакции организма на физическую нагрузку и динамики восстановления в зависимости от характера выполненной нагрузки, уровня подготовленности, пола, возраста. Авторское программное обеспечение для Windows позволяет информацию монитора сердечного ритма (POLAR S 625 x), полученную во время тестирования исследуемых в автоматическом режиме изменения скорости (переходный процесс), преобразовывать в графические варианты слежения за динамикой функционального состояния организма.

Получаемая этим методом информация является веским аргументом в том, что он может служить тем инструментом, который позволит разрешить проблему строгой индивидуализации подготовки спортсменов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бушуева, Т.В. Принципы анализа и оценки физиологических критериев функционального состояния центральной и автономной системы у спортсменов высокой квалификации (на примере плавания на короткие дистанции) / Т.В. Бушуева, Г.А. Макарова, А.А. Аршинова // *Лечебная физическая культура и спортивная медицина*. – 2015. – № 4. – С. 23-30.
2. Ванюшкин, М.Ю. Влияние направленности тренировочного процесса и возраста на реакции насосной функции сердца спортсменов / М.Ю. Ванюшкин, Ю.С. Ванюшкин, Р.Р. Хайруллин // *Фундаментальные исследования*. – 2011. – № 9. – С. 220-222.
3. Динамика физиологических показателей при изменении интенсивности физической нагрузки / О.С. Тарасова, А.С. Боровик, С.Ю. Кузнецов [и др.] // *Физиология человека*. – 2013. – Т. 39. – № 2. – С. 70.
4. Зацiorский, В.М. Вопросы теории и практики педагогического контроля в современном спорте / В.М. Зацiorский, А.В. Запорожанов, И.А. Тер-Ованесян // *Теория и практика физической культуры*. – 1971. – № 4. – С. 59-63.
5. Кизько, А.П. Методология непрерывного педагогического контроля и оценки функционального состояния спортсменов / А.П. Кизько // *Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта*. – 2016. – № 7 (137). – С. 36-44.
6. Кирьянова, М.А. Реографические показатели спортсменов циклических видов спорта / М.А. Кирьянова, И.Н. Калинина, Л.Г. Харитоновна // *Вестник ЮУрГУ*. – 2010. – № 24. – С. 125-128.
7. Количественный способ определения вариантов обеспечения и типов регуляции минутного объема кровотока / В.Л. Яровой, В.И. Долман, В.М. Березов, А.И. Шульженко // *Физио-*

логия человека. – 1990. – № 2. – С. 165-168.

8. Корнеман, С.Л. Изучение влияния тренировки бегуна (работа на скорость и выносливость) по данным ответной реакции сердечно-сосудистой системы / С.Л. Корнеман, С.П. Летунов // О научных основах тренировки : труды ЦНИИФК. – М. : Физкультура и спорт, 1941. – Вып. 4. – С. 29-52.

9. Слепова, Д.А. Влияние физической нагрузки субмаксимальной мощности на региональный кровоток у высококвалифицированных спортсменов циклических видов спорта / Д.А. Слепова, А.В. Калинин // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2016. – № 7 (137). – С. 128-133.

10. Спици, К. Теория управления. Идентификация и оптимизация управления / К. Спици, Р. Браун, Дж. Гудвин ; пер. с англ. Ю. Ф. Кичатова. – М. : Мир, 1973. – 247 с.

11. Фудин, Н.А. Взаимосвязь показателей мышечной и сердечно-сосудистой систем при возрастающей физической нагрузке у лиц, занимающихся физической культурой и спортом / Н.А. Фудин, С.Я. Классина, С.Н. Пигарева // Физиология человека. – 2015. – Т. 41. – № 4. – С. 83-90.

#### REFERENCES

1. Bushueva T.V., Makarova, G.A. and Arishin, A.V. (2015), "The principles of analysis and evaluation of physiological indicators of the central and autonomous systems' functional condition for high-class sportsmen (based on short-distances swimming)", *Healing physical culture and sport medicine*, No. 4, pp. 23-30.

2. Vanyushkin M.U., Vanyushkin, U.S. and Khayrullin, R.R (2011), "The way sportsmen's age and training process direction influences the reaction of the heart's pumping function", *Fundamental researches*, No. 9, pp. 220-222.

3. Tarasova, O.S., Borovik, A.S., Kuznetsov, S.Yu. and etc. (2013), "The dynamic of physiological indicators' change with the raise of physical activity intensity", *The physiology of a human*, Vol. 39. No. 2, P. 70.

4. Zatsiorsky, V. M., Zaporozhanov, V.A. and Ter-Ovanesyan, I.A. (1971), "The theory and practice of pedagogical control in modern sport", *Theory and practice of physical culture*, No. 4, P. 59-63.

5. Kizko, A.P. (2016), "Pedagogical methodology of continuous monitoring and assessment of the functional state of the sportsmen", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 137, No. 7, pp. 36-44.

6. Kiryanova, M.A., Kalinina I.N. and Kharitonova L.G (2010), "Reography indicators of athletes of cyclic sports", *Messenger of SUSU*, No. 24, pp. 125-128.

7. Yarovoy, V.L., Doloman, V.I., Berezov, B.M. and et. al. (1990), "Quantitative way of definition of options of providing and types of a regulation of minute volume of a blood flow", *The physiology of a human*, No. 2, pp.165-168.

8. Korneman, S.L. and Letunov, S.P. (1941), "Study the influence of the runner's training (work on speed and endurance) according to the response of the cardiovascular system", *Scientific bases of exercise: Proceedings of CNIIF*, Physical culture and sports, No. 4, pp. 29-52.

9. Slepova, D.A. and Kalinin A.V. (2016), "Influence of physical activity of submaximal power on regional blood flow at highly skilled athletes in cyclic sports", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 137, No. 7, pp. 128-133.

10. Spidi, K., Braun, R. J. and Gydwin, J. (1973), *Control theory. Identification and optimization of management: translation. by Yu. F. Kichatov*, Mir, Moscow.

11. Fudin, N.A., Klassina, S.Ya. and Pigareva, S.N. (2015), "The interrelation between the muscle and cardiovascular systems' indicators during the raise of physical activity for the people who do physical exercises and sports", *The physiology of a human*, Vol. 41, No. 4, pp. 83-90.

**Контактная информация:** a.p.kizko@mail.ru

*Статья поступила в редакцию 28.10.2016*