

студентов в спортивно-массовую деятельность. Это возможно, например, посредством ведения агитационной работы, поиска форм занятий и соревнований, позволяющих каждому студенту попытаться реализовать собственные потребности в двигательной активности, проведения занятий и соревнований по максимальному числу видов спорта и вовлечения в них максимального количества студентов, увеличения академических часов по физическому воспитанию, вовлечения студентов в секционные занятия. Для повышения физкультурной грамотности студенческой молодежи необходимо донести до студентов взаимосвязь занятий физической культурой с главными объектами заботы о физическом состоянии и приоритетными ценностями здорового образа жизни. Это позволит сформировать потребность заниматься физическими упражнениями на протяжении всей последующей жизни, осознать, что это необходимо в дальнейшей профессиональной деятельности как средство поддержания высокой работоспособности. Формирование мотивации к занятиям физической культурой и спортом возможно только за счет повышения образованности студентов в практических вопросах применения различных средств и методов поддержания здоровья, достижения понимания, что физическая культура является составной частью общей культуры современного специалиста. Для повышения физкультурной грамотности студенческой молодежи необходимо не только изменение учебных программ занятий, но также использование в учебном процессе и вне его рамок разнообразных форм и средств информационной, разъяснительной работы по вопросам физической культуры и здорового образа жизни. Особое внимание следует уделить внедрению в практику таких программ, которые предусматривают не только формирование у детей и молодежи физкультурной грамотности, но и целостное решение проблемы формирования у них здорового образа жизни и физической культуры.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Столяров, В.И. Пакет социологических анкет – 51 вопрос студентам о физкультуре и спорте / В.И. Столяров, Б.И. Новиков, В.М. Лабский ; Харьковский пед. ин-т им. В.И. Ленина. – Харьков : [б.и.], 1988. – 22 с.

#### REFERENCES

1. Stolyarov, V. I., Novikov, B. I. and Labiskir, V.M. (1988), *Package of sociological questionnaires – 51 questions to students about physical culture and sport*, publishing house Kharkov pedagogical institute, Kharkov.

**Контактная информация:** alena6969@mail.ru

*Статья поступила в редакцию 05.08.2015.*

**УДК 796.322**

### **АЛГОРИТМ МОНИТОРИНГА ЭНЕРГОТРАТ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА ГАНДБОЛИСТОК ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ**

*Марина Владимировна Жийяр, доктор педагогических наук, доцент,*

*Михаил Юрьевич Баландин, аспирант,*

*Российский государственный университет физической культуры спорта, молодежи и туризма (РГУФКСМиТ), Москва*

#### **Аннотация**

В последнее время получили широкое распространение устройства командного мониторинга пульсовых характеристик тренировочной и соревновательной деятельности с распределением интенсивности тренировочного процесса по зонам пульса и оценкой энергозатрат на основе статистических данных. Ставится задача на основе записи изменения ЧСС в процессе выполнения стандартного ПИК-теста (спорт 20-7.5) с нарастанием стандартной нагрузки для каждого члена команды определить индивидуальную аналитическую зависимость энергозатрат от ЧСС. Эта зави-

симость наряду с пройденным до отказа путем и табличной оценкой МПК, является индивидуальной характеристикой физической и функциональной подготовленности спортсмена. Она дает возможность тренеру при педагогических наблюдениях за игроком на тренировке более детально анализировать метаболические составляющие индивидуальных энергозатрат в динамике, а, следовательно, более эффективно управлять для каждого спортсмена тренировочным процессом, процессом восстановления, а также воздействием внутренировочных факторов.

**Ключевые слова:** ПИК-тест, технология эргогенного обеспечения тренировки, функциональные характеристики спортсмена, принцип своевременности энергообеспечения; метаболические источники; гандболистки высшей квалификации.

**DOI:** 10.5930/issn.1994-4683.2015.08.126.p61-67

## **ALGORITHM MONITORING OF ENERGY EXPENDITURE OF THE TRAINING PROCESS FOR HIGH QUALIFICATION HANDBALL PLAYERS**

*Marina Vladimirovna Gillard, the doctor of pedagogical sciences, senior lecturer,*

*Mikhail Yurievich Balandin, the post-graduate student,*

*Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism, Moscow*

### **Annotation**

For the last time wide use got command, devices for monitoring the characteristics of heart rate during training and competitive activity with the distribution of the intensity of load by zones of heart rate and assessment of energy expenditure based on statistical data. Puts the problem on the basis of records changes in heart rate during the standard beep-test execution (sport 20-7.5) with the increase of the standard load for each team member to determine the individual analytic dependence expenses of energy from the heart rate. This dependence, along with traversed to overflowing distance and tabular evaluation of the  $VO_2\max$ , is an individual characteristic physical and functional preparation of the athlete. The dependence expenses of energy from the heart rate allows coach more detailed analyze individual metabolic parts expenses of energy in dynamics, and therefore more effectively manage each athlete's training process and the recovery factors influence.

**Keywords:** beep – test, technology ergogenic provide training, functional characteristics of the athlete, the principle of timeliness of energy supply; metabolic sources; handball higher qualification players.

Разработка алгоритма разбивается на этапы:

На **первом этапе** для стандартного ПИК теста (спорт 20-7.5) [1] определяется время преодоления каждого 20 метрового участка. Для этого используется простое соотношение между пройденным путем с постоянной скоростью и временем, затраченным на этот путь. Такой просчет делается для участков всего набора скоростей от 7.5 км/час до 16 км /час с шагом 0.5 км/час. Далее по существующим таблицам [5] приведенных к килограмму веса спортсмена энергозатрат в единицу времени, для данной скорости бега определяются количество калорий потраченных спортсменом на каждом 20-ти метровом участке ПИК-таблицы. Графически нарастание приведенных энергозатрат в зависимости от времени прохождения всех 20 м участков ПИК-теста будет выглядеть следующим образом (рисунок 1). Эта зависимость с высокой точностью ( $R=0.99$ ) аппроксимируется полиномом второй степени. Полученный полином является аналитической ( $ККАЛ(t)$ ) характеристикой ПИК-теста (спорт 20-7.5). Из него выделяется массив отсчетов на каждой секунде индивидуального интервала от начала теста до отказа.

На втором этапе анализируется временная (посекундная) запись пульса при выполнении ПИК-теста конкретным спортсменом до отказа. По этой записи отмечается временной интервал исполнения ПИК теста до отказа (рисунок 2).

Отметим, что на пульсовой кривой ПИК-теста четко фиксируются три важные функциональные характеристики спортсмена:

- ЧСС макс (ЧСС отказа);
- пульс Порога Анаэробного Обмена – ПАО (конец линейного участка нарас-

тания пульса),

– пульс порога Аэробного Липидного Обмена – АЛО (начало линейного участка нарастания пульса) [4].

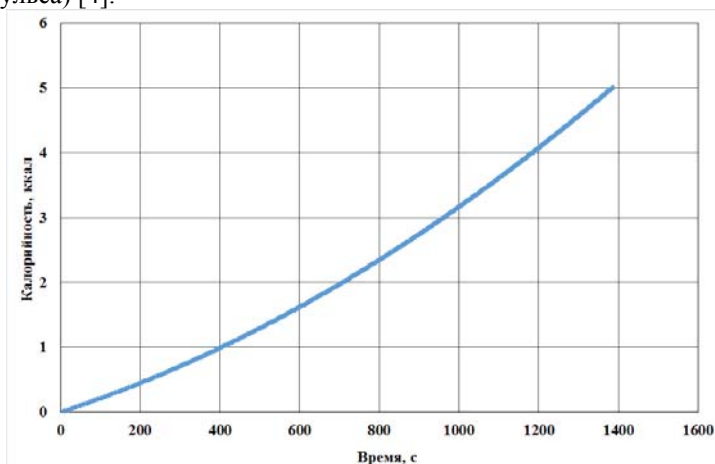


Рис. 1. Графически нарастание приведенных энерготрат в зависимости от времени прохождения всех 20 м участков ПИК-теста

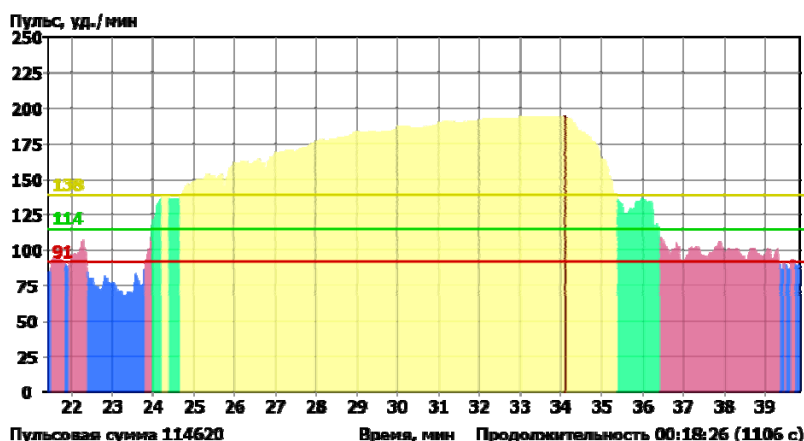


Рис. 2. Пульсовая кривая ПИК-теста до отказа

Построим теперь регрессионную зависимость между кривой энерготрат на выполнение ПИК теста (рисунок 1) на интервале до отказа и участком кривой нарастания пульса до отказа (рисунок 2). Эта зависимость с высокой точностью  $R=0.97$  аппроксимируется линейной функцией на интервале пульса до ПАНО и квадратичной функцией на интервале пульса от ПАНО до максимального пульса в момент отказа (рисунок 3). Она хорошо согласуется с априорной информацией о линейной зависимости энерготрат от пульса на участке до ПАНО [3] и показательной функцией с основанием 2 для более высоких значений пульса [4]. Параметры полученной аналитической зависимости являются не популяционной, а индивидуальной характеристикой спортсмена, отражающей динамическую реакцию организма спортсмена на стандартную ПИК нагрузку.

Индивидуальность выражается: в интервале до отказа, весе спортсмена и динамика изменения пульса на всех участках исполнения ПИК-теста. Еще одним преимуществом мониторинга пульса в процессе выполнения ПИК теста является возможность количественно оценивать характер срочного восстановления после пиковой нагрузки. Поскольку интенсивность нагрузки различна для каждого спортсмена, то предлагается оце-

нивать индивидуальное срочное восстановление по отношению пульсовых сумм на нагрузочном участке и участке восстановления подобно тому как это делается в [3]. Наиболее устойчивые соотношения получаются для пульсовых сумм выше ПАНО.

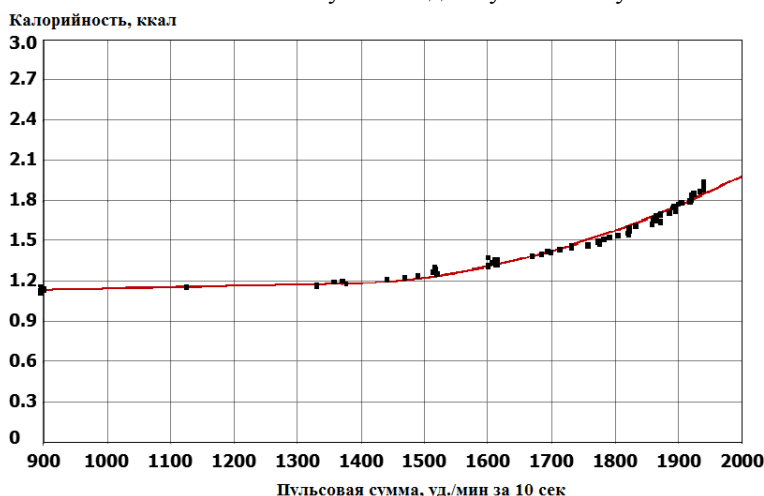


Рис. 3. Аппроксимация линейной функцией на интервале пульса до ПАНО и квадратичной функцией на интервале пульса от ПАНО до максимального пульса в момент отказа

На третьем этапе полученная индивидуальная характеристика ККАЛ (от ЧСС) применяется для пересчета динамики пульса за произвольную тренировку данного спортсмена в посекундную динамику изменения энерготрат за всю тренировку. Процедура пересчета состоит в скользящем вычислении каждого отчета кривой ККАЛ(t) по пульсовой сумме на заданном интервале со сдвигом на 1 секунду до конца интервала.

На полученной кривой могут быть выделены участки энерготрат от разных метаболических источников. В частности, энерготраты от анаэробной утилизации углеводов при превышении пульса за порог анаэробного обмена, отмечены светло-желтым цветом. Энерготраты от аэробного окисления углеводов темно-желтым цветом. Энерготраты от аэробного окисления жира красным цветом. Энерготраты на пульсе ниже аэробного липидного порога отмечены зеленым цветом. Такое представление дает возможность тренеру в совокупности с педагогическими наблюдениями оценивать энерготраты спортсмена на выполнении отдельных упражнений и анализировать энергетический потенциал игроков в процессе игры. На рисунках 4-5 представлены энергетические портреты тренировки двух игроков (нападающего и вратаря). Тренировка состоит из разминки, выполнения ПИК теста и игры в футбол. Продолжительность тренировки 90 минут.

**Алгоритм реализован** в виде компьютерной программы для тренера.

Поскольку данный алгоритм требует большой вычислительной работы, мы позаботились о его реализации с помощью специального мобильного приложения для смартфонов, которую назвали Аппаратно-программный комплекс (АПК) «Эргогенное обеспечение тренировки» («Энергетический анализ тренировки»). Эта программа может работать, как в совокупности с программой Polar pro trainer и Firstbeat, поскольку использует их форматы данных, так и автономно. В качестве кардиодатчика может быть использован как аналоговый, так и цифровой нагрудный пояс фирмы Polar, а также кардиодатчик суточного мониторинга Mega и его более современный аналог, кардиодатчик Faros. Соответствующие драйверы включены в программу.

Пример группового анализа основных физических, функциональных и энергетических характеристик женской команды гандболисток высшей квалификации с использованием данного алгоритма (таблицы 1-2).

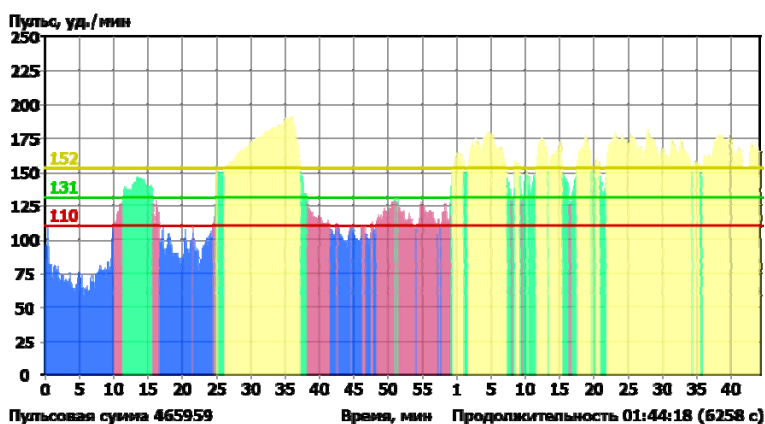


Рис.4 Нападающий

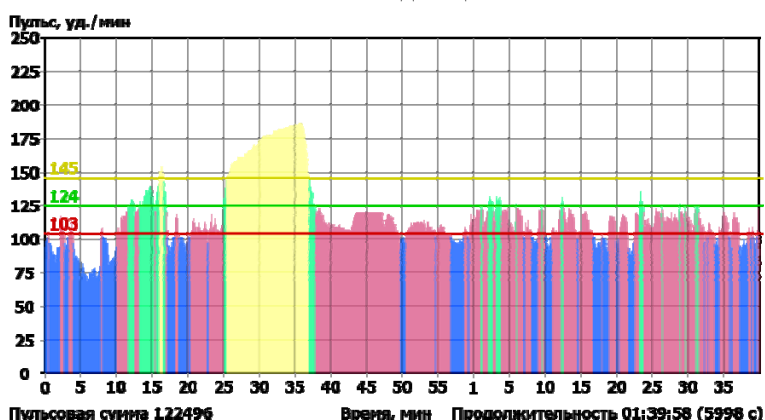


Рис. 5 Вратарь

В таблицах кроме традиционных параметров количественно определены зоны энерготрат от разных метаболических источников. Низкие значения МПК зафиксированные по результатам ПИК-теста определяют низкий пороговый уровень ПАНО, а, следовательно, высокий процент энерготрат в анаэробной углеводной зоне. Это может послужить для тренера исходной информацией для коррекции тренировочного режима как для всей команды, так и для каждого игрока в отдельности.

Таблица 1

**Основные физические, функциональные и энергетические характеристики женской команды гандболисток высшей квалификации**

| ФИО       | Рост | Вес | ПИК тест | МПК  | Начало аэробной липидной зоны (ЧСС) | Начало аэробной углеводной зоны (ЧСС) | ПАНО (ЧСС) |
|-----------|------|-----|----------|------|-------------------------------------|---------------------------------------|------------|
| А.П. (ЛП) | 175  | 57  | 11.3     | 43.7 | 74                                  | 106                                   | 138        |
| И.Г. (ЛК) | 164  | 56  | 12.7     | 49.3 | 88                                  | 103,5                                 | 119        |
| С.С. (ВР) | 173  | 65  | 11.10    | 46.8 | 75                                  | 99,5                                  | 124        |
| Д.А. (ЛК) | 166  | 59  | 12.8     | 49.6 | 110                                 | 131                                   | 152        |
| А.В. (ВР) | 179  | 70  | 12.10    | 50.2 | 90                                  | 110                                   | 130        |
| Е.А. (Л)  | 181  | 79  | 11.5     | 45.2 | 119                                 | 133,5                                 | 148        |
| П.О. (ПП) | 174  | 61  | 13.6     | 52.3 | 106                                 | 125                                   | 144        |
| Е.И. (ПП) | 180  | 71  | 12.10    | 50.2 | 95                                  | 107,5                                 | 120        |
| П.Б. (Р)  | 170  | 64  | 10.1     | 40.6 | 101                                 | 126,5                                 | 152        |
| А.М. (Р)  | 172  | 58  | 12.7     | 49.3 | 103                                 | 124                                   | 145        |
| А.И. (ПК) | 177  | 62  | 12.7     | 49.3 | 115                                 | 131                                   | 146        |
| Е.А. (ЛП) | 187  | 74  | 12.9     | 49.9 | 83                                  | 106,5                                 | 130        |

Таблица 2

**Основные физические, функциональные и энергетические характеристики женской команды гандболисток высшей квалификации**

| ФИО        | %Жира | % Акм | Белки  | Жиры<br>аэробно (%ккал) | Углеводы<br>аэробно (%ккал) | Углеводы<br>анаэробно (%ккал) |
|------------|-------|-------|--------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| А.П. (ЛП)  | 20,20 | 61,00 | 8,63%  | 30,79%                  | 22,93%                      | 37,64%                        |
| И.Г. (ЛК)  | 20,00 | 62,70 | 8,04%  | 15,22%                  | 40,66%                      | 36,08%                        |
| С.С. (ВР)  | 26,00 | 61,50 | 6,48%  | 28,22%                  | 12,76%                      | 52,54%                        |
| Д.А. (ЛК)  | 15,60 | 61    | 24,74% | 16,63%                  | 15,05%                      | 43,58%                        |
| А.В. (ВР)  | 27,10 | 59,00 | 15,05% | 23,55%                  | 28,76%                      | 32,64%                        |
| Е.А. (Л)   | 28,00 | 57,00 | 35,35% | 26,41%                  | 25,99%                      | 12,24%                        |
| П. О. (ПП) | 21,00 | 60,20 | 30,41% | 27,17%                  | 25,39%                      | 17,03%                        |
| Е.И. (ПП)  | 30,50 | 60,10 | 31,13% | 7,05%                   | 23,94%                      | 37,88%                        |
| П.Б. (Р)   | 26,6  | 59,90 | 14,10% | 42,79%                  | 29,96%                      | 13,15%                        |
| А.М. (Р)   | 20,70 | 62,10 | 28,84% | 52,58%                  | 6,74%                       | 11,84%                        |
| А.И. (ПК)  | 25,90 | 58,7  | 18,78% | 12,94%                  | 9,02%                       | 59,27%                        |
| Е.А. (ЛП)  | 24,20 | 57,00 | 8,41%  | 15,69%                  | 35,45%                      | 40,45%                        |

### ВЫВОДЫ

Применение алгоритма открывает для тренера следующие новые возможности:

1. По результатам ПИК теста достаточно просто и точно фиксируется основные пульсовые пороги метаболических переходов: ЧСС макс, ПАНО, ЛАО.
2. С помощью этих порогов строиться динамический индивидуальный портрет энерготрат в процессе тренировки, который легко по времени согласуется с педагогическими наблюдениями.
3. Алгоритм позволяет строить модельные энергетические характеристики для спортсменов разных амплуа как по отдельным упражнениям, так и по игровым фрагментам.
4. Регулярное ПИК-тестирование позволяет количественно оценивать индивидуальные характеристики срочного восстановления и следить за их динамикой.
5. Детальный анализ энерготрат позволит более эффективно воздействовать на внутренировочные факторы спортивной подготовки, через индивидуальный расчет адекватных норм для основных нутриентов питания спортсменов [2, 6].

ПИК-тест является универсальным нагрузочным тестом со ступенчатым нарастанием нагрузки в широком диапазоне, возможностью встраивания на каждой ступени. Он не требует сложного оборудования и хорошо нормируется по времени прохождения каждой ступени. Это делает его доступным для спортсменов разных возрастных категорий и разных видов спорта. Необходимость применения кардиомонитора не ограничивает использования ПИК-теста, поскольку для этих целей может быть применен простой дешевый кардиопояс (Sigma) синхронизированный через Bluetooth со смартфоном, на котором установлено наше приложение.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев, В.М. Пик-тест ходьбы и бега для определения физической работоспособности школьников в спортзале / Алексеев В.М., Анохина Е.С // Материалы 2-й научно-практической конференции «Инновационные технологии в физическом воспитании подрастающего поколения». – Москва, 2011. – С. 46-53.
2. Баландин, М.Ю. Технология эргогенного обеспечения гандболистов с учетом характера и интенсивности тренировочного процесса в микроцикле / М.Ю. Баландин, М.В. Жийяр // Сборник статей по материалам 1 Всероссийской научно-практической конференции «Антропные образовательные технологии в сфере физической культуры» / Мининский университет. – Нижний Новгород, 2015. – Т. 2. – С. 273-279.
3. Нормирование тренировочных нагрузок с использованием показателей энергетической стоимости упражнения / Н.Ж. Булгакова, Н.И. Волков, О.И. Попов, А.Г. Самборский // Теория и практика физической культуры. – 2003. – № 5. – С. 23-26.

4. Смирнов, М.Р. Еще раз к вопросу о пороговой концепции (или сколько всего "порогов" существует на самом деле) / М.Р. Смирнов // Теория и практика физической культуры. – 2001. – № 2. – С. 51-57.
5. Firstbeat Technologies Ltd. Energy Expenditure Estimation Method Based on Heart Rate Measurement – White paper journal – Feb 2007 [Электронный ресурс] // URL : [http://www.firstbeat.com/userData/firstbeat/download/white\\_paper\\_energy\\_expenditure\\_estimation.pdf](http://www.firstbeat.com/userData/firstbeat/download/white_paper_energy_expenditure_estimation.pdf). – Дата обращения 01.07.2015.
6. McArdle, W. Exercise Physiology : Energy, Nutrition, and Human Performance [Электронный ресурс] / W. McArdle, F. Katch, V. Katch. Philadelphia : Lippincott Williams & Wilkins, 2001 // Режим доступа : <http://www.twirpx.com/file/1524820/>. – Дата обращения 01.07.2015.

#### REFERENCES

7. Alekseev, V.M. and Anokhina, E.S. (2001), "Beep-test walking and running to determine the physical performance of schoolchildren in the gym", *Proceedings of the 2nd scientific and practical conference "Innovative technologies in the physical education of the younger generation"*, Moscow State Pedagogical University. Moscow, pp. 46-53.
8. Balandin, M.Yu. and Gillard, M.V. (2015), "Technology ergogenic provide handball players, given the nature and intensity of the training process in the microcycle", *Collection of articles based on 1-Russian scientific-practical conference "The anthropic educational technologies in the sphere of physical culture"*, Nizhny Novgorod Mininsky University, Vol. 2, pp. 273-279.
9. Bulgakova, N.J., Volkov, N.I., Popov, O.I. and Samborski, A.G. (2003), "Rationing of training loads using energy cost indicators exercise", *Theory and Practice of Physical Culture*, No. 5, pp. 23-26.
10. Smirnov, M.R. (2001), "Once again the question of the threshold concept (or how many "thresholds" actually exists)", *Theory and Practice of Physical Culture*, 2001, No. 2, pp. 51-57.
11. Firstbeat Technologies Ltd. Energy Expenditure Estimation Method Based on Heart Rate Measurement, *White paper journal*, Feb 2007, available at: [http://www.firstbeat.com/userData/firstbeat/download/white\\_paper\\_energy\\_expenditure\\_estimation.pdf](http://www.firstbeat.com/userData/firstbeat/download/white_paper_energy_expenditure_estimation.pdf)
12. McArdle, W., Katch, F., & Katch, V. (2001), *Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Human Performance*, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.

**Контактная информация:** balandinm87@gmail.com

*Статья поступила в редакцию 21.08.2015.*

**УДК 796.332**

### **ВЛИЯНИЕ ИГРОВОГО АМПЛУА ФУТБОЛИСТОВ НА ДИНАМИКУ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИХ АТАКУЮЩИХ И ОБОРОНИТЕЛЬНЫХ ТЕХНИКО-ТАКТИЧЕСКИХ ДЕЙСТВИЙ**

*Александр Анатольевич Зайцев, доктор биологических наук, профессор,  
Московский университет МВД России имени В.Я. Кикотя,  
Вячеслав Евгеньевич Даев, кандидат педагогических наук, мастер спорта России,  
Футбольная Школа Молодежи, г. Москва*

#### **Аннотация**

Проведен анализ технико-тактических действий футболистов в ходе соревновательной деятельности. Установлено, что футболисты различных игровых амплуа имели свои особенности, как по направленности выполнения передач, так и по показателю надежности выполнения технико-тактических действий с мячом.

**Ключевые слова:** игровое амплуа, атакующие технико-тактические действия, оборонительные технико-тактические действия, соревновательная деятельность, педагогические наблюдения, индивидуальные и командные технико-тактические действия с мячом, игровая напряженность, коэффициент надежности.