

## Методика контроля и анализа изменений частоты сердечных сокращений единоборцев под воздействием физических нагрузок с использованием компьютерного приложения

**Анатолий Ровный**  
**Вячеслав Романенко**  
**Светлана Пятисоцкая**

Харьковская государственная академия физической культуры, Харьков, Украина

**Цель:** разработать программное приложение для мобильных устройств, позволяющее повысить качество регистрации и анализа изменений ЧСС в единоборствах.

**Материал и методы:** теоретический анализ и обобщение научной и методической литературы, метод компьютерного программирования.

**Результаты:** разработано компьютерное программное приложение, позволяющее проводить регистрацию и последующий анализ ЧСС во время тренировочных занятий или отдельных тренировочных нагрузок различной направленности. В ходе апробации данного приложения были получены результаты, которые позволили оптимизировать процедуру анализа тренировочных нагрузок в единоборствах.

**Выводы:** анализ динамики изменения ЧСС и восприятие нагрузки самим спортсменом является объективной мерой воздействия нагрузки на организм спортсмена. Разработан алгоритм процедуры определения ЧСС после нагрузки и подобрано содержание анализа полученных данных в программном приложении. Разработано и апробировано программное приложение для регистрации и анализа тренировочной нагрузки в единоборствах с использованием мобильных устройств.

**Ключевые слова:** частота сердечных сокращений, зоны интенсивности, программное компьютерное приложение, мобильное приложение, энергетические затраты, единоборства.

### Введение

Важной частью анализа тренировочных нагрузок спортсменов является учёт их интенсивности. На сегодняшний день одним из доступных методов оценки реакции организма на интенсивность нагрузки является частота сердечных сокращений (ЧСС) [3; 7; 13].

Для контроля функционального состояния спортсмена в настоящее время используют непрерывную регистрацию ЧСС с помощью мониторов сердечного ритма [4; 5; 6]. Разработано большое количество компьютерных программ, которые позволяют достаточно информативно проводить анализ значений ЧСС полученных с помощью таких устройств. Такой подход имеет много достоинств и доказал свою эффективность во многих видах спорта. К сожалению, он не может быть использован в полном объёме в единоборствах, в виду специфики тренировочной и соревновательной деятельности, которая заключается в непосредственном и жестком контакте с соперником, что может повредить дорогое измерительное оборудование, а использование датчиков контроля ЧСС во время отдыха между нагрузками не всегда может быть оперативным [2; 9; 11]. Всё это подтверждает актуальность поиска простых и достаточно надежных инновационных методов и средств контроля изменения ЧСС в единоборствах.

**Цель исследования:** разработать программное компьютерное приложение для мобильных устройств, позволяющее повысить качество регистрации и анализа изменений ЧСС в единоборствах.

### Задачи исследования:

1. Проанализировать данные специальной методической литературы по вопросам методики контроля и анализа изменений ЧСС в единоборствах.
2. Разработать алгоритм определения ЧСС после нагрузки и подобрать содержание анализа полученных данных в программном приложении.
3. Разработать и апробировать компьютерное программное приложение, которое можно использовать в единоборствах.

### Материал и методы исследования

Для решения поставленных задач использованы следующие методы: теоретический анализ и обобщение научной и методической литературы, метод компьютерного программирования.

### Результаты исследования и их обсуждение

На основании изучения специальной литературы установлено, что в современной классификации тренировочных и соревновательных нагрузок выделяют пять зон интенсивности показателей ЧСС, которые свойственны как для спортсменов-любителей, так и для квалифицированных спортсменов [11; 12]. Эти физиологические границы и педагогические критерии широко распространены в тренировочной практике (табл. 1, 2).

**Таблица 1**  
**Величина ЧСС в соответствии с зонами интенсивности для спортсменов-любителей**

Зоны интенсивности	% от макс. ЧСС
Зона легкой активности	50–60%
Аэробная зона	60–70%
Аэробно-анаэробная зона	70–80%
Анаэробная зона	80–90%
Максимальная нагрузка	90–100%

**Таблица 2**  
**Величина ЧСС в соответствии с зонами интенсивности для квалифицированных спортсменов**

№	Зоны интенсивности	ЧСС
1	Аэробная восстановительная зона	до 145 уд·мин <sup>-1</sup>
2	Аэробная развивающая зона	до 175 уд·мин <sup>-1</sup>
3	Аэробно-анаэробная зона	до 185 уд·мин <sup>-1</sup>
4	Анаэробно-гликолитическая зона	более 185 уд·мин <sup>-1</sup>
5	Анаэробно-алактатная зона	работа максимальной мощности до 20 с

Оптимальный диапазон двигательной активности для спортсменов-любителей в основном определяется по методу Карвонена. Границы этого диапазона находятся приблизительно между значением пульса в спокойном состоянии и в состоянии МЧСС (максимальной частоты сердечных сокращений). Целевая зона пульса находится в пределах от 50% до 80% МЧСС и выбирается в зависимости от индивидуальных различий в физическом состоянии человека [1; 8].

Показатели максимальной частоты сердечных сокращений (МЧСС) у спортсменов абсолютно разные и находятся в зависимости от пола, возраста, степени тренированности и многих других факторов. Определить индивидуальное значение максимальной частоты сердечных сокращений можно только после прохождения специальных тестов на соответствующем оборудовании и под руководством опытных специалистов [14, 15].

Для ситуации «здесь и сейчас» еще в 1970 году благодаря Уильяму Хаскеллу и Самуилу Фоксу появилась специальная формула:  $220 - \text{возраст}$ .

В 2001 году учеными Hirofumi Tanaka, PHD, Kevin D. Monahan, MS, Douglas R. Seals, PHD опубликована научная статья в журнале Journal of the American College of Cardiology на тему: Age-predicted maximal heart rate revisited, в которой предлагается для косвенного определения предельно допустимой величины пульса использовать формулу  $\text{ЧСС}_{\text{макс}} = 208 - (0,7 \times \text{возраст, в годах})$ . Ее разработали на основании исследований, проведенных с участием нескольких тысяч людей, и на данный момент эта формула является общепринятой спортивными физиологами.

По результатам теоретического анализа и практического тренерского опыта в единоборствах разработан алгоритм регистрации и анализа ЧСС в единоборствах (рис. 1).

Данный алгоритм стал основой для разработки компьютерного приложения для мобильных устройств, которое позволяет регистрировать ЧСС и проводить предварительный анализ полученных значений.

Привлекательность мобильных устройств (планшеты, смартфоны) заключается прежде всего в их портативности, в хороших технических характеристиках и простоте общения с пользователем. Использование специального программного обеспечения на этих устройствах повышает качество и быстроту выполняемых задач [2; 10].

В начале работы мобильного приложения необходимо выбрать спортивную квалификацию, во вкладке «Вводная информация» – фамилию, имя спортсмена, возраст, пол, массу тела, а также направленность тренировочной нагрузки.

Также необходимо выбрать режим измерения ЧСС. Мобильное приложение предлагает два варианта измерения ЧСС:

1. «Фиксированный режим измерения ЧСС», предполагает выбор фиксированного временного интервала измерения ЧСС от 1 мин до 10 мин, в зависимости от продолжительности тренировочной нагрузки и её направленности;

2. «Произвольный режим измерения ЧСС», предоставляет возможность измерить ЧСС сразу после выполнения тренировочной нагрузки.

После входа в необходимый режим измерения ЧСС будет предложено ввести исходное значение ЧСС (если используется пульсометр и тренировочная нагрузка не предполагает контакта с соперником) или измерить исходное значение ЧСС.

Для измерения ЧСС используется достаточно распространенная методика среди компьютерных приложений, которые используют сенсорный экран «Touch Screen». Эксперт фиксирует ЧСС спортсмена (пальпаторно на лучевой или сонной артерии) и воспроизводит частоту пульса, касаясь экрана устройства. Программа определяет временные интервалы (для демонстрации результата необходимо не менее 7 касаний) и подсчитывает среднее арифметическое, наибольший и наименьший интервал не учитываются.

Анализ полученных значений ЧСС производится программой в разминке, при выполнении предложенной нагрузки, при восстановлении после нагрузки и предполагает демонстрацию процентного соотношения пребывания спортсмена в каждой зоне интенсивности нагрузки, среднего, максимального и минимального значения пульса. Также приложение предоставляет возможность наглядной демонстрации объема и динамики нагрузки с использованием графиков и диаграмм.

Результаты исследований в данном мобильном приложении могут быть сохранены в базе данных, экспортированы прямо из приложения в любой текстовый редактор, в социальные сети «Facebook» или «Twitter».

Результаты, представленные в данном мобильном приложении, а также восприятие нагрузки самим спортсменом позволит тренеру более объективно оценивать реакцию организма спортсмена на выполненную тренировочную нагрузку и оперативно корректировать тренировочный процесс.

Данное программное приложение разработано для использования в мобильных устройствах, под управлением iOS (iPhone, iPad) и рассчитано прежде всего для тренеров, спортсменов, студентов и преподавателей специ-

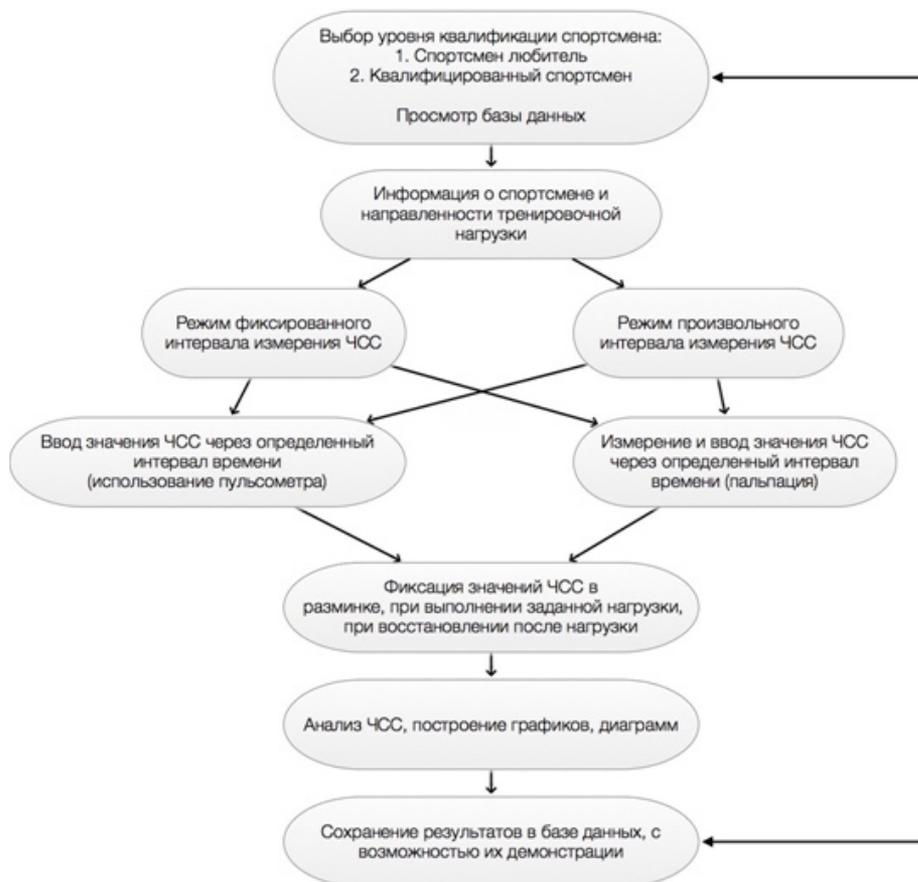


Рис. 1. Алгоритм работы мобильного приложения

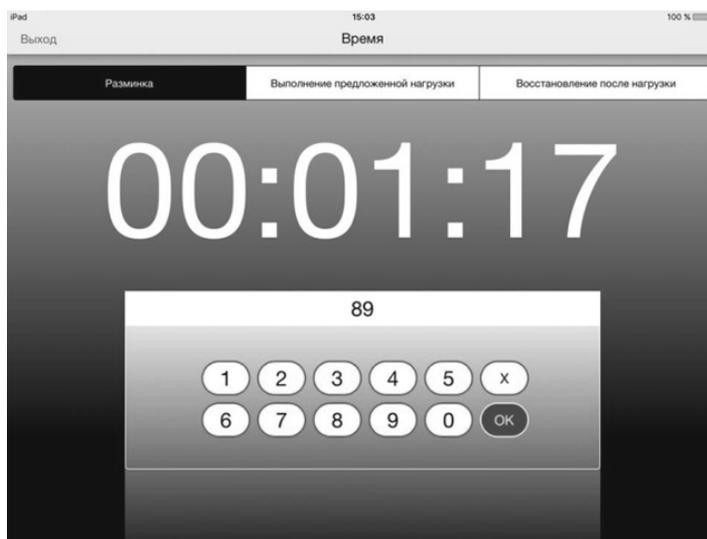


Рис. 2. Режим ввода значений ЧСС

ализированных вузов в их профессиональной и научной деятельности.

## Выводы

1. Анализ динамики изменения ЧСС и восприятие нагрузки самим спортсменом является объективной мерой воздействия нагрузки на организм спортсмена.
2. Разработан алгоритм процедуры определения ЧСС после нагрузки и подобрано содержание анализа полу-

ченных данных в программном приложении.

3. Разработано и апробировано программное приложение для регистрации и анализа тренировочной нагрузки в единоборствах с использованием мобильных устройств.

**Перспективы дальнейших исследований.** Дальнейшие исследования связаны с возможностью более детального анализа реакции организма спортсмена на тренировочные нагрузки с использованием современных компьютерных технологий.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют, что нет конфликта интересов, который может восприниматься как такой, что может нанести вред беспристрастности статьи.

**Источники финансирования.** Эта статья не получила финансовой поддержки от государственной, общественной или коммерческой организации.

## Список использованной литературы

1. Абзалов Р. А. Развивающееся сердце и двигательный режим / Р. А. Абзалов, Ф. Г. Ситдилов. – Казань, 1998. – 95 с.
2. Ашанин В. С. Использование компьютерных технологий для оценки сенсомоторных реакции в единоборствах / В. С. Ашанин, В. В. Романенко // Слобожанський науково-спортивний вісник. – Харьков : ХДАФК, 2015. – № 4. – С. 15–18.
3. Белоцерковский З. Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З. Б. Белоцерковский. – М. : Советский спорт, 2005. – 312 с.
4. Воропай С. Н. Использование пульсометра «Sigma Sport 1300» в оперативном контроле развития специальной выносливости велосипедистов высших разрядов (на примере кросс-кантри) / С. Н. Воропай, В. И. Гученко // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2011. – Выпуск № 11. – С. 25–28.
5. Козина Ж. Л. Методы применения современных информационных технологий для активизации образного восприятия занимающимися элементов техники и тактики в спортивных играх / Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2007. – Выпуск № 1. – С. 58–69.
6. Комарова А. В. Использование пульсометра спортивной серии «Polar» во время занятий сайкл-аэробикой // Здоровьесберегающее образование. – 2013. – № 7(35). – С. 89–92.
7. Кудря О. Н. Адаптация сердечно-сосудистой системы спортсменов к нагрузкам разной направленности / О. Н. Кудря, Л. Е. Белова, Л. В. Капилевич // Вестник томского государственного университета. – 2012. – Выпуск № 356. – С. 162–166.
8. Радченко А. С. К вопросу об оценке функционального состояния организма спортсмена компьютеризированными методами / А. С. Радченко // Физическая культура и здоровье студентов вузов : тез. докл. междунар. конф. – СПб. : Гуманитар. ун-т профсоюзов, 2003. – С. 204–209.
9. Ровный А. С. Управление подготовкой тхэквондистов / А. С. Ровный, В. В. Романенко, И. Н. Пашков. – Х., 2013. – 312 с. (8,7 авт/арк.)
10. Романенко В. Повышение эффективности процедуры экспертного оценивания в восточных единоборствах / Вячеслав Романенко, Светлана Пятисоцкая // Слобожанський науково-спортивний вісник. – Харків : ХДАФК, 2016. – № 4(54). – С. 84–88.
11. Рябинин С. П. Скоростно-силовая подготовка в спортивных единоборствах: Учебное пособие / С. П. Рябинин, А. П. Шумилин. – Красноярск : Институт естественных и гуманитарных наук СФУ, 2007. – 153 с.
12. Холодов Ж. К. Теория и методика физического воспитания и спорта : Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ж. К. Холодов, В. С. Кузнецов. – М. : Издательский центр «Академия», 2000. – 480 с.
13. Холодова Г. Б. Самоконтроль интенсивности физической нагрузки на основе пульсометрии в процессе занятий физическими упражнениями / Г. Б. Холодова, Т. М. Михеева, В. Ю. Зиямбетов // Вестник оренбургского государственного университета. – 2016. – Выпуск № 2(190). – С. 72–77.
14. Clinical impact of evaluation of cardiovascular control by novel methods of heart rate dynamics / H. V. Huikuri, J. S. Perkiömäki, R. Maestri, G. D. Pinna // Philos. Transact. a Math. Phys. Eng. Sci. – 2009. – Vol. 367. – P. 1223–1238.
15. Pelliccia A. Di., Paolo F. M., Maron B. J. The athlete's heart: remodeling, electrocardiogram and preparticipation Screening // Cardiol. Rev. 2002. – Vol. 10, № 2. – P. 8–90.

Стаття надійшла до редакції: 29.10.2016 р.

Опубліковано: 31.12.2016 р.

**Анотація.** Ровный А., Романенко В., Пятисоцкая С. Методика контролю й аналізу змін частоти серцевих скорочень єдиноборців під впливом фізичних навантажень з використанням комп'ютерної програми. **Мета:** розробити програмний додаток для мобільних пристроїв, що дозволяє підвищити якість реєстрації та аналізу змін ЧСС в єдиноборствах. **Матеріал і методи:** теоретичний аналіз і узагальнення наукової та методичної літератури, метод комп'ютерного програмування. **Результати:** розроблений комп'ютерний програмний додаток, що дозволяє проводити реєстрацію та подальший аналіз ЧСС під час тренувальних занять або окремих тренувальних навантажень різної спрямованості. У ході апробації даного додатка були отримані результати, які дозволили оптимізувати процедуру аналізу тренувальних навантажень в єдиноборствах. **Висновки:** аналіз динаміки зміни ЧСС і сприйняття навантаження самим спортсменом є об'єктивною мірою впливу навантаження на організм спортсмена. Розроблено алгоритм процедури визначення ЧСС після навантаження та підібрано зміст аналізу отриманих даних у програмному забезпеченні. Розроблений та апробований програмний додаток для реєстрації й аналізу тренувального навантаження в єдиноборствах з використанням мобільних пристроїв.

**Ключові слова:** частота серцевих скорочень, зони інтенсивності, програмний комп'ютерний додаток, мобільний додаток, енергетичні витрати.

**Abstract.** Rovnyi, A., Romanenko, V. & Pyatitsotskaya, S. The technique of control and analysis of changes of heart rate of wrestlers under the influence of exercise stresses with use of the computer application. **Purpose:** to develop the software application for mobile computing devices, allowing to increase the quality of registration and the analysis of changes of HR in single combats. **Material & Methods:** theoretical analysis and generalization of scientific and methodical literature, method of computer programming. **Results:** the computer software application is developed, allowing to carry out registration and the subsequent analysis of HR during trainings or separate training loads of various orientation. Results, which allowed to optimize the procedure of the analysis of training loads in single combats, were received during the approbation of this application. **Conclusions:** the analysis of dynamics of change of HR and perception of loading by the sportsman is the objective corrective action of load of the sportsman's organism. The algorithm of the procedure of definition of HR after loading is developed and the contents of the analysis of the obtained data in the software application are selected. The software application for registration and the analysis of training load in single combats with use of mobile computing devices is developed and approved.

**Keywords:** heart rate, intensity zones, software computer application, mobile application, metabolic costs, single combats.

## References

1. Abzalov, R. A. & Sitdikov, F. G. (1998), *Razvivayushcheesya serdtse i dvigatelnyy rezhim* [Developing heart and motor mode], Kazan, 95 p. (in Russ.)
2. Ashanin, V. S. & Romanenko, V. V. (2015), "The use of computer technology to assess sensorimotor reactions in martial arts",

*Slobozans'kij naukovo-sportivnij visnik*, No 4, pp. 15-18. (in Russ.)

3. Belotserkovskiy, Z. B. (2005), *Ergometricheskie i kardiologicheskie kriterii fizicheskoy rabotosposobnosti u sportsmenov* [Ergometric and cardiac criteria for physical performance in athletes], Sovetskiy sport, Moscow, 312 p. (in Russ.)

4. Voropay, S. N. & Guchenko, V. I. (2011), "Using a heart rate monitor «Sigma Sport 1300» in the operational control of special endurance cyclists higher categories (for example, cross-country)", *Pedagogika, psikhologiya i mediko-biologicheskie problemy fizicheskogo vospitaniya i sporta*, No 11, pp. 25-28. (in Russ.)

5. Kozina, Zh. L. (2007), "Methods of application of modern information technology to enhance the perception of figurative elements dealing with technology and tactics in sports games", *Pedagogika, psikhologiya i mediko-biologicheskie problemy fizicheskogo vospitaniya i sporta*, No 1, pp. 58-69. (in Russ.)

6. Komarova, A. V. (2013), "Using a heart rate monitor sports series «Polar» in the classroom saykl aerobics", *Zdorovesberegayushchee obrazovanie*, No 7(35), pp. 89-92. (in Russ.)

7. Kudrya, O. N., Belova, L. Ye. & Kapilevich, L. V. (2012), "The adaptation of the cardiovascular system of athletes to loads of different directions", *Vestnik tomского gosudarstvennogo universiteta*, No 356, pp. 162-166. (in Russ.)

8. Radchenko, A. S. (2003), "On the estimation of the functional state of an athlete computerized methods", *Fizicheskaya kultura i zdorove studentov vuzov: tez. dokl. mezhdunar. konf. SPB*. [Physical education and health of university students: mes. rep. Intern. Conf], pp. 204-209. (in Russ.)

9. Rovnyy, A. S., Romanenko, V. V. & Pashkov, I. N. (2013), *Upravlenie podgotovkoy tkhekvondistov* [Management training taekwondo], Kharkiv, 312 p. (in Russ.)

10. Romanenko, V. & Pyatisotskaya, S. (2016), "Improving the efficiency of peer evaluation procedures in martial arts", *Slobozans'kij naukovo-sportivnij visnik*, No 4(54), pp. 84-88. (in Russ.)

11. Ryabinin S. P. & Shumilin A. P. (2007), *Skorostno-silovaya podgotovka v sportivnykh edinoborstvakh* [Speed-strength preparation in combat sports], Institut estestvennykh i gumanitarnykh nauk SFU, Krasnoyarsk, 153 p. (in Russ.)

12. Kholodov, Zh. K. & Kuznetsov, B. C. (2000), *Teoriya i metodika fizicheskogo vospitaniya i sporta* [Theory and methods of physical education and sport], Izdatelskiy tsentr «Akademiya», Moscow, 480 p. (in Russ.)

13. Kholodova, G. B., Mikhheeva, T. M. & Ziambetov, V. Yu. (2016), "Self-intensity physical activity on the basis of pulsometry in the process of exercise", *Vestnik orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*, No 2(190), pp. 72-77. (in Russ.)

14. Huihuri, H. V., Perkićmdki, J. S., Maestri, R. & Pinna, G. D. (2009), Clinical impact of evaluation of cardiovascular control by novel methods of heart rate dynamics, *Philos. Transact. a Math. Phys. Eng. Sci*, Vol. 367, P. 1223-1238.

15. Pelliccia, A. Di., Paolo, F. M. & Maron, B. J. (2002), The athlete's heart: remodeling, electrocardiogram and preparticipation Screening, *Cardiol. Rev.*, Vol. 10, No 2, P. 8-90.

Received: 29.10.2016.

Published: 31.12.2016.

**Ровний Анатолій Степанович:** д. фіз. вих., професор; Харківська державна академія фізичної культури: вул. Клочківська 99, Харків, 61058, Україна.

**Ровный Анатолий Степанович:** д. физ. восп., профессор; Харьковская государственная академия физической культуры: ул. Клочковская 99, г. Харьков, 61058, Украина.

**Anatoliy Rovnyi:** Doctor of Science (Physical Education and Sport), Professor; Kharkiv State Academy of Physical Culture: Klochkovska str. 99, Kharkiv, 61058, Ukraine.

**ORCID.ORG/0000-0003-0308-2534**

**E-mail: tolik.rovnyy@mail.ru**

**Романенко Вячеслав Валерійович:** к. фіз. вих.; Харківська державна академія фізичної культури: вул. Клочківська 99, м. Харків, 61058, Україна.

**Ромненко Вячеслав Валерьевич:** к. физ. восп.; Харьковская государственная академия физической культуры: ул. Клочковская 99, г. Харьков, 61058, Украина.

**Vyacheslav Romanenko:** PhD (Physical Education and Sport); Kharkov State Academy of Physical Culture: Klochkovska Street 99, Kharkov, 61058, Ukraine.

**ORCID.ORG/0000-0002-3878-0861**

**E-mail: slavaromash@gmail.com**

**Пятисоцька Світлана Сергіївна:** к. фіз. вих.; Харківська державна академія фізичної культури: вул. Клочківська 99, м. Харків, 61058, Україна.

**Пятисоцкая Светлана Сергеевна:** к. физ. восп.; Харьковская государственная академия физической культуры: ул. Клочковская 99, г. Харьков, 61058, Украина.

**Svitlana Pyatisotska:** PhD (Physical Education and Sport); Kharkov State Academy of Physical Culture: Klochkovska Street 99, Kharkov, 61058, Ukraine.

**ORCID.ORG/0000-0002-2246-1444**

**E-mail: skharchenko@rambler.ru**

#### Бібліографічний опис статті:

Ровный А. Методика контроля и анализа изменений частоты сердечных сокращений единоборцев под воздействием физических нагрузок с использованием компьютерного приложения / Анатолий Ровный, Вячеслав Романенко, Светлана Пятисоцкая // Слобожанський науково-спортивний вісник. – Харків : ХДАФК, 2016. – № 6(56). – С. 95–99. – doi: 10.15391/sns.v.2016-6.016