

Оценка биомеханических характеристик в ударных видах единоборств с помощью мобильного компьютерного приложения

Романенко В.В.¹, Веретельникова Н.А.²

Харьковская государственная академия физической культуры¹

Харьковская государственная академия культуры²

Аннотация. *Цель:* выполнить апробацию компьютерной программы для определения биомеханических характеристик в ударных видах единоборств. Объективная оценка выполнения технических приёмов в единоборствах имеет большое значение, как для новичков, так и для квалифицированных спортсменов. Наиболее перспективный путь совершенствования системы управления спортивной деятельностью – внедрение в тренировочный процесс информационных технологий, реализующих его целесмысловую программу и служащих тренеру инструментом получения информации. По мнению ряда специалистов, в области единоборств, первоочередной задачей следует признать биомеханический анализ профилирующих движений спортсменов с помощью новейших бесконтактных методик. Разработка специализированных компьютерных программ для определения биомеханических характеристик может стать именно тем инструментом, который позволит решить две основные задачи спортивной тренировки в единоборствах: исследования движений и обучения им. **Материалы и методы.** Проведена апробация компьютерной программы для определения биомеханических характеристик в ударных видах единоборств. В исследовании были использованы следующие методы: теоретический анализ научно-методической литературы, инструментальный метод, методы математической статистики. **Результаты:** Полученные в ходе исследования результаты позволили определить различия между выполненным видеокомпьютерным анализом и модельными значениями. Получена объективная оценка работы компьютерной программы для определения биомеханических характеристик в ударных видах единоборств. Определены основные направления по улучшению работы компьютерной программы. **Выводы:** в результате теоретического анализа научно-методической литературы выяснилось, что определение биомеханических характеристик с использованием инструментальных методов вызывает огромный интерес с точки зрения оценки уровня технического мастерства в единоборствах. Сравнительный анализ результатов исследования показал наличие незначительных различий между полученными значениями и модельными (для 2-х мерных моделей 2,8 %; для 3-х мерных моделей 4,1 %), что может быть основанием рекомендовать данную компьютерную программу для определения биомеханических характеристик техники в ударных видах единоборств.

Ключевые слова: биомеханические характеристики, единоборства, модель, техника, контрольные точки, алгоритм, компьютерная программа.

Введение. Объективная оценка выполнения технических приёмов в единоборствах имеет большое значение, как для новичков, так и для квалифицированных спортсменов (Алексеев, 2010; Гавердовский, 2007; Платонов, 2015).

Наиболее перспективный путь совершенствования системы управления спортивной деятельностью – внедрение в

тренировочный процесс информационных технологий, реализующих его целесмысловую программу и служащих тренеру инструментом получения информации (Ашанин, 2015; Кашкаров, 2009; Романенко, & Веретельникова, 2017).

По мнению ряда специалистов по борьбе (Шулика, 2006; Лапутин, 2005), первоочередной задачей следует признать

биомеханический анализ профилирующих движений спортсменов с помощью новейших бесконтактных методик.

Разработка специализированных компьютерных программ для определения биомеханических характеристик может стать именно тем инструментом, который позволит решить две основные задачи спортивной тренировки в единоборствах: исследования движений и обучения им (Романенко, Голоха, & Веретельникова, 2018).

Связь работы с научными программами, планами и темами. Исследование проводилось в соответствии с темой научно-исследовательской работы Харьковской государственной академии физической культуры «Психо-сенсорная регуляция двигательной деятельности спортсменов ситуационных видов спорта» (номер государственной регистрации 0116U008943), в плане которой есть разработка модельных характеристик технической подготовленности спортсменов ситуационных видов спорта в соответствии с их спортивной квалификацией.

Цель исследования: выполнить апробацию компьютерной программы для определения биомеханических характеристик в ударных видах единоборств. Для достижения цели данного исследования были сформулированы следующие задачи:

1. Выполнить теоретический анализ научно-методической литературы, связанной с проблемой определения биомеханических характеристик в единоборствах.

2. Выполнить изменения в компьютерной программе «Biomechanics», с учётом выявленных замечаний.

3. Провести апробацию новой версии компьютерной программы для определения биомеханических характеристик в единоборствах.

Материал и методы исследования. На основании апробации компьютерного приложения «Biomechanics» (Романенко, &

Веретельникова, 2017) подтверждена концепция создания удобного, простого и информативного инструментального средства для получения биомеханических характеристик.

На ряду с положительными сторонами работы приложения, к которым можно отнести оценку временных интервалов и построение 2-х мерных биомеханических моделей, были выявлены и некоторые замечания. Возникли вопросы к самой процедуре получения биомеханических характеристик. Основная идея определения этих характеристик заключалась в построении 3-х мерной биомеханической модели из значений полученных при построении 2-х мерной биомеханической модели.

Видеокомпьютерный анализ выполнения различных технических приёмов, при апробации компьютерной программы «Biomechanics» показал, что основные проблемы возникли при построении 3-мерных моделей, где смещение контрольных точки осуществляется по трём осям координат (рис 1). Когда контрольные точки начинали смещаться по оси Z, их расположение в пространстве (предыдущая версия компьютерной программы «Biomechanics») определялось относительно исходных значений расстояний между маркерами. Программа сравнивала длину эталона с полученной и предлагала дополнить информацию о смещении контрольной точки относительно камеры, ближе «-» или дальше «+». Затем программа осуществляла необходимые расчёты для определения положения точки в пространстве.

Для построения простых 3-х мерных моделей, с небольшим количеством контрольных точек, данный подход был полностью оправдан, но к сожалению при большом количестве контрольных точек неточность измерений возрастала. Это послужило причиной пересмотра процедуры построения 3-х мерных биомеханических моделей.

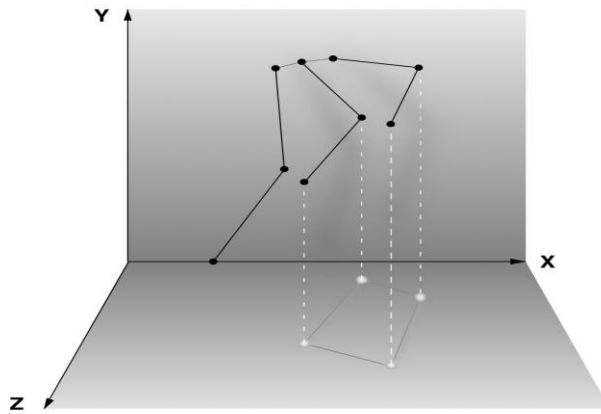


Рис. 1. Смещение контрольных точек по осям X, Y.

Анализ результатов полученных при определении биомеханических характеристик в исследованиях (Романенко, 2007; Ровный & Романенко & Пашков, 2013), показал, что подход, когда видеосъёмка осуществляется с нескольких сторон позволяет построить более точные

биомеханические модели. В связи с этим алгоритм работы компьютерного приложения был переделан под возможность анализа видео, снятых с бокового и с фронтального положения (рис. 2).

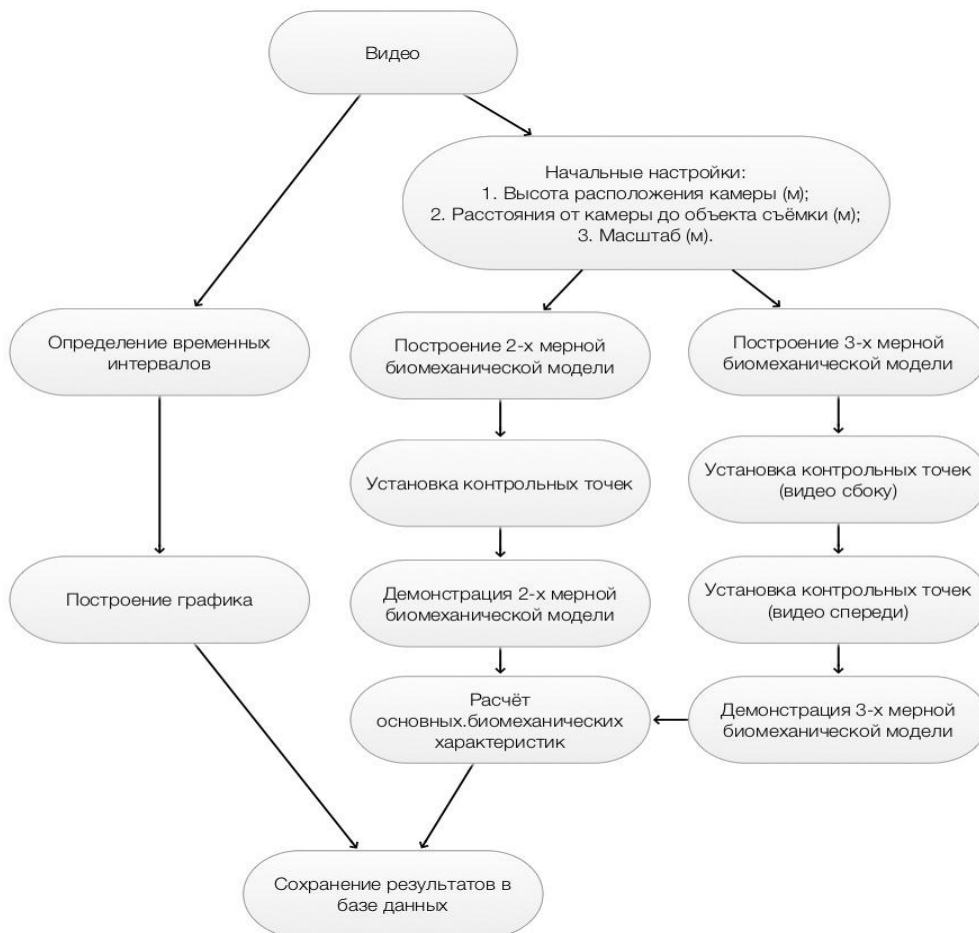


Рис. 2. Алгоритм работы новой версии компьютерной программы

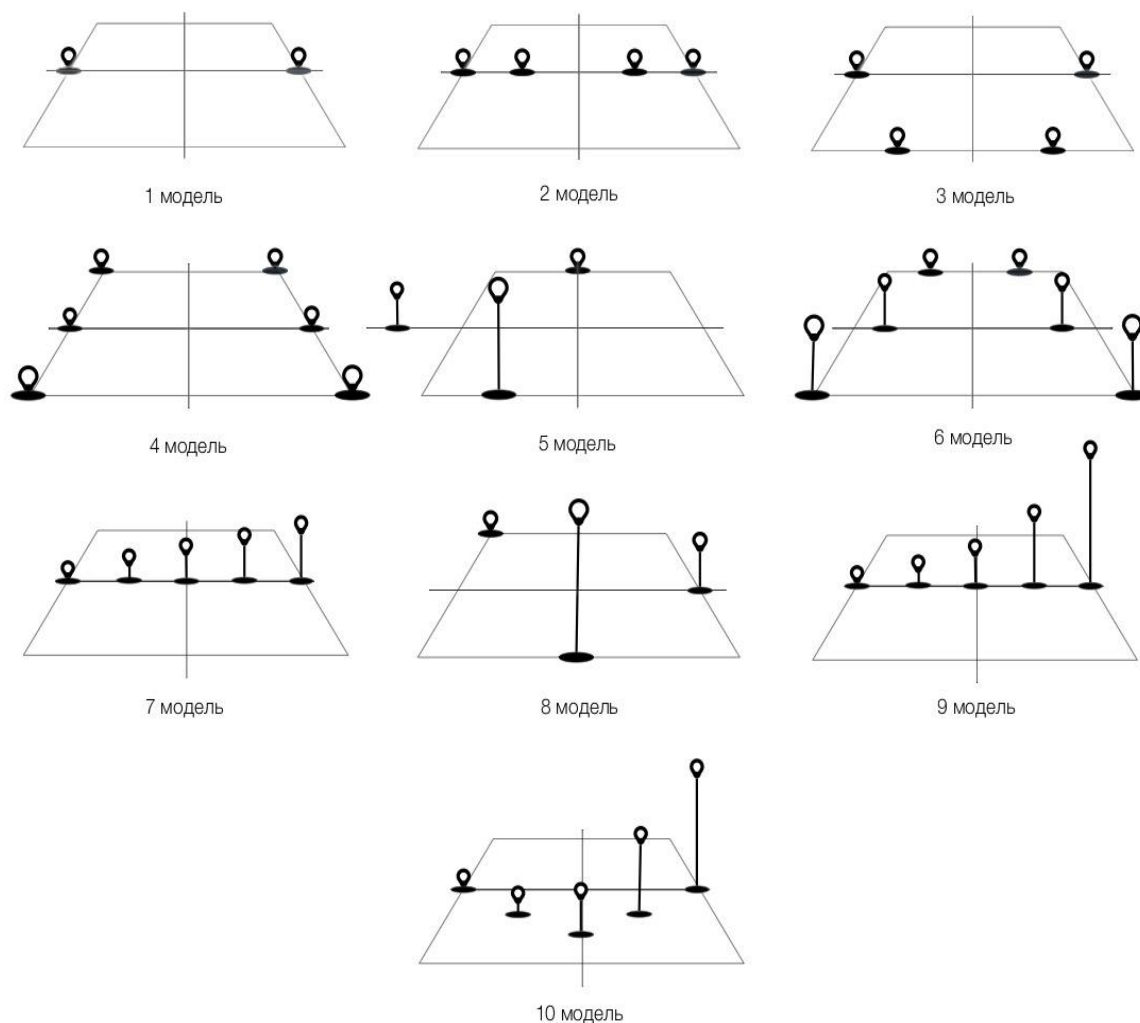


Рис. 3. Модели тестовых заданий

Для апробации работы новой компьютерной программы было предложено 10 тестовых моделей (рис. 3).

Размер площадки, на которой располагались модели был выбран на основании исследований (Романенко, 2007) и составил 2м x 2м.

Видеокomпьютерный анализ производился с использованием планшетного компьютера iPad Pro. Камера планшета позволяет вести съёмку с частотой 240 кадр/с в качестве 720 p, имеет фокусное расстояние 29 мм и размер диафрагмы f2.2. Планшет находился на высоте 1 м от поверхности пола и на расстоянии 3 м от центра модели, что дало возможность получить качественное изображение и установить контрольные точки.

Контрольные маркеры в тестовых моделях располагались на определённом расстоянии друг от друга и на различных расстояниях от камеры. Для получения объективных значений измерений каждое тестовое задание было выполнено в пяти попытках. После выполнения тестовых заданий были построены 2-х мерные и 3-х мерные модели расположения тестовых маркеров и определены значения расстояния между ними.

Сравнительный анализ модельных и полученных значений позволил определить различия и дать объективную оценку работы компьютерной программы (табл. 1, 2).

Так, при построении 2-х мерных моделей отличия составили 0,02 м (2,8 %) при среднем значении расстояния между

маркерами 0,71 м (рис. 4).

При построении 3-х мерных моделей отличия составили 0,052 м (4,1 %) при среднем значении расстояния между маркерами 1,27 м (рис. 5).

Как видно из представленных значений, отличия есть, но они не значительные и данную методику можно использовать при определении биомеханических характеристик в единоборствах.

Таблица 1

Результаты сравнительного анализа построенных 2-х мерных моделей

№ модели	Модельное расстояние (м)	Попытки (n=5)		Отличия от модели		
		\bar{x} (м)	m	Расстояние (м)	Б (м)	V (%)
1	2,00	2,037	0,005	0,037	0,010	0,5
2	0,5	0,502	0,006	0,002	0,012	2,3
	1	1,031	0,014	0,031	0,028	2,7
	0,5	0,516	0,005	0,016	0,010	2,0
7	0,518	0,004	0,002	0,009	1,7	0,518
	0,515	0,003	0,005	0,006	1,2	0,515
	0,536	0,003	0,016	0,006	1,0	0,536
	0,539	0,003	0,019	0,005	1,0	0,539
9	0,495	0,002	0,015	0,004	0,8	0,495
	0,496	0,002	0,024	0,003	0,6	0,496
	0,622	0,003	0,008	0,005	0,8	0,622
	0,674	0,002	0,024	0,003	0,5	0,674

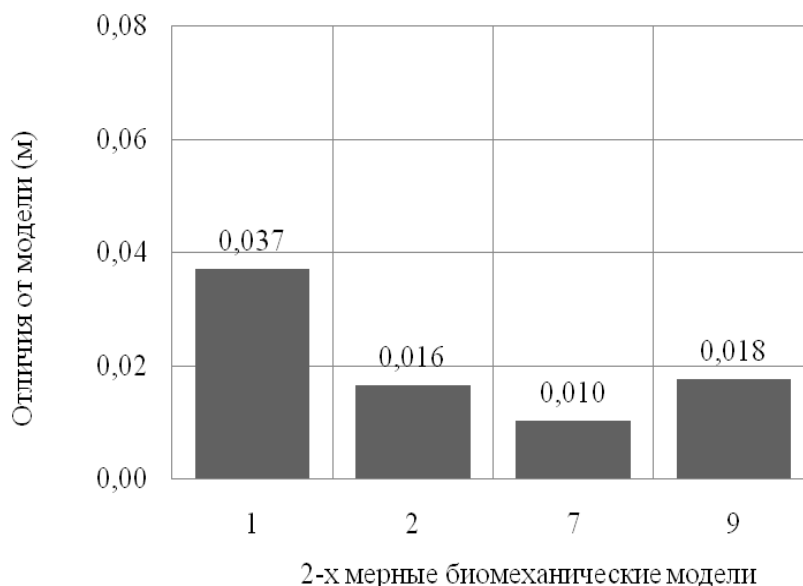


Рис. 4. Отличия значений видеокomпьютерного анализа от модельных значений (2-х мерные биомеханические модели)

Причинами выявленных погрешностей могут быть особенности работы с ёмкостным экраном компьютерного планшета, так как взаимодействие с ним осуществляется с

помощью определенных жестов, выполняемых руками, что иногда приводит к смещению контрольной точки относительно маркера.

Таблица 2

Результаты сравнительного анализа построенных 3-х мерных моделей

№ модели	Модельное расстояние (м)	Попытки (n=5)		Отличия от модели		
		\bar{x} (м)	m	Расстояние (м)	б (м)	V (%)
3	1,12	1,086	0,005	0,034	0,009	0,8
	1,00	0,985	0,004	0,015	0,008	0,8
	1,12	1,075	0,008	0,045	0,015	1,4
4	1,00	1,070	0,008	0,070	0,015	1,4
	1,00	1,098	0,006	0,098	0,012	1,1
	2,00	1,989	0,010	0,011	0,020	1,0
	1,00	1,050	0,010	0,050	0,019	1,8
	1,00	1,064	0,002	0,064	0,004	0,4
5	1,63	1,592	0,011	0,038	0,021	1,3
	2,22	2,252	0,006	0,032	0,011	0,5
6	1,08	1,174	0,005	0,094	0,011	0,9
	1,08	1,170	0,014	0,090	0,027	2,3
	2,00	1,974	0,024	0,026	0,048	2,4
	1,08	1,146	0,015	0,066	0,030	2,6
	1,08	1,170	0,007	0,090	0,013	1,1
8	2,38	2,376	0,004	0,004	0,009	0,4
	1,51	1,418	0,012	0,092	0,025	1,8
10	0,63	0,610	0,003	0,020	0,005	0,8
	0,66	0,648	0,002	0,012	0,004	0,6
	0,73	0,842	0,003	0,112	0,007	0,8
	0,76	0,869	0,004	0,109	0,008	0,9

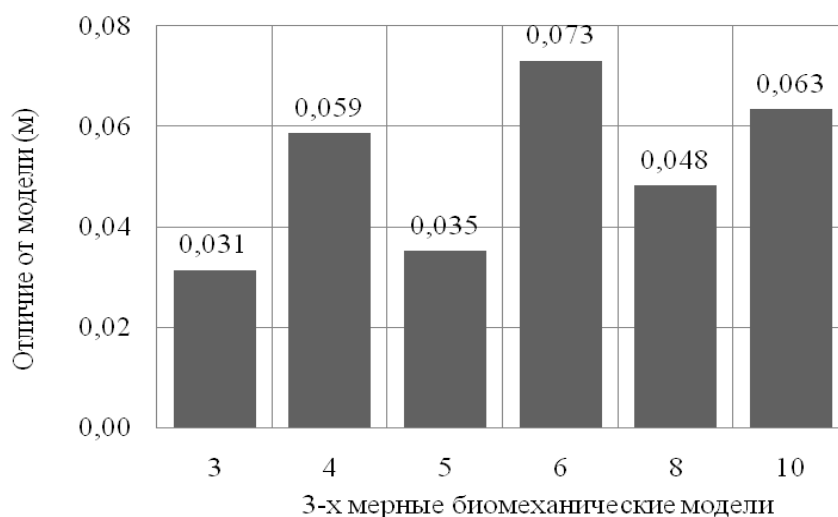


Рис. 5. Отличия значений видеоконピューтерного анализа от модельных значений (3-х мерные биомеханические модели)

Выводы.

1. В результате теоретического анализа научно-методической литературы выяснилось, что определение биомеханических характеристик с использованием инструментальных методов вызывает огромный интерес с точки зрения оценки уровня технического мастерства в единоборствах.

2. Сравнительный анализ результатов исследования показал наличие незначительных различий между полученными значениями и модельными (для 2-х мерных моделей 2,8 %; для 3-х мерных моделей 4,1 %), что может быть основанием рекомендовать данную компьютерную программу для определения биомеханических

характеристик техники в ударных видах единоборств.

Перспективы дальнейших исследований в данном направлении.

Построение биомеханических моделей единоборцев различной квалификации, улучшение работы алгоритма расчетов положения контрольных точек в пространстве, исправление программных ошибок.

Конфликт интересов. Авторы утверждают, что не существует никакого конфликта интересов.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеев, А. Ф. (2010). «Моделирование тренировочных заданий в единоборствах». *Физическое воспитание студентов: Научный журнал*, 3-7.
- Ашанин, В. С. (2015). «Использование компьютерных технологий для оценки сенсомоторных реакций в единоборствах». *Слобожанський науково-спортивний вісник*, 15-18.
- Гавурдовский, Ю. К. (2007). *Обучение спортивным движениям. Биомеханика. Методология. Дидактика*. Физкультура и спорт, Москва.
- Платонов, В. Н. (2015). *Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте*. Общая теория и ее практические приложения : учебник [для тренеров] : 2 кн. Олимп. лит., Киев.
- Кашкаров, В. А. (2009). «К вопросу о тренировке и диагностике координационных способностей юных тхэквондистов». *Культура физическая и здоровье*, № 4, 49- 50.
- Лапутін А. М. (2005). *Біомеханіка спорту*. Олімпійська література, Київ.
- Романенко, В. В. (2007). «Построение биомеханических моделей основных технических приёмов выполняемых ногами для таэквондистов-новичков». *Слобожанський науково-спортивний вісник*, 281-285.
- Романенко, В. В., & Веретельникова, Н. А. (2017). «Биомеханический анализ техники в единоборствах». *Единоборства № 4*, 74-78.
- Романенко, В. В., Голоха, В. Л., & Веретельникова, Н. А. (2018). «Оценка и анализ подготовленности квалифицированных тхэквондистов». *Единоборства, № 1*, 58-69.
- Ровний, А. С. Романенко, В. В., & Пашков, И. Н. (2013). *Управление подготовкой тхэквондистов. Монография*. Харьков.
- Шулика, Ю. А. (2006). *Дзюдо. Система и борьба: учебник для СДЮШОР, спортивных факультетов педагогических институтов, техникумов физической культуры и училищ олимпийского резерва*. Феникс, Ростов на Дону.
- Шулика, Ю. А. (2006). *Тхэквондо. Теория и методика. Том 1. Спортивное единоборство: учебник для СДЮШОР, спортивных факультетов педагогических институтов, техникумов физической культуры и училищ олимпийского резерва*. Феникс, Ростов на Дону.
- Zatsiorsky, V. (2000). «Biomechanics in Sport: Performance Enhancement and Injury Prevention», *IOC Medical Commission ; International Federation of Sports Medicine*, 667.

Стаття надійшла до редакції: 10.01.2019 р.

Опубліковано: 07.02.2019 р.

Анотація. Романенко В. В., Веретельникова Н. А. **Оцінка біомеханічних характеристик в ударних видах одноборств за допомогою мобільного комп'ютерного додатку.** **Мета:** виконати апробацію комп'ютерної програми для визначення біомеханічних характеристик в ударних видах одноборств. Об'єктивна оцінка виконання технічних прийомів в одноборствах має велике значення, як для новачків, так і для кваліфікованих спортсменів. Найбільш перспективний напрямок вдосконалення системи керування спортивною діяльністю це впровадження у тренувальний процес інформаційних технологій, які виконують його смислової програму та діють як інструменти отримання інформації. На думку ряду фахівців в області одноборств, першочерговим завданням є біомеханічний аналіз спеціальних рухів одноборців за допомогою новітніх безконтактних методик. Розробка спеціалізованих комп'ютерних програм для визначення біомеханічних характеристик може стати саме тим інструментом, який дозволить вирішити два основних завдання спортивного тренування в одноборства: дослідження рухів та навчання їм. **Матеріали та методи.** В цьому дослідженні проведена апробація комп'ютерної програми для визначення біомеханічних характеристик в ударних видах одноборств. У дослідженні були використані наступні методи: теоретичний аналіз науково-методичної літератури, інструментальний метод, методи математичної статистики. **Результати:** Отримані в ході дослідження результати дозволили визначити відмінності між виконаним відеокомп'ютерним аналізом та модельними значеннями. Отримана об'єктивна оцінка роботи комп'ютерної програми визначення біомеханічних характеристик в ударних видах одноборств. Визначені основні напрямки покращення роботи комп'ютерної програми. **Висновки:** В результаті теоретичного аналізу науково-методичної літератури було виявлено, що визначення біомеханічних характеристик з використанням інструментального методу має велике значення з точки зору оцінки рівня технічної майстерності в одноборствах. Порівняльний аналіз результатів дослідження показав наявність незначних відмінностей між отриманими значеннями та модельними (для 2-х мірних моделей 2,8 %; для 3-х мірних моделей 4,1 %), що може бути основою рекомендувати дану комп'ютерну програму для визначення біомеханічних характеристик в ударних видах одноборств.

Ключові слова: біомеханічні характеристики, одноборства, модель, техніка, контрольні точки, алгоритм, комп'ютерна програма.

Abstract. Romanenko V., Veretelnikova N. **Assessment of biomechanics characteristics in single combats by means of the mobile app.** **Purpose:** to execute approbation of the computer program for definition of biomechanics characteristics in single combats. **Materials and methods.** Objective assessment of performance of techniques in single combats is of great importance, both for beginners, and for the qualified athletes. The perspective way it improvement of a control system of sports activity with the introduction in training process of information technologies which necessary for information. The main task of according to a number of experts in the field of single combats are biomechanics analysis of movements of athletes by means of the contactless techniques. Development of computer programs for definition of biomechanics characteristics can become an instrument which will allow to solve two main objectives of a sports training in single combats: researches of movements and training in it. In a research the following methods were used: theoretical analysis of scientific and methodical literature, tool method, methods of mathematical statistics. Approval of the computer program for determination of features of biomechanics in duels is executed. **Results.** The received results allowed to define differences between the made computer analysis and model values. Objective evaluation of the work of the computer program for definition of biomechanics characteristics in single combats is received. The

main directions are determined by improvement of work of the computer program. **Conclusions.** As a result of the theoretical analysis of scientific and methodical literature it became clear that definition of biomechanics characteristics with use of tool methods attracts huge interest for assessment of level of technical skill in single combats. The comparative analysis of results of a research showed existence of insignificant differences between the received values and model (for 2-dimensional models of 2,8 %; for 3-dimensional models 4,1 %), it can be the basis to recommend this computer program for determination of biomechanics in single combats.

Keywords: biomechanics characteristics, single combats, model, technology, control points, algorithm, computer program.

References

- Alekseev, A. F. (2010). «Modelirovanie trenirovochnyh zadaniy v edinoborstvah». *Fizicheskoe vospitanie studentov: Nauchnyj zhurnal*, 3-7.
- Ashanin, V. S. (2015). «Ispol'zovanie komp'yuternyh tehnologiy dlja ocenki sensomotornyh reakcij v edinoborstvah». *Slobozhans'kij naukovo-sportivnij visnik*, 15-18.
- Gavrdovskij, Ju. K. (2007). *Obuchenie sportivnym dvizhenijam. Biomehanika. Metodologija. Didaktika*. Fizkul'tura i sport, Moskva.
- Platonov, V. N. (2015). *Sistema podgotovki sportsmenov v olimpijskom sporte. Obshhaja te- oriya i ee prakticheskie prilozhenija : uchebnik [dlja trenerov] : 2 kn.* Olimp. lit., Kiev.
- Kashkarov, V. A. (2009). «K voprosu o trenirovke i diagnostike koordinacionnyh sposobnostej junyh thjekvondistov». *Kul'tura fizicheskaja i zdorov'e, № 4*, 49- 50.
- Laputin A. M. (2005). *Biomehanika sportu*. Olimpijs'ka literatura, Kyi'v.
- Romanenko, V. V. (2007). «Postroenie biomehanicheskikh modelej osnovnyh tehniceskikh priyomov vypolnjaemyh nogami dlja tajekvondistov-novichkov». *Slobozhans'kij naukovo-sportivnij visnik*, 281-285.
- Romanenko, V. V., & Veretel'nikova, N. A. (2017). «Biomehanicheskij analiz tehniki v edinoborstvah». *Edinoborstva № 4*, 74-78.
- Romanenko, V. V., Goloha, V. L., & Veretel'nikova, N. A. (2018). «Ocenka i analiz podgotovlennosti kvalificirovannyh thekvondistov». *Edinoborstva, № 1*, 58-69.
- Rovniĭ, A. S. Romanenko, V. V., & Pashkov, I. N. (2013). *Upravlenie podgotovkoĭ thjekvondistov. Monografija*. Har'kov.
- Shulika, Ju. A. (2006). *Dzjudo. Sistema i bor'ba: uchebnik dlja SDJuShOR, sportivnyh fakul'tetov pedagogicheskikh institutov, tehnikumov fizicheskoy kul'tury i uchilishh olimpijskogo rezerva*. Feniks, Rostov na Donu.
- Shulika, Ju. A. (2006). *Thjekvondo. Teorija i metodika. Tom 1. Sportivnoe edinoborstvo: uchebnik dlja SDJuShOR, sportivnyh fakul'tetov pedagogicheskikh institutov, tehnikumov fizicheskoy kul'tury i uchilishh olimpijskogo rezerva*. Feniks, Rostov na Donu.
- Zatsiorsky, V. (2000). «Biomechanics in Sport: Performance Enhancement and Injury Prevention», *IOC Medical Commission ; International Federation of Sports Medicine*, 667.

Информация про авторов:

Романенко Вячеслав Валерьевич: кандидат наук по физическому воспитанию и спорту, доцент кафедры единоборств; Харьковская государственная академия физической культуры: ул. Клочковская, 99, Харьковская обл., 61000, Харьков, Украина.

Романенко В'ячеслав Валерійович: кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент кафедри единоборств; Харківська Державна академія фізичної культури: вул. Клочківська, 99, Харківська обл., 61000, Харків, Україна.

Vyacheslav Romanenko: Candidate of Science in Physical Education and Sports, Associate Professor of Martial Arts; Kharkov State Academy of Physical Culture: st. Klochkovskaya, 99, Kharkiv region, 61000, Kharkov, Ukraine

<http://orcid.org/0000-0002-3878-0861>

E-mail: slavaromash@gmail.com.

Веретельникова Наталья Анатольевна: старший преподаватель кафедры физической культуры и здоровья; Харьковская государственная академия культуры: ул. Бурсацкий спуск 4, г. Харьков, 61003, Украина.

Веретельникова Наталія Анатоліївна: старший викладач кафедри фізичної культури і здоров'я; Харківська державна академія культури: вул. Бурсацький узвіз 4, м. Харків, 61003, Україна.

Nataliy Veretelnikova: senior lecturer of the department of physical culture and health; Kharkiv State Academy of Culture: Bursatski Uzviz Street, 4, Kharkiv, 61057, Ukraine.

<http://orcid.org/0000-0001-7748-3942>

E-mail: natavereta@gmail.com