

Научная статья

УДК 796+004

DOI: 10.15293/1812-9463.2304.06

Инновационные подходы в организации занятий физической культурой с применением компьютерных технологий

Шрайнер Борис Александрович

*Новосибирский государственный педагогический университет,
г. Новосибирск, Россия*

Жомин Константин Михайлович

*Новосибирский государственный педагогический университет,
г. Новосибирск, Россия*

Аннотация. В статье рассматриваются перспективы использования технологий компьютерного зрения в процессе физического воспитания школьников. Анализируются современные методы распознавания образов, детектирования и отслеживания объектов, которые могут применяться для автоматизированного контроля за выполнением физических упражнений. Особое внимание уделяется возможностям библиотеки MediaPipe, позволяющей в режиме реального времени отслеживать положение и перемещение частей тела человека. Рассмотрены конкретные алгоритмы и программные решения на основе MediaPipe, OpenCV, TensorFlow, Keras, позволяющие анализировать правильность выполнения движений, оценивать физическую нагрузку, распознавать ошибки. Показана возможность использования нейросетевых алгоритмов для оценки осанки и построения оптимальной траектории движений. Разработана и апробирована программа «CV-Тренер» для автоматизированной оценки конституциональных особенностей (типа телосложения), определения пропорций тела, вычисления углов и длин сегментов тела, что позволяет количественно оценить амплитуду и траекторию движения двигательного действия на видео. Обсуждаются перспективы интеграции технологий компьютерного зрения в образовательный процесс для повышения эффективности и индивидуализации физического воспитания школьников.

Ключевые слова: компьютерные технологии, компьютерное зрение, компьютерная программа, физическая культура, физические упражнения, автоматизация, обучающиеся.

Для цитирования: Шрайнер Б. А., Жомин К. М. Инновационные подходы в организации занятий физической культурой с применением компьютерных технологий // Вестник педагогических инноваций. 2023. № 4 (72). С. 77–85. DOI: <https://doi.org/10.15293/1812-9463.2304.06>

Финансирование. Выполнено в рамках проекта «Исследование и разработка методики занятий по оздоровительной физической культуре», который реализуется при финансовой поддержке Министерства просвещения РФ в рамках государственного задания № 073-03-2023-027 от 27.01.2023 г.



Innovative Approaches in Organizing Physical Education Classes Using Computer Technologies

Boris A. Shriner

Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia

Konstantin M. Zhomin

Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia

Abstract. The article examines the prospects for using computer vision technologies in the process of physical education of schoolchildren. Modern methods of pattern recognition, detection and tracking of objects are analyzed, which can be used for automated control over the performance of physical exercises. Particular attention is paid to the capabilities of the MediaPipe library, which allows you to track the position and movement of human body parts in real time. We considered specific algorithms and software solutions based on MediaPipe, OpenCV, TensorFlow, Keras, which allow you to analyze the correctness of movement, assess physical activity, and recognize errors. The possibility of using neural network algorithms to assess posture and build an optimal trajectory of movements is shown. The CV-Trainer program was developed and tested for automated assessment of constitutional features (body type), determination of body proportions, calculation of angles and lengths of body segments, which allows you to quantify the amplitude and trajectory of motion of motor action on video. The prospects of integrating computer vision technologies into the educational process to increase the efficiency and individualization of physical education of schoolchildren are discussed.

Keywords: computer technology, computer vision, computer program, physical education, physical exercise, automation, schoolchildren.

For Citation: Shriner B. A., Zhomin K. M. Innovative Approaches in Organizing Physical Education Classes Using Computer Technologies. *Journal of Pedagogical Innovations*, 2023, no. 4 (72), pp. 77–85. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.15293/1812-9463.2304.06>

Funding. The study was carried out within the framework of the project “Research and development of methods for classes on recreational physical education”, which is being implemented with the financial support of the Ministry of Education of the Russian Federation within the framework of state task no. 073-03-2023-027 of 27.01.2023.

Актуальность. В современном мире здоровый образ жизни становится все более популярным как среди взрослого населения, так и среди подрастающего поколения. Известно, что основным компонентом формирования здорового образа жизни являются занятия физической культурой. Приобщение детей к занятиям оздоровительной физической культурой начинается еще в дошкольных образовательных учреждениях. Од-

нако осознание и понимание важности здорового образа жизни приходит только в школьном возрасте, где основным средством формирования здоровьесберегающих технологий выступает урок физической культуры.

На уроках физической культуры обучающиеся не только получают знания о различных видах спорта, но и формируют навыки, осваивая технику выполнения физических упражнений, что



должно способствовать эффективному и рациональному применению данного средства физического воспитания. Вместе с тем существует множество проблем в организации образовательной деятельности по физическому воспитанию школьников. Педагогу сложно одновременно контролировать выполнение упражнений всеми учениками и своевременно замечать и исправлять ошибки. Кроме того, усредненное дозирование нагрузки на уроках физической культуры не учитывает индивидуальные особенности и возможности каждого ребенка.

Применение технологий компьютерного зрения открывает новые возможности для повышения эффективности физического воспитания в образовательных организациях. Использование алгоритмов распознавания поз и движений человека позволяет автоматизировать процесс контроля за выполнением упражнений и своевременно находить и устранять ошибки в технике двигательного действия. Анализ видеопотока дает информацию для объективной оценки физической нагрузки и предотвращения травматизма. Кроме того, появляется возможность разработки персонализированных тренировочных программ, учитывающих индивидуальные особенности каждого ребенка. Все это делает применение технологий компьютерного зрения в физическом воспитании актуальной задачей, направленной на повышение качества образования.

В настоящее время вопросам применения технологий компьютерного зрения в сфере физической культуры и спорта посвящено ограниченное число работ. В части источников рассматривается использование технологий компьютерного зрения для конкретных видов спорта и упражнений. Так, проведено исследование, направленное на анализ техники бросков в баскетболе, автома-

тическое распознавание различных фаз данного технического элемента и оценку правильности его выполнения [15]. Анализ выполнения двигательных действий гимнастов на основе видеоданных позволяет выявить ошибки и опасные движения [7]. Использование технологий компьютерного зрения в интеллектуальных спортивных тренажерах способствует осуществлению контроля правильности выполнения упражнений и построению системы мониторинга физической активности [2; 3; 8].

Другая часть источников охватывает различные аспекты анализа и распознавания движений человека. Так, рассматривается применение нейронных сетей и методов компьютерного зрения для контроля правильности выполнения спортивных упражнений и коррекции осанки занимающихся [1; 5; 6; 16], описываются подходы к анализу движений ног и походки человека на основе видеоданных [9; 10; 11].

Несмотря на наличие работ, посвященных отдельным аспектам применения технологий компьютерного зрения, стоит отметить, что в основном приведенные исследования затрагивают сферы профессионального спорта, где точность выполнения двигательного действия напрямую способствует высокому спортивному результату, либо фитнеса, где современные технологии позволяют привлечь более широкий контингент занимающихся [4; 12; 13; 14]. При этом следует отметить недостаточную изученность возможностей комплексного использования методов анализа видео, распознавания образов и отслеживания движений для решения задач автоматизации и оптимизации учебного процесса в рамках урока физической культуры. В частности, требуют дополнительных исследований вопросы применения нейронных сетей и технологий глубокого обучения для оценки техники выполне-



ния упражнений, выявления характерных ошибок, контроля физической нагрузки и предотвращения травматизма.

Таким образом, тема применения технологий компьютерного зрения в физическом воспитании является актуальным и перспективным направлением исследований на стыке информатики, физической культуры, педагогики, биомеханики и морфологии.

Для анализа движений человека одним из ключевых этапов является распознавание его положения и позы на изображении или в видеопотоке. Для этого могут использоваться различные подходы.

Простейшие алгоритмы основаны на поиске на изображении контуров и характерных точек интереса, соответствующих голове, конечностям и другим частям тела. Однако такие методы чувствительны к условиям освещения, качеству видео и ракурсу камеры. Некоторые из простейших подходов основаны на вычислении оптического потока – векторного представления направления и скорости движения точек на видео. При этом стоит отметить, что данные методы недостаточно устойчивы.

Более надежные результаты дает применение алгоритмов глубокого обучения. Популярны подходы на основе двухэтапных convolutional pose machines (CPM), использующих свёрточные нейронные сети. На первом этапе выполняется обнаружение человека на изображении, на втором – определение координат ключевых точек скелета.

Альтернативой служат одноэтапные архитектуры, например OpenPose, автоматически выполняющие обнаружение и распознавание позы за один проход. Подобные алгоритмы демонстрируют высокую точность, но требуют значительных вычислительных ресурсов.

Еще одним из надежных вариантов служит использование алгоритмов на

основе рекуррентных нейронных сетей, позволяющих анализировать последовательности изображений и учитывать временные зависимости. Примером может служить архитектура Long-term Recurrent Convolutional Networks (LRCN), сочетающая свёрточные и рекуррентные сети.

Таким образом, применение современных алгоритмов компьютерного зрения позволяет эффективно решать задачи отслеживания движений и распознавания динамических жестов, что имеет большой потенциал их использования для автоматизации анализа выполнения двигательного действия.

Стоит отметить, что одним из наиболее перспективных инструментов для практического применения технологий компьютерного зрения с целью анализа движений является открытая библиотека MediaPipe, которая предоставляет готовые решения для распознавания лиц, определения позы, отслеживания рук и пальцев. Библиотека оптимизирована для работы в режиме реального времени, что позволяет ей обрабатывать видеопоток с камеры или веб-камеры со скоростью до 30 кадров в секунду.

В основе MediaPipe лежат эффективные алгоритмы машинного обучения, в том числе легковесные нейронные сети. Библиотека умеет работать как на персональном компьютере, так и на мобильных устройствах.

Использование MediaPipe открывает широкие возможности для создания приложений для автоматизированного анализа выполнения физических упражнений в режиме реального времени. Это позволит контролировать правильность движений, следить за синхронностью в групповых упражнениях, а также оценивать пространственно-временные характеристики двигательной активности занимающихся.

Цель исследования – разработка компьютерной программы, направленной



ной на использование систем компьютерного зрения для объективного контроля выполненного двигательного акта, оценки его эффективности и минимизации нагрузки на связочный аппарат исследуемого.

Материалы и методы. В рамках исследования была разработана и апробирована программа «CV-Тренер» на языке Python с использованием библиотек OpenCV, MediaPipe и других для автоматизированной оценки выполнения физических упражнений на видео.

Программа позволяет загружать фото или видео человека. При внесении в нее основных антропометрических данных (рост и масса тела) исследуемого можно определить его конституционные особенности (тип телосложения), выявить длину туловища, конечностей и при их соотношении оценить пропорциональность тела. Загрузка видео с выполнением упражнений позволяет детектировать положение частей тела человека на кадрах с помощью алгоритмов компьютерного зрения, рассчитывать углы в суставах, что позволит оценивать правильность выполнения движений.

Обсуждение результатов. Реализован функционал для анализа двигательного действия, проведена апробация данной программы на таких физических упражнениях, как приседания, наклоны, выпады, сгибание-разгибание рук в упоре, подъем туловища из положения лежа. Программа вычисляет углы и длины сегментов тела, что позволяет количественно оценить амплитуду и траекторию движения.

На основе полученных данных рассчитываются показатели нагрузки на ключевые точки. Результаты сохраняются в CSV-файлы для последующей обработки.

Разработанное программное решение демонстрирует потенциал применения технологий компьютерного зрения

для автоматизации контроля и оценки технической подготовленности занимающихся. Полученные данные могут использоваться как вариант оптимизации и рационализации физической нагрузки на занятиях по оздоровительной физической культуре.

Программа «CV-Тренер» реализована на языке Python с использованием библиотек компьютерного зрения OpenCV и MediaPipe.

Основные механики работы следующие.

1. Загрузка исходного видео с выполнением физических упражнений. Видео хранится в папке в определенном формате имени файла, содержащем метаданные о субъекте.

2. Покадровая обработка видеопотока с использованием алгоритмов компьютерного зрения для распознавания скелета человека. Для этого используется функция `posture_identifier` из библиотеки MediaPipe.

3. Получение координат ключевых точек скелета на каждом кадре при помощи функции `position_find`. Формируется список точек с их номерами и координатами x, y .

4. Расчет углов в суставах по координатам соответствующих точек с использованием тригонометрических функций. Для этого применяются функции типа `knee_paint`, `shoulder_paint` и др.

5. Вычисление длин сегментов тела (плеча, предплечья, голени и т. д.) по координатам крайних точек при помощи функции `find_all`.

6. Оценка типа телосложения субъекта по его полу, возрасту, весу и росту с помощью функции `physique_calculation`.

7. Расчет угловых и силовых характеристик движения на основе полученных параметров. Запись результатов в CSV-файлы.

8. Визуализация суставов и отслеживание движений при помощи отрисовки



маркеров и линий на исходном изображении.

9. Экспорт обработанных данных в Excel для анализа и сравнения показателей между упражнениями.

Таким образом, программа позволяет получать объективные количественные показатели выполнения физических упражнений и двигательной активности на основе анализа видео с использованием современных алгоритмов компьютерного зрения.

Рассмотренные в статье технологии компьютерного зрения имеют широкие перспективы практического применения для автоматизации и повышения эффективности процесса физического воспитания. В частности, системы анализа видеопотока и распознавания поз могут использоваться в спортивных залах и на уроках физической культуры для объективной автоматизированной оценки правильности выполнения упражнений и своевременного выявления ошибок. Подобные системы позволят разгрузить тренеров и учителей, дав им возможность уделять больше внимания индивидуальной работе с воспитанниками и учениками.

Другим перспективным направлением является создание «умных» тренажеров, оснащенных модулями компьютерного зрения. Они смогут контролировать правильность выполнения упражнений, вести подсчет повторений, оценивать пространственно-временные характеристики движений.

В дальнейшем представляется целесообразным исследование возможностей применения нейронных сетей и методов глубокого обучения для анализа

индивидуальных особенностей моторики и разработки персонализированных программ тренировок для каждого занимающегося.

Также перспективным направлением является создание мобильных приложений с использованием компьютерного зрения для самостоятельных занятий физкультурой. Они позволят пользователям получать обратную связь и корректировать технику выполнения упражнений без присутствия педагога.

В целом дальнейшее развитие рассмотренных технологий будет способствовать повышению доступности и персонализации процесса физического воспитания, что имеет большое практическое значение.

Выводы. Подводя итоги, можно акцентировать внимание на перспективах применения технологий компьютерного зрения в физическом воспитании школьников. Современные методы распознавания образов, детектирования и отслеживания объектов могут использоваться для автоматизированного контроля над выполнением физических упражнений, в том числе эффективно применять технологии библиотеки MediaPipe, позволяющей в режиме реального времени отслеживать положение и перемещение частей тела человека. Это позволяет анализировать правильность выполнения движений, оценивать нагрузку, распознавать ошибки и многое другое. Также возможна интеграция технологий компьютерного зрения в образовательный процесс для повышения эффективности физического воспитания школьников и его индивидуализации.

Список источников

1. Бойко Г. М., Пурыгина М. Г. Применение искусственного интеллекта и его помощь игрокам и тренерам в спорте // Молодой ученый. – 2021. – № 50 (392). – С. 28–32.
2. Ермаков А. В. Анализ движения в единоборствах с помощью библиотек «компьютерного зрения» OpenCV и фреймворка искусственного интеллекта MediaPipe //



Боевые искусства и спортивные единоборства: наука, практика, воспитание: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Москва, 14 октября 2021 г.) / под общ. ред. Ю. Л. Орлова, Л. Г. Рыжковой. – М.: Изд-во Российского университета спорта «ГЦОЛИФК», 2021. – С. 106–111.

3. *Ермаков А. В., Горецкая Н. Н.* Анализ амплитуды движения во время метания ножа на дистанцию 3 метра с помощью фреймворка искусственного интеллекта // Integration of science and sports practice in combat sports: сборник трудов конференции (Москва, 16 ноября 2021 г.). – М.: Изд-во Российского университета спорта «ГЦОЛИФК», 2021. – С. 167–173.

4. *Ермаков А. В., Мякинченко П. Е.* Прогнозирование с использованием методов математического моделирования в спорте высших достижений на примере зимних видов спорта // Теория и практика физической культуры. – 2021. – № 2. – С. 52–54.

5. *Зинкевич А. В., Залуская Е. Е., Тур А. А.* Применение оценки позы и жестов человека в цифровом двойнике здания // Перспективы науки. – 2023. – № 7 (166). – С. 38–41.

6. *Казначеев Д. Г.* Отслеживание движения рук с помощью компьютерного зрения // Лучшая научно-исследовательская работа 2021: сборник статей XXXII Международного научно-исследовательского конкурса (Пенза, 15 августа 2021 г.) / под общ. ред. Г. Ю. Гуляева. – Пенза: Наука и Просвещение, 2021. – С. 29–32.

7. *Киселев Ю. В., Богомолов И. А., Розалиев В. Л., Баклан В. А.* Анализ подходов, методов и решений для детектирования позы человека. Выбор инструмента для задачи определения эмоционального состояния человека по его позе // Современные наукоемкие технологии. – 2023. – № 6. – С. 41–47. DOI: <https://doi.org/10.17513/snt.39629>

8. *Лапаева А. Г., Табаков С. Е., Ермаков А. В.* Верификация методики измерения V-фактора при выполнении бросков с поворотом в самбо // Вестник спортивной науки. – 2023. – № 3. – С. 82–87.

9. *Медведев А. А., Лантев А. А.* Алгоритм выявления невербальных маркеров поведения человека на видео // Научный результат. Информационные технологии. – 2022. – Т. 7, № 2. – С. 58–64. DOI: <https://doi.org/10.18413/2518-1092-2022-7-2-0-8>

10. *Обухов А. Д., Дедов Д. Л., Суркова Е. О., Коробова И. Л.* Метод трехмерного захвата движений человека на основе компьютерного зрения // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). – 2023. – Т. 23, № 3. – С. 317–328. DOI: <https://doi.org/10.23947/2687-1653-2023-23-3-317-328>

11. *Обухов А. Д., Волков А. А., Вехтева Н. А.* [и др.] Метод формирования цифровой тени процесса перемещения человека на основе объединения систем захвата движений // Информатика и автоматизация. – 2023. – Т. 22, № 1. – С. 168–189. DOI: <https://doi.org/10.15622/ia.22.1.7>

12. *Соловьева А.* Искусственный интеллект – перспективы применения в спортивной индустрии [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.readkong.com/page/iskusstvennyu-intellekt-perspektivy-primeneniya-v-6697786?p=2> (дата обращения: 11.08.2023).

13. *Суркова Е. О., Архинов А. Е., Вехтева Н. А.* Разработка алгоритма захвата движений человека на основе компьютерного зрения // Образование России и актуальные вопросы современной науки: сборник статей VI Всероссийской научно-практической конференции (Пенза, 22–23 мая 2023 г.) / под ред. П. А. Гагаева, Е. П. Белозерцева. – Пенза: Изд-во ПГАУ, 2023. – С. 464–468.

14. *Терехин А. Д., Ильялов О. Р., Степанов А. В.* Система оценивания спортивных упражнений по нейросетевому анализу видеоряда // Прикладная математика и вопросы управления. – 2022. – № 1. – С. 75–86. DOI: <https://doi.org/10.15593/2499-9873/2022.1.04>

15. *Irshad M. T., Nisar M. A., Gouverneur P., Rapp M., Grzegorzec M.* AI Approaches towards Prechtl's Assessment of General Movements: A Systematic Literature Review // Sensors. – 2020. – Vol. 20, Issue 18. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/s20185321>



16. Sers R., Forrester S., Moss E., Ward S., Ma J., Zecca M. Validity of the Perception Neuron Inertial Motion Capture System for Upper Body Motion Analysis // *Measurement*. – 2020. – Vol. 149. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.measurement.2019.107024>

References

1. Boyko G. M., Purygina M. G. Application of artificial intelligence and its assistance to players and coaches in sports. *Young scientist*, 2021, no. 50 (392), pp. 28–32. (In Russian)

2. Ermakov A. V. Analysis of the movement in martial arts using the OpenCV “computer vision” libraries and the MediaPipe artificial intelligence framework. *Martial arts and combat sports: science, practice, education: materials of the VI All-Russian scientific and practical conference with international participation (Moscow, October 14, 2021)* / edited by Yu. L. Orlova, L. G. Ryzhkova. Moscow: Publishing house of the Russian University of Sports, 2021, pp. 106–111. (In Russian)

3. Ermakov A. V., Goretzkaya N. N. Analysis of the amplitude of movement during throwing a knife at a distance of 3 meters using the framework of artificial intelligence. *Integration of science and sports practice in combat sports: collection of conference proceedings (Moscow, November 16, 2021)*. Moscow: Publishing house of the Russian University of Sports, 2021, pp. 167–173. (In Russian)

4. Ermakov A. V., Myakinchenko P. E. Forecasting using methods of mathematical modeling in sports of higher achievements on the example of winter sports. *Theory and practice of physical culture*, 2021, no. 2, pp. 52–54. (In Russian)

5. Zinkevich A. V., Zaluskaya E. E., Tur A. A. Application of human posture and gesture assessment in the building’s digital twin. *Perspectives of science*, 2023, no. 7 (166), pp. 38–41. (In Russian)

6. Kaznacheev D. G. Tracking hand movement using computer vision. *Best research work 2021: a collection of articles of the XXXII International Research Competition (Penza, August 15, 2021)* / edited by G. Yu. Gulyaeva. Penza: Nauka i Prosveshchenie Publ., 2021, pp. 29–32. (In Russian)

7. Kiselev Yu. V., Bogomolov I. A., Rozaliev V. L., Baklan V. A. Analysis of approaches, methods and solutions for detecting human posture. Choosing a tool for the task of determining a person’s emotional state by his pose. *Modern science-intensive technologies*, 2023, no. 6, pp. 41–47. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.17513/snt.39629>

8. Lapaeva A. G., Tabakov S. E., Ermakov A. V. Verification of the methodology for measuring the V-factor when making throws with a turn in sambo. *Bulletin of Sports Science*, 2023, no. 3, pp. 82–87. (In Russian)

9. Medvedev A. A., Laptev A. A. Algorithm for identifying non-verbal markers of human behavior on video. *Scientific result. Information technology*, 2022, vol. 7, issue 2, pp. 58–64. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.18413/2518-1092-2022-7-2-0-8>

10. Obukhov A. D., Dedov D. L., Surkova E. O., Korobova I. L. The method of three-dimensional capture of human movements based on computer vision. *Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don)*, 2023, vol. 23, issue 3, pp. 317–328. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.23947/2687-1653-2023-23-3-317-328>

11. Obukhov A. D., Volkov A. A., Vekhteva N. A. [et al.] Method of forming a digital shadow of the human movement process based on the combination of motion capture systems. *Informatics and automation*, 2023, vol. 22, issue 1, pp. 168–189. DOI: <https://doi.org/10.15622/ia.22.1.7> (In Russian)

12. Solovyova A. *Artificial intelligence — the prospects of application in the sports industry* [Electronic resource]. URL: <https://ru.readkong.com/page/iskusstvennyy-intellekt-perspektivy-primeneniya-v-6697786?p=2> (date of access: 11.08.2023). (In Russian)

13. Surkova E. O., Arkhipov A. E., Vekhteva N. A. Development of an algorithm of occupation of movements of the person on the basis of computer sight. *Formation of Russia and topical issues of modern science: the collection of articles VI of the All-Russian*



academic and research conference (Penza, May 22–23, 2023) / edited by P. A. Gagayev, E. P. Belozertseva. Penza: Publishing house of the Penza State Agricultural University, 2023, pp. 464–468. (In Russian)

14. Terekhin A. D., Pylalov O. R., Stepanov A. V. The system of estimation of sports exercises according to the neural network analysis of a video series. *Applied mathematics and issues of management*, 2022, no. 1, pp. 75–86. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.15593/2499-9873/2022.1.04>

15. Irshad M. T., Nisar M. A., Gouverneur P., Rapp M., Grzegorzec M. AI Approaches towards Prechtl's Assessment of General Movements: A Systematic Literature Review. *Sensors*, 2020, vol. 20, issue 18. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/s20185321>

16. Sers R., Forrester S., Moss E., Ward S., Ma J., Zecca M. Validity of the Perception Neuron Inertial Motion Capture System for Upper Body Motion Analysis. *Measurement*, 2020, vol. 149. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.measurement.2019.107024>

Информация об авторах

Шрайнер Борис Александрович – кандидат психологических наук, доцент кафедры информационных систем, Новосибирский государственный педагогический университет, Новосибирск, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-5697-2701>, boris.shrayner@gmail.com

Жомин Константин Михайлович – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры спортивных дисциплин, Новосибирский государственный педагогический университет, Новосибирск, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-8642-9470>, kos-jom83@mail.ru

Information about the Authors

Boris A. Schreiner – Candidate of Psychological Sciences, Associate Professor of the Department of Information Systems, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-5697-2701>, boris.shrayner@gmail.com

Konstantin M. Zhomin – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Sports Disciplines, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-8642-9470>, kos-jom83@mail.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку статьи к публикации.

Authors' contribution: Authors have all made an equivalent contribution to preparing the article for publication.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflict of interest.

Поступила: 18.08.2023, одобрена после рецензирования: 18.10.2023, принята к публикации: 02.11.2023.

Received: 18.08.2023; approved after peer review: 18.10.2023; accepted for publication: 02.11.2023.

