Дата публикации: 01.03.2023
DOI: 10.51871/2588-0500_2023_07_01_39
УДК 796.894

Publication date: 01.03.2023
DOI: 10.51871/2588-0500_2023_07_01_39
UDC 796.894

# КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕХНИКИ ПРИСЕДАНИЯ СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ, НАЧИНАЮЩИХ ЗАНИМАТЬСЯ ПАУЭРЛИФТИНГОМ

**К.Д. Чермит, А.Г. Заболотний, Н.Х. Хакунов, В.И. Жуков**
ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет», г. Майкоп, Россия

**Аннотация.** В представленной статье изучены биомеханические характеристики техники приседания со штангой студентов, начинающих заниматься пауэрлифтингом. Определение биомеханических характеристик осуществлено на основе применения оптической системы трёхмерного видеоанализа движений. Их оценка проведена на основе применения системно-симметрийного метода познания путем сравнения биомеханических характеристик кинематической цепи двигательного аппарата начинающих заниматься пауэрлифтингом и биомеханических характеристик мастеров спорта по пауэрлифтингу при выполнении приседания.

**Ключевые слова:** техника приседания со штангой, пауэрлифтинг, кинематические характеристики, симметрия, асимметрия, биомеханика.

# KINEMATIC CHARACTERISTICS OF THE SQUAT TECHNIQUE OF UNIVERSITY STUDENTS WHO STARTED POWERLIFTING

**K.D. Chermit, A.G. Zabolotnij, N.K. Khakunov, V.I. Zhukov**
Adyghe State University, Maykop, Russia

**Annotation.** The biomechanical characteristics of the barbell squat technique of students who started powerlifting are studied in the presented article. Identification of biomechanical characteristics is carried out on the basis of the application of an optical system of three-dimensional video analysis of movements. Their assessment was carried out based on the application of the systemic and symmetric method of cognition by comparing the biomechanical characteristics of the kinematic chain of the motor system of beginners in powerlifting and the biomechanical characteristics of masters of sports in powerlifting when performing squats.

**Keywords:** barbell squat technique, powerlifting, kinematic characteristics, symmetry, asymmetry, biomechanics.

**Введение.** Разработка эффективной методики формирования техники приседания со штангой у начинающих в пауэрлифтинге требует получения объективной информации об индивидуальных биомеханических особенностях ее реализации в самом начале освоения, что на ранних этапах позволит устранять возникающие технические ошибки.

**Методы и организация исследования.** Для этого в лаборатории эргономической биомеханики НИИ комплексных проблем Адыгейского государственного университета изучены кинематические характеристики техники приседания у начинающих спортсменов. В тестировании приняли участие 30 юношей в возрасте от 18 до 21 года, записавшиеся в секцию пауэрлифтинга. По состоянию здоровья все испытуемые были отнесены к основной медицинской группе. Участникам эксперимента было предложено выполнить приседание без штанги, приседание с грифом штанги и приседание с отягощением 50% от максимального. В ходе исследования было выдвинуто предположение, что полученные результаты позволят установить биомеханические особенности техники приседания начинающих заниматься пауэрлифтингом, которые позволят скорректировать методику подготовки.

Регистрация кинематических характеристик проводилась при помощи аппаратно-программного модуля «Видеоанализ-Биософт 3D» фирмы BioSoftVideo по методике, апробированной и описанной в ряде публикаций [1-5].

Сделанные видеозаписи обрабатывались при помощи Программного комплекса Орто 3D, позволявшего строить трёхмерные динамические модели приседания с расчетом линейных и угловых перемещений звеньев кинематической цепи, двигательного аппарата (рис. 1).

Оценку биомеханических особенностей техники приседания предполагалось осуществить на основе применения системно-симметрийного метода познания, основанного на определении симметрии себетождественности, определяющей проявление самоорганизации и упорядоченности функций биологической системы, в частности техники спортивных двигательных навыков. В этом случае, понятия «симметрия себетождественности» и «самоорганизация двигательных навыков» являются взаимодополняющими.

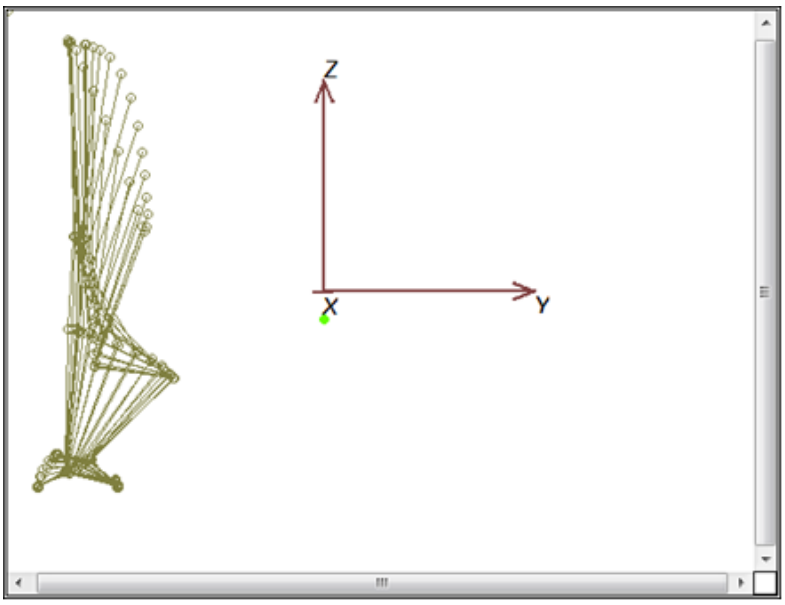



Рис. 1. Покадровая раскладка приседания с грифом штанги

Поскольку самоорганизация характеризует качественное состояние системы управления двигательными навыками, характеризующее упорядоченность работы ее компонентов, симметрия себетождественности позволяет дать объективную оценку самоорганизации путем определения симметрии кинематической структуры, которая представляет собой пространственно-временной порядок угловых перемещений в кинематических цепях двигательного аппарата. В ранее проведенных исследованиях было установлено, что симметрия себетождественности углового перемещения в суставе характеризует кинематическая структура, при которой пространственно-временной порядок угловых перемещений при разгибании является обратным пространственно-временным порядком угловых перемещений при сгибании. Графическая траектория, характеризующая проявление симметрии себетождественности углового перемещения в суставе, имеет форму параболы. Следовательно, критерием проявления симметрии себетождественности считалось преимущественное совпадение формы графической траектории углового перемещения в суставе с формой параболы (рис. 2).

Определение симметрии себетождественности производилось путем визуальной оценки формы графической траектории

углового перемещения. При проявлении формы графической траектории углового перемещения давалось две оценки: «симметрия» или «асимметрия». При преимущественном совпадении формы графической траектории углового перемещения с формой параболы определялась «симметрия», а в остальных случаях – «асимметрия».

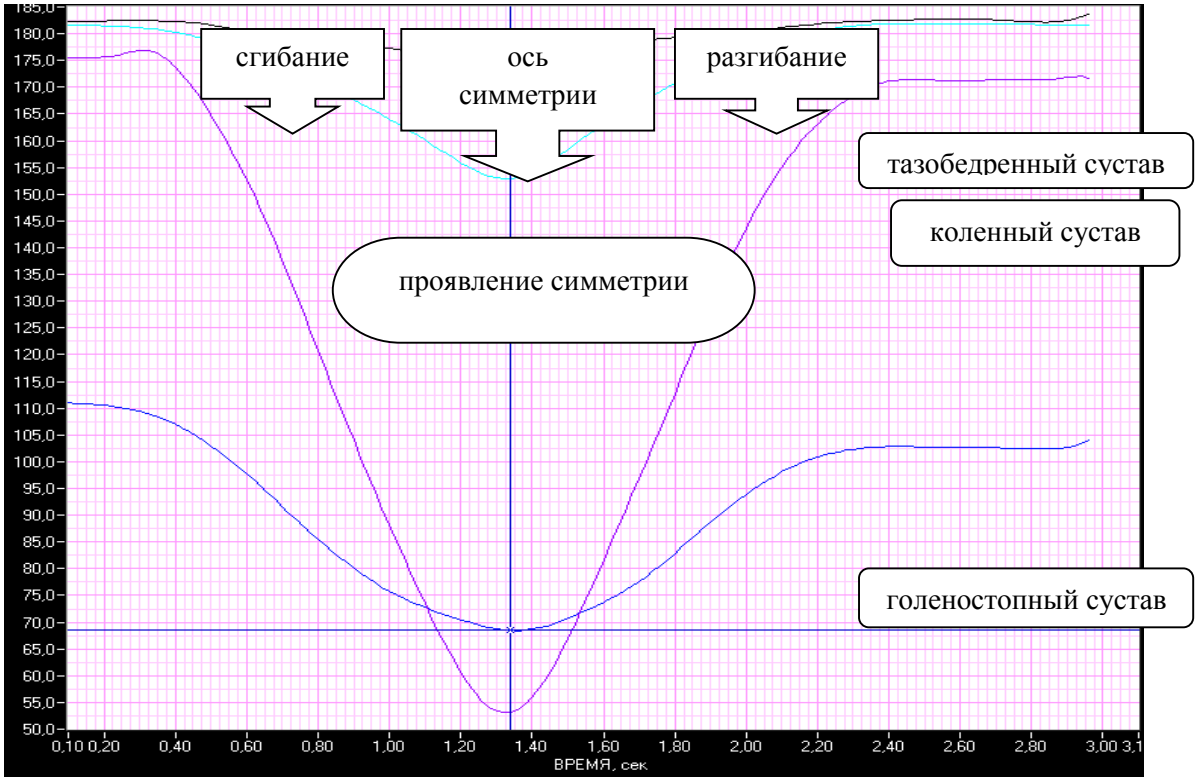



Рис. 2. Угловые перемещения в тазобедренном, коленном и голеностопном суставе в приседании со штангой с отягощением 50% (Е--------в И., мастер спорта)

**Результаты исследования и их обсуждение.** Полученные в результате проведенного исследования кинематические характеристики техники приседания были сопоставлены с ранее проведенными К.Д. Чермитом и А.Г. Заболотним (2013) исследованиями техники приседания мастеров спорта по пауэрлифтингу.

Изучение результатов данного исследования позволило выстроить методику оценки техники выполнения приседания начинающими спортсменами на основе сопоставительного анализа пространственно-временного порядка угловых перемещений в кинематических цепях двигательного аппарата начинающих спортсменов с аналогичными эталонными характеристиками мастеров спорта по пауэрлифтингу [1-4].

Сопоставление кинематических характеристик приседания с отягощением 50% у спортсменов, начинающих заниматься пауэрлифтингом, и у мастеров спорта позволяет установить отсутствие различий в параметрах стартовой позы и финального положения.

Различия установлены в положении седа, где начинающие спортсмены производят сгибание в коленном суставе до 68,3±6,2 градусов, а мастера спорта – до 46,1±3,3 градусов, что на 22 градуса больше. Подобная ситуация наблюдается и в тазобедренном, и в голеностопном суставах, в которых начинающие спортсмены выполняют меньшее сгибание, чем мастера спорта (табл. 1).

Таблица 1

Параметры поз приседания со штангой

| Базовые позы | Суставы и характер движений | Параметры суставных углов (град.) | | Достоверность различий (по t-критерию Стьюдента) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Мастера спорта 50% | Начинающие спортсмены 50% | t | p |
| Стартовое положение | Тазобедренный отв/привед | 181,1±3,7 | 179,5±3,95 | 0,3 | >0,05 |
| | Тазобедренный сгиб/разгиб | 181,1±2,1 | 180,3±2,9 | 0,2 | >0,05 |
| | Коленный сгиб/разгиб | 169±4,5 | 172,6±4,5 | 0,5 | >0,05 |
| | Голеностопный сгиб/разгиб | 102±7,8 | 101,1±6,2 | 0,9 | >0,05 |
| Положение седа | Тазобедренный отвед/привед | 166,3±2,2 | 176,1±4,8 | **1,92** | **<0,05** |
| | Тазобедренный сгиб/разгиб | 154,1±2,7 | 164,2±3,3 | **2,3** | **<0,05** |
| | Коленный сгиб/разгиб | 46,1±3,3 | 68,3±6,2 | **3,2** | **<0,01** |
| | Голеностопнный сгиб/разгиб | 63±2,9 | 71,2±3,1 | **1,95** | **<0,05** |
| Финальное положение | Тазобедренный отвед/привед | 179±3,4 | 178,5±4 | 0,09 | >0,05 |
| | Тазобедренный сгиб/разгиб | 180,5±1,5 | 182,1±2,4 | -0,19 | >0,05 |
| | Коленный сгиб/разгиб | 164,6±5,7 | 170±9,6 | -0,48 | >0,05 |
| | Голеностопнный сгиб/разгиб | 100,6±5,6 | 99±3,2 | 0,25 | >0,05 |

Кроме того, изучение покадровой раскладки видеозаписей позволило установить, что 14 из 20 спортсменов, начинающих заниматься пауэрлифтингом, выполнили приседание с нарушением требований правил соревнований. При сгибании ног в коленных суставах и опускании туловища допускалась ситуация, при которой верхняя поверхность ног у тазобедренных суставов оказывалась ниже, чем верхняя часть коленного сустава. В этой связи, методика формирования техники приседания должна строиться на основе принципа развития максимальной амплитуды движения.

В исследованиях К.Д. Чермита и А.Г. Заболотнего определено, что симметрия себетождественности является основой кинематического порядка, угловых перемещений в суставах при выполнении приседания в пауэрлифтинге. Стабильность проявления симметрии себетождественности угловых перемещений в суставах при выполнении приседания мастерами спорта наблюдается вплоть до преодоления отягощения в 60% [4].

Формирование симметрии себетождественности начинается еще до занятий спортом: в коленном суставе она

формируется в старшем дошкольном возрасте (5-6 лет), а в голеностопном и тазобедренном – на более позднем этапе онтогенеза [5].

Сопоставительный анализ полученных результатов позволяет утверждать, что симметрия кинематического порядка является одним из показателей качества реализации двигательной функции, а ее устойчивость к воздействию отягощений выступает показателем высокого уровня развития спортивной техники. В этой связи определение симметрии кинематического порядка угловых перемещений в голеностопном, коленном и тазобедренном суставах у начинающих в пауэрлифтинге может быть фактором, определяющим содержание методики тренировки начинающих спортсменов.

Обработка видеозаписей на основе программного комплекса Орто 3D позволяет установить, что у 100% испытуемых обнаружено проявление симметрии кинематического порядка движения в коленном суставе при выполнении приседания без отягощения, либо при выполнении приседания с грифом штанги (рис. 3, 4).

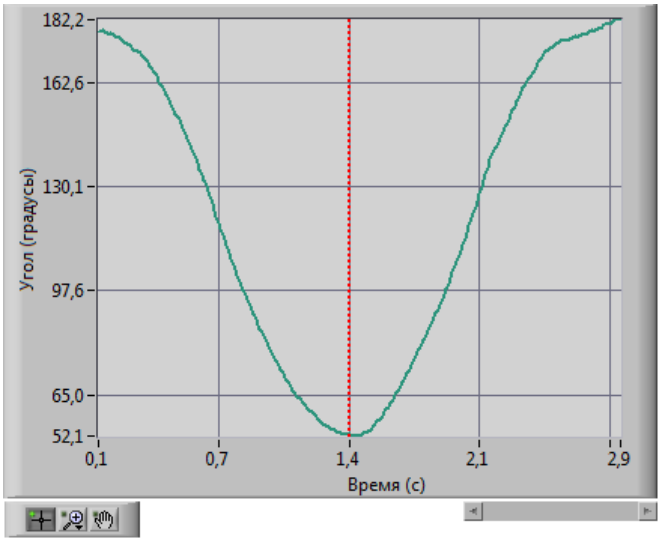



Рис. 3. Динамика углового перемещения в коленном суставе при выполнении приседания с грифом штанги

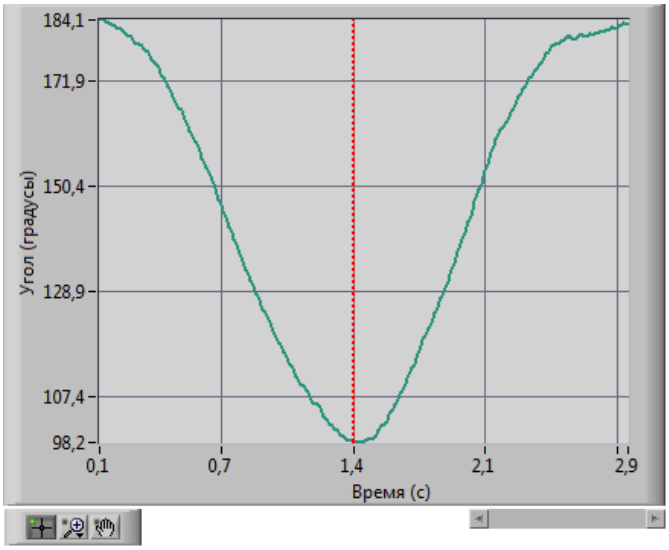



Рис. 4. Динамика углового перемещения в тазобедренном суставе при выполнении приседания с грифом штанги

При выполнении приседания с отягощением 50% от максимального проявления симметрии было обнаружено у 75% испытуемых (табл. 2).

Иная картина наблюдается при изучении угловых перемещений в тазобедренном и голеностопном суставе. Так, при выполнении приседания без отягощения симметрия кинематического порядка угловых перемещений в тазобедренном суставе проявляется у 75%, а в голеностопном суставе – всего у 20% испытуемых (рис. 5).

Таблица 2

Проявление динамической симметрии в группе испытуемых, начинающих заниматься пауэрлифтингом, и мастеров спорта по пауэрлифтингу

| Виды приседания | Проявление динамической симметрии | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Тазобедренный сустав | | Коленный сустав | | Голеностопный сустав | |
| | Начинающие | Мастера спорта | Начинающие | Мастера спорта | Начинающие | Мастера спорта |
| Приседание без отягощения | 75%* | 100% | 100% | 100% | 20%** | 100% |
| Приседание с грифом штанги | 55%* | 100% | 100% | 100% | 20%** | 100% |
| Приседание с отягощением 50% | 15%** | 100% | 75%* | 100% | 0%*** | 100% |

Примечание: достоверность различий по Фишеру: * – p<0,05; ** – p<0,01; *** – p<0,001.

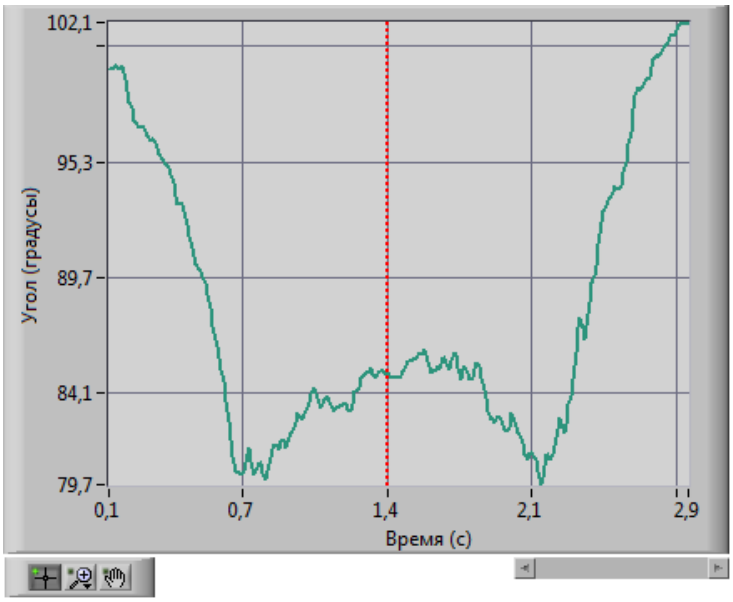



Рис. 5. Динамика углового перемещения к в голеностопном суставе при выполнении приседания с грифом штанги

При выполнении приседания с грифом штанги количество испытуемых, у которых установлено проявление симметрии кинематической структуры угловых перемещений в тазобедренном суставе, снизилось до 55%, а количество тех, у кого эти явления обнаруживаются в голеностопном суставе, осталось тем же (20%).

Увеличение отягощения до 50% от максимального привело к снижению до 15% количества испытуемых, у которых обнаружено проявление симметрии простран-

ственно-временного порядка угловых перемещений в тазобедренном суставе, а в голеностопном суставе проявление симметрии не было обнаружено ни у одного испытуемого.

**Заключение.** Сравнительный анализ техники выполнения приседания у мастеров спорта и начинающих пауэрлифтеров позволяет заключить, что низкий уровень качества выполнения техники приседания у начинающих спортсменов проявляется:

1) несформированностью симметрии себетождественности кинематического порядка углового перемещения в голеностопном суставе. Так, ее проявление характерно всего для 20% начинающих спортсменов при выполнении приседания без отягощения, тому же количеству начинающих спортсменов при выполнении приседания с грифом штанги, а при преодолении 50% отягощений проявление динамической симметрии у начинающих спортсменов не обнаруживается;

2) низкой устойчивостью симметрии себетождественности кинематического порядка углового перемещения в тазобедренном суставе. Ее проявление характерно для 75% начинающих спортсменов, при выполнении приседания с грифом штанги их количество снижается до 55%, а при увеличении отягощения до половины от максимального снижается до 15%.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Чермит, К. Д. Классификация кинематических характеристик приседания со штангой в пауэрлифтинге / К. Д. Чермит, А. Г. Заболотний // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: естественно-математические и технические науки. – 2013. – № 4(125). – С. 41-55.

2. Чермит, К. Д. Изменение кинематических характеристик при выполнении приседания со штангой в пауэрлифтинге / К. Д. Чермит, А. Г. Заболотний // Теория и практика физической культуры. – 2013. – № 8. – С. 73-77.

3. Электромиографическая характеристика приседания со штангой в пауэрлифтинге / К.Д. Чермит, А.В. Шаханова, А.Г. Заболотний, А.А. Тхагова // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: естественно-математические и технические науки. – 2011. – № 4. – С. 105-112.

4. Symmetry and asymmetry of kinematic structure of natural human locomotion / Chermit K. D., Zabolotnij A. G., Shakhanova A. V. [et al] // Indian journal of science and technology. – 2016. – Vol. 9. – № 39. – p. 103427.

5. Чермит, К. Д. Формирование пространственно-временного порядка угловых перемещений при выполнении приседания у детей старшего дошкольного возраста / К. Д. Чермит, А. Г. Заболотний, А. Б. Бгуашев // Физическая культура, спорт – наука и практика. – 2015. – № 3. – С. 32-37.

**REFERENCES**

1. Chermit K.D., Zabolotnij A.G. Classification of kinematic characteristics of squats with a barbell in powerlifting. *Bulletin of the Adyghe State University. Series 4: natural-mathematical and technical sciences*, 2013, no. 4(125), pp. 41-55. (in Russ.)

2. Chermit K.D., Zabolotnij A.G. Change of kinematic characteristics when performing squats with a barbell in powerlifting. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2013, no. 8, pp. 73-77. (in Russ.)

3. Chermit K.D., Shakhanova A.V., Zabolotnij A.G., Thagova A.A. Electromyographic characteristics of squats with a barbell in powerlifting. *Bulletin of the Adyghe State University. Series 4: natural-mathematical and technical sciences*, 2011, no. 4, pp. 105-112. (in Russ.)

4. Chermit K.D., Zabolotnij A.G., Shakhanova A.V., Agirov A.K., Chelyshkova A.V. Symmetry and asymmetry of kinematic structure of natural human locomotion. *Indian journal of science and technology*, 2016, vol. 9, no. 39, p. 103427.

5. Chermit K.D., Zabolotny A.G., Bguashev A.B. Formation of spatio-temporal order of angular movements when doing squats by children of early preschool age. *Physical education, sport – science and practice*, 2015, no. 3, pp. 32-37. (in Russ.)

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**
**Казбек Довлетмизович Чермит** – доктор педагогических наук, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет», Майкоп.
**Анатолий Геннадиевич Заболотний** – кандидат педагогических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет», Майкоп, e-mail: zabolotniy-tol1@yandex.ru.
**Нурбий Хасанбиевич Хакунов** – доктор педагогических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет», Майкоп.
**Виктор Иванович Жуков** – доктор педагогических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет», Майкоп.

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:**
**Kazbek Dovletmizovich Chermit** – Doctor of Pedagogical Sciences, Doctor of Biological Sciences, Professor, Adyghe State University, Majkop.
**Anatolij Gennadievich Zabolotnij** – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Adyghe State University, Majkop, e-mail: zabolotniy-tol1@yandex.ru.
**Nurbij Khasanbievich Khakunov** – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Adyghe State University, Majkop.
**Viktor Ivanovich Zhukov** – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Adyghe State University, Majkop.

**Для цитирования:** Кинематические характеристики техники приседания студентов высших учебных заведений, начинающих заниматься пауэрлифтингом / К.Д. Чермит, А.Г. Заболотний, Н.Х. Хакунов, В.И. Жуков // Современные вопросы биомедицины. – 2023. – Т. 7. – № 1. DOI: 10.51871/2588-0500_2023_07_01_39

**For citation**: Chermit K.D., Zabolotnij A.G., Khakunov N.K., Zhukov V.I. Kinematic characteristics of the squat technique of university students who started powerlifting. *Modern Issues of Biomedicine*, 2023, vol. 7, no. 1. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_07_01_39