

Биомеханические аспекты технико-тактических действий в дзюдо

Адашевский В.М.¹, Дулевски Михал², Ермаков С.С.³

Национальный технический университет «ХПИ»¹

Лаборатория исследования и развития системы движений клиники «Pod Tężniami»², Цехоцинек, Польша

Харьковская государственная академия физической культуры³

Аннотации:

Рассмотрены подходы в конструировании биомеханических моделей в спортивных единоборствах. Построена расчетная схема для определения опорных реакций. Определены величины внешних нагрузок на организм спортсмена. Установлена зависимость общего момента сил тяги мышц, вертикальной реакции опоры, суставного момента от направления силы действия соперника. Определены наибольшие значения статических нагрузок на суставы нижних конечностей. Показаны возможности использования результатов моделирования в технико-тактической подготовке спортсменов.

Адашевський В.М., Дулевські Міхал, Єрмаков С.С. Біомеханічні аспекти техніко-тактичних дій у дзюдо. Розглянуто підходи в конструюванні біомеханічних моделей у спортивних единоборствах. Побудовано розрахункову схему для визначення опорних реакцій. Визначено величини зовнішніх навантажень на організм спортсмена. Встановлено залежність загального моменту сил тяги м'язів, вертикальної реакції опори, суглобового моменту від напрямку сили дії суперника. Визначено найбільші значення статичних навантажень на суглоби нижніх кінцівок. Показано можливості використання результатів моделювання в техніко-тактичній підготовці спортсменів.

Adashevskiy V.M., Dylewski Michal, Iermakov S.S. Biomechanical aspects of the technical and tactical actions in the judo. It is shown the approaches in the construction of biomechanical models in combative sports. It is constructed analytical model to determine the support reactions. It is defined the values of external loads on the athlete's body. The dependence of the total torque pull muscles, the vertical ground reaction, since the direction of the articular forces of the opponent are shown. It is determined the highest values of static loads in the joints of the lower extremities. It is shown the possibility of using the simulation results in technical and tactical training of athletes.

Ключевые слова:

биомеханическая модель, дзюдо, техника, движение, опора, сустав.

біомеханічна модель, дзюдо, техніка, рух, опора, суглоб.

biomechanical model, judo, technique, movement, support, joint.

Введение.

Все возрастающий уровень спортивного мастерства в дзюдо требует поиска новых, более эффективных путей подготовки спортсменов. Важным аспектом в этом случае является предварительная оценка возможных направлений технической подготовки спортсменов на основе конструирования биомеханических моделей движения.

На сегодняшний день основное внимание тренеров и специалистов по спортивным единоборствам, в том числе и в дзюдо, направлено на определение пространственно-временных и силовых характеристик эффективного проведения приемов борьбы, что приводит в большинстве случаев к недооценке боевых действий, определяющих характер спортивного поединка [11]. Не менее важным аспектом в этом случае является учет влияния физических и психических нагрузок во время двигательной деятельности в вероятностных условиях на вегетативные и моторные компоненты приспособительных реакций организма подростков и юных спортсменов [4].

В работе Дебердеева М.П. с помощью различных методик количественно и качественно оценено влияние эмоционально-психического напряжения на характер приспособления организма подростков в условиях пространственно-временной, альтернативной и полной неопределенности. Автору удалось достаточно объективно дифференцировать влияние физических и психических нагрузок во время двигательной деятельности в вероятностных условиях на вегетативные и моторные компоненты приспособительных реакций организма подростков и юных спортсменов [4]. Егановым А.В. разработана и внедрена технология оценки соревновательной деятельности и ее программное обеспечение, предложены модель- © Адашевский В.М., Дулевски Михал, Ермаков С.С., 2011

ные показатели процесса спортивного совершенствования дзюдоистов, разработаны педагогические основы композиционного планирования спортивного мастерства дзюдоистов, а также показаны пути и методика совершенствования спортивного мастерства в дзюдо [5]. В работе Пашинцева В.Г. были теоретически обоснованы и экспериментально апробированы методологические подходы по совершенствованию технико-тактической, физической, психологической и теоретической подготовленности дзюдоистов от новичков до спортсменов высокой квалификации. На основе использования алгоритмов была построена технологическая система поэтапной технико-тактической подготовки дзюдоистов разного возраста и спортивной квалификации [10]. Экспериментально доказана эффективность методики формирования способов решения двигательных задач дзюдоистами в поединке, на основе обучения мыслительным операциям, направленным на анализ, синтез, оценку обстановки, принятие решений [3].

Отмеченная выше направленность исследований позволила дополнить отдельные компоненты теории и методики тренировки в дзюдо новыми подходами к повышению уровня спортивного мастерства. Отдельное направление исследований составляют работы, в основу которых положено биомеханическое моделирование действий спортсменов.

Теоретической основой таких исследований о биомеханических закономерностях спортивных движений можно считать работы Д.Д. Донского, В.М. Зацiorского (1979), А.П. Карашука (1999), Г.Ф. Лакина (1980), А.М. Петрова (1997).

Среди других работ следует отметить несколько исследований.

Так, Шулика Ю. А. рекомендует для оценки от-

дельных движений или сопоставления между собой, определять их биомеханические характеристики, которые делятся на две группы: качественные (напряженность, расслабленность, свобода, легкость, выразительность и др.) и количественные (кинематические, динамические и статические) [12]. Баев И. А. отмечает, что в теории и практике до сих пор нет единых научно-обоснованных сведений о кинематических и динамических параметрах бросков, а также единой методики обучения технике борьбы [2]. Автором выявлены особенности кинематической и динамической структуры высокоэффективных бросковых движений. Одновременно выявлено, что перемещение точки захвата при проведении наиболее результативных бросков происходит по обыкновенной циклоиде, а также установлена целесообразность изменения направления опрокидывающего усилия на протяжении всей траектории броска. Мекертычьном А. Н. найдены способы приспособления захватов за кимоно к кинематическим особенностям захватов за куртку самбо в целях повышения эффективности бросков, а также инструментально зарегистрировано влияние кинематических различий захватов самбо и дзюдо на технику проведения бросков [8]. Мошанов А. В. отмечает, что метод моделирования соревновательной деятельности применяется основным в подготовке спортсменов высших разрядов, а его проблематика относится к числу наиболее актуальных направлений повышения эффективности и интенсификации процесса подготовки дзюдоистов высокой квалификации [9].

Необходимо отметить, что исследования в других видах спорта и оздоровительной физической культуре могут служить хорошим дополнением и некоторым ориентиром в комплексном решении задач эффективной подготовки спортсменов в единоборствах [1, 6, 7, 13-15].

Все это вместе взятое позволило уточнить особенности подготовки спортсменов в дзюдо на основе учета биомеханических характеристик движений. Вместе с тем, еще не нашли должного отражения проблемы технической подготовки спортсменов на начальных этапах обучения с использованием индивидуальных биомеханических моделей.

Работа выполнена в соответствии с практическими задачами подготовки дзюдоистов.

Цель, задачи работы, материал и методы.

Цель работы состоит в определении статических нагрузок в нижней конечности при выполнении приема «подсечка» в действиях дзюдоистов и составлении рекомендаций по коррекции движений для совершенствования техники и снижения уровня травматизма.

Задачи работы:

1. Составить расчетную схему действий дзюдоистов при выполнении приема «подсечка».
2. Составить математические модели, на основе расчетов которых определить статические характеристики нагрузок в суставах нижней конечности.
3. Проанализировать результаты исследований и составить необходимые рекомендации.

Для решения задач были использованы следующие

методы исследования: анализ литературы, метод моделирования, педагогический эксперимент.

Результаты исследований.

Наиболее нагруженными при ряде действий в борьбе дзюдо являются нижние конечности, в особенности при опоре на одну ногу в таких технических приемах как подсечки. В некоторых эпизодах эти нагрузки могут быть критическими, что часто приводит к серьезным травмам. Величины таких нагрузок рекомендуется определять с помощью математических моделей. Решение задачи предлагается проводить в два этапа:

- 1) Определение опорных реакций,
- 2) Определение нагрузок, действующих на коленный сустав.

Затем, в зависимости от величины нагрузок, ставить соответствующие задачи обучения. При этом важными показателями для спортсмена являются максимальные силовые воздействия соперника, что позволяет выбирать необходимые и адекватные технические действия, направленные на снижение нагрузок. С другой стороны, спортсмен должен учитывать возможности создания собственных максимальных нагрузок на соперника, что даст ему преимущество в поединке.

Определение опорных реакций (рис. 1).

На тело спортсмена действует плоская система сил: сила тяжести G , приложенная в центре тяжести тела спортсмена C , вертикальная реакции опоры N , сила трения P_{mp} и уравнивающий за счет сил тяги мышечных групп момент M , приведенный к центру масс тела спортсмена. Действие со стороны соперника на тело спортсмена соответствует силе P , которая может в процессе схватки менять свою величину и направление. Это реализуется, например, различными действиями в захватах: спереди, сзади, сверху, снизу и другими. Все размеры приведены в метрах, силовые характеристики в Ньютонах.

Уравнения равновесия спортсмена под действием данной плоской системы сил в аналитической форме имеют вид:

$$\begin{aligned} \sum P_{kx} &= P_{TP} - P \cos \beta = 0, \\ \sum P_{ky} &= N - G - P \sin \beta = 0, \\ \sum M_A (P_k) &= -G \cdot (x_c - c) + P \cos \beta \cdot b - P \sin \beta \cdot (a - c) + M = 0. \end{aligned}$$

Из рисунка 1 видно, что внешнее воздействие на спортсмена оказывает изменяющаяся сила P , направленная под углом β (внешняя нагрузка, создаваемая соперником). Соответственно этому изменяется вертикальная реакции опоры N . В зависимости от тактических планов спортсмен может изменять величину N путем перемещения центра тяжести тела спортсмена C .

Представленные на рисунках 2-4 зависимости показывают, как изменяются опорные силовые характеристики от направления действия сил соперника, что позволяет определить систему рациональных тактических и технических действий борца.

Определение нагрузок, действующих на коленный сустав.

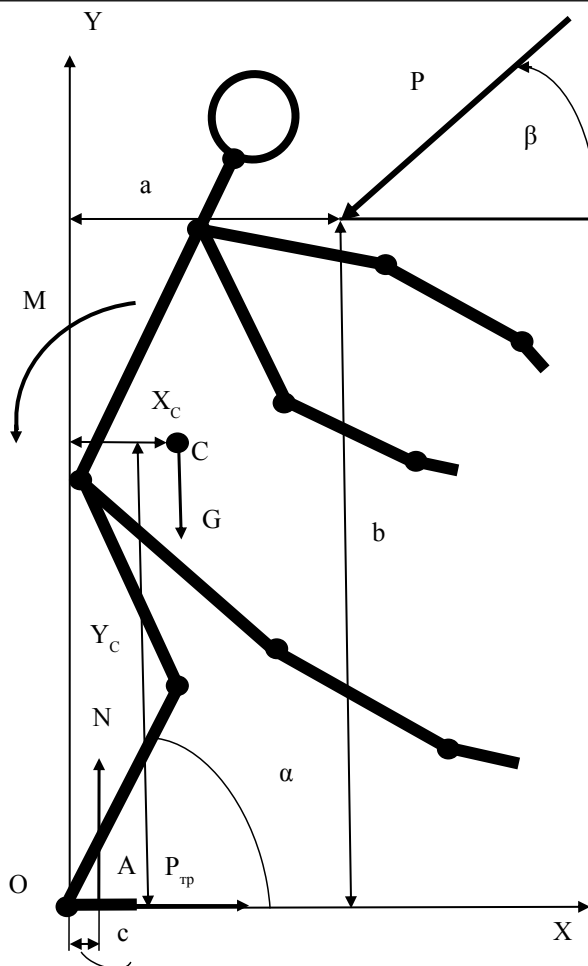


Рис. 1. Расчетная схема для определения опорных реакций

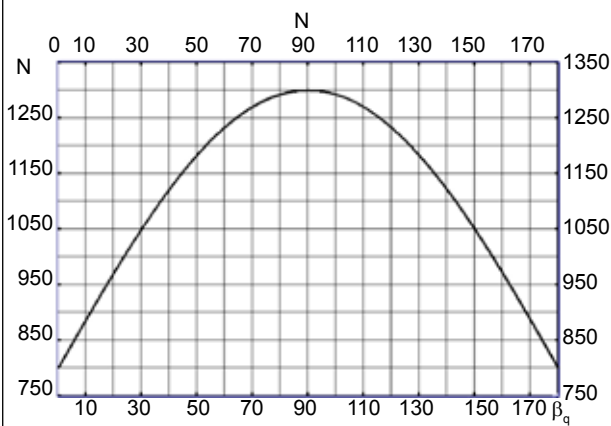


Рис. 2. Зависимость вертикальной реакции опоры от направления силы действия соперника

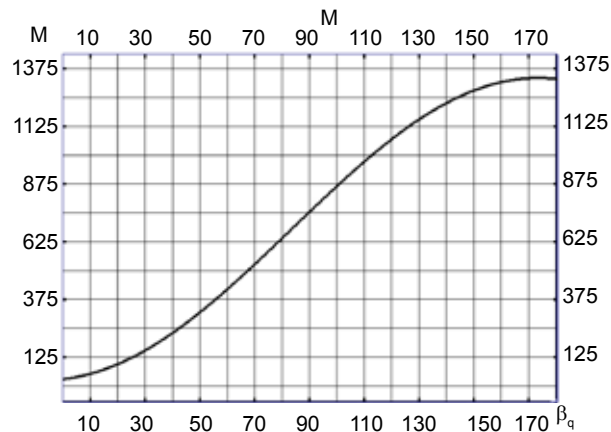


Рис.3. Зависимость общего момента сил тяг мышц от направления силы действия соперника

Определим нагрузку, действующую на коленный сустав. Рассмотрим расчетную схему биомеханической цепи, состоящую из голени и опорной стопы (рис. 5). Коленный сустав будем рассматривать как цилиндрический шарнир.

Для определения усилий в шарнире коленного сустава К заменим действие отброшенной части тела на этот шарнир усилиями X_K , Y_K и моментом сил тяги мышц M_K , а также учтем ранее определенные опорные реакции и силы тяжести звеньев цепи.

Рассмотрим уравнения равновесия данной цепи:

$$\begin{aligned} \sum P_{kx} &= P_{TP} + X_K = 0, \\ \sum P_{ky} &= N - G_T - G_C + Y_K = 0, \\ \sum M_A(P_k) &= -M_K - G_T \cdot 0.4 \cdot [(OK) \cdot \cos \alpha - (OA)] - X_K \cdot \\ & \quad (OK) \cdot \sin \alpha + Y_K [(OA) \cos \alpha - C] = 0. \end{aligned}$$

Обозначим

$$(OK) = l, (OA) = c,$$

тогда:

$$\begin{aligned} \sum M_A(P_k) &= M_K - G_T \cdot 0.4 \cdot (l \cdot \cos \alpha - c) - X_K l \sin \alpha + Y_K \cdot \\ & \quad (l \cos \alpha - c) = 0. \end{aligned}$$

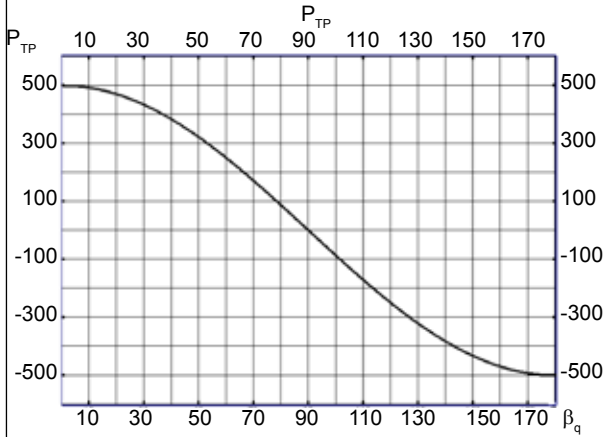


Рис. 4. Зависимость силы трения в опоре от направления силы действия соперника

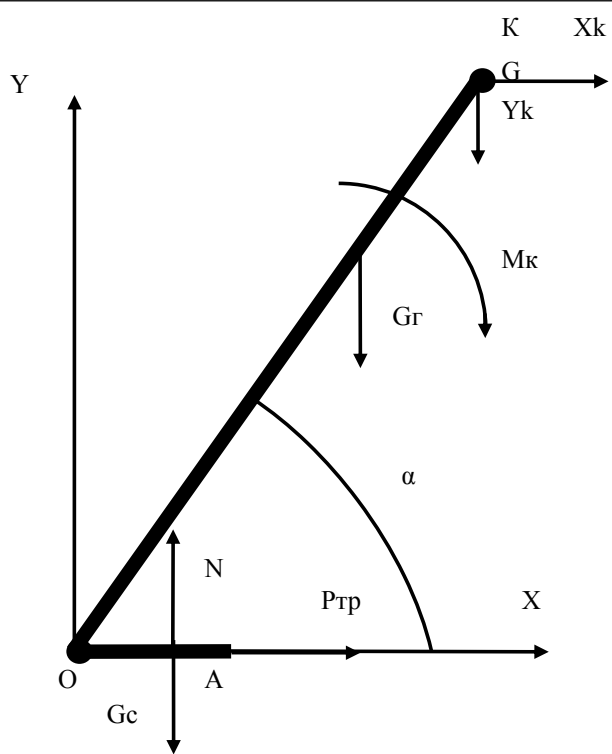


Рис. 5. Расчетная схема для определения нагрузок, действующих на коленный сустав

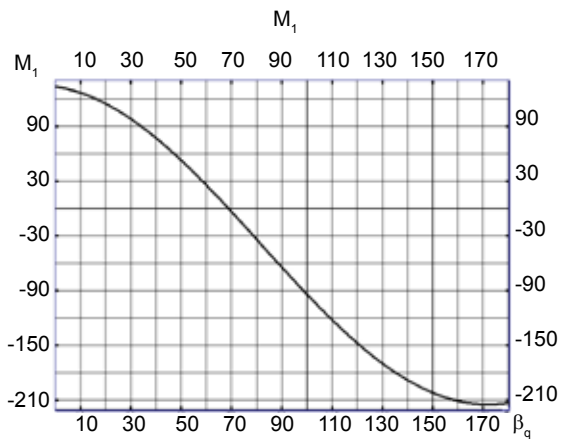


Рис. 6. Зависимость суставного момента от направления силы действия соперника

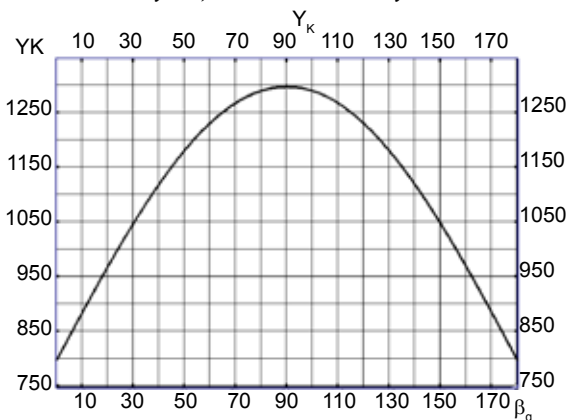


Рис. 7. Зависимость вертикальной составляющей силы реакции сустава от направления силы действия соперника

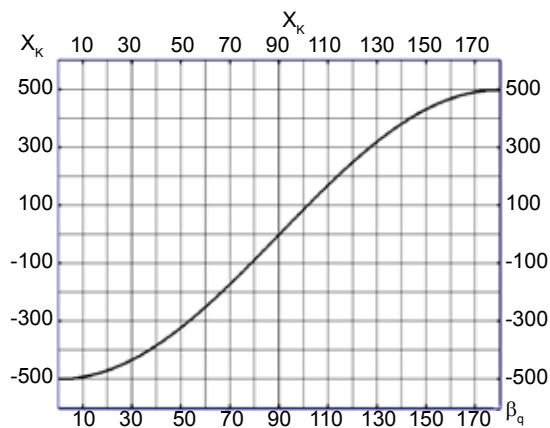


Рис. 8. Зависимость горизонтальной составляющей силы реакции сустава от направления силы действия соперника.

Представленные на рисунках 5-8 зависимости показывают, как изменяются величины и направления нагрузок в коленном суставе опорной ноги от направления действия сил соперника, что позволяет определить систему рациональных тактических и технических действий борца для избегания критических нагрузок, приводящих к травматизму спортсменов.

Необходимо отметить, что элементы техники борьбы, подобные их моделям (по кинематическим и динамическим параметрам), рекомендуемые борцам со сходными антропоморфологическими параметрами, можно считать биомеханически оправданными. Эти положения имеют большое значение в практике тренировочного процесса, так как от их соблюдения зависит объективность исследований или эффективность и качество обучения [12].

Вместе с тем, в сочетании с другими сведениями о возможностях совершенствования технических приемов воздействия на соперника спортсмен может добиваться значительного превосходства в соревновательном поединке.

Известно, что методы контроля за биомеханическими параметрами движения человека используются в спортивной практике достаточно давно. Новым в этой проблеме является применение более современных методов получения качественных характеристик кинематики и динамики движений спортсмена. Особая актуальность их применения в борьбе обусловлена тем, что получение точной информации о спортсмене и характере его двигательной деятельности в условиях реальной схватки ограничено спецификой взаимодействия борца со своим противником [2].

Однако, использование спортсменом знаний о закономерностях распределения нагрузок от воздействий соперника, позволяет в условиях реальной схватки и дефицита времени более успешно реализовывать свои технико-тактические действия.

Выводы.

1. Анализ литературы показывает, что исследования по данной проблеме отражают в целом, обучение технико-тактическим действиям, обзор соревнований, виды экипировки и прочее. В рассмотренных выше исследованиях недостаточное внимание уделяется таким актуальным вопросам, как определение эргономических характеристик с целью улучшения качества и эффективности действий спортсмена и снижения травматизма.

2. Установлено, что наибольшие значения статических нагрузок в суставах нижних конечностей составляют:

- а) для голеностопного сустава:
 - вертикальная нагрузка 1300 Н;
 - горизонтальная нагрузка 500 Н;
 - суставной момент - 400 Нм.
- б) для коленного сустава:
 - вертикальная нагрузка 1300 Н;
 - горизонтальная нагрузка 500 Н;
 - суставной момент - 210 Нм.

4. Выявлено, что в случае вертикального воздействия силы противника на спортсмена действует максималь-

ная нагрузка. Поэтому рекомендуется изменять позу для уменьшения критических нагрузок на элементы тела спортсмена.

В дальнейших исследованиях рекомендуется изучить влияние сил воздействия соперника при изменениях углов поворотов звеньев.

Литература

1. Адашевский В.М. Основные кинематические характеристики ударных действий в тазквондо / Адашевский В.М., Ермаков С.С., Гришук С.А. //Физическое воспитание студентов /научный журнал. - Харьков, ХОНОКУ-ХГАДИ, 2010. - №4. - С. 3-5.
2. Баев И.А. Начальное обучение технике дзюдо в стойке с использованием базовых круговых движений: Дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. / Баев Игорь Анатольевич. - Санкт-Петербург, 2004. - 235 с.
3. Гальцев А.И. Формирование способов решения двигательных задач в условиях поединка у дзюдоистов высших разрядов : диссертация ... кандидата педагогических наук : 13.00.04. / Гальцев Александр Иванович. - Москва, 2003. - 164 с.
4. Дебердеев М.П. Методика тренировки юных дзюдоистов на основе моделирования двигательной деятельности в вероятностных условиях : Дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. / Дебердеев Мурат Петрович. - Таганрог, 2006. - 143 с.
5. Еганов А.В. Управление тренировочным процессом повышения спортивного мастерства дзюдоистов : диссертация ... доктора педагогических наук : 13.00.04. / Еганов Александр Васильевич. - Челябинск, 1999. - 364 с.
6. Ермаков С.С. Теоретическое и экспериментальное определение биомеханических характеристик бега / Ермаков С.С., Адашевский В.М., Сиволап О.А. //Физическое воспитание студентов / научный журнал. - Харьков, ХОНОКУ-ХГАДИ, 2010. - №4. - С. 26-29.
7. Ермаков С.С. Новые технологии: оздоровительные упражнения комплексной направленности без использования тренажеров / Ермаков С.С., Русланов Д.В., Прусик Кристина. // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту //науковий журнал. - Харків, ХОВНОКУ-ХДАДМ, 2011. - №2. - С. 45-49.
8. Мекертычян А.Н. Повышение эффективности бросков в борьбе дзюдо путем уменьшения степени свободы захватов : Дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. - / Мекертычян Альберт Николаевич. - Краснодар, 2004. - 199 с.
9. Мошанов А.В. Моделирование соревновательной деятельности высококвалифицированных дзюдоистов в структуре интервальной мышечной тренировки. автореф.канд.пед.наук, 13.00.04. / Мошанов Андрей Викторович. - Москва. - 2000. - 20 с.
10. Пашинцев В.Г. Технология проектирования многолетней подготовки дзюдоистов : диссертация ... доктора педагогических наук : 13.00.04. / Пашинцев Валерий Георгиевич. - Москва, 2001. - 388 с.
11. Полухин А.В. Формирование умений применения действий нападения и обороны у студентов, специализирующихся в дзюдо : диссертация ... кандидата педагогических наук : 13.00.04 / Полухин Александр Васильевич; [Место защиты: Рос. гос. ун-т физ. культуры, спорта и туризма] Москва, 2007. - 137 с.
12. Шулика Ю. А. Многолетняя технико-тактическая подготовка в спортивной борьбе //автореф. дисс. на соиск. уч. степ. доктора пед. наук. / Шулика Ю. А. - Краснодар. 1993. - 32 с.
13. Prusik Krz. Optimisation of Athletes' Training Loads at the Initial Stage of Schooling. / Prusik Krz., Görner K., Pysny L. - Aoculty of Education, Jan Evangelista Purkyně University in Usti nad Labem, Czech Republik, 2010 - 168 s.
14. Prusik. Ka. [Methods of kinezometria in solving the problem of physical culture] Metoda kinezometrii w rozwiązywaniu wybranych problemów kultury fizycznej. / Prusik. Ka., Görner K. - In: Súčasnosc' a perspektivy tělovýchovného procesu na školách. Banská Bystrica: PF UMB KTV, 2006 - S. 246 - 252.
15. Wojciech Hagner. [Traditions and requirements of health of north Kashub people and also frequency of presence abnormality of posture of their children in historical and modern attitudes] Zwyczaj zdrowotne, kondycja zdrowotna mieszkańcyw pyńocnych Kaszube oraz częstość występowania wad postawy ich dzieci w świetle relacji historycznych i współczesnych. // Wojciech Hagner, Mirosław Kuklik, Ewelina Lulińska - Kuklik, Magdalena Hagner -Derengowska. // Salubritas. Czasopismo naukowe Wyższej Szkoły Nauk o Zdrowiu w Bydgoszczy. 2010. - N1. - S. 23-33.

Поступила в редакции. 07.03.2011г.
Адашевский Владимир Михайлович
Дулевский Михал
micdyl@o2.pl
Ермаков Сергей Сидорович
sportart@gmail.com