

УДК 796.012

**УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКОЙ МЕТАТЕЛЕЙ МОЛОТА  
НА ОСНОВЕ СРОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ  
О БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ МЕТАНИЯ**

*канд. пед. наук ШАХДАДИ АХМАД НАВВАБ*

*(Университет Систана и Балучестана, Исламская Республика Иран);*

*канд. пед. наук А.В. ВОРОН*

*(Белорусский национальный технический университет, Минск)*

*Исследуется оперативная коррекция техники метания молота, основанная на срочной видеоинформации и компьютерном расчете по разработанным функциональным моделям биомеханики движения, которая позволила построить учебно-тренировочный процесс метателей молота с опережающим достижением запланированных соревновательных результатов и существенно повысить эффективность тренировочных занятий. Показано, что функциональные модели технического мастерства спортсменов ориентируют занимающихся на достижение запланированных результатов в технической подготовке, способствуют ускорению процесса совершенствования техники метания и достижения лучшего соревновательного результата.*

**Введение.** Спортивная биомеханика, представляющая собой одно из направлений общей биомеханики, решает педагогические задачи совершенствования методики обучения соревновательным упражнениям. Среди многочисленных задач этой науки по-прежнему ведущее место принадлежит изучению техники соревновательных, специально-подготовительных и подводящих упражнений. Поиск и обоснование наиболее рациональных способов выполнения физических упражнений и повышение их эффективности являются необходимыми условиями роста спортивного мастерства и залогом успеха в соревновательной деятельности спортсменов.

Исследования, связанные с биомеханическим анализом двигательных действий, показали свою эффективность в гимнастике, легкой атлетике. Полученные результаты позволяют рассчитывать на эффективность использования биомеханического подхода и при изучении техники метания молота.

Большой вклад в разработку общих теоретических основ по легкой атлетике, в частности техники метания молота и технической подготовки спортсменов, внесли такие ученые, как Ф.К. Агашин [1]; А.И. Балтовский [2]; А.П. Бондарчук [3]; В.И. Воронкин [4]; В.Ю. Екимов [5]; О.В. Колодий [6]; М.П. Кривонос [7]; Е.А. Масловский [8]; Я.Е. Ланка, А.А. Шалманов [9]; Е.И. Лутковский [10]; Н.А. Озолин [11]; В.Н. Тутевич [12]. Исследование техники метания молота с помощью биомеханических методов выполнялось достаточно небольшим количеством авторов (А.И. Балтовский [2]; М.П. Кривонос [7]; Тутевич [12]). Задачи, которые решались исследователями в экспериментальных работах, сводились к оценке качественных и количественных характеристик метания молота. В связи с этим одной из актуальных проблем современного метания является исследование биомеханических основ техники и оптимизация технологии их обучения. Исследования в этом направлении имеют важное теоретическое и практическое значение, так как отвечают запросам тренерской практики.

**Методы исследования**

**Видеосъемка.** Так как одним из направлений исследования техники метания молота являлся биомеханический анализ двигательных действий по материалам оптической регистрации движений, то в качестве одного из инструментальных методов исследований мы выбрали видеосъемку соревновательного упражнения в исполнении спортсменов высшей квалификации. Видеосъемка выполнялась серийной видеокамерой Canon SD750 с частотой 60 кадров в секунду в трех плоскостях, в соответствии с требованиями, принятыми и регламентированными в биомеханических исследованиях. Видеосъемка спортсменов по метанию молота проводилась в Стайках (07.06.2008, 29.06.2008, 19.07.2008, 27.07.2008), в городе Гродно (09.07.2008).

**Компьютерная обработка материалов видеосъемки.** В настоящее время методика компьютерной обработки результатов видеосъемки еще не нашла должного освещения в специальной литературе и поэтому в нашей работе мы ориентировались на исследования В.И. Загrevского [13], Д.А. Лавшука [14]. В работах авторов показана возможность использования средств компьютерной техники для обработки результатов видеосъемки соревновательных упражнений.

**Расчет биомеханических характеристик метания молота.** Данные о биомеханических характеристиках исследуемых движений были получены с использованием расчетных моделей анализа движений биомеханических систем [15]. С этой целью рассматривалась четырнадцатизвенная разветвленная модель опорно-двигательного аппарата тела человека.

**Педагогические наблюдения.** Осуществлялись на соревнованиях регионального, национального и международного уровней, а также на олимпийской базе подготовки сборной команды Беларуси по легкой атлетике в Минск (Стайки). Основное внимание в педагогических наблюдениях уделялось высококвалифицированным метателям молота, рассматривались и анализировались в русле качественного биомеханического анализа лучшие результаты метателей, техника подготовительной, основной и заключительной фаз метания, техническое мастерство выполнения поворотов. По результатам педагогических наблюдений намечались участники лабораторных экспериментов в качестве демонстрантов. В исследовании принимали участие 12 спортсменов высокой квалификации, 9 – средней квалификации.

**Педагогический эксперимент.** В период с 15.04.2008 по 15.08.2008 проходило обоснование эффективности оперативного биомеханического контроля технической подготовленности метателей молота. Оперативность контроля достигалась срочной информацией о биомеханическом состоянии спортсменов на основе сравнения зарегистрированных кинематических характеристик метания молота с разработанными модельными характеристиками технического мастерства атлетов. Биомеханические критерии рациональной техники метания молота были получены по материалам экспериментальных данных 12 спортсменов высокой квалификации.

Педагогический эксперимент осуществлялся на четырех тренировочных сборах подготовки атлетов в Гродно и олимпийской базе подготовки сборной команды Беларуси по легкой атлетике в Минске (Стайки). Общая продолжительность педагогического эксперимента – 4 месяца. На тренировочных занятиях оперативная коррекция техники метания каждого испытуемого осуществлялась на основе срочной информации о биомеханических показателях системы «молот – спортсмен». В эксперименте принимало участие 9 спортсменов средней квалификации. До начала и после завершения педагогического эксперимента испытуемые были протестированы по соревновательному упражнению на дальность полета молота.

**Методы математической статистики.** Методы математической статистики применялись с целью обоснования достоверности параметров разброса биомеханических характеристик испытуемых. Достоверность различий сравниваемых средних величин оценивалась при помощи *t*-критерия Стьюдента. Так как минимальное количество испытуемых, принимающих участие в экспериментах (спортсмены средней квалификации), равнялось 9, то число степеней свободы (*f*) в этом случае  $f = N1 + N2 - 2 = 16$ , и критическое значение *t*-критерия Стьюдента при 5-процентном уровне значимости ( $P = 0,05$ ) для  $f = 16$  составило 2,12. Поэтому за статистически достоверное различие двух выборок принималось значение *t*-критерия Стьюдента большее 2,12. При меньшей величине *t* считалось, что различия между средними результатами изучаемых групп носят случайный характер и статистически не значимы.

#### **Основная часть**

**Биомеханические критерии оценки уровня технического мастерства метателя молота** основывались на результатах выполненного исследования. В качестве модельных характеристик, позволяющих получить объективную и оперативную информацию об уровне технического мастерства метателей молота, использовались кинематические характеристики как отдельных фаз соревновательного упражнения, так и всего упражнения в целом.

По результатам исследования были разработаны и использованы в педагогическом эксперименте:

- модель 1 – временная продолжительность раскручивания и оборотов молота;
- модель 2 – временная продолжительность выполнения поворотов;
- модель 3 – длительность одноопорных фаз поворотов;
- модель 4 – длительность двухопорных фаз поворотов;
- модель 5 – отношение длительности одноопорной фазы поворотов к двухопорной;
- модель 6 – угловая скорость молота в раскручиваниях и оборотах;
- модель 7 – угловое ускорение молота в раскручиваниях и оборотах;
- модель 8 – горизонтальная составляющая линейной скорости общего центра масс (ОЦМ) биомеханической системы «молот – спортсмен».

Критерием технического мастерства являлась линия тренда биомеханических характеристик, описываемая адекватной функциональной моделью.

**Определение уровня технической подготовленности спортсменов.** Уровень технической подготовленности спортсменов средней квалификации определялся по приближенности или удаленности индивидуальных биомеханических показателей к критериям эталонной техники метания молота.

Группу испытуемых, для которых планировалась экспериментальная проверка эффективности оперативной коррекции технической подготовки на основе срочной информации о биомеханических характеристиках двигательных действий, составили метатели молота средней квалификации в количестве 9 человек, имеющие I разряд и спортивное звание «кандидат в мастера спорта Республики Бела-

русью». По среднестатистическим показателям расчетных характеристик кинематической структуры соревновательного упражнения определялась общая стратегия технического совершенствования группы испытуемых. Полученные в первоначальном тестировании биомеханические данные сопоставлялись на основе функциональных моделей с критериями рациональной техники метания молота.

На основании выполненного тестирования и оценки уровня технического мастерства спортсменов средней квалификации были сделаны следующие основные выводы и рекомендации:

1) *длительность раскручивания и оборотов молота* – обратить внимание на уменьшение времени второго раскручивания молота в четвертом обороте, где отмечается статистически большее время выполнения раскручивания и оборотов молота по сравнению с эталонными значениями;

2) *длительность поворотов* – первый поворот не превосходит граничное значение, второй – на его уровне, третий – приближен к критерию рационального выполнения, четвертый – в пределах граничного значения. Уменьшить время вращения в первом, втором и особенно в четвертом повороте;

3) *длительность одноопорной фазы* – во всех поворотах превосходит граничное значение, во второй половине второго поворота и в начале третьего – превосходит результаты спортсменов высокой квалификации, начиная с третьего поворота происходит увеличение длительности – техническая ошибка. Неравномерность ритма;

4) *длительность двухопорной фазы* – в первом повороте несколько недостает до граничного значения, начиная со второго и завершая четвертым поворотом – превосходит граничное значение. Ни одна из двухопорных фаз не превосходит результатов спортсменов высокой квалификации. Необоснованно сильное увеличение длительности выполнения анализируемого структурного компонента в четвертом повороте – техническая ошибка;

5) *отношение длительности одноопорной фазы поворотов к двухопорной* – во втором и третьем поворотах необходимо уменьшить длительность двухопорной фазы;

6) *угловая скорость молота* – в первом раскручивании соответствует критерию; во втором – в границах рациональной техники; 1 – 3 поворота не соответствуют рациональной технике; в четвертом – в границах рациональной техники, но требуется увеличение скорости на 1,5 рад/с;

7) *угловое ускорение молота* – требуется увеличение ускорения в третьем обороте молота;

8) *линейная скорость ОЦМ биомеханической системы* – для предотвращения резкого снижения скорости в четвертом повороте добиться поддержания и достичь некоторого увеличения линейной скорости ОЦМ после третьего поворота.

После первичного тестирования испытуемых аналогичные выводы были сделаны индивидуально для каждого испытуемого.

**Организация оперативной педагогической коррекции учебно-тренировочного процесса атлетов средней квалификации** осуществлялась по следующей технологии:

1) видеосъемка метателя при выполнении соревновательного упражнения на цифровую видеокамеру;  
2) запись видеофайла отснятого упражнения в память ПЭВМ;  
3) просмотр видеоизображения, *отметка номеров кадров*, необходимых для расчета кинематических характеристик движения (одноопорная фаза поворота, двухопорная и т.д.) и *внесение их в память ПЭВМ*;  
4) компьютерный расчет по исходным данным биомеханических характеристик упражнения;  
5) построение графиков анализируемых показателей;  
6) компьютерное сравнение рассчитанных характеристик с критериями рациональной техники, вычисляемых по функциональным моделям;

7) цветовая отметка на графиках «слабого звена» техники. Распечатка в цифровой форме критериев рациональной техники и вычисленных по материалам видеосъемки. Выделение цветом цифровой информации о «слабых звеньях» техники метания;

8) педагогические рекомендации тренером спортсмену о коррекции техники движения.

Наиболее трудоемкая по времени операция (3) занимает примерно 5 минут, т.е. время, необходимое спортсмену для восстановления. Остальные операции не требуют существенных затрат времени. И при индивидуальной работе со спортсменом оперативная биомеханическая коррекция движений вполне осуществима для 5 – 6 метаний за одно тренировочное занятие.

**Обоснование эффективности биомеханического контроля за технической подготовленностью метателей молота на основе функциональных моделей** осуществлялось в период с 15.05.2008 по 15.08.2008 на тренировочных сборах подготовки метателей (Гродно, Стайки). Общая продолжительность педагогического эксперимента – 4 месяца. На тренировочных занятиях осуществлялась оперативная коррекция техники метания каждого испытуемого на основе срочной информации о биомеханических показателях системы «молот – спортсмен».

До начала и после завершения педагогического эксперимента испытуемые показали следующие соревновательные и запланированные им тренерским составом результаты, представленные в таблице.

Результаты педагогического эксперимента

Статистические показатели	Результаты в начале эксперимента, (дальность полета молота, м)	Запланированные соревновательные результаты на окончание учебно-тренировочных сборов (дальность полета молота, м)	Результаты в конце эксперимента, (дальность полета молота, м)
1	2	3	4
$\bar{X}$	59,95	60,23	60,72
$\sigma$	2,83	2,82	2,62
$\pm m$	0,94	0,94	0,87
$t_{2,3}$ -критерий Стьюдента	$t = 8,85; p < 0,05$		
$t_{2,4}$ -критерий Стьюдента	$t = 3,64; p < 0,05$		
$t_{3,4}$ -критерий Стьюдента	$t = 2,63; p < 0,05$		

Анализ статистических показателей запланированного соревновательного результата с исходными данными спортсменов до начала педагогического эксперимента (см. таблицу) свидетельствует о достаточно жестких педагогических условиях достижения планируемых показателей. Прирост результатов в среднем составляет 0,28 м, и статистически достоверно отличается от результатов испытуемых до начала педагогического эксперимента ( $t_{2,3} = 8,85; p < 0,05$ ). Следовательно, учебно-тренировочные занятия должны были бы быть достаточно эффективными, чтобы получить статистически значимый положительный сдвиг в результатах метания молота.

В результате использования в учебно-тренировочных занятиях средств оперативного биомеханического контроля технической подготовленности метателей молота результаты в соревновательном упражнении улучшились, и по окончании педагогического эксперимента прирост дальности полета молота по отношению к исходным данным составил 0,78 м. Прирост статистически достоверен ( $t = 3,64; p < 0,05$ ), что свидетельствует об эффективности предложенной методики оперативного биомеханического контроля технической подготовленности метателей молота и целесообразности его использования в учебно-тренировочном процессе метателей молота.

Сравнение запланированных результатов в метании молота с зарегистрированной дальностью полета молота по окончании педагогического эксперимента свидетельствует о достоверности различий их средних арифметических ( $t = 2,63; p < 0,05$ ). Прирост составил 0,49 м. Следовательно, и по отношению к контрольным цифрам достигнут достоверный прирост результатов в дальности полета молота.

**Заключение.** Статистическая обработка результатов педагогического эксперимента позволила сделать вывод об эффективности оперативного биомеханического контроля технической подготовленности метателей молота. Функциональные модели технического мастерства спортсменов ориентируют занимающихся на достижение запланированных результатов в технической подготовке, способствуют ускорению процесса совершенствования техники метания и достижению лучшего соревновательного результата.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агашин, Ф.К. Биомеханика ударных движений / Ф.К. Агашин. – М.: Физкультура и спорт, 1977. – 207 с.
2. Балтовский, А.И. Сравнительный анализ техники основного и вспомогательных упражнений метателей молота различной квалификации: автореф. дис. ... канд. пед. наук; 13.00.04 / А.И. Балтовский; Гос. орд. Ленина и орд. Кр. Знамени ин-т физич. культуры им. П.Ф. Лесгафта. – Л., 1974. – 17 с.
3. Бондарчук, А.П. Педагогические основы системы подготовки высококвалифицированных легкоатлето-метателей (теория, методика, практика): дис. ... д-ра пед. наук в форме науч. докл.: 13.00.04 / А.П. Бондарчук. – М., 1987. – 33 с.
4. Воронкин, В.И. Система подготовки спортсменов высшей квалификации в легкоатлетических метаниях: учеб. пособие для студентов и слушателей Высшей школы тренеров ГЦОЛИФК / В.И. Воронкин. – М., 1984. – 91 с.

5. Екимов, В.Ю. Легкая атлетика в системе оздоровительных мероприятий: метод. материалы по преподаванию общ. курса «Легкая атлетика» по спец. «Физическая культура и спорт» / В.Ю. Екимов. – Минск, 1998. – 59 с.
6. Колодий, О.В. Исследование специальной подготовки метателей молота на предсоревновательном этапе основного периода тренировки: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / О.В. Колодий; ГДОИФК им. П.Ф. Лесгафта. – Л., 1970. – 26 с.
7. Кривоносов, М.П. Исследование основных средств сопряженной физической и технической подготовки метателей молота высокой квалификации в соревновательном периоде: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / М.П. Кривоносов; ВНИИФК. – Минск, 1970. – 31 с.
8. Масловский, Е.А. Динамика тренировочных нагрузок в течение 1968 – 1972 гг. у сильнейших метателей молота страны / Е.А. Масловский, М.П. Кривоносов, А.А. Логинов // Система подготовки спортсменов высшей квалификации в легкоатлетических метаниях: учеб. пособие для студентов и слушателей Высшей школы тренеров ГЦОЛИФК. – М.: ГЦОЛИФК, 1984. – С. 14 – 21.
9. Ланка, Я.Е. Биомеханика толкания ядра / Я.Е. Ланка, А.А. Шалманов. – М.: ФиС, 1982. – 73 с.
10. Лутковский, Е.М. Обучение юношей метанию молота: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Е.М. Лутковский; ГДОИФК им. П.Ф. Лесгафта. – Л., 1957. – 19 с.
11. Озолин, Н.Г. Современные системы спортивной тренировки / Н.Г. Озолин. – М.: ФиС, 1970. – 478 с.
12. Тутевич, В.Н. Теория спортивных метаний (механико-математические основы) / В.Н. Тутевич. – М.: Физкультура и спорт, 1969. – 312 с.
13. Загrevский, В.И. Современные методы исследований техники спортивных упражнений / В.И. Загrevский // Физическая культура, спорт, здоровый образ жизни в XXI веке: материалы междунар. науч.-практ. конф., Могилев, 9 – 10 дек. 2004 г. – Могилев: МГУ им. А.А. Кулешова, 2004. – С. 9 – 11.
14. Лавшук, Д.А. Оптимизация техники гимнастических упражнений на основе имитационного моделирования двигательных действий: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04, 01.02.08 / Д.А. Лавшук; РГУФК. – М., 2007. – 23 с.
15. Загrevский, В.И. Биомеханика физических упражнений: учеб. пособие / В.И. Загrevский. – Могилев: МГУ им. А.А. Кулешова, 2003. – 140 с.

Поступила 08.11.2013

**MANAGEMENT OF TECHNICAL TRAINING HAMMER THROWERS  
ON THE BASIS OF THE URGENT INFORMATION ABOUT  
THE BIOMECHANICAL CHARACTERISTICS OF THROWING**

*AHMAD N. SHAHDADI, A. VORON*

*Operative correction of equipment in the hammer throw, based on an urgent video and computer calculation according to the developed functional models in biomechanics of movements, allowed to build the training process hammer throwers to the faster achievement of competition results and significantly increase the efficiency of training exercises. It is shown that the functional model of technical skill of sportsmen Orient involved in achieving planned results in technical training, help to accelerate the process of perfection of technique of throwing and achieve a better competitive result.*