

Исследовательская статья

УДК 796

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-359-108-117

**Никита Михайлович Хрулев¹,
Александр Леонович Оганджанов²**^{1, 2} Московский городской педагогический университет,
Москва, Россия

**ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ
ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ
КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ТЯЖЕЛОАТЛЕТОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИННОВАЦИОННОЙ МЕТОДИКИ
БИОМЕХАНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ**

Аннотация. В исследовании рассматривается инструментальная методика биомеханического контроля, основанная на регистрации параметров техники тяжелоатлетических упражнений. Целью настоящего исследования являлась попытка экспериментально обосновать возможности управления технической подготовкой тяжелоатлетов на основе оперативного контроля биомеханических параметров упражнений с использованием инструментальной методики Musclelab Linear Encoder. На основе ранее разработанных модельных характеристик технической подготовленности в классических тяжелоатлетических упражнениях данная методика позволяет в условиях тренировки оперативно получать биомеханические показатели упражнения и далее, сравнивая показатели с моделью, давать рекомендации по коррекции техники спортсмена. Результаты исследования показали, что данная инструментальная методика проста в использовании, обеспечивает высокую точность регистрации биомеханических параметров спортивных движений и может быть применена для оптимизации тренировочного процесса в тяжелоатлетическом спорте.

Ключевые слова: тяжелая атлетика, биомеханический контроль, техника тяжелоатлетических упражнений, оптимизация тренировочного процесса, программно-аппаратный комплекс

Research article

UDC 796

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-359-108-117

Nikita Mikhailovich Khrulev¹,
Alexander Leonovich Ogandzhanov²

^{1, 2} Moscow City University,
 Moscow, Russia

ONGOING MONITORING OF THE TECHNICAL FITNESS OF QUALIFIED WEIGHTLIFTERS USING AN INNOVATIVE BIOMECHANICAL CONTROL TECHNIQUE

Abstract. The study considers an instrumental biomechanical control technique based on recording the parameters of the technique of weightlifting exercises. The purpose of this study was an attempt to experimentally substantiate the possibilities of managing the technical training of weightlifters based on the operational control of biomechanical parameters of exercises using the «Musclelab Linear Encoder» instrumental technique. Based on the previously developed model characteristics of technical fitness in classical weightlifting exercises, this technique allows you to quickly obtain biomechanical exercise parameters in training conditions and then, comparing the indicators with the model, make recommendations for correcting the athlete's technique. The results of the study showed that this instrumental technique is easy to use, provides high accuracy in recording biomechanical parameters of athletic movements and can be used to optimize the training process in weightlifting.

Keywords: weightlifting, biomechanical control, technique of weightlifting exercises, optimization of the training process, hardware and software complex

Введение

Современный этап развития спорта связан с широким использованием различных технологий, которые находят свое применение в условиях соревновательной деятельности, в тренировочном процессе, а также в ходе комплексного контроля специальной подготовленности спортсменов. Это в полной мере относится и к тяжелой атлетике — традиционному виду спорта, пользующемуся широкой популярностью у молодежи наряду с другими силовыми спортивными дисциплинами.

На текущий момент опубликовано множество уникальных работ на тему биомеханического контроля в тяжелой атлетике, однако большинство исследований проводилось в лабораторных условиях с использованием сложных измерительных систем, прежде всего систем видеоанализа и тензодинамометрии [4; 5; 7; 8]. Несмотря на высокую точность, эти системы не находят практического использования в тренировочном процессе из-за особых условий использования, трудоемкости и значительного времени обработки данных. В современных условиях доступ к оперативной биомеханической информации,

используемой в ходе текущего контроля в тренировочном процессе, становится конкурентным преимуществом, стимулирует разработку более оперативных и доступных с точки зрения практического использования устройств для интеграции в тренировочный процесс.

Особую роль при проведении биомеханического контроля в тяжелой атлетике играют такие параметры, как скорость, сила, мощность и время выполнения двигательного действия. Эти параметры являются информативными для оценки эффективности техники спортсмена, а их анализ, с опорой на разработанные специалистами модельные характеристики технической подготовленности, создает возможности для тренеров и спортсменов управлять подготовкой атлетов на объективной научной основе.

В работе была поставлена следующая *цель исследования*: обосновать возможности управления тренировочным процессом спортсменов-тяжелоатлетов на основе использования инновационной методики оперативного биомеханического контроля.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- 1) провести в условиях тренировочного процесса высококвалифицированных тяжелоатлетов апробацию инструментальной методики биомеханического контроля;
- 2) на основе оперативного контроля биомеханических показателей тяжелоатлетических упражнений оценить возможности использования предлагаемой инновационной методики для повышения эффективности управления тренировочным процессом тяжелоатлетов.

Материалы и методы исследования

Для решения задач исследования производилась регистрация следующих биомеханических параметров упражнения: мощность (Вт), скорость (м/с), время (с) и сила (Н) с помощью программно-аппаратного комплекса Musclelab Linear Encoder (Ergotest Innovation AS, Норвегия) с датчиком линейных перемещений (с диапазоном измерения 0–3,5 м, дискретной частотой 200 Гц), шнур которого крепился на грифе штанги, а данные, полученные в результате движения, интегрировались в специальное программное обеспечение в реальном времени для последующей синхронизации и анализа.

В исследовании принимали участие тяжелоатлеты спортивного клуба «Атлет» физкультурно-спортивного объединения «Юность Москвы» ($n = 5$) различной весовой категории, имеющие спортивную квалификацию от кандидата в мастера спорта (КМС) до мастера спорта (МС). Измерения проводились в течение месячного мезоцикла, каждый микроцикл которого включал в себя три тренировочные сессии, состоящие из следующих контролируемых упражнений: рывок классический; толчок классический; приседания со штангой на груди.

В конце каждого микроцикла проводилась контрольная тренировка, максимально приближенная к соревновательным условиям. В рамках данной тренировочной сессии выполнялись представленные выше упражнения с возрастающим весом снаряда от разминочного до предельного максимума (1ПМ) на текущий день, сопровождающиеся синхронной регистрацией биомеханических параметров.

В данной работе на примере показателей одного спортсмена высокой квалификации (рост 173 см, вес 94 кг, квалификация МС) представлен биомеханический анализ двух упражнений: рывок классический и подъем штанги на грудь с контролем биомеханических параметров при различных отягощениях в диапазоне 75–100 % от максимума данного спортсмена.

При обработке полученных данных были получены следующие биомеханические параметры движения штанги: средняя мощность (усредненное значение мощности за время выполнения упражнения); средняя сила (усредненное значение силы, приложенной к снаряду); максимальная высота подъема снаряда; средняя вертикальная скорость снаряда; пиковая вертикальная скорость (максимальное значение скорости); время достижения пиковой скорости (от начала фазы предварительного разгона до момента достижения пиковой скорости); общее время выполнения двигательного действия.

Результаты исследования

В таблице 1 представлены показатели движения штанги в рывке у одного из атлетов при выполнении упражнения с различными весами. Как пишет А. В. Большой, для успешного повышения результата в классических упражнениях, средний тренировочный вес штанги в процентах от максимального результата должен составлять более 70 % [3]. На основе этого показателя интенсивности упражнения в таблице и последующих обсуждениях будут рассматриваться результаты в рывке от 120 до 160 кг, то есть в диапазоне 75–100 % от максимума спортсмена в рамках контрольной тренировки.

В таблице 1 представлены биомеханические параметры движения штанги в рывке атleta при выполнении упражнения с различными весами.

Таблица 1

Программа измерения биомеханических параметров при выполнении классического рывка

Показатель	Вес штанги (кг)					
	120	130	140	150	155	160
AP [W]	1 439	1 447	1 685	1 569	1 606	1 605
AF [N]	1 302	1 398	1 531	1 605	1 660	1 706
D [см]	117	114	108	108	105	104
AV [m/s]	1,11	1,04	1,10	0,98	0,97	0,94
pV [m/s]	2,28	2,14	2,09	2,07	1,95	1,85

Показатель	Вес штанги (кг)					
	120	130	140	150	155	160
tpV [s]	0,81	0,81	0,70	0,86	0,84	0,88
t [s]	1,06	1,10	0,98	1,10	1,08	1,10

Примечание: AP [W] — средняя мощность в ваттах; AF [N] — сила в ньютонах; D [cm] — вертикальное перемещение снаряда; AV [m/s] — средняя скорость в метрах в секунду; pV [m/s] — пиковая скорость в метрах в секунду; tpV [s] — время достижения пиковой скорости в секундах; t [s] — время в секундах.

Анализируя данные, представленные в таблице, мы можем увидеть зависимость между внешним отягощением (кг) и высотой снаряда (см). Максимальная высота подъема штанги в конце финального разгона постепенно снижается с 117 см, зафиксированных на весе 120 кг, до 104 см — на весе 160 кг, что соответствует 60,12 % от роста спортсмена, равного 173 см, что несколько превышает модельное значение для высококвалифицированных атлетов схожей весовой категории [5].

Одним из основных критерии, свидетельствующих об эффективности техники выполнения классического рывка, является показатель скорости движения штанги [8]. Как видно из данных в таблице 1, наблюдается линейное снижение показателей средней и максимальной скорости по мере увеличения внешнего отягощения. Значение пиковой скорости на весе 160 кг, полученное в фазе финального разгона, где достигается максимум вертикальной скорости ЦМ штанги, равно 1,85 м/с, что является модельным значением в этом упражнении для тяжелоатлетов высокой квалификации [5, 6]. Что касается применения значений данного параметра на практике, то, как пишет В. Ф. Скотников, для успешного выполнения подъема в рывке необходимо сообщить снаряду скорость в диапазоне от $1,80 \pm 0,13$ м/с до $1,87 \pm 0,17$ м/с [5]. На рисунке можно наблюдать последовательное снижение показателя пиковой скорости при увеличении веса отягощения на 5–6 % между подходами. Экстраполяция этих данных позволяет прогнозировать, что дальнейшее увеличение веса снаряда приведет к выходу скорости за нижнюю границу, что с высокой долей вероятности должно привести к неудачной попытке спортсмена.

Не менее важным показателем, определяющим результативность в классическом рывке, является параметр мощности выполнения упражнения [2]. Среднее значение данного показателя составило $1\ 530 \pm 28$ Вт. Прослеживается закономерное увеличение показателей средней мощности с 1439 Вт до 1605 Вт и средней вертикальной силы с 1 302 до 1 706 Н по мере увеличения веса штанги, что связано с необходимостью атлету прикладывать большие усилия для преодоления инерции снаряда. Значения данных показателей соответствуют модельным значениям для высококвалифицированных тяжелоатлетов, полученных в других исследованиях [2]. Однако, несмотря на то что полученные значения мощности совпадают с модельными параметрами,

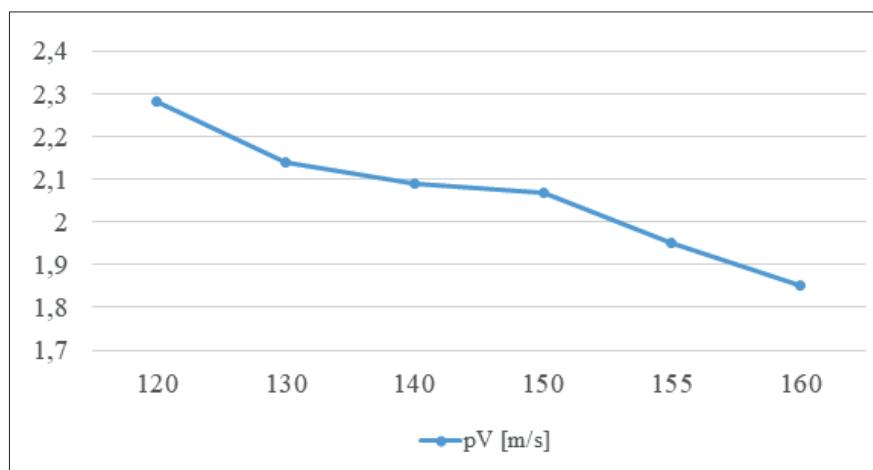


Рис. Изменение показателя максимальной скорости (pV) в рывке

интерпретация этого показателя требует опоры на индивидуальные модельные значения конкретного спортсмена, полученные в рамках одного тренировочного цикла. Только зная типичные значения в стабильном состоянии, можно своевременно реагировать на различные отклонения, требующие внесения корректировок в тренировочный процесс.

На следующем этапе исследования с использованием инструментальной методики биомеханического контроля оценивались показатели упражнения «Подъем штанги на грудь». В таблице 2 представлены биомеханические показатели движения штанги при выполнении этого упражнения с различными весами от 160 до 195 кг.

Таблица 2

**Программа измерения кинематических параметров
при выполнении подъема на грудь**

Показатель	Вес штанги (кг)					
	160	170	180	185	190	195
AP [W]	1 492	1 523	1 543	1 499	1 569	1 559
AF [N]	1 713	1 815	1 910	1 954	2 011	2 055
D [см]	85	81	82	78	79	79
AV [m/s]	0,87	0,84	0,81	0,77	0,78	0,76
pV [m/s]	1,86	1,81	1,75	1,64	1,58	1,67
tpV [s]	0,81	0,81	0,70	0,86	0,84	0,88
t [s]	0,97	0,97	1,01	1,02	1,01	1,04

Согласно результатам, полученным при выполнении упражнения «Подъем на грудь», отмечается общепринятая зависимость между весом внешнего отягощения и скоростью. При увеличении веса штанги происходит линейное снижение средней скорости снаряда с 0,87 м/с при выполнении подъема штанги весом 160 кг до скорости 0,76 м/с при весе снаряда 195 кг.

Результативность в подъеме штанги на грудь во многом зависит от максимальной скорости снаряда в фазе финального разгона, времени ее достижения и максимальной высоты подъема штанги [1]. Максимальная скорость, достигаемая в фазе финального разгона при весе 195 кг, равна 1,67 м/с, время, затрачиваемое спортсменом для ее достижения — 0,88 с, а максимальная высота подъема штанги — 79 см, что полностью соответствует модельным значениям данного параметра у спортсменов высокой квалификации в этом упражнении, полученным в исследованиях других авторов ($pV = 1,48 \pm 0,19$, $tpV = 0,78 \pm 0,14$, $D = 0,80 \pm 0,11$) [1, 4]. Считается, что данные показатели упражнения характеризуют уровень спортивно-технического мастерства и непосредственно влияют на эффективность техники выполнения подъема штанги на грудь, создавая выгодные условия для проявления взрывной силы в подрыве [1].

Как отмечает А. А. Шалманов, показатель средней мощности подъема штанги на грудь демонстрирует высокую корреляцию с результативностью в толчке, а ее прогрессирующий рост служит необходимым условием для повышения соревновательных результатов в этом упражнении [7]. В данном исследовании выявлена аналогичная закономерность при выполнении подъема на грудь: с увеличением веса штанги наблюдается линейный прирост как средней силы (с 1 713 Н при 160 кг до 2 055 Н при 195 кг), так и средней мощности (с 1 492 Вт до 1 559 Вт). Эта динамика полностью согласуется с тенденцией, зафиксированной ранее при анализе рывка у данного спортсмена. Как и в случае с рывком, данные значения являются модельными для высококвалифицированных тяжелоатлетов. Однако, на наш взгляд, учет и интерпретация этих биомеханических показателей в процессе совершенствования техники станут более продуктивными, если будут основываться на индивидуальных модельных характеристиках спортсменов. Рост показателей мощности и силы служат основой для прогресса результатов, при этом отклонения от индивидуальной биомеханической модели техники спортсмена сигнализируют о необходимости коррекции тренировочного процесса.

Представленные в таблицах 1 и 2 результаты параметров упражнений отражают лучшие результаты данного спортсмена (в рамках исследования) при выполнении рывка и подъема штанги на грудь, они были определены как модельные для текущего тренировочного цикла. Предполагается использование полученных биомеханических показателей в качестве базовых ориентиров в ходе текущего контроля технической подготовленности на данном этапе. Обновление модели конкретного параметра происходит при зафиксированном улучшении биомеханических показателей тренировочных упражнений. Полное обновление модели осуществляется при переходе на новый этап подготовки, обеспечивая тренировочные нагрузки (вес отягощений), соответствующие актуальному уровню спортивной формы атleta на данном этапе.

Выводы

1. Результаты тестирования, полученные в ходе апробации методики оперативного биомеханического контроля, соответствуют выявленным в литературе модельным биомеханическим показателям техники выполнения тяжелоатлетических упражнений, что подтверждает эффективность предлагаемой инновационной методики. Полученные данные демонстрируют, что использование данной инструментальной методики обеспечивает приемлемую для практического использования точность измерений, а достаточно стабильная работа в реальных тренировочных условиях доказывает возможность ее использования для оперативной оценки основных параметров техники тяжелоатлетических упражнений.

2. В рамках проведенного эксперимента на основе сравнения показателей спортсменов с разработанными ранее модельными биомеханическими характеристиками тяжелоатлетических упражнений осуществляется биомеханический контроль и коррекция технической подготовленности спортсмена. Однако, на наш взгляд, несмотря на то что полученные значения скорости, силы и мощности упражнения совпадают с групповыми модельными параметрами для спортсменов данной квалификации, анализ и интерпретация показателей атлетов будет более эффективна на основе разработки и учета индивидуальных моделей конкретного спортсмена.

3. Полученные биомеханические показатели тяжелоатлетических упражнений спортсмена в условиях проведенного эксперимента могут служить индивидуальной моделью и базовыми ориентирами технической подготовленности данного тяжелоатлета на этапе подготовки. При этом обновление индивидуальной модели осуществляется при переходе атлета на новый этап подготовки, обеспечивая тренировочные нагрузки (вес отягощений), соответствующие текущему уровню специальной подготовленности спортсмена на данном этапе.

Список источников

1. Абелян В. М. Особенности техники выполнения подъема штанги на грудь тяжелоатлетами высокой квалификации // Человек. Спорт. Медицина. 2016. Т. 16, № 1. С. 68–71. <https://doi.org/10.14529/hsm160111>. EDN: VVIXPB.
2. Баюрин А. П., Атлас А. А. Механическая энергия и мощность при подъеме штанги в рывке у мужчин и женщин // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгата. 2019. № 4 (170). С. 44–47. EDN MFERKW.
3. Большой А. В., Загревский О. И. Параметры объема и интенсивности тренировочной нагрузки квалифицированных тяжелоатлетов при подготовке к соревнованиям // Педагогический ИМИДЖ. 2020. Т. 14. № 4 (49). С. 629–638. <https://doi.org/10.32343/2409-5052-2020-14-4-629-638>. EDN: LGNQPZ.
4. Сивохин И. П., Скотников В. Ф., Прикладов Я. В. Анализ биомеханических факторов эффективности техники подъема штанги на грудь при выполнении классического толчка // Наука и спорт: современные тенденции. 2015. Т. 7, № 2 (7). С. 110–114. EDN TSFEAD.

5. Скотников В. Ф., Шалманов А. А., Панин А. В. Движение штанги у тяжелоатлетов высокой квалификации в условиях соревнований // Теория и практика физической культуры. 2014. № 2. С. 94–98. EDN: RVFCBD.
6. Талибов А. Х., Виноградов Г. П., Сурков А. Н., Зверев В. Д. Контроль некоторых биомеханических характеристик движений спортсмена и снаряда при уходе под штангу в атлетизме (на примере тяжелой атлетики) // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2020. № 4 (182). С. 452–455. <https://doi.org/10.34835/issn.2308-1961.2020.4.p452-456>. EDN: QAKDVD.
7. Шалманов А. А., Баюрин А. П. Способы определения мощности при подъеме штанги в классических тяжелоатлетических упражнениях // Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте: материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Москва, 19–21 ноября 2014 года. Москва: Московская государственная академия физической культуры, 2014. С. 13137–13143. EDN: VZFCXN.
8. Шалманов А. А., Скотников В. Ф., Лукунина Е. А., Атлас А. А. Индивидуальный подход к оценке технической и скоростно-силовой подготовленности тяжелоатлетов на основе оперативного биомеханического контроля // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2020. № 1 (179). С. 336–343. <https://doi.org/10.34835/issn.2308-1961.2020.1.p336-343>. EDN: PTUPTA.

References

1. Abelyan V. M. Features of the technique of lifting the barbell on the chest by highly qualified weightlifters. Man. Sports. Medicine. 2016;16(1):68–71. <https://doi.org/10.14529/hsm160111>. EDN: VVIXPB. (In Russ.).
2. Bayurin A. P., Atlas A. A. Mechanical energy and power when lifting a rod in a jerk in men and women. Scientific notes of the University named after P. F. Lesgaft. 2019;(170):44–47. EDN MFERKW. (In Russ.).
3. Bolshoi A. V., Zagrevsky O. I. Parameters of the volume and intensity of the training load of qualified weightlifters in preparation for the competition. Pedagogical IMAGE. 2020;14(4):629–638. (In Russ.). <https://doi.org/10.32343/2409-5052-2020-14-4-629-638>. EDN: LGNQPZ.
4. Sivokhin I. P., Skotnikov V. F., Applov Y. V. Analysis of biomechanical factors of the effectiveness of the technique of lifting the barbell on the chest when performing a classic push. Science and Sport: modern trends. 2015;7(2):110–114. EDN TSFEAD. (In Russ.).
5. Skotnikov V. F., Shalmanov A. A., Panin A. V. The movement of the barbell at weightlifters of high qualifications in the conditions of competition. Theory and practice of physical culture. 2014;(2):94–98. EDN RVFCBD. (In Russ.).
6. Talibov A. Kh., Vinogradov G. P., Surkov A. N., Zverev V. D. Control of some biomechanical characteristics of the movements of an athlete and a projectile when going under the bar in athleticism (using weightlifting as an example). Scientific notes of the University named after P. F. Lesgaft. 2020;(182):452–455. (In Russ.). <https://doi.org/10.34835/issn.2308-1961.2020.4.p452-456>. EDN: QAKDVD.
7. Shalmanov A. A., Bayurin A. P. Methods for determining power when lifting a barbell in classic weightlifting exercises. Biomechanics of motor actions and biomechanical control in sports: materials of the II All-Russian Scientific and Practical Conference

with international participation, Moscow, November 19–21, 2014. Moscow: Moscow State Academy of Physical Culture; 2014:13137–13143. EDN: VZFCXN. (In Russ.).

8. Shalmanov A. A., Skotnikov V. F., Lukunin E. A., Atlas A. A. Individual approach to assessing the technical and speed-force preparedness of weightlifters based on operational biomechanical control. Scientific notes of the University named after P. F. Lessgaft. 2020;(179):336–343. (In Russ.). <https://doi.org/10.34835/issn.2308-1961.2020.1.p336-343>. EDN: PTUPTA.

Информация об авторах / Information about the authors:

Хрулев Никита Михайлович — аспирант департамента физической культуры, спорта и медиакоммуникаций, Институт естествознания и спортивных технологий, Московский городской педагогический университет, Москва, Россия.

Khrulev Nikita Mikhailovich — Postgraduate Student of the Department of Physical Culture, Sports and Media Communications, Institute of Natural Sciences and Sports Technologies, Moscow City University, Moscow, Russia.

khrulevnm@mgpu.ru, <https://orcid.org/0009-0004-5010-8316>

Оганджанов Александр Леонович — доктор педагогических наук, профессор, профессор департамента физической культуры, спорта и медиакоммуникаций, Институт естествознания и спортивных технологий, Московский городской педагогический университет, Москва, Россия.

Ogandzhanov Alexander Leonovich — Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Physical Culture, Sports and Media Communications, Institute of Natural Sciences and Sports Technologies, Moscow City University, Moscow, Russia.

ogandjanoval@mgpu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6393-5995>

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare no relevant conflict of interest.

Статья поступила в редакцию: 20.04.2025;
одобрена после доработки: 06.06.2025;
принята к публикации: 10.06.2025.

The article was submitted: 20.04.2025;
approved after reviewing: 06.06.2025;
accepted for publication: 10.06.2025.