

УДК 796.42 (045)

*Ал-лами Ваель Абдуллах, Г.Б. Северухин***ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
КОПЬЕМЕТАТЕЛЕЙ**

В настоящее время эффективность подготовки спортсмена должна опираться не только на опыт и методическое мастерство тренера, но и на возможность использовать в анализе современные технические средства: аппаратуру, позволяющую получать срочную информацию о различных составляющих тренировочного процесса в метании копья – это должно опираться на аппаратуру позволяющую и получить данные биохимического анализа. В статье показаны возможности использования биомеханических моделей в подготовке спортсменов. Рассмотрены подходы в конструировании биомеханических моделей. Разработана биомеханическая модель метания копья. Приведено решение задачи динамики о влиянии на дальность полета копья абсолютной начальной скорости вылета, угла вылета, высоты выпуска копья. Определены наиболее значимые биомеханические характеристики системы «спортсменкопье». Показаны возможности использования индивидуальных особенностей спортсмена в достижении лучших результатов.

Ключевые слова: модель, метание, копье, техника движения, биомеханический анализ.

DOI: 10.35634/2412-9550-2019-29-4-471-477

Достижение высоких спортивных результатов требует от тренера и спортсмена поиска наиболее эффективных направлений подготовки. В легкоатлетических метаниях при рассмотрении взаимодействия в системе «спортсмен – спортивный снаряд» важное значение имеют конструкция снаряда и оптимальные характеристики его полета. Следует отметить, что выбор удобного для метания копья от лучших производителей очень важен для результативности, но этот фактор не преобладающий. Поэтому очевидна необходимость рассмотреть основные биомеханические параметры техники движений спортсмена и особенностей полета копья.

Теоретической основой исследований о биомеханических закономерностях спортивных движений можно считать работы Н.А. Бернштейна [2], Д.Д. Донского, В.М. Зацюрского [4], В.В. Мехриказе, Э.П. Позюбанова, Б.В. Ермолаева [7].

Техника метания копья достаточно подробно изучена в таких направлениях, как формирование двигательной структуры и координационные перестройки в технике движений [7-10], кинематические и биодинамические характеристики техники движений [1; 3], методические особенности тренировки и совершенствование техники движений [6], технические устройства в легкоатлетических метаниях [5], разработка и анализ моделей техники движения спортсменов [3; 5].

Вместе с тем спортивный результат в метании копья (дальность полета) определяется в основном биомеханическими характеристиками, которые спортсмен способен реализовать, а именно: абсолютной начальной скоростью вылета, углом вылета и высотой выпуска копья (рис. 1) [8].



Рис. 1 Примеры скорости метания копьеметателей и сопутствующих характеристик, влияющих на результат

Абсолютная скорость вылета копья – это основная биомеханическая характеристика при метании. Такая скорость должна быть сообщена рабочему звену тела (кисти) вместе с копьем. Абсолютная скорость вылета является результирующей скоростью переносного движения тела при разбеге и относительного движения кисти с копьем.

В реальных условиях угол вылета выбирается как наиболее рациональный в пределах 37° – 40° к горизонту с учетом подъемной силы и силы сопротивления воздуха. Решение такой задачи представляет большие трудности, так как копье – тело, которое в сагиттальной плоскости совершает плоскопараллельное движение, имеет три степени свободы, и при его полете необходимо учитывать переменные мидель и проекции скорости на координатные оси [7].

Анализ исследований указывает на необходимость более детально рассмотреть определение рациональных параметров техники метания с учетом индивидуальных возможностей спортсмена в биомеханической системе «спортсмен – копье».

Следует отметить, что отдельное направление в легкоатлетических метаниях занимают занятия по физическому воспитанию молодежи, в программах которых есть раздел «Легкая атлетика, метания». Поэтому при обучении метаниям необходимо обязательно учитывать не только общие закономерности организации подобных занятий и особенности развития занимающихся, но и биомеханические особенности техники метаний.

Цель работы – разработка биомеханической модели взаимодействия системы «спортсмен-копье» и определение наиболее значимых параметров, влияющих на дальность полета спортивного снаряда.

Расчетная схема влияния на абсолютную скорость вылета скоростей переноса движения тела спортсмена при разбеге и относительного движения кисти с копьем представлена на рис. 2.

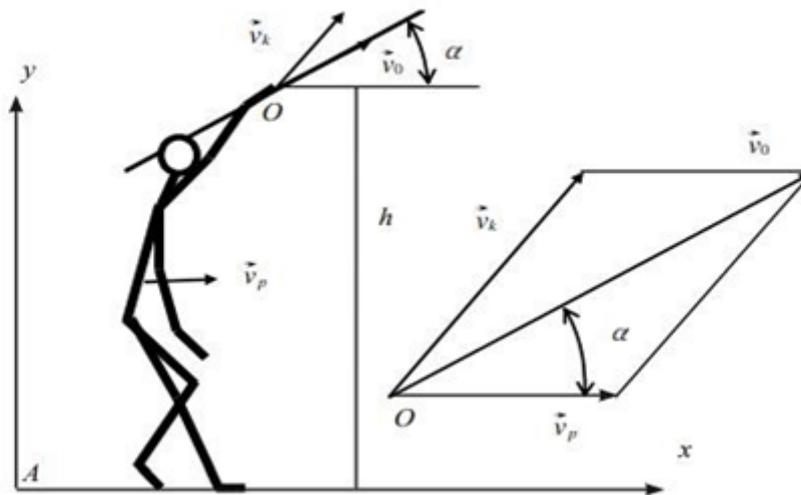


Рис. 2. Расчетная схема для определения абсолютной скорости вылета

$$\vec{v}_0 = \vec{v}_p + \vec{v}_k, \quad (1)$$

где v_0 – абсолютная начальная скорость вылета копья; v_p – переносная скорость тела в разбеге; v_k – относительная скорость кисти руки с копьем.

Следует заметить, что максимальная относительная скорость кисти с копьем рассчитывается или графоаналитическим или аналитическим методами с учетом взаимного положения сегментов верхней конечности.

В проекциях на оси декартовой абсолютной системы координат (xAy) это равенство имеет вид:

$$v_{0x} = v_{px} + v_{kx}; \quad v_{0y} = v_{py} + v_{ky} \quad (2)$$

Значение абсолютной начальной скорости вылета копья:

$$v_0 = \sqrt{v_{0x}^2 + v_{0y}^2} \quad (3)$$

Получим графические зависимости значений абсолютной начальной скорости вылета копья от переноса скорости тела в разбег при принятом значении относительной скорости кисти с копьем (рис. 3) и от относительной скорости кисти руки с копьем при принятом значении переноса скорости тела в разбег (рис. 4).

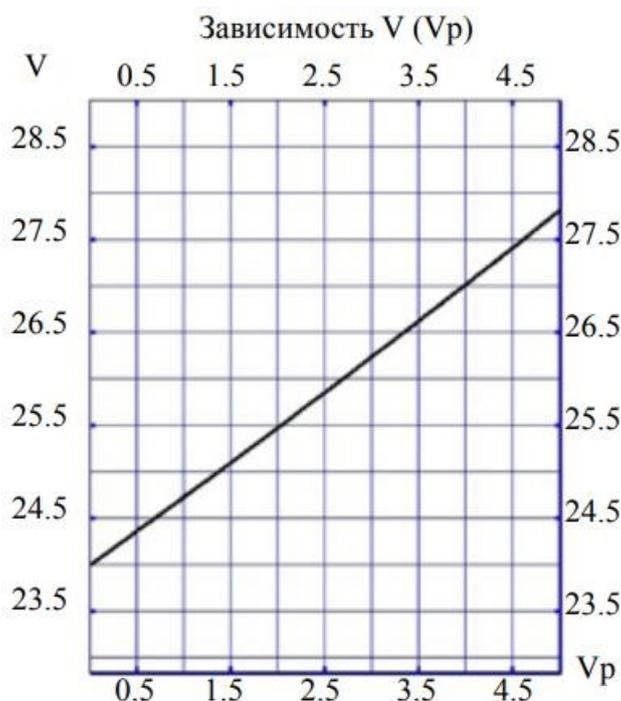


Рис. 3. Графическая зависимость значений абсолютной начальной скорости вылета копья от переноса скорости тела в разбег

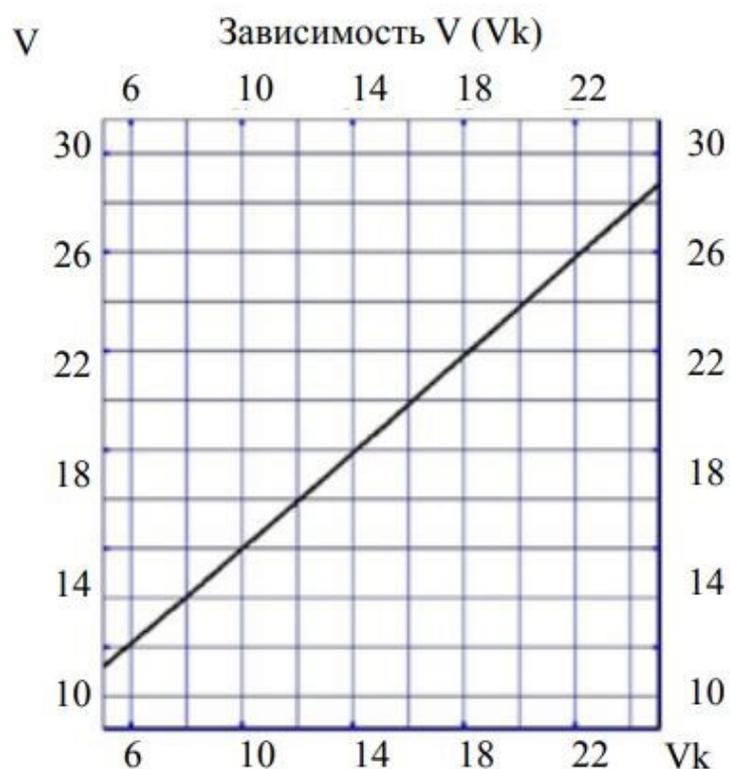


Рис. 4. Графическая зависимость значений абсолютной начальной скорости вылета копья от относительной скорости кисти руки с копьем

Далее рассмотрим влияние абсолютной начальной скорости вылета, угла вылета, высоты выпуска копья.

Следует отметить, что сила сопротивления воздуха уменьшает значение дальности полета, а подъемная сила увеличивает его на несколько процентов. Как было отмечено выше, учет действия этих сил на полет копья в математической постановке задачи сложно реализуемый, поэтому для приближенного получения расчетных параметров такие силы в представленной математической модели не учитываются (рис. 5).

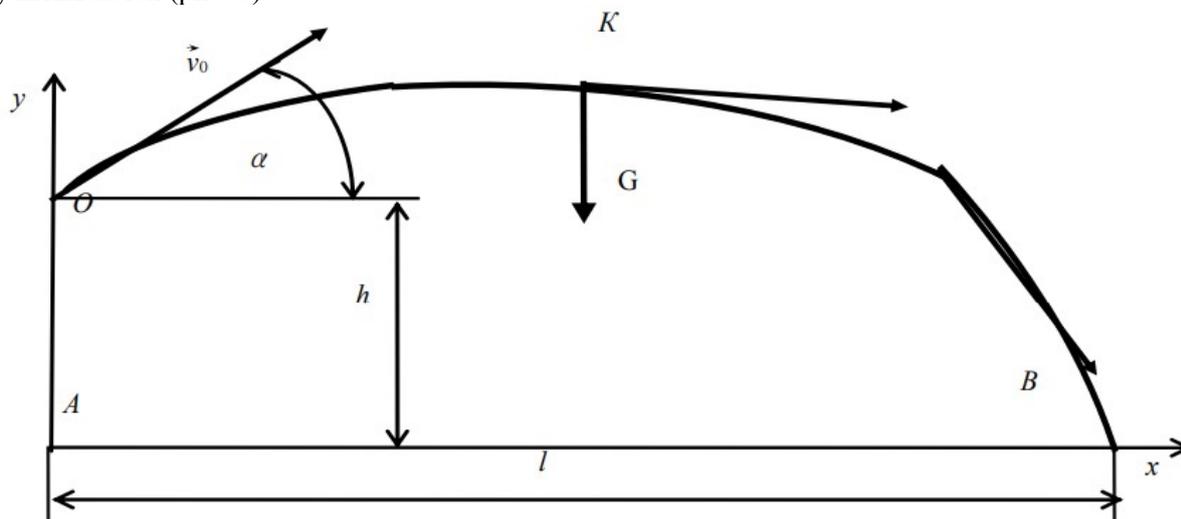


Рис. 5. Расчетная схема для определения абсолютной начальной скорости вылета, угла вылета, высоты выпуска копья

Рассмотрим рис. 5. Если на свободную точку действует только активная сила (сила тяжести копья), P^a , то из 2-го закона Ньютона следует, что

$$m\vec{a} = \vec{P}^a \quad (4)$$

Здесь a – ускорение копья, m – масса копья.

При движении точки в сагиттальной плоскости xAy , так как $z = az = 0$? систему уравнений можно записать так:

$$m\ddot{x} = P_x^a; \quad m\ddot{y} = P_y^a \quad (5)$$

Для исследования влияния на дальность полета копья абсолютной начальной скорости вылета, угла вылета, высоты выпуска копья необходимо решить вторую задачу динамики свободной материальной точки (копья), то есть определить закон движения точки, а затем основные биомеханические параметры, если заданы масса точки (копья) и действующие на нее силы.

Интегрируя дифференциальные уравнения движения копья, получим:

$$l = \left((tg\alpha + 2gh/v_0^2 \cos^2 \alpha) \cdot v_0^2 \cos^2 \alpha \right) / g \quad (6)$$

Получим графические зависимости значений дальности полета копья l :

- от абсолютной начальной скорости вылета копья при принятом значении угла вылета и высоты выпуска копья (рис. 6);
- от угла вылета при принятом значении абсолютной начальной скорости вылета копья и высоты выпуска копья (рис. 7);
- от высоты выпуска копья при принятом значении абсолютной начальной скорости вылета копья и угла вылета (рис. 8).

Таким образом, используя аналитические выражения для определения дальности полета копья в зависимости от скорости вылета, угла и высоты вылета, построены графические характеристики, которые позволяют учитывать возможности спортсменов в достижении лучшего результата.

Обобщая вышесказанное, можно сделать вывод, что спортивный результат в метании копья (дальность полета) определяется в основном биомеханическими характеристиками, которые способен реализовать спортсмен, а именно: *абсолютной начальной скоростью вылета, углом вылета и высотой выпуска копья.*

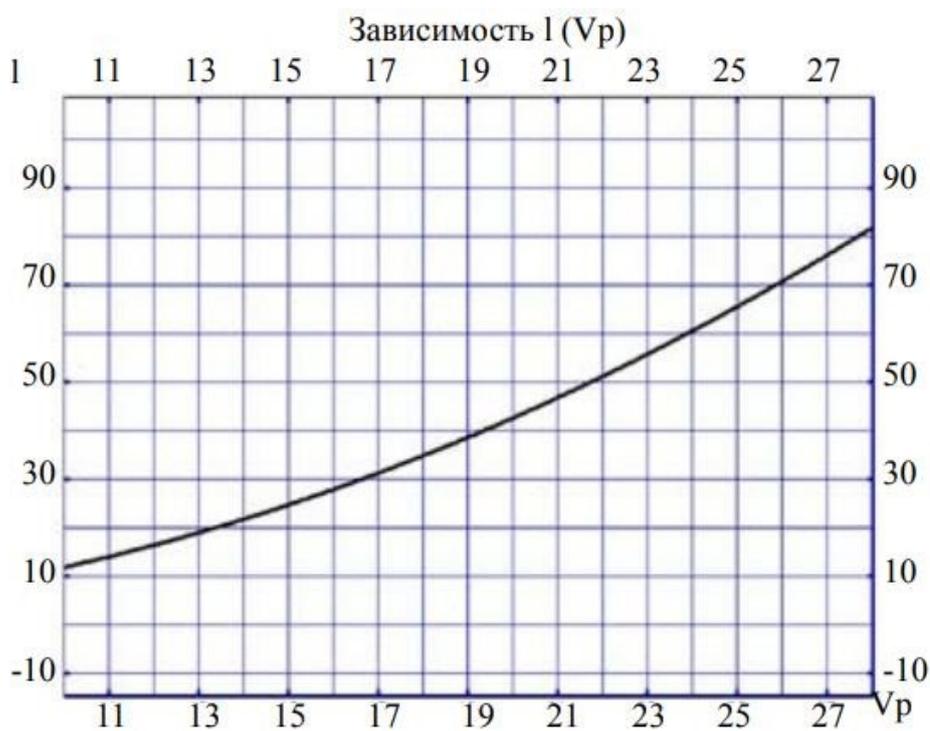


Рис. 6. Графическая зависимость значений дальности полета копья от абсолютной начальной скорости вылета копья

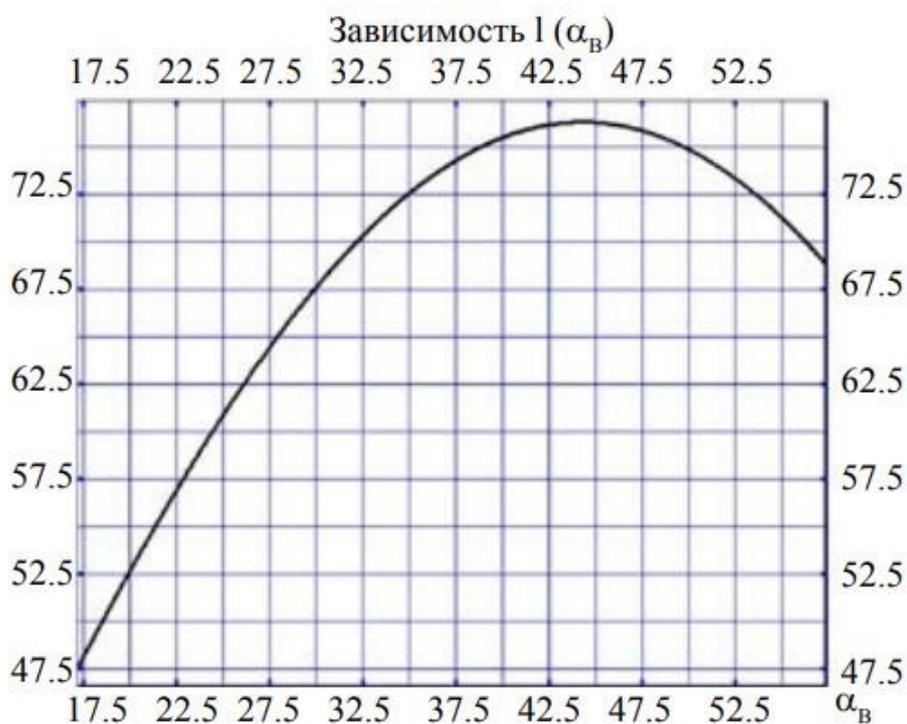


Рис. 7. Графическая зависимость значений дальности полета копья от угла вылета

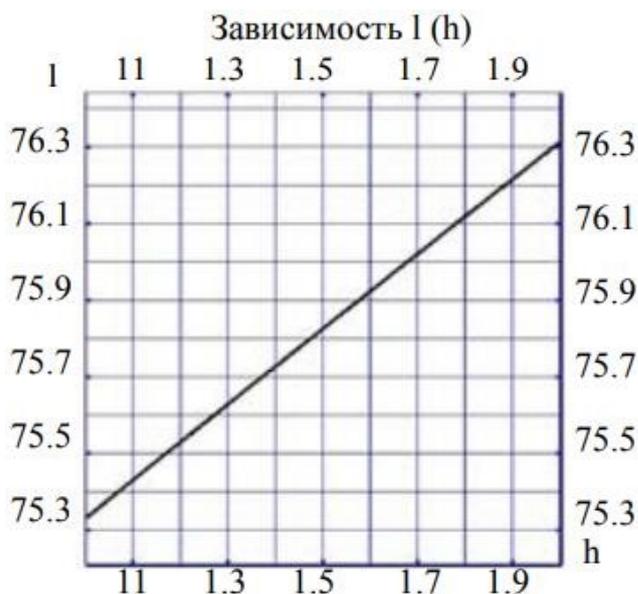


Рис. 8. Графическая зависимость значений дальности полета копья от высоты выпуска копья

В спортивной практике рекомендуется использовать полученные графические зависимости значений абсолютной начальной скорости вылета копья от переноса скорости тела в разбеге.

Также рекомендуется использовать графические зависимости значений дальности полета копья:

- от абсолютной начальной скорости вылета копья при принятом значении угла вылета и высоты выпуска копья;
- от угла вылета при принятом значении абсолютной начальной скорости вылета копья и высоты выпуска копья;
- от высоты выпуска копья при принятом значении абсолютной начальной скорости вылета копья и угла вылета с учетом попадания в ось копья.

Дальнейшие исследования планируется направить на изучение биомеханических особенностей взаимодействия системы «спортсмен-спортивный снаряд» в других видах спорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров А.В., Фролов А.А. Биомеханическая модель тела человека для описания многосуставных движений в трехмерном пространстве // Биомеханика-2006: 8 Всерос. конф. по биомеханике, Н. Новгород, 22–26 мая 2006 г.: тез. докл. / Рос. акад. наук [и др.]. Н. Новгород, 2006. С. 73.
2. Бернштейн Н.А. О построении движений. М.: Медгиз, 1947. 254 с.
3. Воронов А.В. Имитационное биомеханическое моделирование как метод изучения двигательных действий человека // Теория и практика физ. культуры. 2004. № 2. С. 22-26, 39-40.
4. Донской Д.Д., Зациорский В.М. Биомеханика: Учебник для институтов физической культуры. М.: Физкультура и спорт, 1979. 264 с.
5. Ермаков С.С., Адашевский В.М., Сиволап О.А. Теоретическое и экспериментальное определение биомеханических характеристик бега // Физическое воспитание студентов. 2010. № 4. С. 26-29.
6. Матвеев Е. Проверь себя: Метод сопряженного воздействия в тренировке копьеметателей // Легкая атлетика. 2001. № 6. С. 23.
7. Метание копья: пособие / В.В. Мехрикадзе, Э.П. Позюбанов, Б.В. Ермолаев; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. Минск: БГУФК, 2010. 36 с.
8. Попов Г.И., Ермолаев Б.В., Аракелов А.Л. Координационные перестройки в технике метания копья: модельные и экспериментальные оценки // Теория и методика физической культуры, 1993. № 1. С. 7-10.
9. Станчев С. Техническая подготовка легкоатлетов – метателей / Пер. с болг. М.: Физкультура и спорт, 1981. 134 с.
10. Campos J., Brizuela G., Ramon V. Three-dimensional kinematic analysis of elite javelin throwers at the 1999 IAAF World Championships in Athletics. URL: <http://www.iaaf-rdc.ru/ru/docs/publication/64.html>.

Ал-лами Ваель Абдуллах Хуссейн, аспирант

E-mail: Waellami@gmail.com

Северухин Георгий Борисович, кандидат педагогических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»

426034, Россия, г. Ижевск, ул. Университетская, 1

Al-Lami Wael Abdullah Hussien, G.B. Severukhin

MAIN DIRECTIONS OF BIOMECHANICAL CHARACTERISTICS OF JAVELIN THROW

DOI: 10.35634/2412-9550-2019-29-4-471-477

At present, the effectiveness of training an athlete should be based not only on the experience and methodological skills of a trainer, but also on the ability to use modern technical tools, equipment that allows to receive urgent information about the various components of the training process in javelin throwing this should be based on equipment allowing to obtain biochemical analysis data. The article shows the possibilities of using biomechanical models in the training of athletes. Approaches to the construction of biomechanical models are considered. A biomechanical model of javelin throwing has been developed. The solution of the dynamics problem is given: the range of the spear's flight depends on the absolute initial departure speed, departure angle, and spear release height. The most significant biomechanical characteristics of the "athlete-spear" system are determined. The possibilities of using the individual characteristics of an athlete in achieving the best results are shown.

Keywords: model, javelin throwing, movement technique, biomechanical analysis.

Received 20.09.2019

Al-Lami Wael Abdullah Hussein, postgraduate student

E-mail: Waellami@gmail.com

Severukhin G.B., Candidate of Pedagogy, Associate Professor

Udmurt State University

Universitetskaya st, 1, Izhevsk, Russia, 426034