

# Индивидуальные биомеханические особенности взаимодействия спортсменок с предметами в художественной гимнастике

Адашевский В.М.<sup>1</sup>, Ермаков С.С.<sup>2</sup>, Логвиненко Е.И.<sup>1</sup>, Цеслицка Мирослава<sup>2</sup>, Станкевич Блазей<sup>2</sup>, Пилевска Веслава<sup>2</sup>

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна<sup>1</sup>  
Університет Казимира Великого, Бьдгощ, Польща<sup>2</sup>

## Аннотации:

**Цель:** конструирование биомеханической модели взаимодействия спортсменки с предметом, а также разработка направлений ее использования на практике. **Материал:** в исследовании принимали участие 10 студенток-спортсменок. **Результаты:** представлены направления создания расчетных схем полета различных предметов (скакалки, обруча, мяча, ленты, булавы). Определены характеристики траекторий и времени полета предметов с учетом силы сопротивления воздушной среды. Показано влияние начальных параметров вылета на время полета предметов. Представлены графические характеристики траекторий полета предметов в зависимости от параметров их вылета. **Выводы:** Рекомендуется для повышения судейской оценки и эффективного выполнения гимнасткой упражнений за время полета предметов учитывать характеристики различных траекторий полета предметов. Следует учитывать, что время, высота и расстояние от спортсменки в конце полета предмета определяются биомеханическими характеристиками, которые способна реализовать спортсменка: абсолютной начальной скоростью вылета, углом вылета, высотой выпуска центра масс предметов.

## Ключевые слова:

художественная гимнастика, предмет, тренировка, биомеханика, полет.

**Адашевський В.М., Ермаков С.С., Логвиненко К.І., Цеслицка Мирослава, Станкевич Блазей, Пилевска Веслава. Індивідуальні біомеханічні особливості взаємодії спортсменок з предметами в художній гімнастиці. Мета:** конструювання біомеханічної моделі взаємодії спортсменки з предметом, а також розробка напрямів її використання на практиці. **Матеріал:** в дослідженні брали участь 10 студенток - спортсменок. **Результати:** представлені напрямки створення розрахункових схем польоту різних предметів (скакалки, обруча, м'ячі, стрічки, булави). Визначено характеристики траекторій і часу польоту предметів з урахуванням сили опору повітряного середовища. Показано вплив початкових параметрів вильоту на час польоту предметів. Представлені графічні характеристики траекторій польоту предметів залежно від параметрів їх вильоту. Висновки: Рекомендується для підвищення суддівської оцінки та ефективного виконання гімнастикою вправ за час польоту предметів враховувати характеристики різних траекторій польоту предметів. Слід враховувати, що час, висота і відстань від спортсменки наприкінці польоту предмета визначаються біомеханічними характеристиками, які здатна реалізувати спортсменка: абсолютної початковою швидкістю вильоту, кутом вильоту, висотою випуску центру мас предметів.

художня гімнастика, предмет, тренування, біомеханіка, політ.

**Adashevskiy V.M., Iermakov S.S., Logvinenko Y.I., Cieślicka Mirosława, Stankiewicz Błażej, Pilewska Wiesława. Individual athletes' biomechanical features of interaction with objects in art gymnastics. Purpose:** To design a biomechanical model of interaction of athlete with the subject, as well as the development of areas of its use in practice. **Material:** The study involved 10 students - athletes. **Results:** The presented computational schemes create direction of flight of different items (rope, hoop, ball, ribbon, clubs). The characteristics of the time of flight trajectories and with regard for the resistance force of the air environment. Shows the influence of initial parameters on departure flight time items. Graphic characteristics are presented trajectories of objects depending on the parameters of their departure. **Conclusions:** It is recommended to improve the judicial assessment and effective implementation gymnast exercises during the flight characteristics of the various items to consider trajectories of objects. Note that age, height and distance from the athletes at the end of the flight object defined biomechanical characteristics that can realize an athlete: absolute initial velocity of departure, departure angle, height of the center of mass manufacture items.

art gymnastics, items, training, biomechanics, flight.

## Введение.

Решение практических задач спортивной тренировки невозможно без учета анализа взаимосвязей отдельных элементов движения спортсменов и сопоставление их с некоторыми модельными характеристиками. В качестве модельных в таком случае обычно ориентируются на движения лучших атлетов в конкретном виде спорта. Такой подход позволяет создавать индивидуальные программы тренировки спортсменов. Одним из важных аспектов в такой подготовке спортсменов отводится биомеханическим моделям, которые расширяют представления атлета и его тренера о механизмах взаимосвязей отдельных элементов в общей структуре построения и коррекции движений. Именно учет индивидуальных особенностей спортсмена позволяет определять наиболее оптимальные характеристики движения и находить решения их практического использования. Такой подход, во все более усиливающейся конкуренции в спорте, является актуальным и необходимым элементом подготовки и совершенствования атлетов.

Необходимость учета индивидуальных особенностей спортсменов отмечается в работах: Козина Ж.Л. [16, 17]; Ермаков С.С. [8, 9]; Ермаков С.С., Иващенко С. Н., Гузов В.В. [13]; Носко Н.А. [24, 25]; Коробейников Г.В., Радченко Ю.А. [19]; Копчикова С.Г. [18]; Латышев С.В., Коробейников Г.В. [21]; Запорожанов В.А. [13, 14]; Павелец А.Я., Остьянов В.Н., Майданюк Е.В. [27]; Il'nitskaya A.S., Kozina Zh.L., Korobejnik V.A., Il'nickiy S.V., Cieślicka Mirosława, Stankiewicz Błażej, Pilewska Wiesława [35]; Rovnaya O.A., Podrigalo L.V., Iermakov S.S., Prusik Krzysztof, Cieślicka Mirosława [35], Volodymyr Adashevsky, Sergii Iermakov, Krzysztof Prusik, Katarzyna Prusik, Karol Gomer [36] и др.

С позиций биомеханики, необходимость учета индивидуальных характеристик движения спортсмена отмечается в работах Берштейна Н.А. [5]; Лапутина А.Н. [20]; Донского Д.Д. [7]; Дмитриева С.В. [6]; Ермакова С.С. [8, 9]; Адашевский В.М., Дулевски М., Ермаков С.С. [1]; Адашевский В.М., Ермаков С.С., Шабашов В.А. [2] и др.

Важное значение в построении биомеханических моделей отводится не только учету индивидуальных параметров движения, но и оптимальному сочетанию отдельных ее элементов. В тоже время, оптимизация

в конструировании биомеханической модели, предъявляет определенные требования к предварительному выбору наиболее значимых элементов движения. Решение проблем создания биомеханических моделей взаимодействия спортсмена с мячами, спортивными снарядами рассмотрено в работах: Ермаков С.С., Адашевский В.М. [10]; Ермаков С.С., Адашевский В.М., Сиволап О.А. [11]; Адашевский В.М., Дулевски М., Ермаков С.С. [1]; Адашевский В.М., Ермаков С.С., Шабашов В.А. [2]; Сидаш А.Л. [30].

Среди видов спорта, в которых спортсмен взаимодействует с предметом с последующей его ловлей, выделяется художественная гимнастика. Имеется несколько разновидностей ловли и бросков предметов. В индивидуальных программах ловля предмета после его полета производится самой спортсменкой. При групповых упражнениях также имеются движения, связанные с ловлей предметов в различных комбинациях спортсменками одной команды. Это обуславливает необходимость понимания спортсменками биомеханических закономерностей полета и изучения фаз полета предмета. Исследованию особенностей выполнения спортсменками упражнений с предметами посвящены работы: Карпенко Л. А. [15]; Нестерова Т.В., Сиваш И.С. [22]; Нестерова Т.В., Шевчук И.А. [23]; Степанова И. А. [31]; Парахин В.А. [28]; Биомеханические особенности выполнения упражнений с предметами показаны в работах: Андреева Н. [4], Рукавицына С.Л. [29]. Среди них необходимо выделить работы по исследованию проблем техники бросков и ловли предметов: Андреева Н. [3]; Образцова Н. О. [26]; Суменкова А., Наконечная И., Руденко А. [32]; Овчинникова Н. А., Карпенко Л. А. [33]. Однако, все еще остаются нерешенными и недостаточно исследованными некоторые проблемы бросков и ловли предметов. В этом аспекте, очевидна необходимость

в конструировании биомеханической модели взаимодействия спортсменки с предметом применительно к художественной гимнастике.

**Цель, задачи работы, материал и методы.**

*Цель работы* – конструирование биомеханической модели взаимодействия спортсменки с предметом, а также разработка направлений ее использования на практике.

*Задачи исследования:* составить расчётную схему для определения характеристик траекторий и времени полёта предметов с учётом силы сопротивления воздушной среды; составить физико-математические модели полёта предметов; определить основные биомеханические характеристики полёта; провести исследования влияния начальных параметров вылета на время полёта предметов и получить графические характеристики их траекторий; проверить полученные решения на практике.

**Результаты исследования.**

Судейская оценка в художественной гимнастике зависит от эффективного выполнения гимнасткой определённых упражнений за время полёта предметов при определённых их траекториях. Следует учитывать, что время, высота и расстояние от спортсменки в конце полёта (дальность) определяются в основном биомеханическими характеристиками, которые способна реализовать спортсменка, а именно: абсолютной начальной скоростью вылета, углом вылета, высотой выпуска центра масс соответствующих предметов.

Рассмотрим расчётные схемы для определения параметров высоты и дальности полёта от параметров вылета конкретных предметов (рис. 1).

В проекциях на оси декартовой абсолютной системы координат:

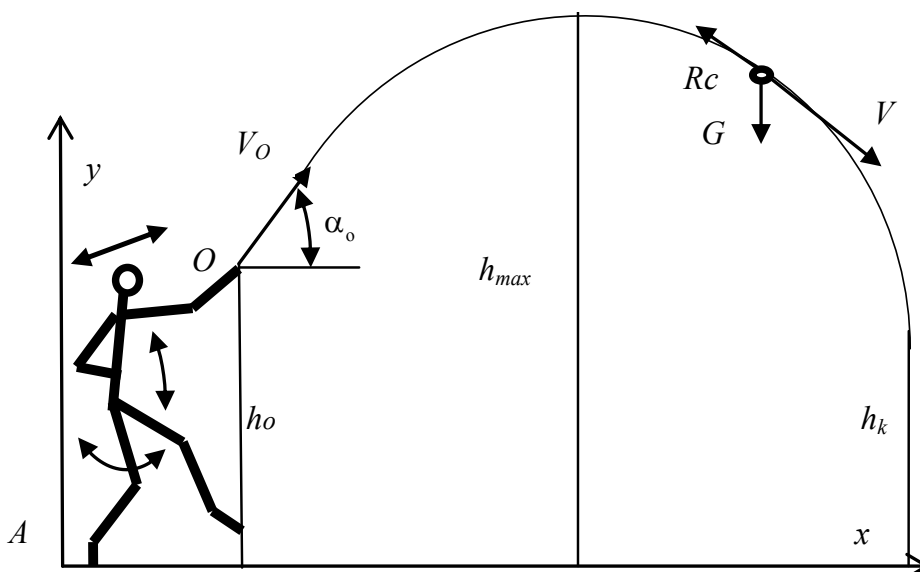


Рис. 1. Расчетная схема для определения параметров полёта предметов

$V_0 = VC_0$  - абсолютная начальная скорость вылета центра масс предметов,  $V_{0x}$  - проекция скорости вылета центра масс предметов на ось  $Ox$ ,  $V_{0y}$  - проекция скорости вылета центра масс предметов на ось  $Oy$ ,  $V$  - текущая скорость центра масс предметов.

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha_0; \quad v_{0y} = v_0 \sin \alpha_0$$

Выражение абсолютной начальной скорости вылета

$$v_0 = \sqrt{v_{0x}^2 + v_{0y}^2}$$

$h_{c_0} = h_0$  - высота вылета центра масс предметов в начальное время вылета,

$\alpha_0 = \alpha_{c_0}$  - угол вылета центра масс предметов,

$G$  - сила тяжести предметов,

$R_c$  - сила сопротивления воздушной среды. Для решения поставленной задачи сила аэродинамического сопротивления  $R_c$  для тел, движущихся в воздушной среде плотностью  $\rho$  равна

$$R_c = 0.5 \cdot c_t \rho s V^2$$

При подсчёте этих сил безразмерные коэффициенты лобового сопротивления  $c_t$  определяют экспериментально в зависимости от формы тела и его ориентации в среде.

Величина  $S$  (мидель) определяется значением проекции площади поперечного сечения тела на плоскость перпендикулярную оси движения,  $V$  – текущая абсолютная скорость тела. Плотность воздуха  $\rho = 1.3 \text{ кг/м}^3$ .

Определение переменных значений миделя  $S$  и коэффициента лобового сопротивления  $c_t$  требуют основательных дополнительных экспериментальных исследований, поэтому при решении данной задачи примем их усреднённые переменные значения.

Переменные во времени значения коэффициентов  $k$  определяются расчётным путём.

Так как предметы в фазе полёта движутся в основном в одной из анатомических плоскостей,

составим уравнения динамики плоскопараллельного движения в проекциях на оси координат.

$$m\ddot{x}_c = P_x^e; \quad m\ddot{y}_c = P_y^e$$

Здесь  $m$  - масса тела,

$\ddot{X}_c, \ddot{Y}_c$  - соответствуют проекциям ускорения центра масс,

$P_x^e, P_y^e$  - проекции равнодействующей сил действующих на предметы в полете.

При движении в плоскости  $xAy$ , систему уравнений можно записать так:

$$m\ddot{x} = -R_{cx}; \quad m\ddot{y} = -G - R_{cy}$$

$$m\ddot{x} = -R_c \cos \alpha; \quad m\ddot{y} = -mg - R_c \sin \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{\dot{x}}{v}; \quad \sin \alpha = \frac{\dot{y}}{v};$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2}$$

$\alpha$  – угол между текущими проекциями скорости центра масс тела и вектором его скорости, определяющий знаки проекций векторов сил на оси координат.

Решение этой задачи требует интегрирования дифференциальных уравнений движения.

Построим графические зависимости значений дальности, высоты полёта предметов с учётом начальных параметров: абсолютной скорости вылета центра масс, угла вылета центра масс, высоты выпуска центра масс, для переменной силы сопротивления среды (рис. 2-6). При этом рассчитывается время полёта предметов необходимого для эффективного выполнения гимнастикой определённых упражнений.

Зависимость  $y_1(x_1)$

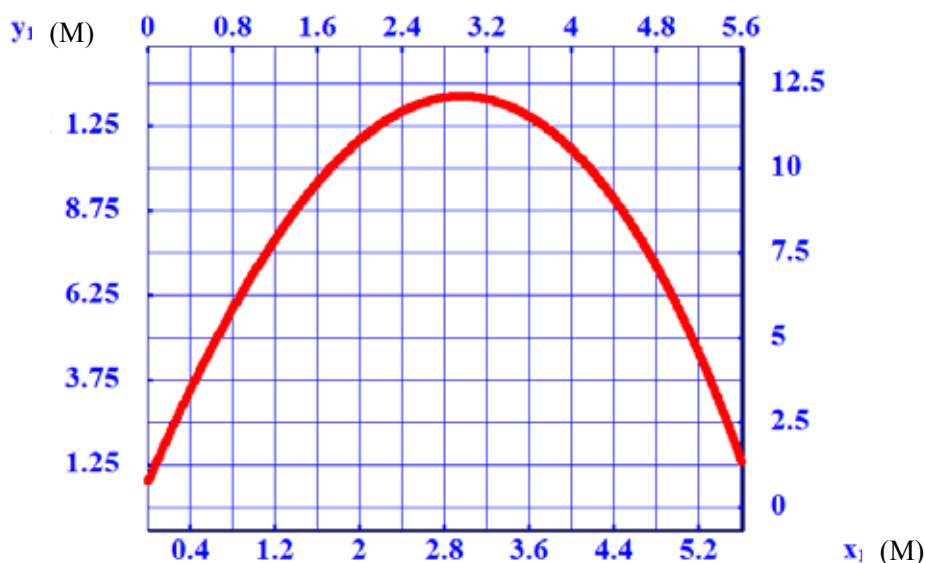


Рис. 2. Графическая зависимость параметров полёта скакалки для времени  $t=3c$ .;  $VC_0=17\text{м/с}$ ;  $\alpha_{c_0}=82^\circ$ ;  $h_{c_0}=0.75\text{м}$ .;  $m=0.1\text{кг}$ .

За время полёта  $t=3c$  и полученного значения дальности полёта скакалки  $X_1=5.6$  м. спортсменка выполняет такие элементы: бросок скакалки на приставном шаге, два кувырка вперед и ловля скакалки руками или ногами при полном перевороте назад вокруг фронтальной оси.

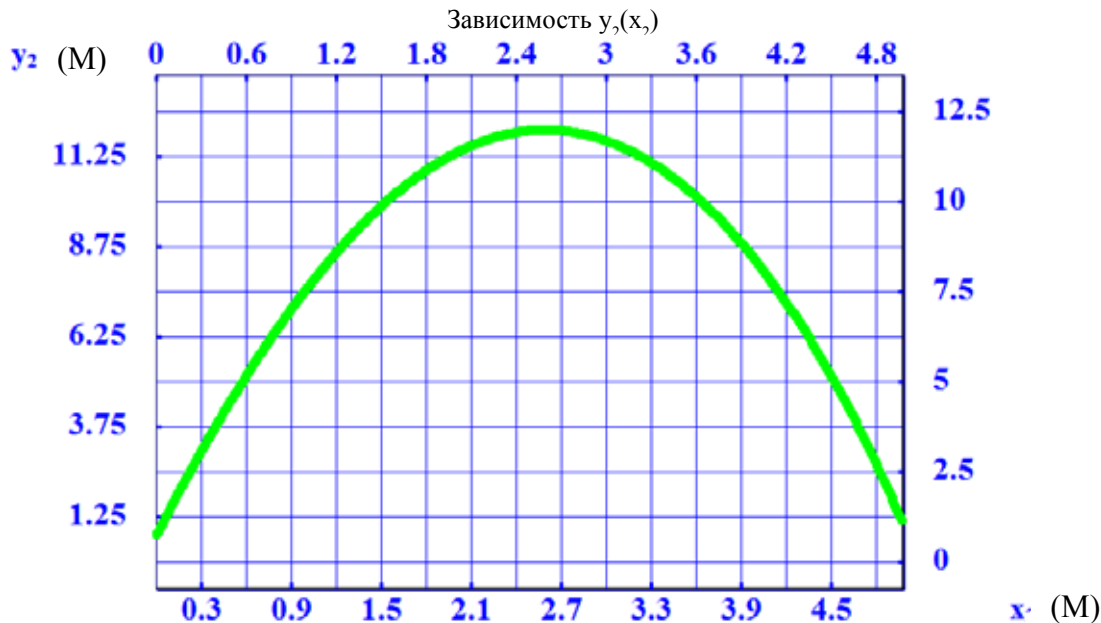


Рис. 3. Графическая зависимость параметров полёта обруча для времени  $t=3c.$ ;  $VC_0=16.5m/c.$ ;  $\alpha_{c0}=83^0.$ ;  $h_{c0}=0.75m.$ ;  $m=0.3kg.$

За время полёта  $t=3c.$  и полученного значения дальности полёта обруча  $X_2=5$  м. спортсменка выполняет такие элементы: бросок на приставном шаге при этом выполняется два кувырка вперед вокруг фронтальной оси, переход через поперечный шпагат и ловля обруча ногами.

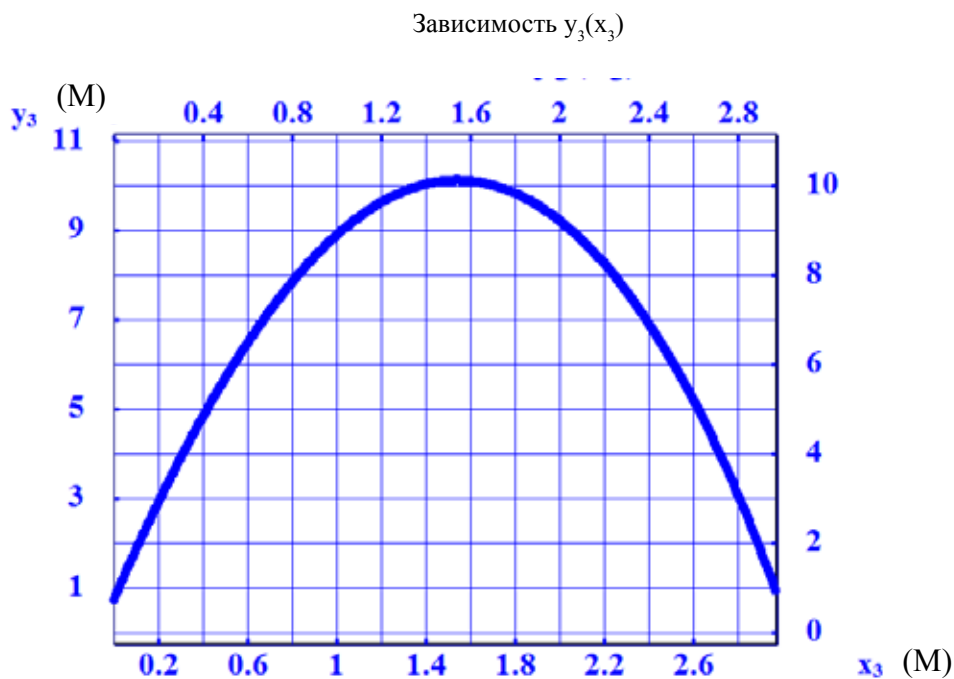


Рис. 4. Графическая зависимость параметров полёта мяча для времени  $t=2.75c.$ ;  $VC_0=15m/c.$ ;  $\alpha_{c0}=85^0.$ ;  $h_{c0}=0.75m.$ ;  $m=0.4kg.$

За время полёта  $t=2.75c.$  и полученного значения дальности полёта мяча  $X_3=2.9$  м. спортсменка выполняет такие элементы: бросок мяча, шэнэ (вращение вокруг продольной оси), кувырок вперед и ловля мяча руками.

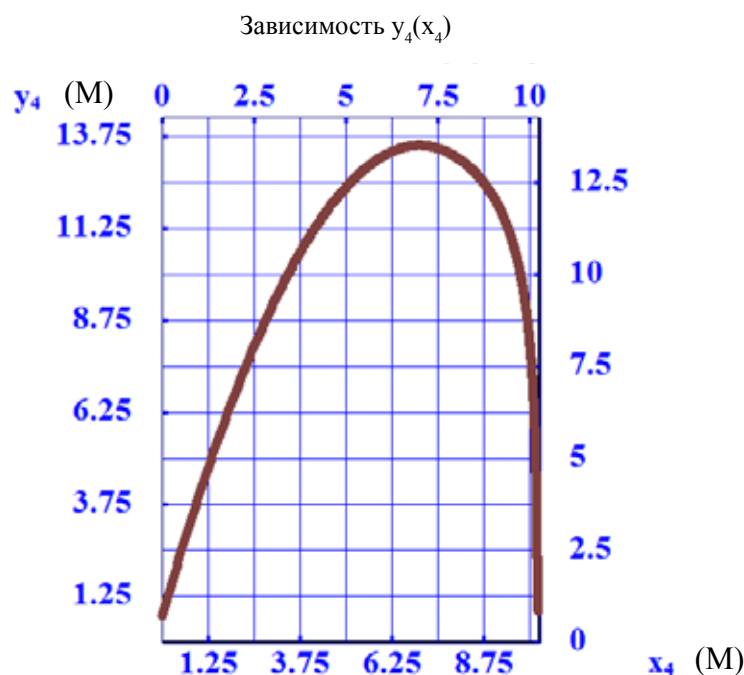


Рис. 5. Графическая зависимость параметров полёта ленты для времени  $t=4.5c.$ ;  $VC_0=17.3m/c.$ ;  $\alpha_{c0}=74^0.$ ;  $h_{c0}=0.75m.$ ;  $m=0.1кг.$

За время полёта  $t=4.5c.$  и полученного значения дальности полёта ленты  $X_4=10.5$  м. спортсменка выполняет такие элементы: бросок ленты, три кувырка вперед вокруг фронтальной оси и ловля ленты руками на последнем кувырке.

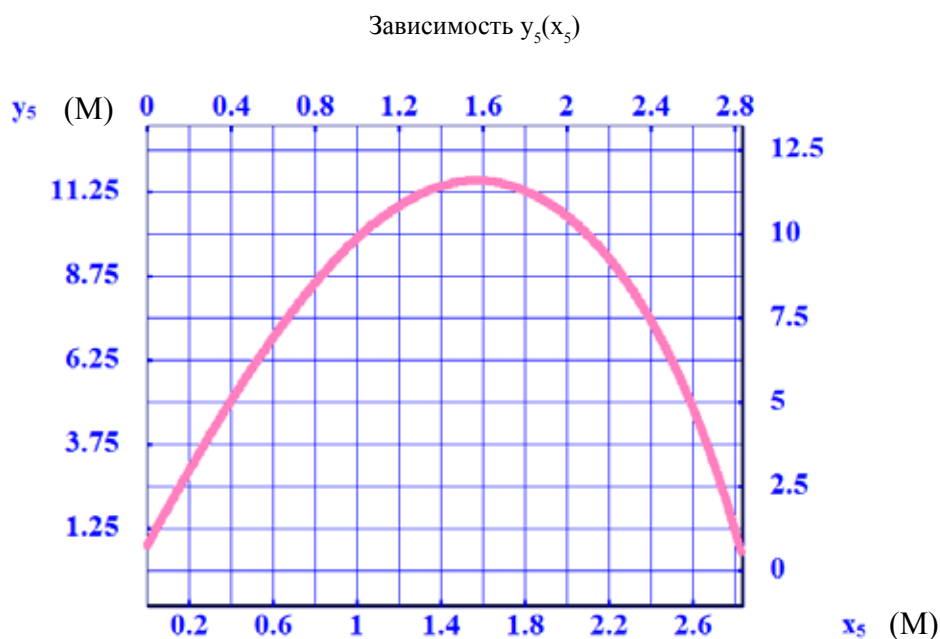


Рис. 6. Графическая зависимость параметров полёта булавы для времени  $t=3c.$ ;  $VC_0=21m/c.$ ;  $\alpha_{c0}=85^0.$ ;  $h_{c0}=0.75m.$ ;  $2m=0.3кг.$

За время полёта  $t=3c.$  и полученного значения дальности полёта булавы  $X_5=2.9$  м. спортсменка выполняет такие элементы: бросок булавы, один переворот вперед вокруг фронтальной оси и ловля булавы руками во время кувырка вперед.

Анализ графических характеристик траекторий полета предметов позволяет корректировать движения в зависимости от индивидуальных конкретных физических данных и возможностей спортсменов. Такой подход позволяет более эффективно выполнять соответствующие упражнения, а также создать условия для повышения судейской оценки.

#### Выводы.

Таким образом, практическое использование биомеханической модели движения спортсменки позволяет оптимизировать процесс тренировки. Кроме того, учет индивидуальных особенностей спортсменки в биомеханической модели позволило выделить наиболее значимые кинематические и динамические параметры движения. Практическое использование результатов анализа индивидуальной модели требует от тренера и спортсменки знаний основ биомеханики движений. Важное значение при конструировании

модели отводится использованию современного оборудования и приборов контроля, которые позволяют регистрировать параметры движения ведущих атлетов в конкретном виде спорта.

Рекомендуется учитывать результаты биомеханического анализа полета предметов для повышения судейской оценки и эффективного выполнения гимнастикой определенных упражнений за время полета предметов при определенных их траекториях. Следует учитывать, что время, высота и расстояние от спортсменки в конце полета (дальность) определяются биомеханическими характеристиками, которые способна реализовать спортсменка: абсолютной начальной скоростью вылета, углом вылета, высотой выпуска центра масс соответствующих предметов.

В перспективе очевидна необходимость применения современного оборудования для видеоанализа движений спортсмена.

#### Литература.

1. Адашевский В.М., Дулевски М., Ермаков С.С. Моделирование и определение основных рациональных биомеханических характеристик в метании копья //Физическое воспитание студентов /научный журнал. - Харьков, ХОНОКУ-ХГАДИ, 2011. - №3. - - С. 3-7.
2. Адашевский В.М., Ермаков С.С., Шабашов В.А. Определение основных рациональных биомеханических характеристик в стрельбе из лука //Физическое воспитание студентов /научный журнал. - Харьков, ХОНОКУ-ХГАДИ, 2012. - №3. - С. 5-10.
3. Андреева Н. Кинематическая структура показателей спортивной техники бросков и ловли мяча занимающихся художественной гимнастикой на этапе предварительной базовой подготовки // Молодіжний науковий вісник. 2012. - №7. - С. 104-110.
4. Андреева Н. О. Показатели развития сенсомоторной координации занимающихся художественной гимнастикой на этапах предварительной базовой и специализированной базовой подготовки / Н. О. Андреева, А. В. Жирнов, В. Н. Болобан // Физическое воспитание студентов, 2011. - № 4. - С. 6-15.
5. Бернштейн Н.А. О построении движений. М., 1947. - 144 с.
6. Дмитриев С.В. Д.Д.Донской и развитие отечественной биомеханики: от биоцентризма к психосемантике двигательных действий // Физическое воспитание студентов. - 2011. - № 1. - С. - 59 - 67.
7. Донской Д. Д. Биомеханика : [уч. пособие] / Д. Д. Донской. - М. : Просвещение, 1975. - 240 с.
8. Ермаков С.С. Обучение технике ударных движений в спортивных играх. - Харьков: ХХПИ, 1996. - 292с.
9. Ермаков С.С. Модели биомеханических систем в организации эффективного действия спортсмена //Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. - Харків, ХХПІ. - 2001. - №17. - С. 40-47.
10. Ермаков С.С., Адашевский В.М. Теоретическое и экспериментальное определение биомеханических характеристик бега // Физическое воспитание студентов. - 2010. - № 4. - С. - 26 - 29.
11. Ермаков С.С., Адашевский В.М., Сиволап О.А. Теоретическое и экспериментальное определение биомеханических характеристик бега //Физическое воспитание студентов / научный журнал. - Харьков, ХОНОКУ-ХГАДИ, 2010. - №4. - С. 26-29.
12. Ермаков С.С., Иващенко С. Н., Гузов В.В. Особенности мотивации студентов к применению индивидуальных программ физической самоподготовки //Физическое воспитание студентов /научный журнал. - Харьков, ХОНОКУ-ХГАДИ, 2012. - №4. - С. 59-61.
13. Запорожанов В.А., Борачински Т. О переносе навыков ловкости в разных условиях двигательной деятельности // Педагогіка, психологія і медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. - 2013. - № 9. - С. 25-28. doi:10.6084/m9.figshare.749693
14. Запорожанов В.А. О надёжности показателей кинестезии в условиях контроля ловкости // Педагогіка, психологія і

#### References:

1. Adashevskij V.M., Dulevski M., Iermakov S.S. *Fiziceskoe vospitanie studentov* [Physical Education of Students], 2011, vol.3, pp. 3-7.
2. Adashevskij V.M., Iermakov S.S., Shabashov V.A. *Fiziceskoe vospitanie studentov* [Physical Education of Students], 2012, vol.3, pp. 5-10.
3. Andreeva N. *Molodizhnyj naukovij visnik* [Youth science bulletin], 2012, vol.7, pp. 104-110.
4. Andreeva N. O., Zhirnov A. V., Boloban V. N. *Fiziceskoe vospitanie studentov* [Physical Education of Students], 2011, vol.4, pp. 6-15.
5. Bernshtejn N.A. *O postroenii dvizhenij* [On the construction of movements], Moscow, 1947, 144 p.
6. Dmitriev S.V. *Fiziceskoe vospitanie studentov* [Physical Education of Students], 2011, vol.1, pp. 59 - 67.
7. Donskoj D. D. *Biomekhanika* [Biomechanics], Moscow, Education, 1975, 240 p.
8. Iermakov S.S. *Obuchenie tekhnike udarnykh dvizhenij v sportivnykh igrakh* [Education technology shock movements in sports], Kharkov, KSADA, 1996, 292 p.
9. Iermakov S.S. *Pedagogika, psihologia ta mediko-biologicni problemi fizicnogo viovanna i sportu* [Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports], 2001, vol.17, pp. 40-47.
10. Iermakov S.S., Adashevskij V.M. *Fiziceskoe vospitanie studentov* [Physical Education of Students], 2010, vol.4, pp. 26 - 29.
11. Iermakov S.S., Adashevskij V.M., Sivolap O.A. *Fiziceskoe vospitanie studentov* [Physical Education of Students], 2010, vol.4, pp. 26-29.
12. Iermakov S.S., Ivashchenko S. N., Guзов V.V. *Fiziceskoe vospitanie studentov* [Physical Education of Students], 2012, vol.4, pp. 59-61.
13. Zaporozhanov V.A., Borachinski T. *Pedagogika, psihologia ta mediko-biologicni problemi fizicnogo viovanna i sportu* [Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports], 2013, vol.9, pp. 25-28. doi:10.6084/m9.figshare.749693
14. Zaporozhanov V.A. *Pedagogika, psihologia ta mediko-biologicni problemi fizicnogo viovanna i sportu* [Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports], 2013, vol.4, pp. 21-25. doi:10.6084/m9.figshare.693023
15. Karpenko L.A. *Komponenty sportivnogo masterstva i osnovy obucheniiia upravleniiam khudozhestvennoj gimnastiki* [Components of sportsmanship and learning the basics of gymnastics exercises], Sankt Petersburg, SSAPC Publ., 2002, 40 p.
16. Kozina Zh.L., Iermakov S.S., Pogorelova A.O. *Fiziceskoe vospitanie studentov* [Physical Education of Students], 2012, vol.3, pp. 53 - 60.
17. Kozina Zh.L., Iagello M., Iagello V. *Pedagogika, psihologia ta mediko-biologicni problemi fizicnogo viovanna i sportu* [Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical

- медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. - 2013. - № 4. - С. 21-25. doi:10.6084/m9.figshare.693023
15. Карпенко Л. А. Компоненты спортивного мастерства и основы обучения упражнениям художественной гимнастики : [учеб.-метод. пособие] / Л. А. Карпенко. – СПб. : Изд-во СПбГАФК, 2002. – 40 с.
  16. Козина Ж.Л., Ермаков С.С., Погорелова А.О. Методологические основы определения индивидуальных особенностей волейболисток на этапе специализированной базовой подготовки // Физическое воспитание студентов. - 2012. - № 3. - С. - 53 - 60.
  17. Козина Ж.Л., Ягелло М., Ягелло В. Система закономерностей индивидуальной динамики эффективности соревновательных действий спортсменов в игровых видах спорта // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. - 2012. - № 11. - С. - 43 - 50. doi:10.6084/m9.figshare.97357
  18. Копчикова С.Г. Индивидуализация в плавании и пути ее решения в подготовке к Олимпийским Играм // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. - 2014. - № 2. - С. 33-36. doi:10.6084/m9.figshare.923511
  19. Коробейников Г.В., Радченко Ю.А. Проявление интуитивного мышления в условиях соревновательной деятельности у спортсменов в зависимости от психофизиологического состояния. // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. - 2012. - № 6. - С. - 87 - 90.
  20. Лапутин А. Н. Практическая биомеханика / А. Н. Лапутин, В. В. Гамалий, А. А. Архипов. – К. : Науковий світ, 2000. – 298 с.
  21. Латышев С.В., Коробейников Г.В. Системный подход к проблеме индивидуализации подготовки борцов // Физическое воспитание студентов. - 2013. - № 5. - С. 65-68. doi:10.6084/m9.figshare.771109
  22. Нестерова Т.В., Сиваш И.С. Современное состояние и перспективы совершенствования техники двигательных взаимодействий в групповых упражнениях художественной гимнастики путем применения мультимедийных технологий // Физическое воспитание студентов. - 2009. - № 3. - С. - 79 - 83.
  23. Нестерова Т.В., Шевчук И.А. Предпосылки оптимизации техники бросков и ловель предметов с учетом сопряженного развития гибкости плечевых суставов в художественной гимнастике // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. - 2009. - № 12. - С. - 126 - 129.
  24. Носко М.О., Туровский В.В., Ермаков С.С., Гаркуша С.А., Осадчий О.В., Христенко Г.О. Волейбол: навчальна програма. – К.: ФВУ НМВ, 2009. – 168 с.
  25. Носко Н. А. Педагогические основы обучения молодежи и взрослых движениям со сложной биомеханической структурой / Н. А. Носко. - К. : Науковий світ, 2000. - 336 с.
  26. Образцова Н. О. Биомеханические особенности бросков и ловли различных предметов в художественной гимнастике / Н. О. Образцова // Всесоюзная научная конф. по биомеханике спорта. – Чернигов, 1989. – С. 135–156.
  27. Павелец А.Я., Остьянов В.Н., Майданюк Е.В. Модельные характеристики, как основа индивидуализации подготовки боксеров высших разрядов (элиты) // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. - 2013. - № 10. - С. 52-55. doi:10.6084/m9.figshare.775329
  28. Парахин В.А. Освоение и совершенствование сложных гимнастических упражнений типа перелетов /автореф. дис. канд. пед. наук. 13.00.04, Москва, 2011, 20 с.
  29. Рукавицына С.Л. Программирование обучения упражнениям с обручем в художественной гимнастике //Рукавицына, Светлана Леонидовна. дисс. канд.пед.наук. Минск, 1990. – 20 с.
  30. Сидаш А.Л. Применение инструментальных методов для контроля выполнения передачи мяча двумя руками сверху в волейболе /Биомеханика спортивных двигательных действий и современные инструментальные методы их контроля // Материалы всероссийской научно-практической конференции. 21-23 октября 2013 г.Москва – Малаховка. 2013. С. 138-143.
  31. Степанова И. А. Техническая подготовка и основы обучения упражнениям художественной гимнастики / И. А.Степанова, Л. А. Карпенко. – Художественная гимнастика : учеб. пособие. – М. : [б. и.], 2003. – С. 257–265.
  32. Суменкова А., Наконечная И., Руденко А. Кинематический анализ техники выполнения мельниц булавами высококвалифицированных гимнасток в соревновательных композициях художественной гимнастики // Молодіжний training and sports], 2012, vol.11, pp. 43 - 50. doi:10.6084/m9.figshare.97357
  33. Kopchikova S.G. *Pedagogika, psihologia ta mediko-biologicni problemi fizicnogo viovanna i sportu* [Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports], 2014, vol.2, pp. 33-36. doi:10.6084/m9.figshare.923511
  34. Korobejnikov G.V., Radchenko Iu.A. *Pedagogika, psihologia ta mediko-biologicni problemi fizicnogo viovanna i sportu* [Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports], 2012, vol.6, pp. 87 - 90.
  35. Laputin A. N., Gamalij V. V., Arkhipov A. A. *Prakticheskaia biomehanika* [Practical biomechanics], Kiev, Scientific World, 2000, 298 p.
  36. Latyshev S.V., Korobejnikov G.V. *Fiziceskoe vospitanie studentov* [Physical Education of Students], 2013, vol.5, pp. 65-68. doi:10.6084/m9.figshare.771109
  37. Nesterova T.V., Sivash I.S. *Fiziceskoe vospitanie studentov* [Physical Education of Students], 2009, vol.3, pp. 79 - 83.
  38. Nesterova T.V., Shevchuk I.A. *Pedagogika, psihologia ta mediko-biologicni problemi fizicnogo viovanna i sportu* [Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports], 2009, vol.12, pp. 126 - 129.
  39. Nosko M.O., Turov's'kij V.V., Iermakov S.S., Garkusha S.A., Osadchij O.V., Khristenko G.O. *Voleybol: navchal'na programa* [Volleyball: training program], Kiev, FVU, 2009, 168 p.
  40. Nosko N. A. *Pedagogicheskie osnovy obuchenii molodezhi i vzroslykh dvizheniam so slozhnoj biomekhanicheskoy strukturoj* [Pedagogical foundations of youth and adult education movements with complex biomechanical structure], Kiev, Scientific World, 2000, 336 p.
  41. Obradcova N. O. *Biomekhanicheskie osobennosti broskov i lovli razlichnykh predmetov v khudozhestvennoj gimnastike* [Biomechanical features of shots and catching different objects in rhythmic gymnastics ]. *Vsesoiuznaia nauchnaia konferenciia po biomekhanike sporta* [All-Union Scientific Conference. biomechanics of sport], Chernigov, 1989, pp. 135–156.
  42. Pavelec A.Ia., Ost'ianov V.N., Majdaniuk E.V. *Pedagogika, psihologia ta mediko-biologicni problemi fizicnogo viovanna i sportu* [Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports], 2013, vol.10, pp. 52-55. doi:10.6084/m9.figshare.775329
  43. Parakhin V.A. *Osvoenie i sovershenstvovanie slozhnykh gimnasticheskikh uprazhnenij tipa pereletov* [Development and improvement of the complex type of gymnastic exercises flights], Cand. Diss., Moscow, 2011, 20 p.
  44. Rukavicyna S.L. *Programmirovanie obuchenii uprazhneniam s obruchem v khudozhestvennoj gimnastike* [Programming training exercises with hoop in artistic gymnastics], Cand. Diss., Minsk, 1990, 20 p.
  45. Sidash A.L. *Primenenie instrumental'nykh metodov dlia kontroliia vypolneniiia peredachi miacha dvumia rukami sverkhu v voleybole* [Application of instrumental methods for monitoring performance of passing the ball with both hands on top of volleyball]. *Biomekhanika sportivnykh dvigatel'nykh dejstvii i sovremennye instrumental'nye metody ikh kontroliia* [Sports biomechanics of motor actions and modern instrumental methods of their control], Malahovka, 2013, pp. 138-143.
  46. Stepanova I. A., Karpenko L. A. *Tekhnicheskaja podgotovka i osnovy obucheniiia uprazhneniiam khudozhestvennoj gimnastiki* [Technical training and learning the basics of gymnastics exercises], Moscow, 2003, pp. 257–265.
  47. Sumenkova A., Nakonechnaia I., Rudenko A. *Molodizhnyi nauchovij visnik* [Youth science bulletin], 2012, vol.7, pp. 133-136.
  48. Ovchinnikova N. A., Karpenko L. A. *Khudozhestvennaia gimnastika* [Artistic gymnastics], Moscow, 2003, pp. 320–340.
  49. Ilnitskaya A.S., Kozina Zh.L., Korobejnik V.A., Ilnickiy S.V., Ciešlicka Mirosława, Stankiewicz Błażej, Pilewska Wiesława. The method of application of health systems Bodyflex and Pilates in physical education of students. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 2014, vol.2, pp. 25-32. doi:10.6084/m9.figshare.923510

- науковий вісник. 2012. - №7. - С. 133-136.
33. Художественная гимнастика. Методика проведения уроков совершенствования движений с предметами / [сост. Н. А. Овчинникова, Л. А. Карпенко]. – М., 2003. – С. 320–340.
34. Ilnitskaya A.S., Kozina Zh.L., Korobejnik V.A., Ilnickiy S.V., Cieślicka Mirosława, Stankiewicz Błażej, Pilewska Wiesława. The method of application of health systems Bodyflex and Pilates in physical education of students. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 2014, vol.2, pp. 25-32. doi:10.6084/m9.figshare.923510
35. Rovnaya O.A., Podrigalo L.V., Iermakov S.S., Prusik Krzysztof, Cieślicka Mirosława. Morphological and functional features of synchronous swimming sportswomen of high qualification. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 2014, vol.4, pp. 45-49. doi:10.6084/m9.figshare.951916
36. Volodymyr Adashevsky, Sergii Iermakov, Krzysztof Prusik, Katarzyna Prusik, Karol Gorner. *Biomechanics: theory and practice*. Gdansk, Zdrowie-Projekt, 2012, 184 p.

**Информация об авторах:**

**Адашевский Владимир Михайлович:** ORCID: 0000-0002-9061-8124; adashevsky@ukr.net; Национальный технический университет ХПИ; ул. Фрунзе 21, г. Харьков, 61002, Украина.

**Ермаков Сергей Сидорович:** д.п.н., проф.; ORCID: 0000-0002-5039-4517; sportart@gmail.com; Университет Казимира Великого в Быдгощ; ул. Ходкевича 30, г.Быдгощ 85-064, Польша.

**Логвиненко Екатерина Игоревна:** ORCID: 0000-0002-2155-2109; adashevsky@ukr.net; Национальный технический университет ХПИ; ул. Фрунзе 21, г. Харьков, 61002, Украина.

**Цеслицка Мирослава Зигмунтовна;** ORCID: 0000-0002-0407-2592; rektor@ukw.edu.pl; Университет Казимира Великого в Быдгощ; ул. Ходкевича 30, г.Быдгощ 85-064, Польша.

**Станкевич Блазей Янович;** ORCID: 0000-0001-6743-1073; blazej1975@interia.pl; Институт физической культуры университета Казимира Великого; ул. Яна Кароля Ходкевича, 30, г.Быдгощ, Польша.

**Пилевска Веслава Францишковна;** ORCID: 0000-0003-3070-0430; wikapi@vp.pl; Институт физической культуры университета Казимира Великого; ул. Яна Кароля Ходкевича, 30, г. Быдгощ, Польша.

**Цитуйте эту статью как:** Адашевский В.М., Ермаков С.С., Логвиненко Е.И., Цеслицка Мирослава, Станкевич Блазей, Пилевска Веслава. Индивидуальные биомеханические особенности взаимодействия спортсменок с предметами в художественной гимнастике // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2014. – № 6 – С. 3-10. doi:10.6084/m9.figshare.1004089j

Электронная версия этой статьи является полной и может быть найдена на сайте: <http://www.sportpedagogy.org.ua/html/arbive.html>

Это статья Открытого Доступа распространяется под терминами Creative Commons Attribution License, которая разрешает неограниченное использование, распространение и копирование любыми средствами, обеспечивающими должное цитирование этой оригинальной статьи (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.ru>).

Дата поступления в редакцию: 13.01.2014 г.  
Опубликовано: 03.03.2014 г.

**Information about the authors:**

**Adashevskiy V.M.:** ORCID: 0000-0002-9061-8124; adashevsky@ukr.net; National Technical University KPI; Frunze Str. 21, Kharkov, 61002, Ukraine.

**Iermakov S.S.:** ORCID: 0000-0002-5039-4517; sportart@gmail.com; Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz; Chodkiewicza str. 30, 85-064 Bydgoszcz, Poland.

**Logvinenko Y.I.:** ORCID: 0000-0002-2155-2109; adashevsky@ukr.net; National Technical University KPI; Frunze Str. 21, Kharkov, 61002, Ukraine.

**Cieślicka Mirosława:** ORCID: 0000-0002-0407-2592; rektor@ukw.edu.pl; Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz; Chodkiewicza str. 30, 85-064 Bydgoszcz, Poland.

**Stankiewicz Błażej:** ORCID: 0000-0001-6743-1073; blazej1975@interia.pl; Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz; st. Jan Karol Chodkiewicz 30, 85-064 Bydgoszcz, Poland.

**Pilewska Wiesława:** ORCID: 0000-0003-3070-0430; wikapi@vp.pl; Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz; st. Jan Karol Chodkiewicz 30, 85-064 Bydgoszcz, Poland.

Cite this article as: Adashevskiy V.M., Iermakov S.S., Logvinenko Y.I., Cieślicka Mirosława, Stankiewicz Błażej, Pilewska Wiesława. Individual athletes' biomechanical features of interaction with objects in art gymnastics. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 2014, vol.6, pp. 3-10. doi:10.6084/m9.figshare.1004089

The electronic version of this article is the complete one and can be found online at: <http://www.sportpedagogy.org.ua/html/arbive-e.html>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.en>).

Received: 13.01.2014  
Published: 03.03.2014