

## МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІКИ БІГУ ПО ПРЯМІЙ ВИСОКОКВАЛІФІКОВАНИХ КОВЗАНЯРІВ-СПРИНТЕРІВ

Яна ЧУБЕНКО

*Національний університет фізичного виховання і спорту України*

**Анотація.** У статті представлені моделі раціональної рухової структури техніки бігу по прямій ковзанярів високої кваліфікації (чоловіків) на спринтерській дистанції 500 м, які розроблені на підґрунті біомеханічного відеокomp'ютерного аналізу відеограм рухових дій спортсменів в умовах найкрупніших змагань. Подальше використання розроблених модельних характеристик дозволить цілеспрямовано впливати на процес вдосконалення техніки кваліфікованих ковзанярів.

**Ключові слова:** моделювання, техніка бігу по прямій, висококваліфіковані ковзанярі-спринтери.

**Постановка проблеми.** Останнім часом різко знизилося представництво українських ковзанярів у першій десятці на чемпіонатах світу і Європи, Олімпійських ігор і кубків світу. Це пов'язано не стільки з відсутністю талановитих спортсменів, скільки із прорахунками й недоліками в технічній підготовці ковзанярів. Сьогодні технічну підготовку можна вважати провідним стратегічним напрямком сучасного спортивного тренування [9, 11].

Аналіз літератури по біомеханіці ковзанярського спорту показав, що в процесі технічної підготовки кваліфікованих ковзанярів варто звертати увагу на рухову структуру бігу [8, 15]. У техніці рухових дій ковзаняра велике значення має біг по прямій, від якого в значній мірі залежить кінцевий результат на всіх дистанціях. Узагальнити накопичений емпіричний досвід у вивченні рухової структури бігу і усвідомити взаємозв'язок процесів, які відбуваються, можна за допомогою моделювання. На основі цього, моделі рухової структури бігу, які використовуються чемпіонами, вважаються оптимальними. Як було встановлено провідними спеціалістами в області спорту, ефективність використання узагальнених моделей змагальної діяльності для орієнтації й корекції тренувального процесу особливо висока при підготовці юних спортсменів [11, 14]. З урахуванням викладеного, моделювання рухової структури бігу по прямій є актуальним напрямком дослідження у ковзанярському спорті.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Найменування теми дослідження відповідає «Зведеному плану НДР у сфері фізичної культури та спорту на 2007-2010 рр.» Міністерства України у справах сім'ї, молоді та спорту за темою 2.2.2 «Вдосконалення засобів і методів технічної підготовки кваліфікованих спортсменів».

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На думку фахівців, подальше вдосконалення системи підготовки спортсменів в олімпійському спорті пов'язане з динамічністю й постійним вивченням розвитку конкретних видів спорту, у тому числі у зв'язку із застосуванням нового інвентарю й устаткування [11]. Тому система сучасного спортивного тренування повинна бути спрямована на реалізацію більш ефективної методології технічної підготовки спортсменів, а навчально-тренувальний процес повинен бути організований так, щоб стимулювати певні біомеханічно раціональні напрямки у вдосконаленні спортивно-технічної майстерності [9, 11]. У ковзанярському спорті техніка рухів визначається тісним зв'язком з конструкцією снаряда. Тому винахід наприкінці 90-х років 20 століття ковзанів з лезом, що відстібається, (кляпів), став революцією у ковзанярському спорті, в результаті якої новаторська техніка швидкісного бігу на кляпах стала ключовим напрямком у вдосконаленні технічної майстерності ковзанярів [16, 17].

Проблему вдосконалення техніки бігу на класичних ковзанах розглядали багато авторів. До найбільш змістовних робіт можна віднести роботи [1, 4, 6, 7, 13, 18]. У той же час техніку бігу на ковзанах нової конструкції аналізували лише декілька авторів. Так, М.В. Воскре

сенский (2003) визначив біодинамічні детермінанти структури рухових дій шорт-трековиків [5], А.В. Воронов (2004) обґрунтував імітаційне біомеханічне моделювання техніки бігу ковзанярів з рекордною швидкістю 15 м/с [3], Ю.В. Литвиненко (2008) розробив статистичну модель техніки бігу по прямій ковзанярів різної кваліфікації у шорт-треку [10]. Крім того, В.Н. Селуянов (2005) запропонував шляхи вдосконалення техніки рухових дій ковзанярів з допомогою використання механічної енергії пружної деформації м'язів і сухожилів [12]. Б.М. Васильковський (2001) досліджував підвищення потужності відштовхування на змагальних від змагальній швидкостях на новій моделі ковзана [2]. Але всі переваги нової моделі ковзана ще не розкриті й, відповідно, не використовуються в повному обсязі. Зокрема, не вивчена рухова структура техніки бігу по прямій висококваліфікованих ковзанярів-спринтерів, що представляє особливий інтерес, оскільки при такому високому темпі рухів внести які-небудь корективи в структуру бігу дуже важко, адже більшість відштовхувань у спринті порівняно з подачею м'яча в тенісі. Незважаючи на те, що сьогодні на основі комп'ютерного моделювання ключових елементів техніки рухових дій можливо визначити напрямки вдосконалення технічної майстерності спортсменів, моделі рухової структури бігу по прямій для кваліфікованих ковзанярів-спринтерів не розроблені.

**Мета роботи** – розробити моделі рухової структури бігу по прямій висококваліфікованих ковзанярів, які спеціалізуються на спринтерській дистанції.

**Завдання роботи:**

1. За даними літературних джерел вивчити сучасний стан проблеми вдосконалення техніки рухових дій кваліфікованих ковзанярів.
2. Виявити закономірності раціональної рухової структури бігу по прямій ковзанярів високої кваліфікації (чоловіків) на спринтерській дистанції 500 м в умовах найкращих змагань.
3. Розробити моделі рухової структури бігу по прямій для кваліфікованих ковзанярів-спринтерів.

Для рішення поставлених завдань і отримання об'єктивних даних у роботі використовувалися наступні **методи досліджень**: 1) теоретичний аналіз і узагальнення даних науково-методичної літератури; 2) відеозйомка; 3) біомеханічний відеокомп'ютерний аналіз; 4) моделювання; 5) методи математичної статистики.

Експериментальні дослідження по розробці моделей техніки бігу по прямій для висококваліфікованих ковзанярів-спринтерів проведено в умовах змагальної діяльності. Моделі техніки бігу по прямій у ковзанярському спринті (чоловіки) розроблені на підставі аналізу 144 відеограм бігу по прямій (з них 84 – у фронтальній та 60 – у сагітальній площині) 57 найсильніших ковзанярів-спринтерів світу на дистанції 500 м за матеріалами Олімпійських ігор 2006 р. (м. Турін, Італія), Чемпіонатів світу (м. Москва, Росія, 2006), (м. Берлін, Німеччина, 2006), (м. Херенвейн, Нідерланди, 2006), Чемпіонату світу на окремих дистанціях (м. Сагано, Японія, 2008) і Чемпіонату Європи (м. Москва, Росія, 2008). Проведено аналіз техніки бігу по прямій першої двадцятки ковзанярів-спринтерів.

**Результати досліджень.** Дистанція 500 м включає біг зі старту і дистанційний біг у повному колі 400 м, плюс відрізок фінішної прямої 100 м. У свою чергу повне коло 400 м складається з прямого відрізка 120 м (з яких 100 м – це розбіг), повороту, другого прямого відрізка 120 м і повороту. Біг зі старту містить у собі стартову позу, перші кроки, стартовий розбіг і перехід у дистанційний біг. Біомеханічний відеокомп'ютерний аналіз рухової структури техніки бігу по прямій висококваліфікованих ковзанярів-спринтерів було проведено на другому прямому відрізку 120 м (перехідній прямій) першого кола дистанції 500 м у фронтальній та сагітальній площинах. Швидкість зйомки: 25 кадрів (50 напівкадрів) за секунду. Для проведення біомеханічного відеокомп'ютерного аналізу на основі реєстрації (відеозйомки) рухової дії у роботі використовувалася автоматизована система «БіоВідео», яка розроблена на кафедрі кінезіології НУФВСУ.

Крок ковзаняра в бігу по прямій було розділено на три фази: I фаза – вільного ковзання – починається з моменту відриву ковзана поштовховою ногою від опори й закінчується змо-

ком зсуву загального центру мас (ЗЦМ) тіла у бік вільної ноги; II фаза – одноопорного відштовхування – починається з моменту початку поперечного зсуву ЗЦМ і закінчується в момент постановки на лід ковзана вільної ноги; III фаза – двохопорного відштовхування – починається з моменту постановки на лід ковзана вільної ноги й закінчується в момент відриву від льоду леза ковзана поштовхової ноги.

Для визначення інформативних біомеханічних показників рухової структури бігу по прямій висококваліфікованих ковзанярів-спринтерів використовувався кореляційний аналіз. Оскільки аналіз кореляційних полів між спортивним результатом та біомеханічними показниками рухової структури бігу по прямій висококваліфікованих ковзанярів на різних дистанціях показав наявність лінійної залежності у діапазоні зміни показників, використовувався коефіцієнт кореляції Пірсона. У результаті проведення кореляційного аналізу було встановлено, що для створення необхідної моделі рекордних результатів бігу по прямій у ковзанярів-спринтерів на дистанції 500 м необхідно враховувати наступні найважливіші змінні: тривалість кожної фази, довжину ковзного кроку, темп (частоту кроків за секунду), середню горизонтальну швидкість ЗЦМ тіла ковзаняра в двохопорному відштовхуванні, проекцію тіла ковзаняра на лід у фронтальній площині в момент відриву ковзана поштовхової ноги від опори, кут, утворений біоланками «тулуб-стегно» опорної ноги в момент початку поперечного зсуву ЗЦМ тіла ковзаняра, кут у колінному суглобі опорної ноги в момент відриву ковзана поштовхової ноги від опори, кут у колінному суглобі опорної ноги в момент постановки на лід ковзана поштовхової ноги, амплітуду маху руки у плечовому суглобі у фронтальній площині за крок, потужність одноопорного відштовхування.

Біомеханічні характеристики рухової структури техніки бігу по прямій найсильніших ковзанярів-спринтерів світу на дистанції 500 м представлені у таблиця 1.

Таблиця 1

**Біомеханічні характеристики рухової структури техніки бігу по прямій найсильніших ковзанярів-спринтерів світу на дистанції 500 м (n=144)**

Показник	$\bar{X}$	S	m	V, %
Швидкість бігу по прямій, м·с <sup>-1</sup>	17,75	1,580	0,131	8,90
Тривалість фази вільного ковзання, с	0,20	0,015	0,001	7,50
Тривалість фази одноопорного відштовхування, с	0,16	0,017	0,001	10,63
Тривалість фази двохопорного відштовхування, с	0,20	0,016	0,001	8,00
Довжина ковзного кроку, м	9,89	0,898	0,074	9,08
Частота кроків за секунду	1,75	0,182	0,015	10,40
Середня горизонтальна швидкість ЗЦМ тіла в двохопорному відштовхуванні, м·с <sup>-1</sup>	15,8	1,28	0,11	8,10
Проекція тіла ковзаняра на лід у фронтальній площині в момент відриву ковзана поштовхової ноги від опори, м	1,09	0,094	0,008	8,62
Кут, утворений біоланками «тулуб-стегно» опорної ноги в момент початку поперечного зсуву ЗЦМ тіла ковзаняра, град	56,7	6,42	0,54	11,32
Кут у колінному суглобі опорної ноги в момент відриву ковзана поштовхової ноги від опори, град	73,5	8,35	0,70	11,36
Кут у колінному суглобі опорної ноги в момент постановки на лід ковзана поштовхової ноги, град	97,1	11,01	0,92	11,34
Амплітуда маху руки у плечовому суглобі у фронтальній площині за крок, град	210,2	17,02	1,42	8,10
Потужність одноопорного відштовхування, кВт	1,89	0,213	0,018	11,27

Особливістю техніки бігу на короткі дистанції є низька посадка (сильно зігнуті ноги, підняті плечі) і активні рухи рук. Відштовхування виконується різко, сильно й спрямоване більше назад, нога підтягується найкоротшим шляхом, махова нога не затримується біля

опорного ковзана при зміні опори, а махом проноситься вперед. Руки виконують енергійні рухи. Ковзанярі рухаються подібно маятнику, спринтерів потрібно знайти спосіб робити це якнайшвидше. Аналіз часових показників фаз бігу по прямій висококваліфікованих ковзанярів-спринтерів показав, що оптимальною ритмовою структурою є співвідношення 5:4:5. Під час відштовхування м'язами рук, а також м'язами ніг виробляється робота. Але при релаксації рук сила маятника більша, ось чому амплітуда махових рухів руки ковзаняра також увійшла до низки інформативних біомеханічних характеристик техніки бігу по прямій.

На підґрунті отриманих результатів розроблені узагальнені моделі рухової структури бігу по прямій найсильніших ковзанярів світу на дистанції 500 м (табл. 2).

Таблиця 2

**Моделльні характеристики рухової структури техніки бігу по прямій найсильніших ковзанярів-спринтерів світу на дистанції 500 м (n=144)**

Показник	Нижня границя довірчого інтервалу для $\bar{x}_{\text{ген}}$ (P=0,95)	Верхня границя довірчого інтервалу для $\bar{x}_{\text{ген}}$ (P=0,95)
Швидкість бігу по прямій, м·с <sup>-1</sup>	17,49	18,01
Тривалість фази вільного ковзання, с	0,20	0,20
Тривалість фази одноопорного відштовхування, с	0,16	0,16
Тривалість фази двоопорного відштовхування, с	0,20	0,20
Довжина ковзного кроку, м	9,74	10,04
Частота кроків за секунду	1,72	1,78
Середня горизонтальна швидкість ЗЦМ тіла в двоопорному відштовхуванні, м·с <sup>-1</sup>	15,59	16,01
Проекція тіла ковзаняра на лід у фронтальній площині в момент відриву ковзана поштовхової ноги від опори, м	1,07	1,11
Кут, утворений біоланками «тулуб-стегно» опорної ноги в момент початку поперечного зсуву ЗЦМ тіла ковзаняра, град	55,64	57,76
Кут у колінному суглобі опорної ноги в момент відриву ковзана поштовхової ноги від опори, град	72,12	74,88
Кут у колінному суглобі опорної ноги в момент постановки на лід ковзана поштовхової ноги, град	95,29	98,91
Амплітуда маху руки у плечовому суглобі у фронтальній площині за крок, град	207,40	213,00
Потужність одноопорного відштовхування, кВт	1,85	1,93

Застосування розроблених моделей дозволить цілеспрямовано впливати на процес вдосконалення техніки бігу по прямій кваліфікованих ковзанярів-спринтерів, науково обґрунтувати критерії оцінки їх техніки при проведенні поточних, оперативних і етапних обстежень і підвищити ефективність тренувального процесу на етапі спеціалізованої базової підготовки.

#### Висновки

1. Аналіз літератури по біомеханіці ковзанярського спорту показав, що проблеми вдосконалення техніки бігу на ковзанах нової конструкції (з лезом, що відстібається) аналізували всього декілька авторів. Комплексні дослідження, які присвячені моделюванню раціональної техніки рухів ковзаняра-спринтера на новій конструкції ковзана, не проводилися.

2. Результати наших досліджень розширили відомості про закономірності рухової структури техніки бігу по прямій висококваліфікованих ковзанярів-спринтерів.

3. Застосування розроблених моделей рухової структури бігу по прямій висококваліфікованих ковзанярів-спринтерів дозволить цілеспрямовано впливати на процес вдосконалення техніки кваліфікованих ковзанярів.

Перспективи подальших розвідок у даному напрямку полягають в 1) отриманні порівняльної характеристики рухової структури бігу по прямій ковзанярів різної кваліфікації; 2) розробці критеріїв оцінки техніки кваліфікованих ковзанярів; 3) розробці програми вдосконалення техніки кваліфікованих ковзанярів на етапі спеціалізованої базової підготовки.

### Список літератури

1. Бурде Р. Нильсен К. Техника скольжения отталкивания у конькобежцев-участников олимпийских игр 1988 г. (мужчины и женщины) / Р. Бурде, К. Нильсен // Зимние виды спорта : Зарубежный спорт : тематическая подборка. – М., 1992. – Вып. 3. – С. 16 – 36.
2. Васильковский Б. М. Повышение мощности отталкивания на пониженных от соревновательных скоростях у конькобежцев-спринтеров // Конькобежный спорт : ежегодник. – СПб., 2001. – С. 32 – 35.
3. Воронов А. В. Имитационное биомеханическое моделирование как метод обучения двигательных действий человека // Теория и практика физ. культуры. – 2004. – № 2. – С. 56 – 87.
4. Воронов А. В. О моделировании рациональных вариантов техники бега на коньках // А. В. Воронов Э. К. Лавровский. // Современные проблемы биомеханики. – 1992. – Вып. 7. – С. 144 – 163.
5. Воскресенский М. В. Биодинамические детерминанты структуры двигательных действий шорт-трековика и технологии ее реализации в учебно-тренировочной и соревновательной деятельности : автореф. дис.... канд. пед. наук : (13.00.04) / М. В. Воскресенский. – Смоленск, 2003. – 18 с.
6. Докторович А. М. Исследование техники движений конькобежца // Конькобежный спорт. – М., 1979. – Вып. 2. – С. 66 – 68.
7. Докторович М. А. Биомеханический анализ специально-подготовительных упражнений конькобежца для определения степени их соответствия основному двигательному Действию // Проблемы биомеханики в спорте : тез. докл. Всесоюз. науч.-практ. конф. (Москва, 14–16 декабря 1987 г.). – М., 1987. – С. 41 – 42.
8. Ковзанярський спорт : навч. прогн. для дит.-юн. спорт. шкіл, спеціаліз. дит.-юн. шкіл олімп. резерву, шкіл вищої спорт. майстерності та училищ олімп. резерву / О. С. Холодова, С. А. Мишеніна, В. А. Харламов, В. А. Савенков. – К. : РНМК, 2006. – 106 с.
9. Лапутин А. Н. Современные проблемы совершенствования технического мастерства спортсменов в олимпийском и профессиональном спорте / А. Н. Лапутин // Наука в олимпийском спорте. – 2001. – № 2. – С. 38 – 46.
10. Литвиненко Ю. В. Вдосконалення техніки рухових дій кваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються у шорт-треку (24.00.01) : автореф. дис.... канд. Наук з фіз. виховання і спорту : спец. 24.00.01» Олімп. і проф. спорт» / Ю. В. Литвиненко. – К., 2008. – 21 с.
11. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения. : [учебник для студ. высш. учеб. заведений физ. воспитания и спорта]. – К. : Олимпийская литература, 2004. – 808 с. – ISBN 966-7133-64-8.
12. Селуянов В. Н. Биомеханизмы циклических локомоций (спринтерский бег, велосипедный спорт, конькобежный спорт) // Наука в олимпийском спорте. – 2005. – № 2. – С. 169 – 181.
13. Хисамутдинова С. А. Управление техническим мастерством конькобежцев на основе модельных характеристик двигательных действий : автореф. дис.... канд. пед. наук : спец. 13.00.04 « Теория и методика физ. воспитания и спорт. тренировки » / С. А. Хисамутдинова. – Малаховка, 1982. – 23 с.
14. Hemami H. Modeling, control and simulation of human movement / H. Hemami // CRC Critical Reviews in Biomedical Engineering. – 1988. – Vol. 13, issue 1. – P. 1 – 34.
15. Otten Bert. Ось вращения кляпа // Speedskating World / Отделение медицинской технологии Университета Грёнингена, Нидерланды. – 1998. – Январь. – С. 13 – 16.
16. Postma I. // Speed skating World. — 2003. No. 1. – P. 24 – 33.

17. Publow B. Speed On Skates / Barry Publow. – ISBN 0880117214. – 352 p.  
18. Schenau Ingen Van G. J., Bakker K. A. Energy cost of speed-skating and efficiency of work against air resistance // Journal of Biomechanics. – 1976. – Vol. 40, no. 4. – P. 584-591.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИКИ БЕГА ПО ПРЯМОЙ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КОНЬКОБЕЖЦЕВ-СПРИНТЕРОВ

Яна ЧУБЕНКО

*Национальный университет физического воспитания и спорта Украины*

**Аннотация.** В статье представлены модели рациональной двигательной структуры техники бега по прямой конькобежцев высокой квалификации (мужчин) на спринтерской дистанции 500 м, которые разработаны на основе биомеханического видеокomпьютерного анализа видеogramм двигательных действий спортсменов в условиях крупнейших соревнований. Дальнейшее использование разработанных модельных характеристик позволит целенаправленно влиять на процесс совершенствования техники квалифицированных конькобежцев.

**Ключевые слова:** моделирование, техника бега по прямой, высококвалифицированные конькобежцы-спринтеры.

## MODELING OF STRAIGHTAWAY RUNNING TECHNIQUE OF HIGHLY SKILLED SPEED SKATERS-SPRINTERS

Yana CHUBENKO

*National University of Physical Education and Sports of Ukraine*

**Abstract.** This paper presents the models of rational motor structure of straightaway running technique of highly skilled speed skaters (male) on sprinter distance of 500 m which have been developed on the basis of the biomechanical videocomputer analysis of videograms of athlete's motor actions in conditions of the greatest competitions. Further use of the developed modeling characteristics will allow to influence process of technique perfection of the qualified speed skaters purposefully.

**Key words:** modeling, straightaway running technique, highly skilled speed skaters-sprinters.