
МОДЕЛЮВАННЯ ЗМАГАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ КВАЛІФІКОВАНИХ СПОРТСМЕНІВ, ЯКІ СПЕЦІАЛІЗУЮТЬСЯ У ШОРТ-ТРЕКУ НА ДИСТАНЦІЇ 500 м

Ольга Холодова

Резюме. Построены регрессивные модели связи между спортивным результатом на дистанции 500 м в шорт-треке и основными компонентами соревновательной деятельности, которые характеризуют скорость бега спортсмена на разных участках дистанции, а также между скоростью бега при разгоне и на каждом круге дистанции при первом, втором, третьем и четвертом вариантах дистанционного бега. Установлено, что наиболее оптимальными при всех вариантах бега на дистанции 500 м является модель, где факторами влияния были скорость на разгоне и первом—четвертом кругах.

Ключевые слова: шорт-трек, соревновательная деятельность, регрессивные модели, спортивный результат, скорость бега.

Summary. The objective of the work was to build regression models of relationship between sports results at a distance of 500 m short-track and the main components of competitive activity characterizing the running speed of athlete in different parts of distance. Regression models were developed to establish relationship between sports results at a distance of 500 m short-track racing and running speed during acceleration and at each circle of distance at the first, second, third and fourth variants of distance running. It was found that the most optimal for all variants of running at a distance of 500 m is a model where the affecting factors are the speed during acceleration and in the first — fourth circles.

Key words: short track, competitive activity, regression models, sport result, running speed.

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ефективність управління тренувальним процесом залежить від використання різних моделей. Під *моделлю* прийнято розуміти зразок (стандарт, еталон), в широкому сенсі — будь-який зразок (уявний або умовний) того чи іншого об'єкта, процесу або явища. Розробка та використання моделей тісно пов'язані з моделюванням — процесом побудови, вивчення і використання моделей для визначення та уточнення характеристик й оптимізації процесу спортивної підготовки та участі у змаганнях [7]. Застосування методу моделювання рухової діяльності людини поклав початок Н. А. Берштейн [1]. Цей напрямок є досить важливим і для управління процесом тренування, бо метод моделювання дозволяє дати оцінку стану організму спортсмена, його руховим проявам в умовах впливу на нього різних факторів зовнішнього середовища, в тому числі й фізичного навантаження [4]. Методологія побудови модельних характеристик найсильніших спортсменів почала розроблятися фахівцями різного профілю як в Україні, так і за кордоном у 1970–1980-ті роки. Була побудована попередня блок-схема моделі найсильнішого спортсмена, що складається з трьох рівнів. На першому з них знаходяться характеристики діяльності найсильніших спортсменів на відповідальних змаганнях, на підставі яких можна побудувати «модель зма-

гання» [3, 8]. Від наявності об'єктивних знань про змагальну діяльність, яка розглядається як фактор, що визначає структуру та зміст процесу підготовки на даному етапі спортивного вдосконалення, залежить ефективність побудови тренувального процесу спортсменів високої кваліфікації [5]. У структурі змагальної діяльності існують компоненти, пов'язані з рівнем фізичної підготовленості, техніко-тактичної майстерності, психічної підготовленості спортсменів, які проявляються у складному поєднанні, що забезпечує досягнення найвищих спортивних результатів [2, 6]. Різні параметри, що характеризують компоненти змагальної діяльності, вимагають строго диференційованого оцінювання і вдосконалення. Тільки визначивши окремі складові, можна об'єктивно оцінити сильні та слабкі сторони в структурі змагальної діяльності конкретного спортсмена, розробити оптимальну для нього модель змагальної діяльності та намітити шляхи успішної практичної її реалізації.

Вивчення науково-методичної літератури з питань змагальної діяльності, а також спостереження, які проводилися на змаганнях із шорт-треку різного рангу, свідчать про те, що спортсменам і тренерам необхідно знати динаміку швидкості пересування спортсмена по дистанції як особисту, так і (для порівняння) основних конкурентів. Для цього потрібно на дистанції фіксувати час

таку кількість разів, щоб охопити найбільш характерні ділянки, що вимагають від спортсмена застосування всього арсеналу тактико-технічних прийомів. Слід також знати, як швидкість бігу на кожній окремій ділянці впливає на спортивний результат в цілому. Це питання в сучасній теорії та практиці шорт-треку залишається невивченим, що визначає необхідність подальшого дослідження у цьому напрямі та його актуальність.

Дослідження проводилося згідно зі Зведеним планом НДР у сфері фізичної культури і спорту на 2006–2010 рр. за темою 2.1.15.8 «Удосконалення структури змагальної діяльності спортсменів у циклічних видах спорту (на матеріалі велосипедного, ковзанярського спорту та лижних гонок)» (номер держреєстрації 0106U010774).

Мета дослідження — побудувати регресивні моделі зв'язку між спортивним результатом на дистанції 500 м у шорт-треку та основними компонентами змагальної діяльності, які характеризують швидкість бігу спортсмена на різних ділянках дистанції.

Методи та організація дослідження: теоретичний аналіз та узагальнення науково-методичної літератури та передової спортивної практики; аналіз офіційних протоколів змагань із шорт-треку; метод математичного моделювання, методи статистичного аналізу.

На основі аналізу змагальної діяльності найсильніших спортсменів світу, які спеціалізуються у шорт-треку, було побудовано регресивні моделі зв'язку між досліджуваними характеристиками. За взаємозв'язком елементів розробленої математичної моделі аналізувалися особливості зв'язку між результатами, показаними на дистанції і компонентами змагальної діяльності у шорт-трековиків високої кваліфікації. Враховувалося, що знак коефіцієнта множинної регресії, по суті, вказує на напрямок вектора того елемента, до якого належить даний коефіцієнт. Аналіз знака коефіцієнтів множинної регресії використовується для опису динаміки взаємозв'язку елемента, що розглядається (компоненти змагальної діяльності) зі значенням ординати (спортивний результат).

Результати дослідження та їх обговорення.

Для вивчення особливостей формування функціональних систем людини використовують кореляційний взаємозв'язок між досліджуваними показниками, які відображають стан елементів системи. Результатом такого аналізу є кореляційні плеяди, які дають інформацію про функціональний зв'язок між показниками в системі. Однак при проведенні кореляційного аналізу не враховується особливість формування функціональної організації діяльності людини з урахуванням багатокритеріального оптимума між досліджуваними параметрами. Для досягнення цієї мети були

використані регресивні моделі зв'язку між досліджуваними характеристиками, а саме стартовим відрізком і першим, другим, третім, четвертим колами.

Аналіз швидкості бігу на дистанції 500 м у шорт-треку дозволив виділити чотири основні варіанти бігу, які спортсмени високої кваліфікації використовують у всіх колах змагань: перший варіант — максимальна швидкість на другому колі, мінімальна — на першому; другий варіант — максимальна швидкість на другому колі, мінімальна — на останньому; третій варіант — максимальна швидкість на третьому колі, мінімальна — на першому; четвертий варіант — максимальна швидкість на третьому колі, мінімальна — на четвертому.

В результаті отримання експериментальних даних нами було побудовано регресивні моделі залежності спортивного результату від швидкості на розгоні й чотирьох колах дистанції 500 м при першому, другому, третьому та четвертому варіантах дистанційного бігу. Рівняння множинної покрової регресії, яке характеризує особливості залежності між спортивним результатом і швидкістю на розгоні і чотирьох колах дистанції 500 м при першому варіанті бігу має такий вигляд:

$$t = 83,256 - 0,770 \times X_1 - 0,938 \times X_2 - 0,595 \times X_3 - 0,685 \times X_4 - 0,556 \times X_5, \quad (1)$$

де t — спортивний результат, с;
 X_1 — швидкість розгону, м·с⁻¹;
 X_2 — швидкість бігу на першому колі, м·с⁻¹;
 X_3 — швидкість бігу на другому, м·с⁻¹;
 X_4 — швидкість бігу на третьому, м·с⁻¹;
 X_5 — швидкість бега на четвертому, м·с⁻¹.

Таблиця 1 — Результати множинного регресивного аналізу зв'язку між спортивним результатом при першому варіанті бігу на дистанції 500 м і швидкістю бігу на першому–четвертому колах дистанції, $n = 85$

Параметр рівняння	Бета-коефіцієнт	Статистична похибка бета-коефіцієнта	Коефіцієнт регресії	Статистична похибка коефіцієнта	Вірогідність (t)
A_0	—	—	83,26	0,85	97,84
Швидкість розгону, м·с ⁻¹	-0,38	0,02	-0,77	0,041	-18,63
Середня швидкість бігу на першому колі, м·с ⁻¹	-0,51	0,03	-0,94	0,06	-15,77
Середня швидкість бігу на другому колі, м·с ⁻¹	-0,45	0,028	-0,60	0,04	-16,17
Середня швидкість бігу на третьому колі, м·с ⁻¹	-0,34	0,02	-0,69	0,045	-13,82
Середня швидкість бігу на четвертому колі, м·с ⁻¹	-0,29	0,03	-0,56	0,05	-10,57

В таблиці 1 представлено результати множинного регресійного аналізу між спортивним результатом і швидкістю на розгоні й чотирьох колах дистанції 500 м при першому варіанті бігу.

Відповідно до отриманих даних, коефіцієнт множинної кореляції регресійної моделі (r) дорівнює 0,985? і модель є статистично значущою на рівні $p < 0,01$. Таким чином, згідно з поданою моделлю у шорт-трековиків високої кваліфікації спортивний результат при першому варіанті бігу на дистанції 500 м кореляційно пов'язаний зі швидкістю розгону і швидкістю бігу на першому–четвертому колах дистанції.

Рівняння множинної покрокової регресії (2) характеризує особливості залежності між спортивним результатом і швидкістю на розгоні й чотирьох колах дистанції 500 м при другому варіанті бігу, рівняння (3) – при третьому, рівняння (4) – при четвертому:

$$t = 83,920 - 0,831 \times X_1 - 0,680 \times X_2 - 0,659 \times X_3 - 0,691 \times X_4 - 0,753 \times X_5 \quad (2)$$

$$t = 84,493 - 0,892 \times X_1 - 0,740 \times X_2 - 0,675 \times X_3 - 0,666 \times X_4 - 0,707 \times X_5 \quad (3)$$

$$t = 85,343 - 0,853 \times X_1 - 0,669 \times X_2 - 0,761 \times X_3 - 0,622 \times X_4 - 0,830 \times X_5 \quad (4)$$

У таблицях 2–4 подано результати множинного регресійного аналізу між спортивним результатом і швидкістю на розгоні й чотирьох колах дистанції 500 м при другому–четвертому варіантах бігу.

Відповідно до отриманих даних, коефіцієнт множинної кореляції регресійних моделей дорівнює 0,999, і моделі є статистично значущими на рівні $p < 0,01$. Таким чином, згідно з цими моделями у шорт-трековиків високої кваліфікації спортивний результат при другому–четверто-

Таблиця 2 — Результати множинного регресійного аналізу зв'язку між спортивним результатом при другому варіанті бігу на дистанції 500 м і швидкістю бігу на першому–четвертому колах дистанції ($n = 38$)

Параметр рівняння	Бета-коефіцієнт	Статистична похибка бета-коефіцієнта	Коефіцієнт регресії	Статистична похибка коефіцієнта	Вірогідність (t)
A_0	—	—	83,92	0,20	428,29
Швидкість розгону, $m \cdot s^{-1}$	-0,38	0,01	-0,83	0,01	-81,97
Середня швидкість бігу на першому колі, $m \cdot s^{-1}$	-0,27	0,001	-0,68	0,02	-37,95
Середня швидкість бігу на другому колі, $m \cdot s^{-1}$	-0,32	0,01	-0,66	0,01	-47,62
Середня швидкість бігу на третьому колі, $m \cdot s^{-1}$	-0,34	0,01	-0,69	0,01	-55,44
Середня швидкість бігу на четвертому колі, $m \cdot s^{-1}$	-0,30	0,01	-0,75	0,02	-45,70

Таблиця 3 — Результати множинного регресійного аналізу зв'язку між спортивним результатом при третьому варіанті бігу на дистанції 500 м і швидкістю бігу на першому–четвертому колах дистанції, $n = 30$

Параметр рівняння	Бета-коефіцієнт	Статистична похибка бета-коефіцієнта	Коефіцієнт регресії	Статистична похибка коефіцієнта	Вірогідність (t)
A_0	—	—	84,49	0,21	404,47
Швидкість розгону, $m \cdot s^{-1}$	-0,37	0,01	-0,89	0,01	-77,37
Середня швидкість бігу на першому колі, $m \cdot s^{-1}$	-0,34	0,01	-0,74	0,01	-66,66
Середня швидкість бігу на другому колі, $m \cdot s^{-1}$	-0,34	0,01	-0,68	0,01	-50,18
Середня швидкість бігу на третьому колі, $m \cdot s^{-1}$	-0,28	0,01	-0,67	0,01	-44,52
Середня швидкість бігу на четвертому колі, $m \cdot s^{-1}$	-0,284	0,01	-0,71	0,01	-51,88

Таблиця 4 — Результати множинного регресійного аналізу зв'язку між спортивним результатом при четвертому варіанті бігу на дистанції 500 м і швидкістю бігу на першому–четвертому колах дистанції, $n = 13$

Параметр рівняння	Бета-коефіцієнт	Статистична похибка бета-коефіцієнта	Коефіцієнт регресії	Статистична похибка коефіцієнта	Вірогідність (t)
A_0	—	—	85,34	0,30	280,76
Швидкість розгону, $m \cdot s^{-1}$	-0,37	0,01	-0,85	0,02	-54,54
Середня швидкість бігу на першому колі, $m \cdot s^{-1}$	-0,28	0,01	-0,67	0,02	-28,57
Середня швидкість бігу на другому колі, $m \cdot s^{-1}$	-0,35	0,02	-0,76	0,04	-20,03
Середня швидкість бігу на третьому колі, $m \cdot s^{-1}$	-0,28	0,02	-0,62	0,04	-16,46
Середня швидкість бігу на четвертому колі, $m \cdot s^{-1}$	-0,60	0,01	-0,83	0,01	-62,80

му варіантах бігу на дистанції 500 м кореляційно пов'язаний зі швидкістю розгону і швидкістю бігу на першому–четвертому колах дистанції.

Проведений регресійний аналіз свідчить, що відповідно до поданих моделей при всіх варіантах бігу на дистанції 500 м у шорт-трековиків високої кваліфікації зі збільшенням показників швидкості на розгоні і першому–четвертому колах буде відбуватися зменшення спортивного результату, що, в свою чергу, буде збільшувати можливість виходу в наступне коло змагань. Швидкість на розгоні відображає стартову швидкість спортсмена, швидкість на першому–третьому колах – дистанційну швидкість, швидкість на четвертому колі – швидкість фінішування. За результатами кореляційного

аналізу відповідно до рівнянь отриманих математичних моделей встановлено, що найбільш оптимальними при всіх варіантах бігу на дистанції 500 м є модель, де фактором впливу була швидкість на розгоні і першому–четвертому колах.

Висновки:

1. Розроблено математичні моделі залежності спортивного результату від компонентів змагальної діяльності на дистанції 500 м:

- при першому варіанті бігу – від швидкості розгону і швидкості бігу на першому–четвертому колах дистанції, $r = 0,985$ ($p < 0,01$);

- при другому–четвертому варіантах бігу – від швидкості розгону і швидкості бігу на пер-

шому–четвертому колах дистанції $r = 0,999$ ($p < 0,01$).

2. Відповідно до рівняння отриманих математичних моделей встановлено чинники впливу параметрів змагальної діяльності на спортивний результат. При відповідній зміні цих показників буде зменшуватися час на подолання дистанції, що, в свою чергу, буде збільшувати можливість виходу в наступне коло змагань.

3. Знання цих факторів дозволить розробити основні положення використання моделей змагальної діяльності кваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються у шорт-треку на дистанціях 500, 1000 і 1500 м у системі річної підготовки.

Література

1. Бернштейн Н. А. Моделирование в биологии / Н. А. Берштейн. — М.: Медгиз, 1963. — 108 с.
2. Келлер В. С. Факторы результативности соревновательной деятельности в спорте / В. С. Келлер // Социально-философские и методические аспекты массовой физической культуры и спорта: тез. докл. Республ. науч.-практич. конф., 19–21 нояб. 1990 г.: — Хмельницкий, 1990. — С. 254–256.
3. Кузнецов В. В. Разработка моделей сильнейших спортсменов / В. В. Кузнецов, А. А. Новиков, Б. Н. Шустин // Управление процессом спортивной тренировки: сб. докл. II Всерос. конф. — Л., 1974. — С. 148–150.
4. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения: учеб. [для студ. вузов физ. восп. и спорта] / В. Н. Платонов. — К.: Олимп. лит., 2004. — 808 с.
5. Плотников В. В. Методические подходы к моделированию в теории и практике спорта / В. В. Плотников, А. В. Плотников // Стратегические вопросы мировой науки 2007. — Уфа, 2007. — С. 32–33.
6. Полищук Д. А. Велосипедный спорт / Д. А. Полищук. — К.: Олимп. лит., 1997. — 344 с.
7. Полищук Д. А. Прогнозирование и моделирование в системе подготовки спортсменов высокого класса / Д. А. Полищук // Олімпійський спорт і спорт для всіх: тези доповід. IX Міжнар. наук. конгрес. присв. 75-річчю НУФВСУ. — К., 2005. — С. 404.
8. Шустин Б. Н. Проблемы моделирования соревновательной деятельности / Б. Н. Шустин. — М., 1985. — 136 с.

References

1. Bernshtein N. A. Modeling in biology / N. A. Bernshtein. — Moscow: Medgiz, 1963. — 108 p.
2. Keller V. S. Factors of performance in competitive activity in sport / V. S. Keller // Social and philosophical and methodological aspects of mass physical culture of sports: Abstr. of Republican scient.-pract. conf., 19–21 November 1990. — Khmel'nitskii, 1990. — P. 254–256.
3. Kuznetsov V. V. Modeling of the strongest athlete / V. V. Kuznetsov, A. A. Novikov, B. N. Shustin // Management of sports training process: Abstr. of II All-Russia. scientific conf. — Leningrad, 1974. — P. 148–150.
4. Platonov V. N. System of athletes' preparation in the Olympic sport. General theory and its practical applications / V. N. Platonov. — Kiev: Olympic literature, 2004. — 808 p.
5. Plotnikov V. V. Methodological approaches to modeling in theory and practice of sports / V. V. Plotnikov, A. V. Plotnikov // Strategic questions of world's science in 2007. — Ufa, 2007. — P. 32–33.
6. Polishchuk D. A. Cycling / D. A. Polishchuk. — Kyiv: Olympic Literature, 1997. — 344 p.
7. Polishchuk D. A. Forecasting and modeling in the training of elite athletes / D. A. Polishchuk // Olympic sport and sport for all: Abstr. of IX Intern. scient. congress, dedicated to the 75th anniversary NUPESU. — Kyiv, 2005. — P. 404.
8. Shustin B. N. Issues of competitive activity modeling / B. N. Shustin. — Moscow, 1985. — 136 p.