

sports activity forms the specific structure of *teenagers*' identity which promotes them in successful socialization.

ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ВДОСКОНАЛЕННЯ МАЙСТЕРНОСТІ СПОРТСМЕНІВ-БОБСЛЕІСТІВ

ІГОР САПУЖАК, ОЛЕГ САПУЖАК*

Львівський державний інститут фізичної культури

**Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України*

Специфіка підготовки бобслеїстів високої кваліфікації, як і спортсменів-санників, полягає у тому, що в Україні немає жодної сучасної траси для проведення навчально-тренувальних зборів (НТЗ) та змагань. Це приводить до певного обмеження загального обсягу тренувань в реальних умовах, оскільки організація виїздів спортсменів на закордонні траси вимагає значних затрат. Вдалий старт вносить суттєвий вклад у досягнення високого спортивного результату, тому проведення імітаційних тренувань стартової вправи на базі вітчизняних спортивних споруд є однією з небагатьох можливостей вдосконалення елементів техніко-тактичної майстерності бобслеїстів. В таких умовах особливо актуальними є детальне дослідження кожного руху спортсменів, можливість оперативного отримання об'єктивної інформації про динамічні та кінематичні параметри стартових дій, аналіз ефективності та проведення оперативної корекції техніки виконання вправи.

Розглянемо один з елементів стартової вправи боба-двійки – початок розгону. При цьому спортсмени намагаються одночасно прикласти зусилля до руківок боба, що повинно забезпечити максимальне прискорення.

Проведемо аналіз стартової вправи, припускаючи, що:

- 1) траса – прямий, нахилений під кутом φ до горизонтальної площини, відрізок довжиною S ;
- 2) S_0 – розгінний відрізок;
- 3) під час розгону спортсмени прикладають до боба сили F_1 і F_2 ;
- 4) силою опору повітря наразі нехтуємо.

Крім того, на боб масою m діють сили тяжіння F_g та тертя F_r [1]. Нехай Δt – різниця часів прикладання спортсменами зусиль до боба при старті. Тоді можна вважати, що розгінний відрізок S_0 складається з двох частин: S_1 , пройдено протягом часу Δt з прикладанням сили одним та $S_2 = S_0 - S_1$ – двома спортсменами. Під час розгону на боб діє складова сила тяжіння, що прискорює його

$$F_x = F_g \sin \varphi = mg \sin \varphi,$$

а також сила тертя ковзання, протилежна напрямку руху

$$F_r = -f_k mg \cos \varphi,$$

де f_k – коефіцієнт тертя.

Враховуючи перелічені припущення, для відрізків S_1 і S_2 можемо записати [2]:

$$S_1 = \frac{(a_1 + g(\sin \varphi - f_k \cos \varphi))\Delta t^2}{2}, \quad (1)$$

$$S_2 = v_{2n}t + \frac{(a_1 + a_2 + g(\sin \varphi - f_k \cos \varphi))t^2}{2}, \quad (2)$$

де $a_1 = \frac{F_1}{m}$, $a_2 = \frac{F_2}{m}$, t – час, за який боб пройде відрізок S_2 .

Кінцева швидкість на S_1 буде одночасно і початковою для S_2

$$v_{1к} = v_{2п} = (a_1 + g(\sin \varphi - f_k \cos \varphi)) \Delta t. \quad (3)$$

Знайдемо час проходження відрізка S_2 з рівняння (2), враховуючи умову невід'ємності часу:

$$t = \frac{-v_{2п} + \sqrt{v_{2п}^2 + 2(a_1 + a_2 + g(\sin \varphi - f_k \cos \varphi))S_2}}{a_1 + a_2 + g(\sin \varphi - f_k \cos \varphi)}. \quad (4)$$

Тоді кінцева швидкість після проходження S_2 (а значить і S_0):

$$v_{2к} = v_{0к} = v_{2п} + (a_1 + a_2 + g(\sin \varphi - f_k \cos \varphi))t. \quad (5)$$

Підставимо (4) з використанням (1) і (3) в (5), тоді кінцева швидкість розгону $v_{2к}$ буде мати вигляд:

$$v_{2к} = \sqrt{2S_0(a_1 + a_2 + g(\sin \varphi - f_k \cos \varphi)) - a_2(a_1 + g(\sin \varphi - f_k \cos \varphi))\Delta t^2} \quad (6)$$

Отже, при інших незмінних параметрах, кінцева швидкість розгону залежить від різниці часів прикладання спортсменами зусиль до руківок боба при старті.

Знайдемо залежність часу t_p проходження траси від початкової швидкості v_n , що є кінцевою для розгінного відрізка S_0 ($v_n = v_{0к}$). Використовуючи рівняння руху тіла по похилій площині

$$S = v_n t_p + \frac{g(\sin \varphi - f_k \cos \varphi) t_p^2}{2}, \quad (7)$$

визначимо:

$$t_p = \frac{-v_n + \sqrt{v_n^2 + 2g(\sin \varphi - f_k \cos \varphi)S}}{g(\sin \varphi - f_k \cos \varphi)}. \quad (8)$$

Тепер на основі формул (1)–(8) можемо знайти залежність результату t_p від початкової швидкості, вважаючи, що $S = 1300$ м, $S_0 = 20$ м, $\varphi = 4^\circ$, $f_k = 0.02$, $F_1 = F_2 = 500$ Н. Розраховані дані для реальних значень початкової швидкості відображені на рис. 1.

Як бачимо, існує майже лінійна залежність між швидкістю боба в кінці розгінного відрізка та часом проходження траси, причому при збільшенні v_n на 1 м/с отримуємо покращення результату на 1,5 ÷ 1,8 с. Оскільки вище доведено, що початкова швидкість залежить від різниці часів прикладання зусиль спортсменами до руківок боба (6), зменшення параметру Δt повинно привести до покращення спортивного результату.

Для оперативного і об'єктивного вимірювання цього параметру було розроблено прилад реєстрації різниці часу прикладання спортсменами стартових зусиль за бобом. Функціональну схему котрого зображено на рис. 2.

Розглянемо принцип дії та особливості роботи приладу. На руківки боба чи іншого спортивного снаряду встановлюються контактні давачі КД₁ і КД₂. В момент прикладання сили до кожної з них електричний сигнал подається у блок вимірювання та індикації. Портативне виконання та автономне живлення якого дає можливість встановити його

зручному для спортсменів та тренерів місці на боб чи імітатор. Логічна схема ЛС аналізує черговість сигналів з $КД_1$ і $КД_2$, виділяє їх фронти та формує імпульс тривалістю Δt , тобто різниці часів прикладання зусиль спортсменами до рухів боба. Тактова частота з задаючого генератора Γ подається на дільник $Д$, зміна коефіцієнту ділення котрого забезпечує точність вимірювання часу від 0,01 до 0,0001 с. Дешифратор ДШ підраховує кількість імпульсів з дільника за час Δt та перетворює їх у цифровий код для відображення на рідкокристалічному семисегментному індикаторі I . Крім 4-х знаків результату Δt на індикаторі висвітлюється також інформація про черговість прикладання спортсменами зусиль до рухів.

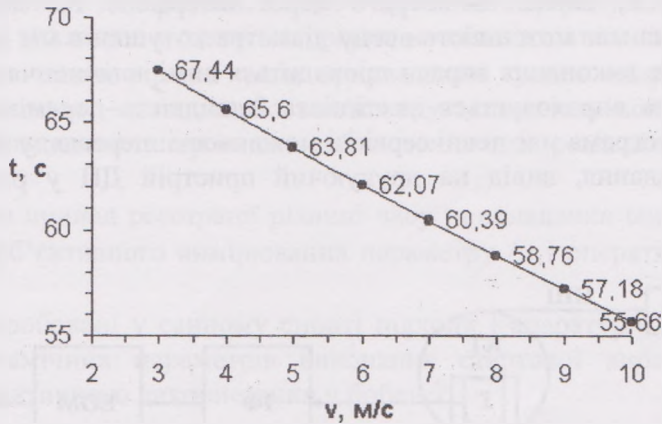


Рис. 1. Залежність результату t проходження траси від початкової швидкості боба v

Об'єктивне та наочне представлення інформації про вимірний параметр, портативний варіант виконання, автономне живлення, невелике споживання струму завдяки використанню елементної бази КМОП дають можливість застосовувати розробку на тренуваннях стартового розгону для аналізу та оперативної корекції рухів спортсменів. Апробовано прилад реєстрації різниці часу прикладання спортсменами стартових зусиль до боба у Львівській обласній федерації санного спорту та бобслею на базі СДЮШОР "Беркут".

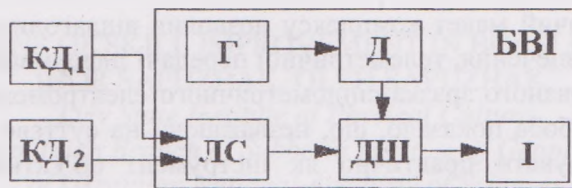


Рис. 2. Функціональна схема приладу реєстрації різниці часу прикладання спортсменами стартових зусиль до боба

Крім використання описаного способу вдосконалення майстерності спортсменів-бобслеїстів для аналізу кінематичних і динамічних параметрів стартового розгону було розглянуто можливість застосування підходів і апаратурних методик, розроблених і апробованих у санному спорті [3].

Найпростіша об'єктивна оцінка виконання стартової вправи у санному спорті полягає у вимірюванні часу проходження мірного відрізка довжиною 4 м, початок котрого розташований на відстані 2 м від рухів. Запропонована нами система фотоелектричного автоматичного хронометражу може бути використана і у бобслеї без суттєвих доробок, лише з врахуванням більшої довжини з'єднувальних кабелів від оптико-електронних

перетворювачів до електронного хронометра, оскільки тренування стартового розгону бобслеїстів проводяться на дистанції до 50 м.

Більш інформативним, хоча й дещо складнішим способом об'єктивного отримання даних про виконання стартової вправи є спідометрія [4]. Функціональна схема запропонованого та апробованого нами спідометричного електромеханічного комплексу для вимірювання швидкості стартового відрізка у санному спорті наведена на рис. 3. Основний елемент системи – безінерційна котушка КТ каліброваного діаметру, на котрій намотаний нерозтяжний шнур НШ. Він кріпиться до саней С за допомогою спеціального карабіна К, котрий після проходження мірного відрізка автоматично від'єднується. Обертання котушки при виконанні вправи регулюється підмотуючим механізмом ПМ. Кожен оберт реєструється герконовим давачем Г, сигнал з котрого через інтерфейс ІФ передається на ЕОМ. Комп'ютерна програма має можливість вводу діаметра котушки в мм для перерахунку її на довжину кола. Під час виконання вправи проводиться вимірювання часу кожного сигналу з герконового давача та вираховується залежність "швидкість–переміщення" руху системи "спортсмен–сани". Програма має певні сервісні можливості: перегляду та обробки спідограм, їх порівняння, накладання, вивід на друкуючий пристрій ДП у різних комбінаціях та масштабах.

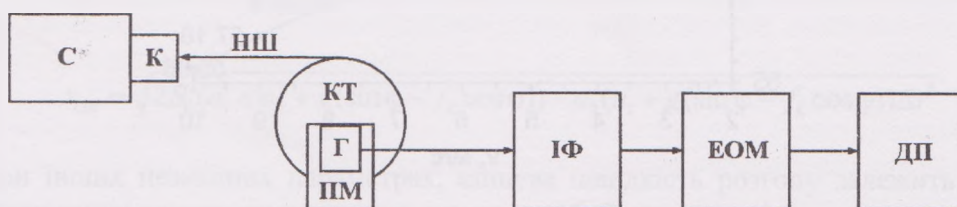


Рис. 3. Функціональна схема спідометричного вимірювального комплексу на базі ЕОМ

Специфіка застосування описаної методики у бобслеї – велика довжина стартового відрізка – змусила нас відмовитись від використання електромеханічної системи з нерозтяжним шнуром. На боб чи його імітатор встановлюється підпружинене рифлене коліщатко з отворами, що котиться по покриттю або льоду. Напрямок та інтенсивність його обертання реєструється фотоелектронною схемою та через телеметричний канал передається на інтерфейс ЕОМ.

Виготовлений діючий макет комплексу дозволив відлагодити елементи електронної схеми, програмного забезпечення, телеметричної передачі інформації та механічної частини. Випробування модернізованого зразка спідометричного електромеханічного комплексу для вимірювання швидкості боба показало, що, незважаючи на суттєве ускладнення пристрою, його можна використовувати практично як інструмент об'єктивної оцінки параметрів стартового розгону для корекції техніки виконання вправи.

Вимірювання динамічних характеристик також є важливою ланкою дослідження руху спортсменів та спорядження, оскільки кожне переміщення зумовлене дією певних сил. Так, для вимірювання зусиль, що прикладаються до руківок при виконанні стартової вправи у санному спорті, нами використовувався тензометричний вимірювальний комплекс на базі ЕОМ [3], котрий був апробований на НТЗ збірної команди України і забезпечив можливість комп'ютерної експрес-обробки та інтерпретації тензодинамограм, побудову площинних і просторових годографів реакції опори. На жаль, враховуючи специфіку старту, використання цього відлагодженого апаратно-програмного комплексу у бобслеї пов'язане з суттєвими труднощами. Для їх уникнення в даний час проводяться математичне моделювання динамічних параметрів вправи, аналіз можливих способів вимірювання зусиль та дослідження особливостей розташування і конструктивного виконання тензодавачів, що дозволить адаптувати базовий зразок системи до практичного використання у бобслеї.

Отримати інформацію про стартові зусилля можна також вимірюючи прискорення, що при постійній масі спортивного снаряда буде пропорційним силі. Такий підхід був покладений в основу розробленої та апробованої нами у санному спорті комп'ютерної акселерометричної системи, модернізований варіант якої з телеметричним зв'язком було також використано у бобслеї практично без змін апаратної частини та програмного забезпечення. При проведенні експериментальних досліджень з імітатором боба було проаналізовано інформативність складових вектора прискорення, визначено оптимальне розташування акселерометрів в залежності від завдання, що вирішується на тренуванні.

Завдяки застосуванню ЕОМ, для аналізу стартової вправи можна використати і комплексний підхід, тобто одночасно реєструвати кілька параметрів, що безумовно підвищить інформативність досліджень, а отже і ефективність тренувального процесу.

Підсумовуючи викладені у статті матеріали, можна відзначити наступне:

- проаналізовано вплив різниці часів прикладання зусиль спортсменами до рухів боба на швидкість розгону, встановлено аналітичну залежність покращення спортивного результату від її збільшення та проведено обчислення для реальних значень v_n в межах розглянутої моделі;
- запропоновано прилад реєстрації різниці часу прикладання спортсменами стартових зусиль до боба для об'єктивного вимірювання параметру Δt і оперативної корекції техніки виконання вправи;
- розглянуто апробовані у санному спорті підходи і апаратні методики для аналізу кінематичних і динамічних параметрів виконання стартової вправи, вдосконалено та адаптовано їх для практичного використання у бобслеї.

ЛІТЕРАТУРА

1. Петров В.А., Гагин Ю.А. *Механика спортивных движений*. – Москва: Физкультура и спорт, 1974. – 232 с.
2. Кнос С.С., Караван Ю.В. *Малый физический довідник*. – Львів: ЛДУ, 1977. – 190 с.
3. Сапузак І.Я. *Застосування інформаційно-вимірювальних систем на базі ЕОМ для вдосконалення майстерності спортсменів-санників // Відбір і обробка інформації*. – 1997. – Вип. 11 (87). – С. 49–53.
4. *Спортивная метрология: Учеб. для ин-тов физ. культ.* / Под ред. В.М. Зацюрского. – Москва: Физкультура и спорт, 1982. – 256 с.

TECHNICAL MEANS OF SKILL IMPROVEMENT IN BOBSLEIGH SPORTSMEN IHOR SAPUZHAK, OLEH SAPUZHAK*

Lviv State Institute of Physical Culture

**Carpathian Branch of Subbotin Institute of Geophysics
of Ukrainian National Academy of Sciences*

Factors which have an influence upon the speed of distance overcoming in bobsleigh are being considered in the article. Analysis of sport result's dependence from the difference in the time of force application to bob by sportsmen during start acceleration has been carried out. Device intended for measurements of the above mentioned parameter in the educational and training process is being described.

СИЛОВА ПІДГОТОВКА ДЗЮДОЇСТІВ НА ЕТАПІ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ БАЗОВОЇ ПІДГОТОВКИ

АЛЛА СОЛОВЕЙ

Львівський державний інститут фізичної культури

Спортивна техніка дзюдо представляє собою складну багатоструктурну систему шілеспрямованих і взаємопов'язаних рухових дій. Вона нараховує близько 2000 прийомів [5].