

Математичні методи оцінки ефективності тренувального процесу висококваліфікованих стрибунів у висоту

Рустам Ахметов

Житомирський державний університет імені Івана Франка

Останніми роками українським стрибунам у висоту не вдається перемагати на престижних міжнародних змаганнях. Цей факт стимулює фахівців продовжувати розробку точності прогнозу результативності стрибунів у висоту, що значною мірою сприятиме якісній і кількісній оцінці ефективності тренувального процесу. При цьому велику роль відіграють математичні методи, застосування яких сприяє не тільки успішному вивченню процесу багаторічної підготовки, але і її прогнозуванню, що має важливе практичне значення у спортивній діяльності.

Мета дослідження – за допомогою математичних методів розробити методику визначення ефективності тренувального процесу.

Роботу виконано відповідно до Зведеного плану науково-дослідної роботи на 2001-2005 рр. Державного комітету України з питань фізичної культури і спорту за темою 1.4.7 „Вдосконалення технічної майстерності легкоатлетів-стрибунів у процесі багаторічної підготовки”. Номер держреєстрації: 0101U006316.

Результати дослідження. Середня результативність групи спортсменів залежить, взагалі кажучи, нелінійним чином від середніх фізичних параметрів спортсменів $\bar{x}_p(t)$, які у свою чергу є також нелінійними функціями часу t (віку) [2]:

$$\bar{H}(t) = f[\bar{x}_p(t)] = f(x_1(t), x_2(t), \dots, x_p(t)), \quad \bar{x}_p = \bar{x}_p(t), \quad (1)$$

де P – число інформативних фізичних параметрів спортсменів (у цій роботі $P < 15$). Залежність (1) називається далі оперативною динамічною характеристикою результативності (ОДХР) [4]. Вона неявним чином залежить від структури тренувального процесу (алгоритму тренування чи методики

тренування) та конкретного набору інформативних фізичних параметрів спортсменів:

$$\bar{H}(t) = \bar{H}(t/\vec{x}_p, \gamma), \quad \gamma = \gamma_1, \gamma_2, \dots, \quad (2)$$

де γ_n – умовне позначення параметрів тренувального процесу для n-ної методики підготовки спортсменів. Проведений у цій роботі аналіз великого числа різноманітних ОДХР показує, що її можна підрозділити на інтервалі часу (a, b) на три характерні ділянки (рис. 1): $T_1=(a, t_1)$, $T_2=(t_1, t_2)$, $T_3=(t_2, b)$, де T_1 – початкова нелінійна ділянка підліткового віку ($a < 10$ років, $t_1 < 12$ років), T_2 – середня квазілінійна ділянка ($t_2 < 18$ років), T_3 – заключна нелінійна ділянка ($b > 18$ років), H_γ – деякий граничний результат для даного тренувального процесу γ (наприклад, для „перекидного” способу $H_\gamma \approx 235 \text{ нї}$), H_0 – рекордний результат (на сьогодні в перспективі $H_0 = 250 \text{ нї}$ для способу „фосбері-флоп”), T_γ – потенційний мінімальний період досягнення граничного результату H_γ , $T_\gamma^{(0)}$ – потенційний мінімальний період досягнення рекордного результату H_0 .

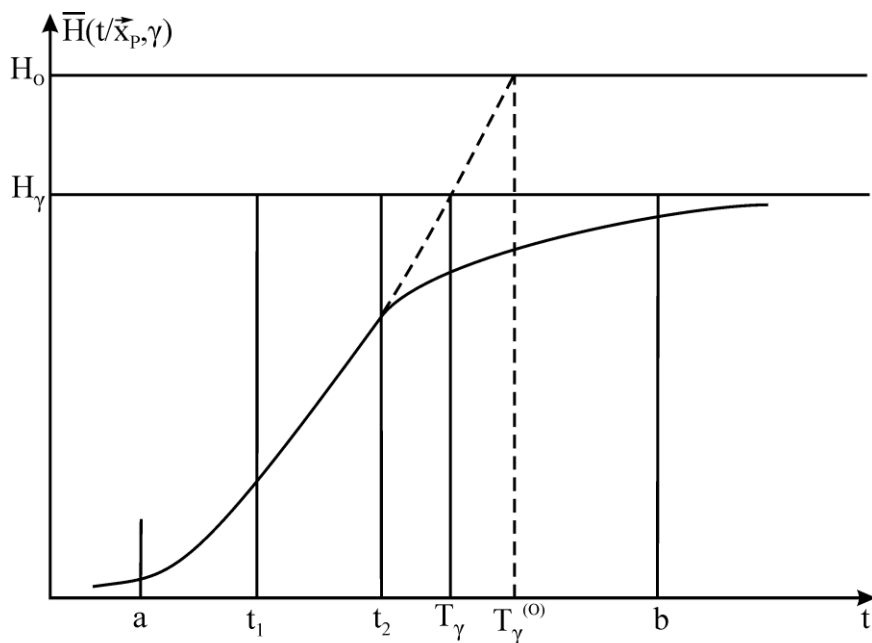


Рис. 1. Загальний вигляд оперативної динамічної характеристики результативності

При цьому ОДРХ на початковій і заключній ділянках носить нелінійний характер, а на середній ділянці – квазілінійний характер. Числовими показниками ефективності того чи іншого тренувального процесу є такі величини:

$$H_\gamma, T_\gamma(\bar{x}_p), T_\gamma^{(0)}(\bar{x}_p). \quad (3)$$

Чим ближче граничний „алгоритмічний” результат H_γ до рекордного результату H_0 і чим менше періоди $T_\gamma, T_\gamma^{(0)}$, тим ефективніший тренувальний процес γ . У цій роботі основна увага приділяється середній ділянці ОДХР (t_1, t_2) і показнику ефективності $T_\gamma^{(0)}(\bar{x}_p)$ – потенційному мінімальному часу (віку) досягнення рекордного результату (250 см). Відзначимо, що виділення саме лінійної форми ОДХР на середній ділянці підготовки спортсменів є апіорно невизначеним і далеко нетривіальним вирішенням. Висновок про допустимість квазілінійного характеру ОДХР на середній ділянці був зроблений у цій роботі в ході експериментального дослідження великого числа ОДХР і вирішення відповідних задач прогнозу результативності спортсменів для різних груп спортсменів, для різних сукупностей інформативних спортивних параметрів і для різних тренувальних процесів. Істотно також відзначити, що в цій роботі ОДХР розглядається з самого початку як функція багатьох змінних (фізичних параметрів $\bar{x}_p(t)$), а не як проста одновимірна функція часу t . Спочатку в результаті вирішення статистичної задачі лінійної регресії результативності на середній ділянці ОДРХ оцінюється лінійна апроксимація ОДХР [1]:

$$\bar{H} = h_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_p x_p \quad (4)$$

і тільки тоді оцінюється одновимірна залежність ОДРХ (1) від часу t . При цьому точність лінійної апроксимації ОДХР зростає зі збільшенням числа P інформативних спортивних параметрів і є значно вищою, ніж точність простої одновимірної лінійної апроксимації ОДХР [4]:

$$\bar{H}(t) = H_1(t) = H_{10} + \alpha \cdot t, \quad t \in (t_1, t_2). \quad (5)$$

Оцінка максимальної швидкості зростання результативності та потенційного мінімального часу досягнення рекордних результатів

Згідно визначенню (3) для оцінки ефективності тренувального процесу достатньо оцінити максимальну швидкість зростання результативності на лінійній ділянці ОДХР:

$$\alpha_{\max} = \max_{t \in (t_1, t_2)} \frac{d\bar{H}(t / \vec{x}_p, \gamma)}{dt}. \quad (6)$$

Якщо вирішена задача прогнозу (лінійної регресії) результативності за спостереженнями вектора фізичних параметрів $\vec{x}_p(t)$ на інтервалі часу, то можна зробити відповідну лінійну апроксимацію ОДХР й оцінити максимальну швидкість зростання результативності:

$$\begin{aligned} \hat{\bar{H}} &= \hat{H}_0 + \sum_{m=1}^P \hat{\alpha}_m[\vec{x}_p(t)] \cong \hat{h}_0 + \hat{\alpha}_{\max} t \Rightarrow \\ \hat{\alpha}_{\max}(t_1, t_2) &= \frac{\hat{\bar{H}}(t_2) - \hat{\bar{H}}(t_1)}{t_2 - t_1} \end{aligned} \quad (7)$$

Тоді оцінка потенційного мінімального часу досягнення рекордного результату набуває вигляду:

$$\hat{T}_{\gamma}^{(0)} = \frac{H_0 - \hat{h}_0}{\hat{\alpha}_{\max}}. \quad (8)$$

Адаптація тренувального процесу в ході послідовного вирішення задач прогнозу результативності на лінійній ділянці ОДХР

Для побудови повної ОДХР для деякого тренувального процесу вимагається, взагалі кажучи, хоча б один „повний цикл” тренувального процесу окремо взятої групи (наприклад, у віці 10-17 років) або деякої множини груп з тим же тренувальним процесом. Проте, для кожної нової групи спортсменів можна й доцільно аналізувати поточну швидкість зростання результативності:

$$\hat{\alpha}_{\max}^*(t) = \hat{\alpha}_{\max}(t_1, t), \quad t = t^{(1)}, t^{(2)}, \dots$$

і вона не обов'язково буде монотонно-зростаючою функцією часу. У випадку, якщо для деяких моментів часу $t^{(m)}$ є порушення монотонності:

$$\hat{\alpha}_{\max}^*(t^{(m+1)}) < \hat{\alpha}_{\max}^*(t^{(m)}), \quad (9)$$

то в цьому випадку вимагається проаналізувати початкову багатовимірну залежність ОДХР (4) від множини фізичних параметрів \bar{x}_p і вжити заходів по забезпеченню вищих показників того чи іншого інформативнішого і значущішого фізичного спортивного параметра (наприклад, збільшити на 5% ступінь використання силових можливостей при відштовхуванні [3]). Таким чином можна забезпечити адаптацію тренувального процесу в ході послідовного в часі вирішення задач прогнозу результативності групи спортсменів на лінійній ділянці ОДХР.

Висновки:

1. Найважливішою характеристикою тренувального процесу є так звана оперативна динамічна характеристика результативності у вигляді залежності від часу середньої результативності (в групі), як функції багатьох змінних – фізичних спортивних параметрів. ОДХР можна підрозділити на три характерні ділянки: початкова – нелінійна, середня – квазілінійна та заключна – нелінійна.

2. Достатньо інформативним показником ефективності тренувального процесу є потенційний мінімальний час досягнення рекордного результату. Він обернено пропорційний до максимальної швидкості зростання результативності на лінійній ділянці ОДХР.

3. Оптимізацію тренувального процесу доцільно проводити шляхом послідовного вирішення задач прогнозу результативності для різного числа інформативних спортивних параметрів для послідовних поточних тимчасових інтервалів (вікових періодів 12-17 років).

4. Адаптація тренувального процесу за наявності зниження поточної швидкості зростання результативності полягає в аналізі регресійної формули для результативності як лінійної функції багатьох фізичних параметрів і прийнятті рішення про забезпечення підвищення показників найінформативніших і найзначущіших спортивних параметрів.

Литература

1. Ахметов Р.Ф. Групповые статистические характеристики и факторный анализ многомерной совокупности параметров спортсменов в задачах прогноза результативности // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2004. – № 6. – С. 91-104.
2. Ахметов Р.Ф. Прогноз результативности спортсменов на базе статистического факторного анализа и экспертного ранжирования полной совокупности антропометрических, технических и специализированных параметров // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2004. – № 7. – С. 82-95.
3. Ахметов Р.Ф. Анализ информативности степени использования силовых возможностей при отталкивании в задачах прогноза результативности прыгунов в высоту // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2004. – № 9. – С. 48-61.
4. Ахметов Р.Ф. Повышение точности раннего прогноза результативности спортсменов на базе расширения и динамической интерполяции их информативных физических параметров // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2004. – № 17. – С. 48-64.

Evaluation mathematical methods of effectiveness of qualified high-jumpers training process

Rustam Akhmetow

Zhytomir State University named after Ivan Franko

Recent years Ukrainian high-jumpers can not win major international contest. This fact makes the specialists work out methods of qualitative and qualitative evaluation of a training process. Therefore mathematical methods of research are of great importance and help to study a training process properly.