

А.П. Кейзер, М.В. Борисенко, Е.А. Задорожнюк

УО «Белорусский государственный университет транспорта»

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕГКОАТЛЕТОВ

При занятии физкультурой и спортом в динамике изменения результатов спортсмена, как правило, можно выделить 3 фазы (рисунок 1)

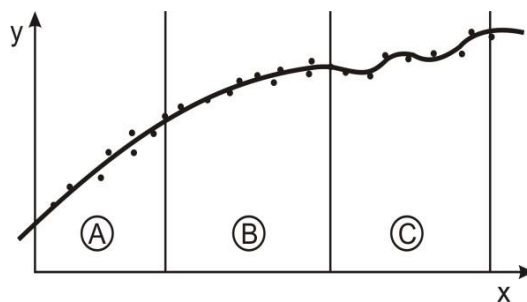


Рисунок 1 — Фазы роста спортивных результатов

А — зона роста результатов до систематического занятия спортом. Рост спортивных результатов главным образом объясняется занятиями на уроках физкультуры, ростом и укреплением организма.

В — зона роста результатов при систематическом занятии, каким либо видом спорта под руководством опытного тренера.

С — спортсмен достигает высокой квалификации. Рост дальнейших спортивных результатов происходит медленнее, чем в зонах А и В. Наступают периоды чередования спада и подъема спортивных результатов несмотря на усиленные тренировки.

Статистическая обработка зависимости спортивных результатов Y от аргумента X (дата, возраст или иная нумерация) в виде уравнений регрессии позволяет выявить закономерность роста результатов и использовать ее для совершенствования учебно- тренировочного процесса с целью подвода спортсмена к соревнованиям в оптимальной форме.

Цель исследования: применение программного обеспечения для автоматизации статистической обработки и прогнозирования результатов легкоатлетов.

Обычно в качестве уравнений регрессии применяются математические зависимости, приведенные в формулах 1 и 2.

$$YR1 = a_0 + a_1X - \text{уравнение линейной регрессии, (1)}$$

$$YR2 = a_0 + a_2X + a_2X^2 - \text{уравнение параболической регрессии. (2)}$$

Предлагается расширить набор уравнений регрессии, применяемых в статистической обработке и прогнозировании спортивных результатов:

$$YR = a_0 + a_1X + \dots + a_nX^n - \text{полином } n\text{-й степени; (3)}$$

$$YR = a_0X^{a_1} - \text{степенная зависимость; (4)}$$

$$YR = a_0 X^{a_1} e^{a_2 X} - \text{экспоненциально-степенная зависимость (5)}$$

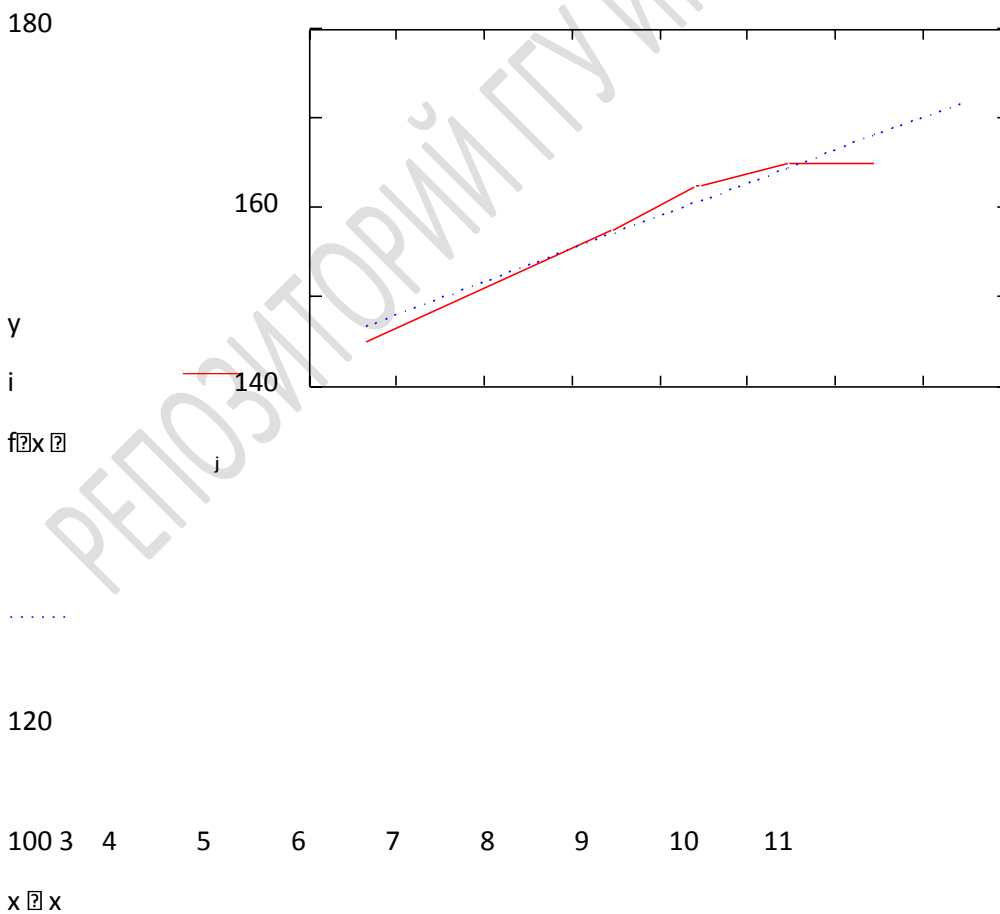
и по критерию Фишера выбрать наилучшее из них для осуществления анализа и прогноза.

Приведем 3 примера статистической обработки и прогнозирования результатов по прыжкам в высоту школьника A1 (зона A), студента перворазрядника A2 (зона B) и мастера спорта A3 (зона C).

Для спортсмена A1 наилучшее описание результатов получено с помощью уравнения линейной регрессии:

$$f(t) \approx a_0 + a_1t; \quad a_0 = 86.376; \quad a_1 = 7.395.$$

На графике 1 изменения результатов Y_i спортсмена A1 и аппроксимация с помощью линейной функции $f(x_j)$, где x_j – номер класса.



i j

График 1 Изменение спортивных результатов по прыжкам в высоту школьника А1

Прогнозирование спортивных результатов и процент погрешности результатов прогнозирования:

$$f(x) \approx y \approx 100$$

$$f(x) \approx 162.696$$

$$\frac{|f(x) - y_7| \cdot 100}{7}$$

$$\approx 1.685$$

y

7

$$f(x) \approx 163.658$$

8

$$\frac{| \quad |}{8} \quad \frac{| \quad |}{8} \approx 2.286$$

y

8

В результате статистической обработки результатов по прыжкам в высоту спортсмена А2 выполнена аппроксимация с помощью уравнения параболы:

$$YR \approx f(t) \approx a \cdot t^2 + a \cdot t + a ; a = -0.605; a = 20.108; a = 8.621.$$

2 1 0 2 1 0

Представлены графики исходной зависимости Y_i и аппроксимирующей функции $f(X_i)$ в зависимости от курса института $1 \leq X_i \leq 5$.

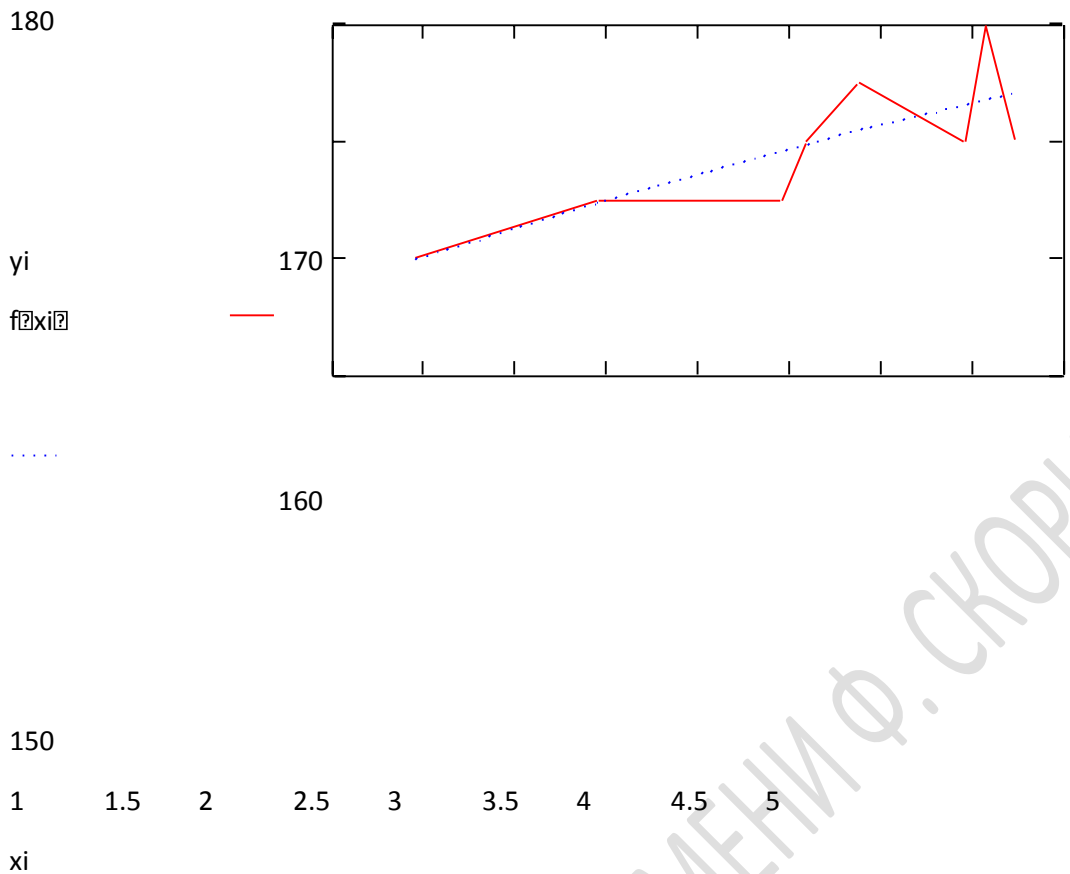


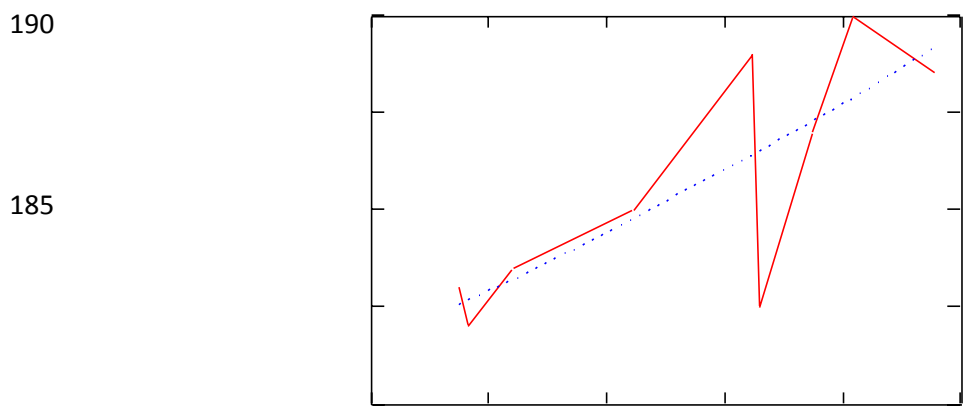
График 2 – Изменение спортивных результатов по прыжкам в высоту студента-десятиборца А2

Прогнозирование результата десятиборца: $f(5.6877) \approx 177.356$

Статистическая обработка и прогнозирование результатов по прыжкам в высоту мастера спорта международного класса (спортсменка А3):

$$f(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 \quad a_0 \approx 223.716 \quad a_1 \approx 2.765 \quad a_2 \approx 0.029$$

1 0 1 2



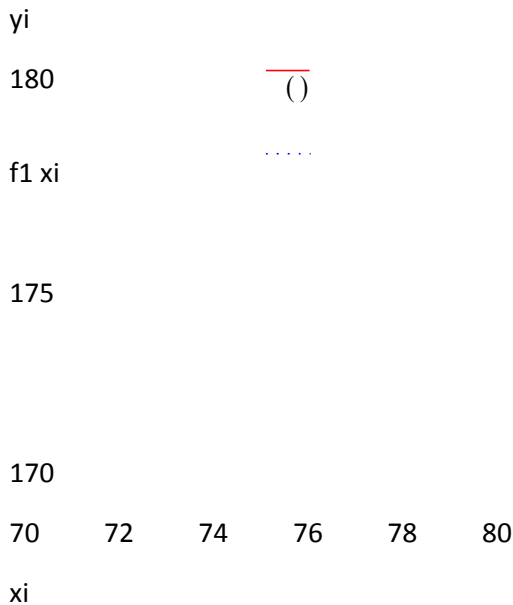


График 3 Динамика спортивных результатов по прыжкам в высоту мастера спорта международного класса (спортсменка АЗ)

Из графика видно, что результат $y(6)=175$ см для $x(6)=21.07.1976$ – это явный статистический выброс, то есть нетипичное, резко выделяющееся значение в совокупности. Выброс может исказить уравнение зависимости или заставить принять неверное решение о наличии корреляции. Выбросы при рассмотрении спортивных результатов могут быть отрицательными и положительными. Отрицательные выбросы чаще всего случаются, если спортсмен выступает после травмы. Яркими примерами положительных выбросов стали: мировой рекорд белоруса С. Коровина среди юношей 15-16 лет (1966 год), прыжок Б. Бимона на олимпийских играх в Мексике (1968) и другие.

Для обработки данных результат, являющийся выбросом, удаляется из выборки и выполняется аппроксимация зависимости $Y_1=f(X_1)$ для новых массивов $X_1(i)$, $Y_1(i)$.

Аппроксимация спортивных результатов по прыжкам в высоту спортсменки АЗ после удаления выброса:

$f(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2$, где $a_0 = 885.36$ $a_1 = 26.641$ $a_2 = 0.165$

1 0 1 2

Вычисление критериев оценки аппроксимации и построение графика экспериментальных и расчетных математических зависимостей показало неплохую корреляцию, что является фундаментом качественного прогнозирования.

Литература

- 1 Чудинов, В.И. Методология прогнозирования спортивных достижений// Теория и практика физ. культуры. – 1974. – № 10. – С. 53-56.
- 2 Шапошникова, В.И. Индивидуализация и прогноз в спорте. – М.: Физкультура и спорт, 1984. – 158 с.
- 3 Heazlewood, T. Prediction versus reality: the use of mathematical models to predict elite performance in swimming and athletics at the olympic games / Journal of Sports Science and Medicine (2006) 5, 541-547
- 4 Глотов, Н.В. Биометрия: Учеб.пособие / Н.В. Глотов [и др.]. Под ред. М.М. Тихомировой. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1982. – 264 с.
- 5 Кейзер, А.П. Компьютерная технология автоматизированного анализа физического состояния и спортивной подготовки как эффективное средство совершенствования учебно-тренировочных занятий / А.П. Кейзер, В.Н. Осянин // Наука и образование в условиях социально-экономической трансформации общества: Материалы VI международной научно-методической конференции. Ч. 2. – Мн.: ИСЗ, 2003, С. 211-214.