DOI: 10.17117/na.2015.10.03.070

Поступила (Received): 24.10.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.10.03.070.pdf>

Вьюшин Н.Н., Васильев Д.А., Барышникова Е.С., Михайлов Д.В. Модель прогнозирования физического состояния спортсменов

**Vyushin N.N., Vasiliev D.A., Baryshnikova E.S., Mikhailov D.V.
A predictive model of the physical condition of athletes**

Статья посвящена комбинированной модели прогноза, включающей в себя полиномиальную модель второго порядка и модель искусственной нейросети, для объективной оценки спортивной формы спортсменов. Также рассматриваются вопросы создания автоматизированной системы прогнозирования данных о физическом состоянии спортсменов, что позволит тренерскому составу правильно спланировать тренировочный процесс, своевременно среагировать на ситуации регресса состояния спортсмена, подготовить спортсмена к соревнованиям в форме, близкой к оптимальной

Ключевые слова: прогнозирование, полиномиальная модель, спортсмен, нейронная сеть, перцептрон, комбинированная модель

The article is devoted to a combined forecast model, including a polynomial model of second order and the model of artificial neural network for objective assessment of the athletes. Also the issues of creating of the automated system of forecasting data about the physical condition of athletes, which will allow the coaching staff to properly plan the training process, to promptly respond to the situation of retrogression of the athlete's condition, prepare athletes for competitions in a form that is close to optimal

Key words: forecasting, polynomial model, athlete, neural network, perceptron, combined model

Вьюшин Николай Николаевич

Магистрант

Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.

г. Саратов, ул. Политехническая, 77

Vyushin Nikolay Nikolaevich

Master

Saratov state technical university Yu.A. Gagarin

Saratov, Politechnicheskaya st., 77

Васильев Дмитрий Анатольевич

Кандидат технических наук, доцент

Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.

г. Саратов, ул. Политехническая, 77

Vasiliev Dmitry Anatolyevich

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

Saratov state technical university Yu.A. Gagarin

Saratov, Politechnicheskaya st., 77

Барышникова Елена Сергеевна

Ассистент

Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.

г. Саратов, ул. Политехническая, 77

Baryshnikova Elena Sergeevna

Assistant

Saratov state technical university Yu.A. Gagarin

Saratov, Politechnicheskaya st., 77

Михайлов Денис Владимирович

Инженер

Саратовский государственный технический
университет им. Гагарина Ю.А.

г. Саратов, ул. Политехническая, 77

Mikhailov Denis Vladimirovich

Engineer

Saratov state technical university Yu.A. Gagarin
Saratov, Politechnicheskaya st., 77

Процесс прогнозирования является неотъемлемой частью спортивной метрологии и процедур анализа показателей спортсменов в различных спортивных дисциплинах. Прогнозированию могут подвергаться различные параметры в спорте: пик формы спортсмена; показатели физического состояния спортсменов; результаты соревнований и т.д. [1].

Достижение требуемой точности прогноза в основном осуществляется путем анализа результатов реализаций множества прогнозных моделей, образующих базу прогнозных моделей (БПМ), что делает процесс прогнозирования достаточно трудоемким.

Общая схема процесса прогнозирования отражена на рис. 1.

Рис. 1. Общая схема процесса прогнозирования

В БПМ загружен ансамбль моделей прогнозирования (загрузка базы прогнозных моделей – ЗгБПМ), который лежит в основе выбора модели. Для рассматриваемой (выбранной для реализации) прогнозной модели реализуется «кросс-проверка» ее работы, при этом система выбора модели (СВМ), анализируя ошибки ее прогноза на различных ретроспективных реализациях, производит выбор модели с наиболее приемлемыми параметрами [3].

В настоящее время для построения новых моделей прогнозирования параметров различных процессов и принятия управленческих решений достаточно эффективен комбинированный или гибридный подход, организующийся с целью формирования суммирующего (синергетического) эффекта, получаемого от совместной реализации двух и более моделей и (или) алгоритмов.

Качественный прогноз в спортивной метрологии особо важен для мониторинга физического состояния спортсмена, правильной «подводки» его к соревнованиям.

В настоящей статье предлагается комбинированная модель прогноза, включающая в себя полиномиальную модель второго порядка и модель искусственной нейросети, аккумулирующую в себе знания о тенденциях изменений физического состояния спортсменов на ретроспективных интервалах наблюдений.

В качестве полиномиальной модели прогноза выбрана модель вида $\hat{x}_t = \hat{a}_1 + \hat{a}_2 t + \hat{a}_3 t^2$, оценка параметров которой выполнена посредством метода экспоненциального сглаживания:

$$\hat{a}_0 = 3S_t(P(t)) - 3S_t^2(P(t)) + S_t^3(P(t));$$

$$\hat{a}_1 = \frac{\alpha^2}{2(1-\alpha)^2} ((6-5\alpha)S_t(P(t)) - 2(5-4\alpha)S_t^2(P(t)) + (4-3\alpha)S_t^3(P(t)));$$

$$\hat{a}_2 = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^2} (S_t(P(t)) - 2S_t^2(P(t)) + S_t^3(P(t))).$$

Для анализа ретроспективных знаний о предшествующих тенденциях изменения физического состояния спортсменов использовалась искусственная нейронная сеть персептронного типа, на вход которой подается прогнозируемая выборка, которую сеть преобразует в выходное – прогнозное значение для установленного интервала упреждения.

Составляющие комбинацию модели работают параллельно. На основе анализа ошибок прогноза моделей определяется степень их участия в общем результате прогнозирования. В связи с этим на каждом интервале прогноза рассчитываются долевые коэффициенты участия каждой модели в общем результате прогноза.

Прогнозное значение гибридной модели определяется исходя из выражения $P_{ГП}(t^*) = \sum_{i=1}^2 \beta_i P_{ГП}^i(t^*)$, где β_i – балансовые коэффициенты, определяющие долевое участие результатов прогнозов моделей, составляющих гибрид, в общем результате прогноза; $P_{ГП}^i(t^*)$ – результат прогноза i -й прогнозной модели на установленное время упреждения t^* .

Формирование значений балансовых коэффициентов производится из нормированной точности работы частных моделей на предшествующих интервалах прогнозирования и определяется в виде:

$$\forall i \in [1, n] \quad \beta_i = (1 - \varepsilon_i / \sum_{i=1}^n \varepsilon_i) / \sum_{i=1}^n (1 - (\varepsilon_i / \sum_{i=1}^n \varepsilon_i)),$$

где n – количество моделей в гибриде ($n=2$); ε_i – ошибка работы i -й прогнозной модели на предыдущем интервале прогнозирования.

Для оценки физического состояния спортсменов в качестве исходных для прогноза данных в работе использовались показатели пробы PCW₁₇₀ [1, 2], со-

стоящей в определении частот сердечных сокращений спортсменов при двух видах нагрузок f_1 и f_2 . Величина пробы определяется математическим выражением вида: $PWC_{170} = W_1 + (W_2 - W_1)(170 - f_1)/(f_2 - f_1)$, где W_1 и W_2 – мощность первой и второй нагрузок, кгм/мин или Вт.

В ходе проведения работы создано программное обеспечение по прогнозированию физического состояния спортсменов. На рис. 2 представлена экранная форма, отражающая визуализацию исходных данных и результаты прогнозирования показателей пробы PWC_{170} двух тестируемых спортсменов. Интервал сбора данных и время упреждения, на которое выполняется прогноз – один месяц.

Рис. 2. Экранная форма программы прогнозирования

Исходные данные и результаты прогнозирования

Исследовав работу отдельных моделей прогнозирования и их комбинации для результатов тестов групп юных спортсменов, получены следующие результаты, оцениваемые среднеквадратической ошибкой: – полиномиальная модель: 1,3- 2,1 кгм/мин; – нейронная сеть персептронного типа: 0,8 – 1,71 кгм/мин; – комбинированная модель: 0,41 – 1,05 кгм/мин.

Введение разработанной гибридной модели прогнозирования физического состояния спортсменов в состав автоматизированной системы мониторинга групп юных спортсменов СДЮШ, позволит тренерскому составу произвести объективную оценку спортивной формы спортсменов, правильно спланировать тренировочный процесс отдельного спортсмена, своевременно среагировать на ситуации регресса или прогресса его состояния, подготовить спортсмена к соревнованиям в форме, близкой к оптимальной.

Список используемых источников:

1. Афанасьев В.В., Муравьев А.В., Осетров И.А., Михайлов П.В. Спортивная метрология. Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2009. 244 с.

2. Афанасьев В.В. Основы отбора, прогноза и контроля в спорте. Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2008. 278 с.
3. Методы прогнозирования. URL: <http://criteria-importance-theory.ru>

© 2015, Вьюшин Н.Н., Васильев Д.А.,
Барышникова Е.С., Михайлов Д.В.
Модель прогнозирования физического
состояния спортсменов

© 2015, Vyushin N.N., Vasiliev D.A.,
Baryshnikova E.S., Mikhailov D.V.
A predictive model of the physical condition of
athletes