

В данном случае входными переменными будут две оценки. Они могут иметь разную природу: оценка за контрольную работу, оценка за тест, оценка за уроки и участие в классе. На выходе мы будем получать одну оценку.

Важным шагом при реализации нашего метода было построения нечетких множеств, описывающих наши оценки. Нами было выбрано три множества: «Отлично», «Нормально» и «Плохо».

Обычно высокой оценки соответствует 80–100% выполнения, нормальной – 60–80%, низкой – 0–60%. Однако, в отличие от традиционных методов, каждому из процентов мы можем (исходя из задач) поставить свой вес. Например, для высокой оценки 100% будет иметь вес 1,80% – 0,5. Но для кого-то и 70% – высокая оценка, поэтому мы можем и этому проценту выполнения поставить определенный вес, например, 0,2.

Для вычисления вывода на основе этих конкретных входных условий мы должны определить какие-то правила. Например, одно такое правило может звучать так: «Если оценка за контрольную работу высокая и оценка за уроки высокая и участие в классе хорошее, то отметка за тест будет отлично». Далее мы можем использовать алгоритм нечеткого вывода, чтобы определить конкретную отметку за тест на основе входных переменных и правил, которые мы определили. Для вывода отметки за тест мы использовали алгоритм Мамдани (Mamdani) и упрощенный алгоритм нечеткого вывода: была разработана программа в системе Excel, осуществляющая нечеткий вывод оценки за два теста по каждому из указанных алгоритмов. Ниже приводится пример используемых нечетких множеств и вывода отметки на основе упрощенного алгоритма нечеткого вывода (рисунок 2).

		1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
плохо	[0-40]	1,00	0,80	0,50	0,30	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
нормальн	[40-80]	0,00	0,00	0,10	0,50	0,80	1,00	0,80	0,30	0,10	0,00
отлично	[80-100]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,50	0,80	1,00
тест 1	тест 2										
7	4										5

Рисунок 2 – Оценка с помощью упрощенного алгоритма

Меняя веса множеств, а также веса нечетких правил и алгоритм вывода, мы можем гибко настроить нашу программу под заданную ситуацию.

Итак, в работе была разработана программа, генерирующая тестовые задания для оценки знаний учащихся по темам «Квадратные уравнения и неравенства» и «Рациональные уравнения и неравенства». Также был предложен метод выставления оценки за пару тестов (контрольных работ) на основе нечеткой математики.

УДК 796.093.645.1:004.94

С. В. Севдалев, Е. В. Осипенко, А. В. Никитюк, Ю. В. Никитюк, В. А. Прохоренко
г. Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ В СОВРЕМЕННОМ ПЯТИБОРЬЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

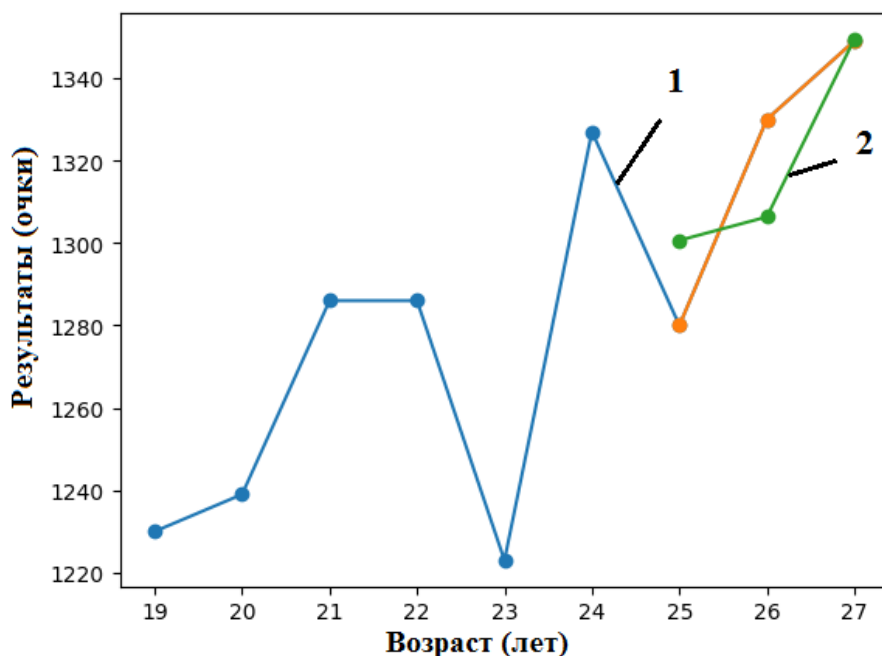
Перспективным направлением в спортивной науке, интенсивно развивающимся в последнее время, является прогнозирование. Прогнозирование индивидуальных результатов спортсменов является одной из важных задач, решение которой обеспечивает повышение эффективности тренировочного процесса [1].

Вследствие большого количества факторов, влияющих на результаты спортсменов, и сложностей, возникающих при формализации спортивной информации, построение соответствующих эффективных математических моделей традиционными методами затруднено. При этом нейросетевые модели успешно применяются в различных предметных областях, в том числе для решения задач спортивного прогнозирования [2–10].

В данной работе выполнено нейросетевое прогнозирование спортивных результатов спортсменов, специализирующихся в современном пятиборье. Для нейросетевого прогнозирования индивидуальных результатов были выбраны две высококвалифицированные спортсменки (мастера спорта международного класса). Полная статистика результатов соревновательной деятельности данных спортсменок в диапазоне от 19 до 27 лет была взята из опубликованных в открытой печати научных работ [1].

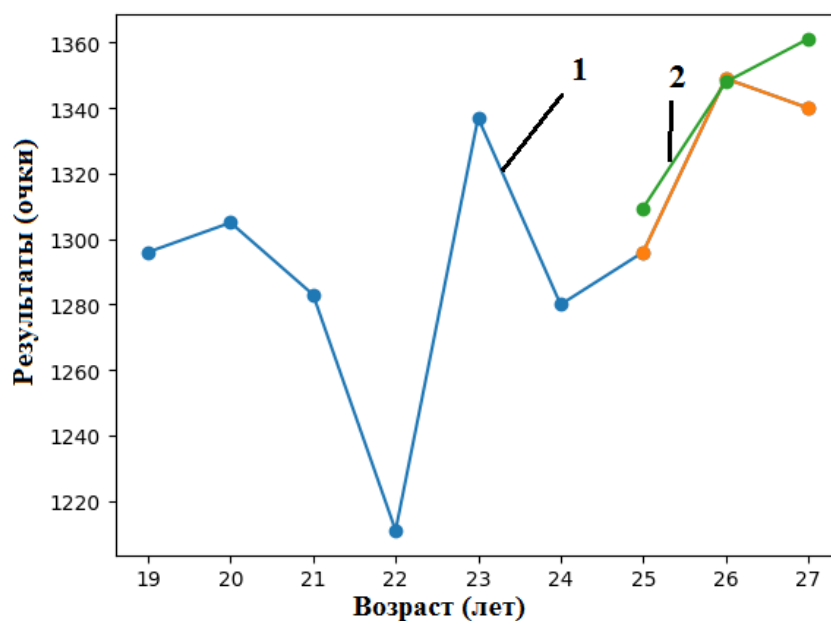
В исследовании были использованы рекуррентные нейронные сети для прогнозирования временных рядов, представленных в виде данных о возрасте пятиборок и соответствующих лучших результатах сезонов. Для построения модели использовалась библиотека TensorFlow. Архитектура сети включала два слоя LSTM для изучения последовательных зависимостей. В процессе обучения сети применялись следующие параметры: функция активации ReLU, оптимизатор Adam. Нейросетевая модель обучалась на данных, адаптированных с использованием метода масштабирования MinMaxScaler, и оценивалась по метрике среднеквадратичной ошибки. Обучение искусственных нейронных сетей осуществлялось на протяжении 100 эпох.

Для обеспечения оценки производительности модели и ее обобщающей способности данные были разделены на обучающую и тестовую выборки. Обучающая выборка использовалась для настройки весов модели. Тестовая выборка служила для оценки точности предсказаний на новых данных (рисунки 1, 2).



1 – фактические результаты;
2 – результаты, рассчитанные нейронной сетью

Рисунок 1 – Динамика результатов пятиборки 1



1 – фактические результаты;
2 – результаты, рассчитанные нейронной сетью

Рисунок 2 – Динамика результатов пятиборки 2

Для оценки эффективности работы нейронных сетей были использованы следующие критерии:

– средняя абсолютная ошибка (англ. Mean Absolute Error, MAE)

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |d_i - y_i|;$$

– среднеквадратичная ошибка (англ. Root Mean Square Error, RMSE)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (d_i - y_i)^2};$$

– средняя абсолютная процентная ошибка (англ. Mean Absolute Percentage Error, MAPE)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{d_i - y_i}{d_i} \right| \times 100;$$

где d_i – желаемый выход сети;

y_i – реальный выход сети.

Результаты оценки нейросетевых моделей, приведенные в таблице 1, указывают на необходимое соответствие с реальными результатами выступления спортсменов.

Таблица 1 – Результаты оценки нейросетевых моделей

Критерий	Пятиборка 1	Пятиборка 2
RMSE	18,1	14,5
MAE	14,9	11,9
MAPE	1,1 %	0,9 %

Прогноз, выполненный с использованием искусственных нейронных сетей, позволяет с определенной осторожностью предположить, что в возрасте 28 лет пятиборка 1 и пятиборка 2 могут показать результаты в районе 1356 очков и 1401 очка соответственно.

Литература

1. Севдалев, С. В. Моделирование соревновательной деятельности высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в современном пятиборье / С. В. Севдалев, В. Н. Старченко // Мир спорта. – 2023. – № 3 (92). – С. 39–43.

2. Касюк, С. Т. Использование нейронных сетей для анализа и прогнозирования данных в физической культуре и спорте / С. Т. Касюк, Е. М. Вахтомова // Ученые записки ун-та им. П. Ф. Лесгафта. – 2013. – № 12 (106). – С. 72–77.

3. Ясницкий Л.Н., Киросова А.В., Ратегова А.В., Черепанов Ф.М. Методика прогнозирования результатов спортивных состязаний на примере чемпионата мира-2015 по легкой атлетике // Вестник Пермского университета. Серия: Математика. Механика. Информатика. 2014. № 3. С.90–97.

4. Бобкова, Е. Н. Применение нейронных сетей для прогнозирования и моделирования тренировочного процесса в легкой атлетике / Е. Н. Бобкова, Е. В. Парфианович // Человек. Спорт. Медицина. – 2018. – Т. 18, № 5. – С. 115–119. – DOI 10.14529/hsm18s16.

5. Крутиков А.К. Прогнозирование индивидуальных результатов в легкой атлетике спортсменов высших спортивных разрядов с использованием искусственных нейронных сетей // Universum: Технические науки : электрон. научн. журн. 2019. № 10(67). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/7898>

6. Bunker R. P., Thabtah F. A machine learning framework for sport result prediction // Applied computing and informatics. – 2019. – Т. 15. – №. 1. – P. 27–33.

7. Nagovitsyn R. S. et al. Forecasting the competitive performance of young athletes based on artificial intelligence technology // Theory and Practice of Physical Culture. – 2023. – №. 2. – P. 24–27.

8. Nikitjuk Y.V., Serdyukov A.N., Aushev I.Y. Determination of the parameters of two-beam laser splitting of silicate glasses using regression and neural network models. Journal of the Belarusian State University. Physics. 2022;1:35–43.

9. Characterization of Laser Welding of Steel 30XГСН2А by Combining Artificial Neural Networks and Finite Element Method / Y. Nikitjuk, G. Bayevich, V. Myshkovets [et al.] // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2022. – Vol. 422. – P. 273–279.

10. Nikitjuk, Y. Determination of the Parameters of Controlled Laser Thermal Cleavage of Crystalline Silicon Using Regression and Neural Network Models / Y. Nikitjuk, A. Serdyukov // Crystallography Reports. – 2023. – Vol. 68, №. 7. – P. 195–200.

УДК 378.147:811'243:004.9

О. В. Северинец, О. И. Шеремет

г. Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННЫМ ЯЗЫКАМ

Современный рынок труда требует, чтобы специалисты обладали не только прямыми профессиональными навыками, но и умели быстро и легко адаптироваться к меняющимся условиям. Поэтому перед вузами стоит как задача узкопрофильного обуче-