

## ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА В ЛЕГКОЙ АТЛЕТИКЕ

**Е.Н. Бобкова, Е.В. Парфианович**

*Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма,  
г. Смоленск, Россия*

**Цель** – применение аппарата нейронных сетей позволит спрогнозировать наиболее оптимальные разновидности и объемы тренировочных воздействий для бегунов на 400 м на этапе спортивного совершенствования. **Материал и методы.** В исследовании принимали участие юноши 18–21 года, специализирующиеся в беге на 400 м, в количестве: 8 человек – I спортивный разряд, 3 человека – кандидаты в мастера спорта. При проведении исследования использовался программный продукт «Нейронная сеть v2.4.2» разработчика Jwsoft.Net. В качестве исходной информации были выбраны восемь показателей каждого спортсмена ( $n = 10$ ) по месяцам подготовки в годичном цикле 2014/2015 гг., 2015/2016 гг. и 2016/2017 гг. Обучение сети проводилось с использованием алгоритма обратного распространения ошибки. **Результаты.** Для моделирования физической подготовленности бегунов на 400 м в сезоне 2016/2017 гг. в обученную нейронную сеть были внесены показатели ежемесячных объемов основных средств тренировки, что позволило спрогнозировать соревновательный результат бега на 400 м легкоатлетов I разряда и КМС. Надежность прогноза спортивного результата в годичном цикле подготовки у бегунов на 400 м на этапе спортивного совершенствования составляет 98–99 %. Применение предложенной методики моделирования тренировочного процесса на основе применения нейронной сети позволяет оперативно и своевременно оценить динамику физической подготовленности, что способствует обеспечению надежности и качества прогнозирования спортивного результата на основе запланированных тренирующих воздействий. **Заключение.** Применение аппарата нейронных сетей позволит определить наиболее оптимальные разновидности и объемы тренировочных воздействий, у тренера появляется инструмент, позволяющий оказать поддержку в принятии эффективных решений по коррекции тренировочного процесса.

**Ключевые слова:** нейронные сети, тренировочный процесс, физическая подготовленность.

**Введение.** Эффективность современной многолетней тренировки бегунов на короткие дистанции обусловлена реализацией целого комплекса различных направлений, среди которых важное место отводится анализу и прогнозированию физической подготовленности [1, 8]. Модели физической подготовленности, достижение которых связано с выходом спортсмена на уровень заданного спортивного результата, являются тем системообразующим фактором, который не только определяет структуру и содержание процесса многолетней подготовки, но и предотвращает форсирование многолетней подготовки спортивного резерва [3, 5, 10].

Актуальным и перспективным подходом в практике спортивной тренировки является использование информационных технологий, в частности, нейронных сетей (искусственно-го интеллекта), позволяющих выявлять скры-

тые закономерности из большого количества факторов, влияющих на спортивный результат, делать правильные прогнозы и принимать верные решения [2, 6, 7].

Прогнозирование результатов физической подготовленности и создание индивидуальных моделей с помощью нейросетевого программирования будет способствовать повышению эффективности тренировочных воздействий через модельные ориентиры и избирательный подход к выбору тренировочных средств на различных этапах многолетнего цикла подготовки легкоатлетов.

Гипотеза исследования: предполагалось, что применение аппарата нейронных сетей позволит определить наиболее оптимальные разновидности и объемы тренировочных воздействий для прогнозирования физической подготовленности бегунов на 400 м, основанных на количественных показателях трениро-

## Спортивная тренировка

вочных средств в годичных циклах подготовки, и повысит эффективность управления тренировочным процессом спринтеров.

**Материал и методы.** При проведении исследования использовался программный продукт «Нейронная сеть v2.4.2» разработчика Jwsoft.Net, программа предназначена для создания нейронной сети с произвольной конфигурацией [4, 11]. Задачу моделирования индивидуальной тренировочной траектории было решено осуществить с применением многослойного перцептрона [9].

Испытуемыми являлись спортсмены 18–20 лет, специализирующиеся в беге на 400 м, в количестве 10 человек – пять легкоатлетов I спортивного разряда, пять – кандидатов в мастера спорта.

Для настройки нейросети используются различные показатели, в нашем случае это годовые объемы тренировочных средств и результаты контрольных упражнений спортсменов. Для обучения нейронной сети служили ежемесячные показатели бегунов на 400 м в годичном цикле тренировки за 2014/2015 гг., 2015/2016 гг. контрольных упражнений: десятерной прыжок с разбега; 300 + 100 м (через 1 минуту отдыха), 4×100 м (через 1 минуту отдыха), бег 400 м, а также выполняемые объемы основных тренировочных средств (общая выносливость; силовая; скоростная, скоростно-силовая; специальная выносливость).

В качестве исходной информации были выбраны 8 показателей каждого спортсмена (n = 10) по месяцам подготовки в годичном цикле 2014/2015 гг. и 2015/2016 гг., всего было обработано 1760 показателей.

**Результаты исследования.** При планировании годового цикла 2016/2017 гг. были увеличены объемы тренировочных средств по сравнению с прошлыми годами: скоростной работы – до 14 %, специальной выносливости – до 12 %, силовой работы и выносливости – по 2 %, прыжковая работа осталась на уровне 2015/2016 гг.

Для моделирования физической подготовленности бегунов на 400 м в сезоне 2016/2017 гг. в обученную нейронную сеть были внесены показатели ежемесячных объемов основных средств тренировки. И здесь просматривается очень интересная задача с точки зрения моделирования: как должен быть построен тренировочный цикл и трансформироваться подготовка бегунов на 400 м по мере роста спортивной результативности. На это можно ответить в рамках развитой модели нейронной сети.

Сочетание исследуемых тренировочных средств и ежемесячных результатов в контрольных упражнениях позволили спрогнозировать нейронной сети соревновательный результат бегунов I разряда и КМС предстоящего годичного цикла 2016/2017 гг.

Динамика и разница результатов, показанных в контрольных упражнениях и рассчитанных нейронной сетью в беге на 400 м у спортсменов I разряда и кандидатов в мастера спорта, представлены на рис. 1, 2.

Результаты, рассчитанные нейронной сетью для спортсменов I разряда, оказались значительно выше, чем фактические результаты, показанные в течение годичного цикла. Наибольшие расхождения зафиксированы в зимний и летний соревновательные периоды –

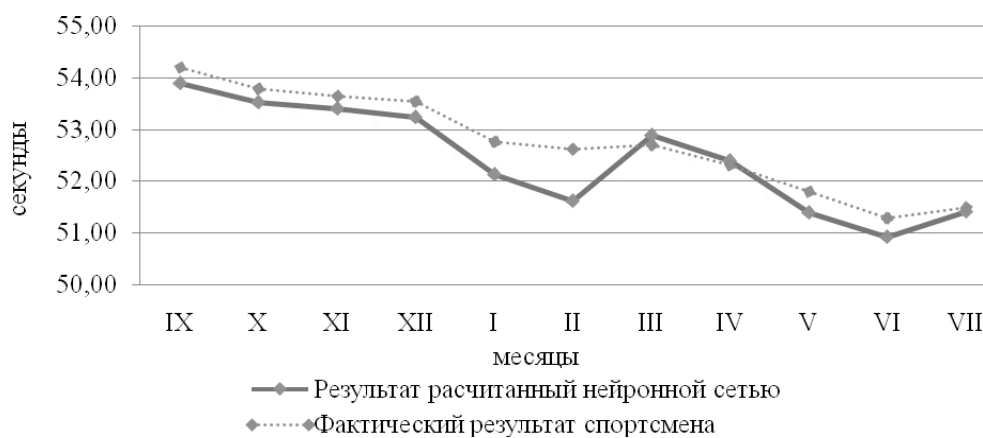
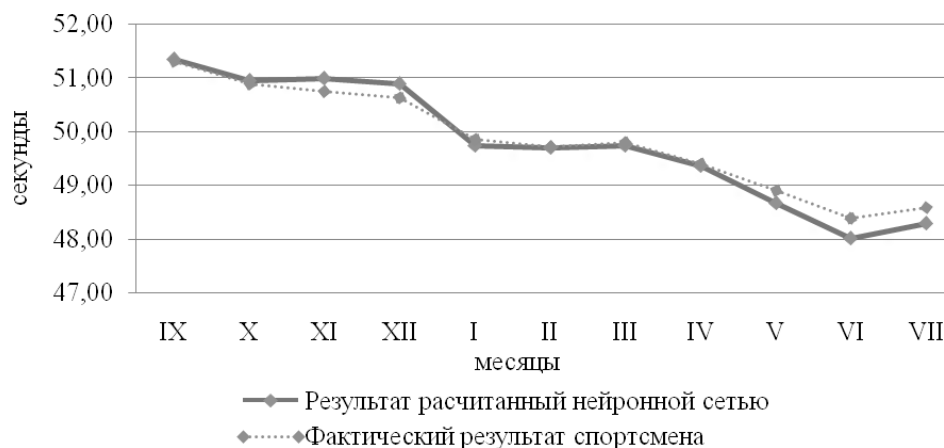


Рис. 1. Динамика результатов в беге на 400 м у спортсменов I разряда и спрогнозированных нейронной сетью

Fig. 1. Dynamics of results in 400 meter run for the athletes of the 1<sup>st</sup> rank and the results predicted by the neural network



**Рис. 2. Динамика результатов в беге на 400 м у спортсменов КМС и спрогнозированных нейронной сетью**  
**Fig. 2 Dynamics of results in 400 meter run for the athletes with the rank of Candidate for Master of Sport and the results predicted by the neural network**

от 0,3 до 1 секунды. Надежность прогноза результатов составила 98–99 % (см. рис. 1).

Достоверность прогноза смоделированного результата нейронной сетью у КМС выше – от 99 до 99,9 %, а собственные результаты бегунов лучше, чем расчетные показатели нейронной сети. Отмечается меньшая разница по окончании осеннего подготовительного и в летний соревновательный период – от 0,25 до 0,36 секунды (см. рис. 2).

С помощью технологии нейронных сетей появляется возможность моделировать уровень физической подготовленности спортсмена, построить индивидуальную траекторию развития каждого спортсмена, прогнозируя тем самым вероятный результат в избранном виде легкой атлетики, и разрабатывать индивидуальные траектории планирования многолетней подготовки.

Соответствие фактического уровня подготовленности каждого спортсмена модельным значениям позволяет говорить о том, что спортсмен достиг необходимого для максимального результата уровня. Если уровень подготовленности превышает модельные значения, то можно говорить о форсировании тренировочной нагрузки в многолетней подготовке легкоатлетов. На основании полученной информации, учитывая динамику состояния готовности спортсмена, тренер может вносить коррективы в тренировочный процесс.

**Заключение.** Использование средств искусственного интеллекта, таких как нейронная сеть, в прогнозировании спортивных достижений и спортивной подготовленности

является современным и перспективным методом развития теории и методики спортивной тренировки. С помощью технологии нейронных сетей появляется возможность прогнозировать уровень физической подготовленности спортсмена, моделируя тем самым вероятный результат в избранном виде легкой атлетики.

#### Литература

1. Бондарчук, А.П. *Управление тренировочным процессом спортсменов высокого класса: моногр.* / А.П. Бондарчук. – М.: Олимпия Пресс, 2007. – 272 с.
2. Кривецкий, И.Ю. *Создание индивидуальной модели техники прыжка в высоту на основе каскадной нейро-нечеткой сети с целью оптимизации тренировочного процесса* / И.Ю. Кривецкий, Г.И. Попов, Н.С. Безруков // *Рос. журнал биомеханики.* – 2011. – Т. 15, № 3 (53). – С. 71–78.
3. *Методические рекомендации по совершенствованию многолетней подготовки спортивного резерва в легкой атлетике* / под ред. В.Б. Зеличенко и [др.]. – М.: Центр развития легкой атлетики ИААФ, 2017. – 543 с. – <http://la.sportedu.ru/content/metodicheskie-rekomendatsii-poovershenstvovaniyu-mnogoletnei-podgotovki-sportivnogo-reze-0-25.03.2018>.
4. *Нейронная сеть v2.4.2.* – [http://kazus.ru/programs/viewdownloadetails/kz\\_0/lid\\_13563.html](http://kazus.ru/programs/viewdownloadetails/kz_0/lid_13563.html).
5. Парфианович, Е.В. *Педагогический опыт применения статистических методов и моделирования в области физического воспи-*

тания / Е.В. Парфианович, Е.Н. Бобкова // *Актуальные проблемы теории и практики физической культуры, спорта и туризма: материалы V Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов.* – Казань: Поволжская ГАФКСиТ, 2017. – Т. 3. – С. 673–676.

6. Семенова, А.А. Применение нейронных сетей для прогнозирования результатов в спорте. – <http://uran.donntu.org/-masters/2006/kita/kornev/library/l15.htm>– 15.05.2018.

7. Field, A. *Discovering Statistics using SPSS* / A. Field. – Washington DC: Sage Publications, 2009. – P. 585–626.

8. Lee, G. *Adaptive Dimensionality Reduction with Semi-Supervision (AdReSS): Classifying Multi-Attribute Biomedical Data* / G. Lee, D.E.R. Bu-

cheli, A. Madabhushi // *PLoS ONE.* – 2014. – Vol. 11. – P. 14–16.

9. Hornik K., Stinchcombe M., White H. *Multilayer feed forward networks are universal approximators* // *Artificial Neural Networks [Approximation and Learning Theory]*. – Blackwell, Oxford, UK, 2012. – P. 12–28.

10. Leung, K.-S. *Data Mining on DNA Sequences of Hepatitis B Virus* / K.-S. Leung, K.H. Lee, J.-F. Wang et al. // *Transactions on Computing Biology and Bioinformatics.* – 2011. – Vol. 8, no. 2. – P. 428–440. – <https://doi.org/10.1109/TCBB.2009.6>.

11. Leech, N.L. *IBM SPSS for Intermediate Statistics* / N.L. Leech, K.C. Barrett, G.A. Morgan. – 5th ed. – New York and London: [Routledge, Taylor & Francis Group], 2015. – P. 109–143.

**Бобкова Елена Николаевна**, кандидат педагогических наук, доцент, проректор по научной работе и международной деятельности, Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма. 214018, г. Смоленск, пр. Гагарина, 23. E-mail: helenbobkova@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4141-2146.

**Парфианович Евдоким Владимирович**, преподаватель кафедры теории и методики легкой атлетики, Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма. 214018, г. Смоленск, пр. Гагарина, 23. E-mail: evda28@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6573-2243.

*Поступила в редакцию 10 декабря 2018 г.*

---

DOI: 10.14529/hsm18s16

## NEURAL NETWORKS FOR FORECASTING AND MODELING TRAINING IN TRACK-AND-FIELD ATHLETICS

**E.N. Bobkova**, [helenbobkova@mail.ru](mailto:helenbobkova@mail.ru), ORCID: 0000-0002-4141-2146,

**E.V. Parfianovich**, [evda28@mail.ru](mailto:evda28@mail.ru), ORCID: 0000-0001-6573-2243

*Smolensk State Academy of Physical Culture, Sports and Tourism, Smolensk, Russian Federation*

**Aim.** The article deals with the application of neural networks for forecasting the most optimal ways and intensity of training for 400-meter runners at the stage of performance improvement. **Materials and methods.** 400-meter male runners aged 18–21 participated in the study (8 runners of the first rank, 3 runners with the rank of Candidate for Master of Sport). During the study, we used Neural Network v2.4.2 software developed by Jwsoft.Net. Initial data consisted of 8 indicators for each athlete (n = 10) taken in compliance with the months of a one-year training cycle 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017. Network training was performed with the algorithm of the error back propagation. **Results.** To simulate physical preparedness of 400-meter runners in 2016/2017, we inserted into a trained neural network the parameters of monthly volume load, which allowed us to forecast competition results for the 400-meter runners of the first rank and of the rank of Candidate for Master of Sport. The reliability of forecasting is 98–99%. The method proposed based on the application of the neural network allows to quickly estimate the dynamics of physical preparedness. This provides the reliability and quality of forecasting based on the training plan. **Conclusion.** The application of neural networks will allow to determine the most optimal ways and volumes of training. The coach will have a tool, which allows him to make effective decisions about the correction of training.

**Keywords:** *neural networks, training process, physical fitness.*

## Reference

1. Bondarchuk A.P. *Upravleniye trenirovochnym protsessom sportsmenov vysokogo klassa* [Management of the Training Process of High-Class Athletes]. Moscow, Olympia Press Publ., 2007. 272 p.
2. Krivetskiy I.Yu., Popov G.I., Bezrukov N.S. [Creating an Individual Model of the High Jump Technique Based on a Cascade Neuro-Fuzzy Network in Order to Optimize the Training Process]. *Rossiyskiy zhurnal biomekhaniki* [Russian Journal of Biomechanics], 2011, vol. 15, no. 3 (53), pp. 71–78. (in Russ.)
3. Zelichenoka V.B. et al. *Metodicheskiye rekomendatsii po sovershenstvovaniyu mnogoletney podgotovki sportivnogo rezerva v legkoy atletike* [Guidelines for Improving the Long-Term Training of Sports Reserve in Athletics]. Moscow, Center for the development of athletics IAAF Publ., 2017. 543 p. Available at: <http://la.sportedu.ru/content/metodicheskie-rekomendatsii-poovershenstvovaniyu-mnogoletnei-podgotovki-sportivnogo-reze-0-25.03.2018> (accessed 25.03.2018).
4. Neural network v2.4.2. Available at: [http://kazu.ru/programs/viewdownloaddetails/kz\\_0/lid\\_13563.html](http://kazu.ru/programs/viewdownloaddetails/kz_0/lid_13563.html).
5. Parfianovich E.V., Bobkova E.N. [Pedagogical Experience of Applying Statistical Methods and Modeling in the Field of Physical Education]. *Aktual'nyye problemy teorii i praktiki fizicheskoy kul'tury, sporta i turizma: materialy V Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh, aspirantov, magistrantov i studentov* [Actual Problems of the Theory and Practice of Physical Culture, Sport and Tourism. Materials of the V All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists, Graduate Students, Undergraduates and Students], 2017, vol. 3, pp. 673–676. (in Russ.)
6. Semenova A.A. *Primeneniye neyronnykh setey dlya prognozirovaniya rezul'tatov v sporte* [The Use of Neural Networks to Predict Results in Sports]. Available at: <http://uran.donntu.org/masters/2006/kita/kornev/library/115.htm> (accessed 15.05.2018).
7. Field A. *Discovering Statistics using SPSS*. Washington DC, Sage Publications, 2009, pp. 585–626.
8. Lee G., Bucheli D.E.R., Madabhushi A. Adaptive Dimensionality Reduction with Semi-Supervision (AdReSS): Classifying Multi-Attribute Biomedical Data. *PLoS ONE*, 2014, vol. 11, pp. 14–16.
9. Hornik K., Stinchcombe M., White H. Multilayer Feed Forward Networks are Universal Approximators. *Artificial Neural Networks. Approximation and Learning Theory*. Blackwell, Oxford, UK, 2012, pp. 12–28.
10. Leung K-S., Lee K.H., Wang J-F. et al. Data Mining on DNA Sequences of Hepatitis B Virus. *Transactions on Computing Biology and Bioinformatics*, 2011, vol. 8, no. 2, pp. 428–440. DOI: 10.1109/TCBB.2009.6
11. Leech N.L., Barrett K.C., Morgan G.A. *IBM SPSS for Intermediate Statistics*, 5th ed. New York and London: Routledge, Taylor & Francis Group, 2015, pp. 109–143.

Received 10 December 2018

## ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

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, № S. – С. 115–119. DOI: 10.14529/hsm18s16

## FOR CITATION

Bobkova E.N., Parfianovich E.V. Neural Networks for Forecasting and Modeling Training in Track-and-Field Athletics. *Human. Sport. Medicine*, 2018, vol. 18, no. S, pp. 115–119. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm18s16