

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОГНОЗИРОВАНИИ РЕЗУЛЬТАТА НА СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫЙ СЕЗОН ДЛЯ ВЕЛОСИПЕДИСТА ПО ЕГО ТРЕНИРОВОЧНЫМ ДАННЫМ¹

Марквирер Владлена Дмитриевна

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 614000, Россия,
г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29, vmarkvirer@hse.ru

Сахипова Марина Станиславовна

Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, Россия,
г. Пермь, ул. Букирева, 15, mssakhipova@hse.ru

Разработана нейросетевая модель, которая предназначена для выявления закономерностей и прогнозирования успешности выступлений велосипедиста на соревнованиях в предстоящем сезоне на основе различных функциональных параметров, снятых во время тренировок в подготовительном сезоне и прошлом соревновательном сезоне. Модель обучена на личных данных, перенесённых с бумажных носителей в электронный формат в табличном виде. На основе собранных данных были выявлены закономерности, которые отражают зависимость занимаемых мест на соревнованиях от подготовки спортсмена. На основе выявленных закономерностей нейросетевая модель имеет возможность дать прогноз выступлений на соревнованиях в предстоящем велосипедном сезоне на основе текущих тренировочных показателей и функциональных показателей по предыдущему соревновательному сезону. Модель строится в программе «Нейросимулятор 5.0» [1].

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейронная сеть, прогноз, велосипедный спорт, спорт.

В любом виде спорта, чтобы достигнуть высоких результатов на соревнованиях различного уровня, необходимо тренироваться и совершенствовать свои функциональные и физические параметры, а также отслеживать состояние здоровья. В данной работе будет рассмотрена зависимость функциональных показателей, снятых во время тренировок или соревнований у одного из авторов данной работы, занимающейся велосипедным спортом. Тренера спортсменов, основываясь на личном опыте, выстраивают тренировочный процесс особым образом, чтобы подготовить спортсмена к планируемым соревнованиям. Тренер полагается на степень подготовленности велосипедиста по предыдущим сезонам: по результатам, показанным на каждом старте и по его прошлым и текущим функциональным параметрам (информация должна быть зафиксирована в дневник велосипедиста). Также тренер обращает внимание на предположительный состав участников возрастной группы спортсмена на следующий сезон, на их достижения в спорте за предыдущие периоды, что позволяет сделать некоторый прогноз на будущий сезон, выстроить грамотно подготовку своего спортсмена, поставить цели на сезон.

Зачастую спортсмены, становясь старше, переходят в другие более перспективные и сильные команды или продолжают заниматься самостоятельно. Для таких категорий спортсменов наличие сведений о прошлых годах подготовки является ещё более актуальным и необходимым. Если велосипедист собирал информацию и фиксировал её в своих

¹ © Марквирер В.Д., Сахипова М.С., 2021

дневниках, то переход в другую команду или в самостоятельный режим получится «плавным и безболезненным», то есть не приведёт к ухудшению результатов, потере спортивной формы и непониманию целесообразности продолжения подготовки к будущим стартам. Данную информацию будет анализировать новый тренер, основываясь уже на своём опыте и знаниях, либо лично сам спортсмен. Следовательно, существует проблема сохранения набранной спортивной формы и мотивации велосипедиста при переходе на новый уровень подготовки.

Данную проблему может решить формализация сведений о пройденных этапах подготовки, выступлений в соревнованиях, а также создание инструмента-помощника в предсказании мест на будущих стартах – для сохранения и повышения уровня мотивации. Предсказание должно основываться на анализе сведений прошлых лет с тренировок и соревнований, подобно тренеру. Анализ записей позволит в дальнейшем проводить корректировку тренировочного процесса для достижения более высоких результатов.

Одной из подходящих технологий для этой задачи является технология искусственного интеллекта, т.к. нейросети, лежащие в его основе, призваны имитировать деятельность головного мозга: обобщение, обучаемость, формирование синоптических связей [2-4**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Стоит отметить, что существует множество работ по спортивной тематике [5-7], в которых построенные нейросетевые модели имеют высокую точность обучения и тестирования, позволяющие делать предсказания отдельным спортсменам [5, 6] или командам [7] для достижения определённых результатов на Чемпионатах Европы и Мира. В работах [5-7] рассматриваются модели нейросети для предсказания, построенные по следующим параметрам:

- антропометрическим: возраст, рост, вес, развитость мускулатуры;
- статистическим: количество медалей на прошлых стартах, наличие мирового рекорда в истории спортсмена, имеются ли в составе лучшие игроки по версии какого-либо источника;
- а также принадлежность спортсменов стране, религии, расе и т.п.

Несмотря на такой необычный набор входных параметров для нейросетевой модели, получились удивительные по точности результаты, приводящие к реальному либо очень близкому к реальности результату. Это даёт основание предположить, что использование нейросети, обученной подобными параметрами, может дать интересный прогнозный результат для мест, которые можно занять на соревнованиях. Отличительной особенностью данного исследования является то, что имеется большой набор записей по тренировкам и соревнованиям о функциональном состоянии велосипедиста, именно эти параметры будут использованы в качестве входных для нейросетевой модели. Целью данной работы является построение нейросетевой модели для получения прогнозов результатов соревнований на предстоящий сезон.

В данной работе для построения нейронной сети использовался инструмент «Нейросимулятор 5.0» [1], а само построение сети выполнялось согласно рекомендациям профессора Пермского классического университета, развивающего идеи искусственного интеллекта, Л.Н. Ясницкого [5-9], а также других экспертов [10].

Для построения и обучения нейросети использовались личные данные из дневников велосипедиста, заполняемых непосредственно по проведённым тренировкам и соревнованиям. В качестве входных данных был выбран набор, состоящий из девяти параметров: период года (1 - межсезонье, 2 - сезон перед краевыми соревнованиями, 3 - сезон перед российскими соревнованиями); тип тренировки (1 - шоссе, 2 - мтб, 3 - плавание, 4 - лыжи, 5 - ОФП, 6 - станок (спокойно), 7 - станок (темповая работа), 8 - станок (ускорения), 9 - станок (темп + ускорения), 10 - станок (реостат), 11 - бег); максимальный пульс; средний

пульс; расстояние; максимальная скорость; средняя скорость; оценка самочувствия (0-10); количество участников предстоящих соревнований.

На выход нейронной сети подаётся один нейрон – место, занятое на соревнованиях через некоторое время после проведённой тренировки. Считается, что «если сегодня тренировался плохо или не тренировался вообще, то через полгода на гонке проиграешь». В качестве основного правила было взято это выражение. Выходной параметр для обучения нейросети указывался следующим образом: каждой записи, начиная с первой, последовательно чередуются занятые места на соревнованиях прошлого сезона. Когда все места распределены, а записи для обучения ещё есть, процесс повторяется, пока не заполнятся все выходы для всех записей, поданных на вход. Решено использовать данный подход, потому что велосипедному виду спорта присуща цикличность, поэтому каждая следующая тренировка влияет на каждый следующий старт. Для тестовой выборки результаты распределялись аналогично выборке для обучения. Прогнозная выборка показывала новые результаты по предстоящим стартам, которые интерпретировались аналогично.

Всего в обучающей выборке получилось 522 записи, в тестовой – 93, а в выборке для прогноза на будущий сезон – 200. Спроектированная нейросеть содержит 29 нейронов на скрытом слое по теореме Арнольда – Колмогорова – Хехт-Нильсена [3, 4]. Выбраны следующие активационные функции:

- сигмоидная (для входных нейронов и скрытого слоя);
- тангенс гиперболическая (для выходного нейрона).

Обучение нейросетевой модели по выставленной конфигурации проводилось с использованием алгоритма быстрого распространения ошибки. Ошибка обучения составила 5,86%, ошибка тестирования (обобщения) – 6,62%. Такие значения ошибок являются лучшими (наименьшими) по всем исследуемым конфигурациям модели, при которых менялись различные параметры сети: количество нейронов на скрытом слое, количество скрытых слоёв, активационные функции, алгоритмы обучения.

После обучения нейросети была выполнена проверка на адекватность (соответствуют ли полученные результаты работы нейросети ожидаемым). Минимальная погрешность в вычислениях составила 6,62% (рис. 1), что является достаточным, чтобы говорить о том, что нейронная сеть «усвоила» зависимости моделируемых процессов. Таким образом, можно использовать эти закономерности для получения прогноза или рекомендаций по изменению тренировочного плана для достижения более высоких результатов (перспективная задача).

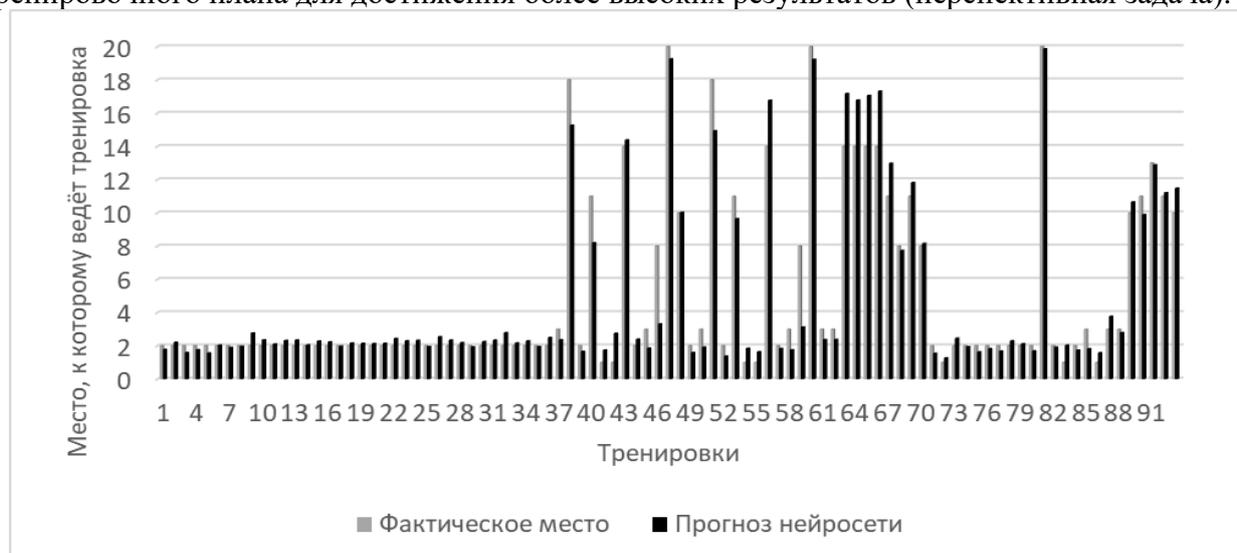


Рис 1. Проверка адекватности нейросети

Также были получены данные о значимости параметров для обучающей и тестирующей выборки (см. рис. 2). Наиболее значимым стал параметр количества участников на соревновании, то есть при небольшом изменении значения этого параметра результат прогноза может сильно измениться. Поэтому его изменение должно быть контролируемым в строго определённых начальных диапазонах. Иначе предсказываемое место на соревновании может выходить за границы реального количества участников.

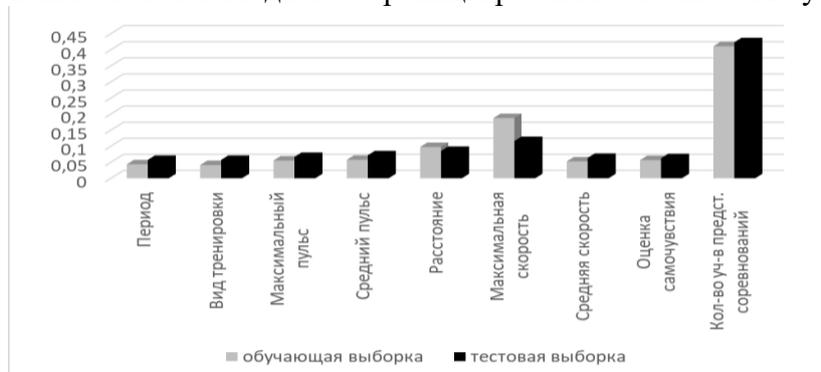


Рис 2. Значимость параметров

В завершение работы с построенной моделью был дан прогноз на будущий сезон по текущим показателям велосипедиста (рис. 3) В данной статье представлены прогнозы на восемь предстоящих соревнований (названия соревнований специально скрыты под номерами 1-8), однако прогнозирование в действительности было выполнено на весь сезон. Результаты прогнозирования были усреднены: получено по 5 оценок на один и тот же старт, так как в прогнозной выборке всего 200 записей, а планируется 40 стартов в будущем сезоне. Получается, что каждый сороковой результат относится к оценке результата выступления по одному из запланированных стартов.

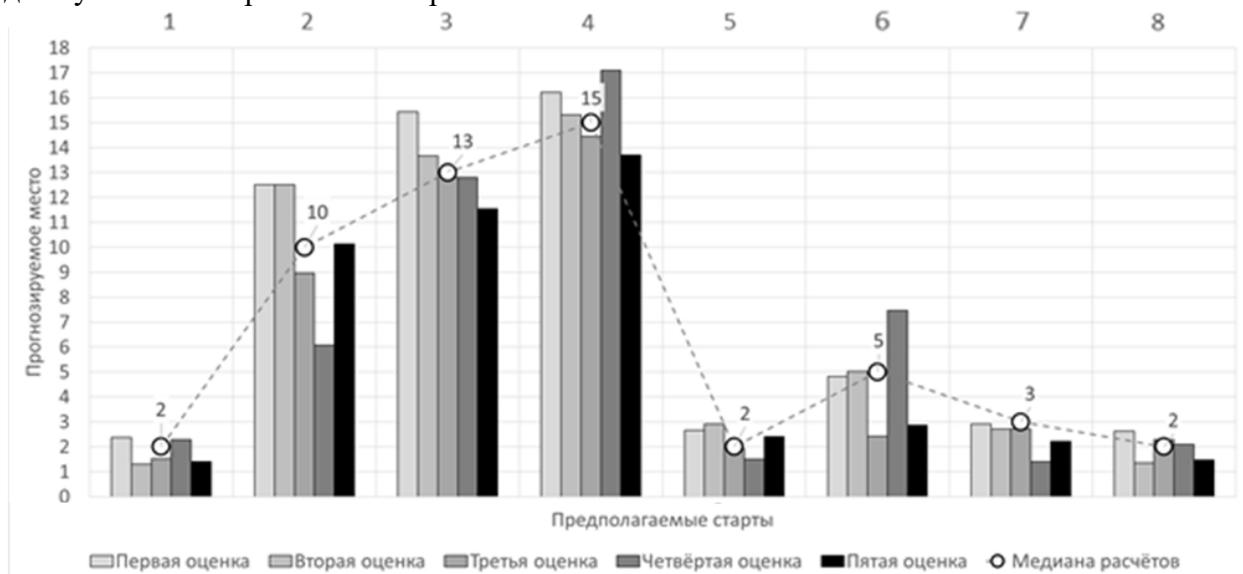


Рис. 3. Прогноз на показателях спортсмена на тренировках и в прошлом сезоне

В результате работы построена модель нейросети для предсказания результатов соревнований на будущий сезон для велосипедиста. Перед построением модели большое количество данных (815 записей) были переведены вручную в электронный вид. Принято решение о том, как можно интерпретировать влияние тренировок на результат соревнований, как это отобразить в выборках и использовать для прогнозов. Модель нейросети спроектирована на основе рекомендаций из указанных в работе источников и протестирована.

После завершения сезона, на который строился прогноз, было проведено сравнение полученных прогнозных данных от нейросети и реальных результатов соревнований. В пяти случаях из восьми, представленных в данной работе, реальные результаты оказались такими же или лучше предполагаемых (см рис. 4). Среди всех прогнозных данных более 80% совпали с реальными. Данный факт говорит о том, что правильно построенные нейросети могут спрогнозировать результат с высокой точностью, что позволит спортсмену ориентироваться на прогнозы в подготовке к гоночному сезону.



Рис. 4. Сравнение с реальными результатами

Велосипедист, использующий полученную нейросетевую модель, может проводить тренировки качественно, обращая внимание на измеряемые показатели. Спортсмен может видеть по прогнозным данным, есть ли прогресс после каждой тренировки, меняется ли возможный результат в лучшую сторону. Так спортсмен может мотивировать себя и поддерживать, и улучшать набранную спортивную форму. Стоит отметить, что периодически спортсмену нужно дополнять обучающую выборку новыми данными после очередного сезона и переобучать модель, чтобы на каждый следующий сезон модель давала более точный результат и «изучала» динамику спортсмена.

Библиографический список

1. Черепанов Ф.М., Ясницкий Л.Н. Нейросимулятор 5.0. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014618208. Заявка Роспатент № 2014614649 // Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 12 августа 2014 г.
2. Галушкин А.И. Нейронные сети: основы теории. М.: Горячая линия Телеком, 2012. С. 496.
3. McCulloch W.S., Pitts W. A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity // Bull. Mathematical Biophysics. 1943. Vol. 5.
4. Rosenblatt F. Principles of Neurodynamics. New York: Spartan Books, 1962.
5. Ясницкий Л.Н., Внукова О.В., Черепанов Ф.М. Прогноз результатов олимпиады-2014 в мужском одиночном фигурном катании методами искусственного интеллекта // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1. [Электронный ресурс] URL: <http://www.science-education.ru/115-11339> (дата обращения: 20.09.2021).
6. 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.
7. Ясницкий Л.Н., Абрамова Ю.С., Бабушкина С.Д. Возможности получения рекомендаций по улучшению результативности сборных команд, готовящихся к

- участию в чемпионате Европы по футболу Евро-2016 методом нейросетевого моделирования // Вестник спортивной науки. № 5. 2015. С. 15-20.
8. Ясницкий Л.Н. Искусственный интеллект. Элективный курс : учебное пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. С. 197 : ил.
 9. Ясницкий Л.Н. Интеллектуальные системы : учебник. М.: Лаборатория знаний, 2016. С. 221 : ил. – (Учебник для высшей школы).
 10. Федосин С.А., Ладаев Д.А., Марьина О.А. Анализ и сравнение методов обучения нейронных сетей // Вестник Мордовского университета. №4. 2010. С. 79-88.

**USING METHODS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE
IN FORECASTING THE RESULT FOR THE CYCLING SEASON
ACCORDING TO THE CYCLIST'S TRAINING DATA**

Markvirer Vladlena D.

State National Research Politechnical University of Perm, Komsomolsky Av. 29, Perm, Russia,
614000, vdmakvirer@hse.ru

Sakhipova Marina S.

Perm State University, 15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia, mssakhipova@hse.ru

Abstract. A neural network model has been developed that is designed to identify patterns and to predict the success of a cyclist's performances at competitions in the upcoming season based on various functional parameters taken during training sessions and the previous competitive season. The model is trained based on the private data transferred from paper to electronic format in tabular form. Patterns were revealed by collected data; it shows dependency of the occupied places at competitions on the athlete's training. So, the neural network model can forecast performances at competitions on the upcoming cycling season by current training and functional indicators for the previous competitive season. The model was built in "Neurosimulator 5.0" [1].

Keywords: artificial intelligence, neural network, forecast, cycling, sport.