

ПРОГНОЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЛИМПИАДЫ-2014 В МУЖСКОМ ОДИНОЧНОМ ФИГУРНОМ КАТАНИИ МЕТОДАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Ясницкий Л.Н.¹, Внукова О.В.², Черепанов Ф.М.¹

¹Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, Пермь, Россия (614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24), e-mail: yasn@psu.ru

²Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия (614600, г. Пермь, ул. Букирева, 16)

Разработана компьютерная программа, предназначенная для прогнозирования результатов зимней Олимпиады в мужском одиночном фигурном катании 2014 года. В основе программы лежит нейронная сеть перцептронного типа, обученная на результатах предыдущих чемпионатов мира. Имеется демонстрационный прототип, который с известной степенью точности прогнозирует шансы на победу для каждого из четырех возможных претендентов. Программа позволяет оценивать влияние параметров, характеризующих спортсменов, на их спортивные результаты, а также подбирать оптимальные сочетания этих параметров для каждого спортсмена, обеспечивающие получение максимальных спортивных результатов. Путем исследования разработанной математической модели получены рекомендации для основных претендентов на победу: Е. Плющенко, П. Чана, Д. Вейера, Р. Кевина, направленные на улучшение их спортивных результатов.

Ключевые слова: Олимпиада-2014, искусственный интеллект, прогноз, чемпионат, фигурное катание, Плющенко, Чан, Вейер, Кевин.

FORECASTING OF THE RESULT OF 2014 OLYMPIC GAMES IN THE MEN'S SINGLES FIGURE SKATING USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS

Yasnitsky L.N.¹, Vnukova O.V.², Cherepanov F.M.¹

¹Perm state pedagogical university, Perm, Russia (614990, Perm, Sibirskaya St., 24), e-mail: yasn@psu.ru

²Perm state university, Perm, Russia (614600, Perm, Bukirev St., 16)

A computer program is designed to predict outcomes in men's singles figure skating in 2014. Program is based on a neural network trained on the results of the previous world championships. There is a demonstration prototype, which assesses the chances of winning for each of the four possible candidates. The program also allows to evaluate the influence of the athlete parameters for their athletic successes, as well as to select the optimal combination of these parameters for each athlete. By examining of the developed mathematical model were derived recommendations for the main contenders for victory: E. Plushenko, P. Chan, D. Weier, R. Kevin, to improve their athletic performance.

Keywords: Olympics-1014, artificial intelligence, forecast, championship, figure skating, Plushenko, Chan, Weier, Kevin.

Введение

В спортивной сфере, как и в любой другой области науки, перспективно применение методов математического компьютерного моделирования. Однако, ввиду плохой формализуемости знаний, а также большого количества факторов, влияющих на результат моделирования, качественные математические модели традиционными детерминированными методами в спортивной сфере построить достаточно трудно.

В последнее время для слабоструктурированных и плохо формализуемых предметных областей получает распространение сравнительно новый математический аппарат, называемый нейросетевыми технологиями. Нейрокомпьютерные и нейросетевые технологии являются одной из наиболее эффективных стратегий искусственного интеллекта. Предложенные в основополагающих работах У. Мак-Каллока, В. Питтса и Ф. Розенблатта [7; 8], нейронные

сети реализуются по принципам построения и функционирования человеческого мозга. Они наследуют от своего прототипа – мозга его полезные свойства: способность извлечения знаний из статистических данных, способность обобщения их в виде закономерностей предметных областей, свойство интуиции [4; 6] как способность делать правильные заключения на неполной информации, строить прогнозы и вырабатывать управляющие воздействия в тех случаях, когда обычная логика оказывается бессильной. Как убедительно показывает наш собственный опыт [2-6], хорошо спроектированные и правильно обученные нейронные сети способны самостоятельно выявлять закономерности практически любых предметных областей и строить адекватные математические модели в промышленности, в экономике и бизнесе, в политологии и социологии, в криминалистике, в медицине, в экологии и энергосбережении, в исторических науках и др. По-видимому, не является исключением и спорт, в частности – фигурное катание.

Методика прогнозирования

При построении нейросетевой математической модели, предназначенной для прогнозирования победителя в мужском одиночном фигурном катании в 2014 году, было сформировано множество примеров, основанных на результатах предыдущих чемпионатов мира, чемпионатов Европы, а также Олимпиады-2010 в Ванкувере. Входные параметры модели, по которым оцениваются претенденты, взяты исходя из доступности информации о спортсменах в сети Интернет [1]: страна; возраст; рост; вес; начало занятия на коньках, (возраст участника, когда встал на коньки); шаги; вращения; прыжки; травмы; количество медалей до чемпионата; был ли мировой рекорд перед соревнованиями; и др. Выходной параметр модели кодировал результат выступления спортсмена – место в чемпионате.

Множество примеров из истории проведения чемпионатов мира, чемпионатов Европы и Олимпиады-2010 в Ванкувере было разбито на обучающее, использованное для обучения сети, и тестирующее, предназначенное для проверки ее прогностических свойств. Естественно, что примеры тестирующего множества при обучении сети не использовались.

Проектирование, оптимизация, обучение, тестирование нейронной сети и эксперименты над нейросетевой математической моделью выполнялись с помощью нейропакета [2]. Оптимальная структура нейронной сети представляла собой персептрон [3; 4], имеющий одиннадцать входных нейронов, один скрытый слой с четырьмя нейронами и один выходной нейрон.

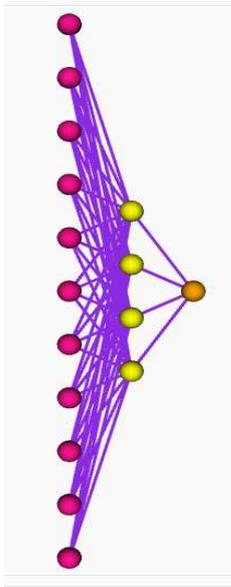


Рис. 1. Структура нейронной сети

В качестве активационных функций нейронов скрытого слоя и выходного нейрона использовались сигмоидные функции (рисунок 2), так что вычисления каждого i -го нейрона осуществлялись с помощью формул:

$$S_i = \sum_{j=1}^J w_{ij} x_{ij}, \quad (1)$$

$$y_i = \frac{1}{1 + e^{-S_i}}. \quad (2)$$

в которых J – количество входов i -го нейрона, x_{ij} – сигналы, поступающие на вход i -го нейрона (рисунок 3), y_i – его выходной сигнал, w_{ij} – весовые коэффициенты (они же – силы синаптических связей), вычисляемые в результате обучения нейронной сети на обучающем множестве примеров.

После обучения прогностические свойства сети проверялись на тестирующих примерах. Результаты проверки представлены на рисунке 4, из которого видно, что полученные с помощью нейросети прогнозные значения таблицы НКЗ отличаются от фактических не более чем на 5,82%, что свидетельствует о том, что нейронная сеть, хотя и с небольшой погрешностью, но усвоила закономерности моделируемых процессов и что теперь эти закономерности можно изучать путем исследования полученной математической модели.

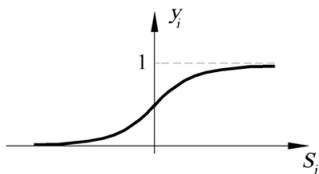


Рис. 2. Вид сигмоидной активационной функции $y_i = \frac{1}{1 + e^{-S_i}}$

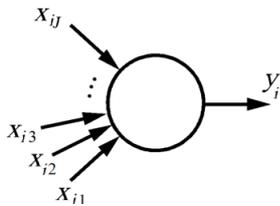


Рис. 3. Нейрон персептрона, выполняющий преобразование входных сигналов x_{ij} в выходной сигнал y_i с помощью формул (1) и (2)

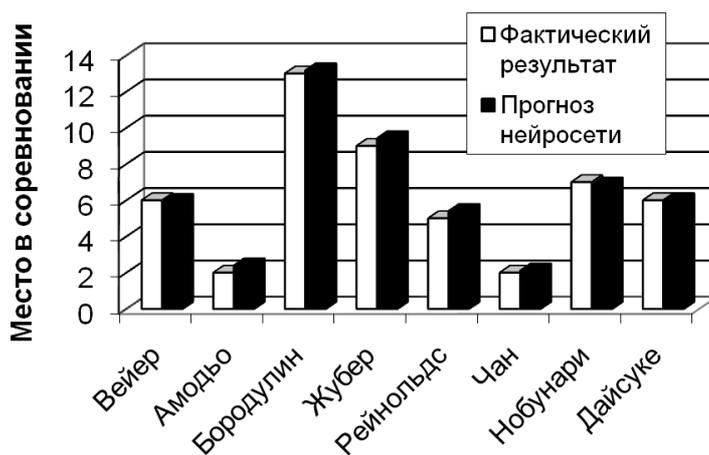


Рис. 4. Результат сопоставления фактического, заданного тестовым множеством, и прогноз-ного, полученного с помощью нейросети, результата – места в соревновании.

Результаты экспериментов и их обсуждение

Вычислительные эксперименты проводились с четырьмя потенциальными претенден-тами на победу в предстоящей зимней Олимпиаде-2014 в Сочи. Это: Евгений Плющенко, Патрик Чан, Джонни Вейер, Рейнольдс Кевин. Результат нейросетевого прогнозирования представлен на рисунке 5.

Выходной параметр нейронной сети кодирует результат соревнований – какое место займет претендент. Поэтому получившиеся значения y , которые вычисляет нейронная сеть, можно расценивать как его шансы взойти на пьедестал. В дальнейшем этот выходной пара-метр нейросети мы иногда будем называть рейтингом спортсмена. Таким образом, анализи-руя результаты прогнозирования нейронной сети, изображенные на рис. 5, можно заключить, что на первое место наибольшие шансы имеет Патрик Чан, за второе и третье места борьба, по-видимому, развернется между Евгением Плющенко, Кевином Рейнольдсом и Джонни Вейером.

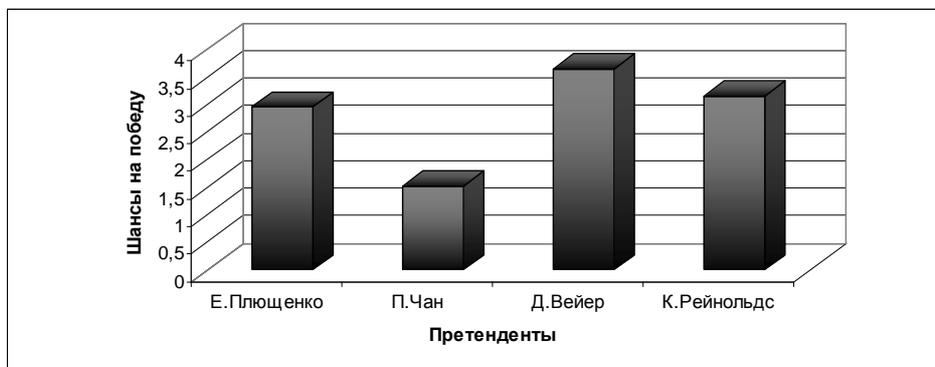


Рис. 5. Шансы претендентов на победу в Олимпиаде-2014

Как показывает мировой опыт, и в частности опыт Пермской научной школы искусственного интеллекта [2-6], применение методов нейросетевого математического моделирования позволяет не только предсказывать будущие события, но и проводить их исследования, ставить над моделями виртуальные компьютерные эксперименты и даже находить способы влияния на будущие события, корректировать их под свои желания и интересы. Так, изменяя входные параметры обученной нейронной сети и производя вычисления, можно получить ответы на многие вопросы. Например, изменяя возраст спортсмена и производя вычисления с помощью нейросети, можно проследить, как будут меняться его шансы на победу (рейтинг) с возрастом. Анализируя полученные таким образом кривые, изображенные на рисунке 6, можно заключить, что шансы на победу Е. Плющенко (даже с наличием травмы и возвращением на лед после нее) и П. Чана с возрастом будут постепенно падать. Шансы на победу Д. Вейера и К. Рейнольдса, наоборот, с увеличением их возраста будут возрастать.

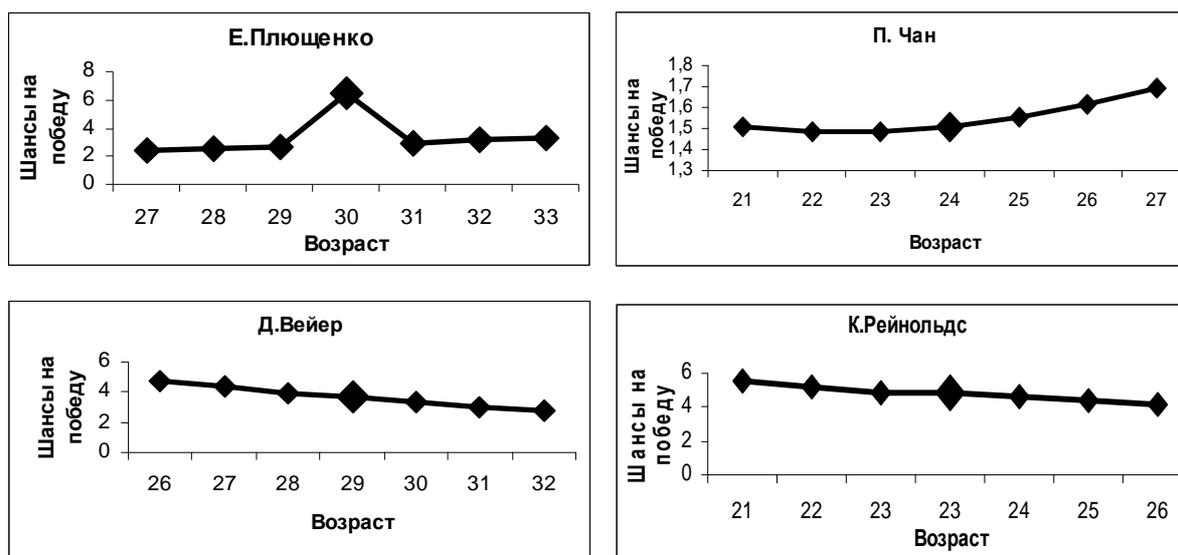


Рис. 6. Зависимость шансов на победу спортсменов от их возраста.

Маркером увеличенного размера отмечено состояние спортсмена на текущий момент времени

На рисунке 7 приведены результаты аналогичных компьютерных экспериментов, которые показывают, что виртуальное увеличение роста всех спортсменов приводит к уменьшению их рейтинга. Естественно, мы не можем рекомендовать спортсменам поменять их рост, но можно надеяться, что полученная методом математического моделирования закономерность может быть полезна для тренеров, например, при подборе кандидатов в будущие участники олимпийских игр.

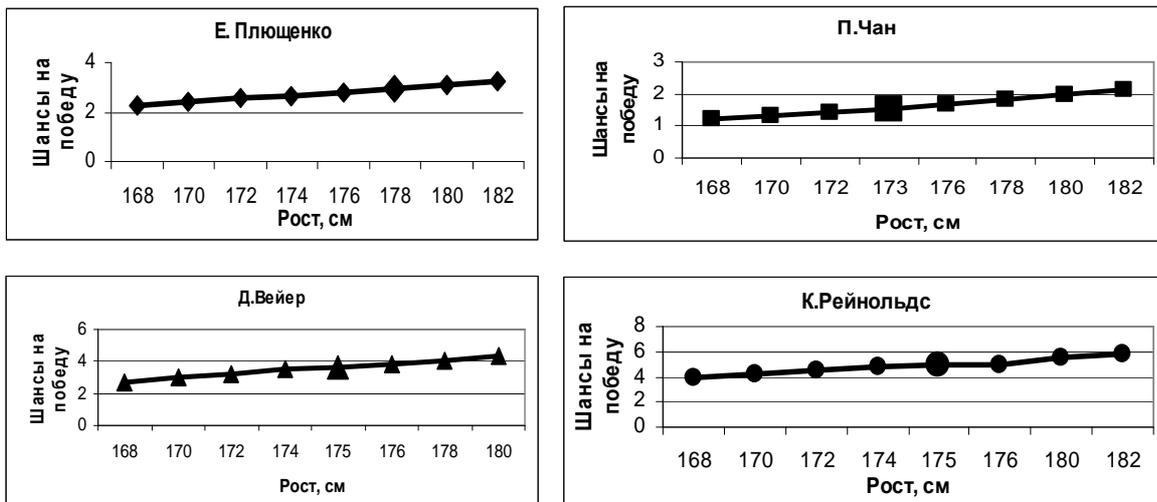


Рис. 7. Зависимость шансов на победу спортсменов от их роста

Изменяя вес спортсменов, производя вычисления с помощью нейросети, можно проследить, как зависят их шансы на победу от этого параметра. Полученные таким образом кривые, изображенные на рисунке 8, позволяют рекомендовать Е. Плющенко, П. Чану и Д. Вейеру для увеличения их шансов на победу сбавить вес, тогда как любые изменения веса К. Рейнольдса как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения отрицательно скажутся на его рейтинге.

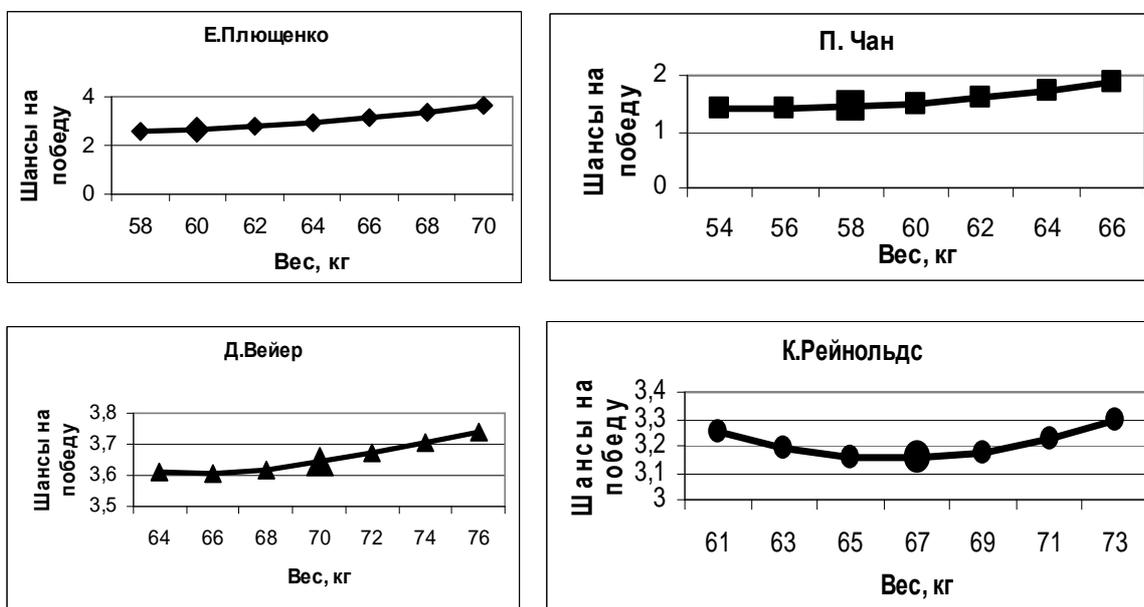


Рис. 8. Зависимость шансов на победу спортсменов от их веса

На рисунке 9 приведены кривые, показывающие зависимость рейтинга спортсменов от времени их начала занятий спортом. Анализируя эти кривые, можно заключить, что рей-

тинг К. Рейнольдса незначительно зависит от этого параметра, у П. Чана время оптимального начала занятий спортом (5 лет) совпадает с фактическим, как и у Д. Вейера, который встал на коньки в 11 лет, и у Е. Плющенко, начавшего тренировки в 4 года. Кривые, приведенные на этом рисунке, свидетельствуют также о том, что распространенное мнение «чем раньше встал ребенок на коньки – тем лучше для будущего спортсмена», является ошибочным. Наши вычисления показывают, что для каждого конкретного человека существует свой оптимальный период времени начала занятий тренировками.

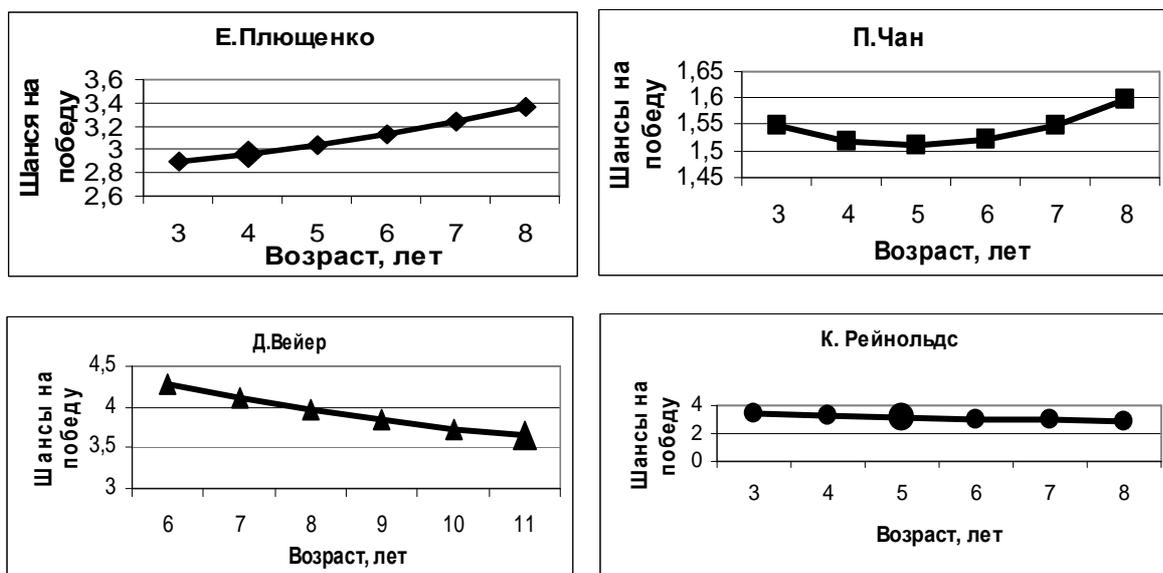


Рис. 9. Зависимость шанса на победу спортсменов от времени начала занятий спортом

Проводя целенаправленные исследования нейросетевой математической модели, можно разработать рекомендации – каким образом тому или иному спортсмену повысить его шансы на победу. Так, согласно результатам математического моделирования, представленным на рисунке 10, снижение веса на 1 кг, затем на 3 кг и на 4 кг приведет к заметному увеличению шансов на победу Е. Плющенко на 9%.

Согласно рисунку 11, снижение веса фигуриста П. Чана на 1 кг, а затем на 2 кг также приведет к увеличению его шансов на победу на 1,2%. Согласно рисунку 12, повышения шансов на победу на 25% может добиться фигурист Д. Вейер, если он снизит свой вес на 2 кг, повысит технику шагов, а затем повысит уровень вращения.

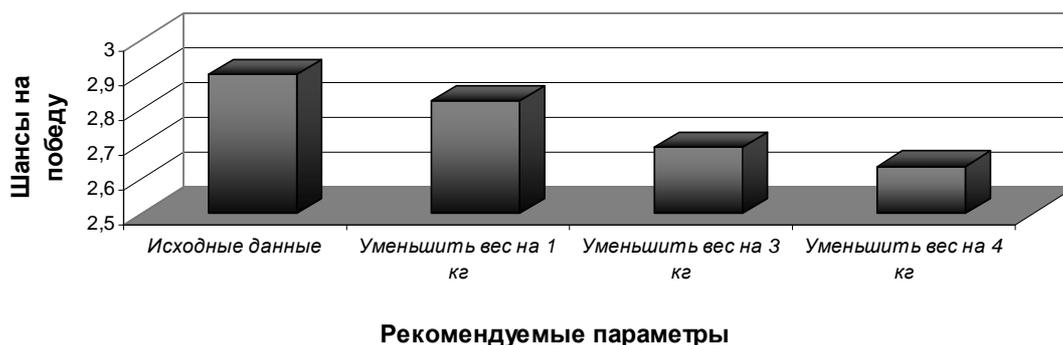


Рис. 10. Результаты моделирования влияния возможных изменений в физических данных Е. Плющенко на его рейтинг

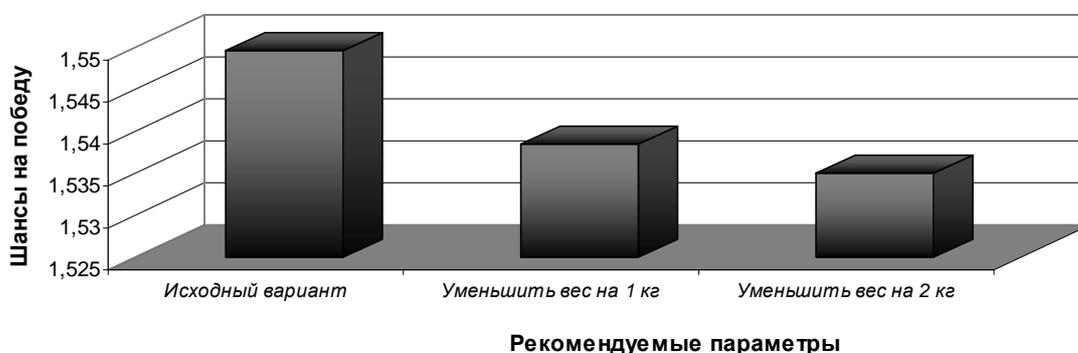


Рис. 11. Результаты моделирования влияния возможных изменений в физических данных П. Чана на его рейтинг

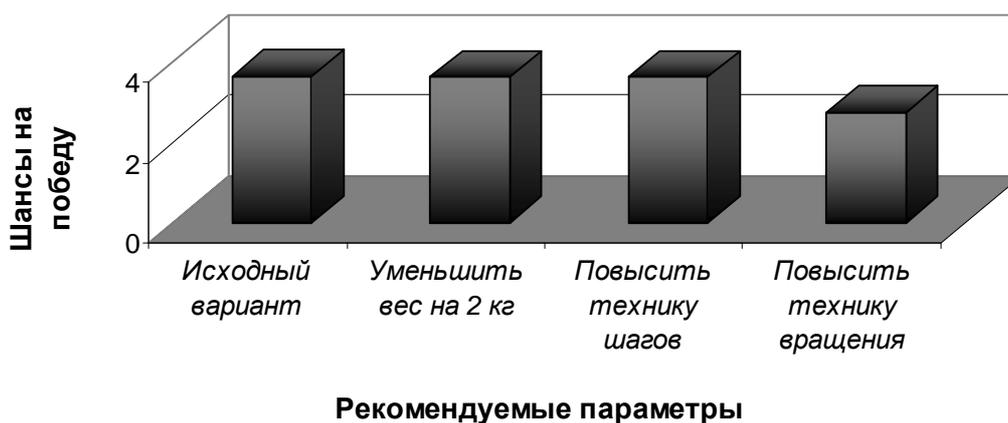


Рис. 12. Результаты моделирования влияния возможных изменений в физических данных Д. Вейера на его рейтинг

Согласно рис. 13, снижение веса Р. Кевина на 1 кг, повышение уровня базовых элементов (шага), а затем снижение веса на 2 кг приведут к увеличению его шансов на победу на 15%.

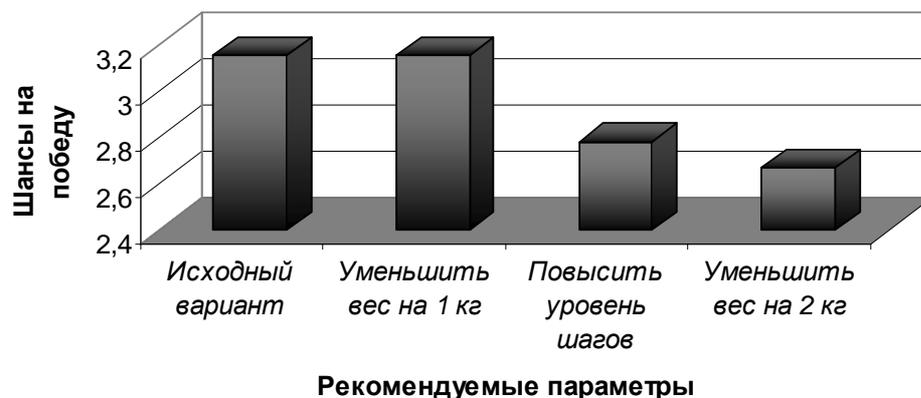


Рис. 13. Результаты моделирования влияния возможных изменений в физических данных Р. Кевина на его рейтинг

Заключение

1. Разработана нейросетевая математическая модель, предназначенная для прогнозирования шансов на победу в мужском одиночном фигурном катании на чемпионатах мира, Европы и олимпиадах. Показана ее адекватность.
2. С помощью математической модели определены шансы основных претендентов на победу в Олимпиаде-2014. Исследовано влияние некоторых параметров спортсменов на их спортивные результаты. Сделала попытка разработки рекомендаций по улучшению результативности каждого из рассмотренных спортсменов.

Список литературы

1. Результаты чемпионатов мира и чемпионатов Европы, расположенные на сайте Евро-спорт. – Режим доступа: <http://www.eurosport.ru/figure-skating/event-archives.shtml> (дата обращения: 13.11.2013).
2. Ясницкий Л.Н., Богданов К.В., Черепанов Ф.М. Технология нейросетевого моделирования и обзор работ Пермской научной школы искусственного интеллекта // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 1–3. – С. 736-740.
3. Ясницкий Л.Н. *Интеллектуальные информационные технологии и системы*. – Пермь : Изд-во Пермского гос. ун-та, 2007. – 271 с.
4. Ясницкий Л.Н. *Искусственный интеллект*. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 240 с.

5. Ясницкий Л.Н., Бондарь В.В., Бурдин С.Н. и др. Пермская научная школа искусственного интеллекта и ее инновационные проекты. – 2-е изд. – М.-Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2008. – 75 с.
6. Ясницкий Л.Н., Данилевич Т.В. Современные проблемы науки. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 295 с.
7. McCulloch W.S., Pitts W. A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity // Bull. Mathematical Biophysics. – 1943. – Vol. 5.
8. Rosenblatt F. Principles of Neurodynamics. – New York : Spartan Books, 1962.

Рецензенты:

Русаков С.В., д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой прикладной математики и информатики, Пермский государственный национальный исследовательский университет, г.Пермь.
Пенский О.Г., д.т.н., доцент, профессор кафедры процессов управления и информационной безопасности, Пермский государственный национальный исследовательский университет, г.Пермь.