

А. Ю. МЕЛЬНИКОВ**СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА КОМАНДЫ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ СПОРТИВНОГО ВАРИАНТА ИГРЫ «ЧТО? ГДЕ? КОГДА?»**

В работе была поставлена задача создания системы поддержки принятия решений, позволяющей определить оптимальный состав команды исполнителей. В качестве предметной области выбран спортивный вариант игры «Что? Где? Когда?». Описаны принципы проведения турниров по интеллектуальной игре «Что? Где? Когда?» и правила формирования команд для участия в таких соревнованиях. Сделан вывод, что для предсказания влияния изменений в составе команды на результат целесообразно использовать современные математические и интеллектуальные методы, в том числе – метод искусственных нейронных сетей. Приведены имеющиеся данные о результатах синхронных турниров ЛУК (СТ) с 2011 года и городских турнирах (ГТ) с 2017 года, охарактеризованы основные показатели по каждому соревнованию. Обосновано введение выходных факторов: отношение результата команды к среднему результату и отношение результата команды к результату победителя. Сформулирована задача прогнозирования как предсказание относительного результата команды на конкретной игре по имеющемуся перечню игроков команды на эту игру. Предложено учитывать место проведения конкретной игры, а участие игроков фиксировать в виде «доли» вклада в результат команды, при этом сумма «долей» всех игроков должна быть равной единице. Предложен метод искусственных нейронных сетей с архитектурой двухслойного персептрона, активационной функцией сигмоидой и алгоритмом обратного распространения ошибок для обучения сети. Приведены примеры расчета в среде Deductor Studio Lite. Сделаны выводы, что для практического применения модели постоянное использование стандартных пакетов неприменимо. Кроме того, также необходимо решить задачу автоматизации выбора состава команды. Описано разработанное в среде визуального программирования приложение – система поддержки принятия решений, которая позволяет импортировать исходные данные из XLS-файла, настраивать входные и выходные факторы, изменять архитектуру нейронной сети (число скрытых слоев и число нейронов в каждом слое), проводить обучение нейронной сети методом обратного распространения ошибок, сохранять обученную сеть на диске и загружать ее заново, осуществлять расчет значений для вводимых данных, проводить поиск вариантов состава команды. Разработанная система поддержки принятия решений позволяет посредством перебора вариантов давать рекомендации по формированию команды на конкретный турнир.

Ключевые слова: интеллектуальные игры, пакет вопросов, формирование команды, прогнозирование, искусственная нейронная сеть, персептрон, сигмоида, обучение сети.

О. Ю. МЕЛЬНИКОВ**СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО СКЛАДУ КОМАНДИ ВИКОНАВЦІВ НА ПРИКЛАДІ СПОРТИВНОГО ВАРІАНТУ ГРИ «ЩО? ДЕ? КОЛИ?»**

В роботі була поставлена задача створення системи підтримки прийняття рішень, що дозволяє визначити оптимальний склад команди виконавців. У якості предметної області обрано спортивний варіант гри «Що? Де? Коли?». Описано принципи проведення турнірів з інтелектуальної гри «Що? Де? Коли?» і правила формування команд для участі в таких змаганнях. Зроблено висновок, що для передбачення впливу змін у складі команди на результат доцільно використовувати сучасні математичні та інтелектуальні методи, в тому числі – метод штучних нейронних мереж. Наведено наявні дані про результати синхронних турнірів ЛУК (СТ) з 2011 року і міських турнірах (МТ) з 2017 року, охарактеризовано основні показники по кожному змагання. Обґрунтовано введення вихідних факторів: відношення результату команди до середнього результату і відношення результату команди до результату переможця. Сформульовано задачу прогнозування як передбачення відносного результату команди на конкретній грі за наявним переліком гравців команди на цю гру. Запропоновано враховувати місце проведення конкретної гри, а участь гравців фіксувати у вигляді «частки» вкладу в результат команди, при цьому сума «часток» усіх гравців повинна дорівнювати одиниці. Запропоновано метод штучних нейронних мереж з архітектурою двошарового персептрона, активационною функцією сигмоїдою і алгоритмом зворотного поширення помилок для навчання мережі. Наведено приклади розрахунку в середовищі Deductor Studio Lite. Зроблено висновки, що для практичного застосування моделі постійне використання стандартних пакетів не є добрим. Крім того, також необхідно вирішити задачу автоматизації підбору складу команди. Описано розроблений в середовищі візуального програмування додаток – система підтримки прийняття рішень, яка дозволяє імпортувати вхідні дані з XLS-файлу, налаштувати вхідні і вихідні фактори, змінювати архітектуру нейронної мережі (число прихованих шарів і число нейронів у кожному шарі), проводити навчання нейронної мережі методом зворотного поширення помилок, зберігати мережу на диску і завантажувати її заново, здійснювати розрахунок значень для даних, що вводяться, проводити пошук варіантів складу команди. Розроблена система підтримки прийняття рішень дозволяє за допомогою перебору варіантів давати рекомендації щодо формування команди на конкретний турнір.

Ключові слова: інтелектуальні ігри, перелік питань, формування команди, прогнозування, штучна нейронна мережа, персептрон, сигмоїда, навчання мережі.

О. Yu. MELNYKOV**DECISION SUPPORT SYSTEM FOR DETERMINING THE OPTIMAL COMPOSITION OF THE TEAM OF PERFORMERS ON THE EXAMPLE OF THE SPORTS VERSION OF THE GAME “WHAT? WHERE? WHEN?”**

The paper describes the task to create a decision support system that allows you to determine the optimal composition of the team of performers. The sports version of the game “What? Where? When?” is chosen. The principles of holding tournaments on the intellectual game “What? Where? When?” and the rules for the formation of teams to participate in such competitions. It is concluded that to predict the impact of changes in the team composition on the result, it is advisable to use modern mathematical and intellectual methods, including the method of artificial neural networks. The available data on the results of synchronous tournaments LUK (ST) since 2011 and city tournaments (GT) since 2017 are presented, the main indicators for each competition are characterized. The introduction of the output factors is substantiated: the ratio of the team’s result to the average result and the ratio of the team’s result to the winner’s result. The forecasting problem is formulated as a prediction of the relative result of a team on a specific game based on the available list of team players for this game. It is proposed to take into account the location of a particular game, and fix the participation of players in the form of a “share” of the contribution to the team’s result, while the sum of the “shares” of all players should be equal to one. A method of artificial

neural networks with a two-layer perceptron architecture, a sigmoid activation function and an error propagation algorithm for training a network is proposed. Examples of calculation in the Deductor Studio Lite environment are given. It is concluded that for the practical application of the model, the constant use of standard packages is inapplicable. In addition, it is also necessary to solve the problem of automating the selection of the team composition. Described is an application developed in a visual programming environment – a decision support system that allows you to import source data from an XLS file, configure input and output factors, change the architecture of the neural network (the number of hidden layers and the number of neurons in each layer), train the neural network using the backpropagation of errors, save the trained network on disk and load it again, calculate values for the input data, search for options for the composition of the team. The developed decision support system makes it possible to give recommendations on the formation of a team for a specific tournament by enumerating options.

Keywords: intellectual games, questions package, team building, forecasting, artificial neural network, perceptron, sigmoid, network training.

Введение. Согласно известным определениям [1–3], команда – это группа людей, имеющих общие цели, взаимодополняющие навыки и умения, высокий уровень взаимозависимости и разделяющих ответственность за достижение конечных результатов; команда – совместная целенаправленная работа от двух до восьми специалистов, решающих определенную общую комплексную задачу, проблему или реализующих совместный проект на основе интеграции знаний в различных профессиональных областях по правилам, выработанным сообща.

Очевидно, что для достижения лучшего результата деятельности необходимо определить оптимальный состав команды исполнителей, и это невозможно без применения современных математических и интеллектуальных методов (например, метода искусственных нейронных сетей) и информационных технологий.

Была поставлена задача создания системы поддержки принятия решений, позволяющей определить оптимальный состав команды исполнителей. В качестве предметной области выбран спортивный вариант игры «Что? Где? Когда?»

Постановка задачи. Уже более 20 лет под эгидой Лиги украинских клубов [4] проводятся чемпионаты по игре «Что? Где? Когда?», в том числе – так называемые синхронные турниры, когда команды разных городов отвечают в одно и то же время на одни и те же вопросы [5]. Последние 12 лет команды Краматорска имеют возможность участия в этом турнире на базе ДГМА, организатором «площадки» выступает Клуб интеллектуальных игр ДГМА [6]. Кроме того, с 2017 года по такой же форме для тех же команд-участниц организуются и проводятся городские турниры.

Команда формируется по правилам [7] и должна иметь в составе не более 6 человек на игру и не более 10 человек на игровой сезон. При внесении изменений в состав существующей команды необходимо понимать, как эти изменения могут повлиять на результат ее игры. Поскольку вопросы в игре «Что? Где? Когда?» предполагают не «прямое знание», а применение интеллектуальных способностей игрока, критерий отбора по уровню эрудиции не может быть эффективным. Кроме того, правильный ответ на ряд вопросов может быть найден только в формате обсуждения всеми участниками. Очевидно, что для предсказания влияния изменений в составе команды на результат ее игры целесообразно использовать математические и интеллектуальные методы.

Анализ подходов к решению задачи. В физической культуре и спорте нейронные сети используются для анализа и прогнозирования показателей физической подготовленности

спортсменов и результатов спортивных соревнований. Эффективность использования нейронных сетей объясняется возможностью моделирования физиологических процессов в организме человека, носящих нелинейный характер, а также способностью нейронных сетей к самообучению [8, 9].

Исходные данные и методы обработки. Имеются данные о результатах участия команды ДГМА «Интеллектуальные решения» в этапах синхронных турниров ЛУК (СТ) с 2011 года и городских турнирах (ГТ) с 2017 года (рис. 1). Все турниры проходили по единым правилам, и на каждом было задано ровно 45 вопросов. Основная информация по каждому соревнованию включает:

- результат команды (число правильных ответов);
- результат лидера (лучшее число правильных ответов на «площадке»);
- средний результат (среднее арифметическое правильных ответов на «площадке»).

Также имеются данные об игроках – участниках каждого этапа. Очевидно, что использование абсолютных показателей не может адекватно отражать ситуацию, поскольку на каждом турнире было разное число команд разного уровня подготовки, к тому же все этапы готовили разные редакторы.

Для расчета будем использовать относительные показатели, условно названные в таблице так:

- «Мы к среднему» – отношение результата команды к среднему результату.
- «Мы к лидеру» – отношение результата команды к результату победителя.

Таким образом будет косвенно учитываться уровень участников каждого турнира и уровень сложности пакета вопросов.

С математической точки зрения задачу прогнозирования можно сформулировать следующим образом: по имеющимся данным об игроках команды на конкретную игру предсказать относительный результат команды на этой игре.

На рис. 2 представлены обработанные данные: предлагается не рассматривать игроков, которые уже не принимают участие в играх (перенесены в графу «Другие»), добавлено место проведения конкретной игры, а участие игроков фиксируется в виде «доли» вклада в результат команды. Сумма «долей» всех игроков должна быть равной единице.

Решение задачи методом искусственных нейронных сетей. В качестве модели нейронной сети был выбран двухслойный персептрон. Оценка предпочтительного числа нейронов в скрытом слое проведена, используя известное неравенство [10–12].

Дата	Турнир	Наши баллы	Среднее	Лидер	Мы к среднему	Мы к лидеру	Мельников	Шишкин	Ивченкова	Ляшенко	Баган	Сухонос	Капелешук	Коваленко	Балаболко	Бондарев	Другие	Ивченко	Власов	Луцицкий	Бакай	Бреусов	Спаская	Полянский	Невлюда	Всего игроков
09.04.2016	ЗСТ1516	10	7,67	11	1,303781	0,90909	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	5
05.11.2016	1СТ1617	12	8,38	14	1,431981	0,85714	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	5
21.01.2017	2СТ1617	11	8,11	12	1,35635	0,91667	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	6
18.03.2017	3СТ1617	14	11,13	16	1,257862	0,875	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1	6
04.11.2017	1ГТ1718	18	16,4	24	1,097561	0,75	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	5
18.11.2017	1СТ1718	17	12,67	17	1,341752	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	1	1	0	0	0	1	6
16.12.2017	2ГТ1718	21	19,67	30	1,067616	0,7	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1	6
27.01.2018	2СТ1718	9	9,44	19	0,95339	0,47368	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1	6
10.02.2018	3ГТ1718	17	17,3	28	0,982659	0,60714	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1	5
10.03.2018	3СТ1718	15	10,44	19	1,436782	0,78947	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	6
31.03.2018	4ГТ1718	17	14,78	25	1,150203	0,68	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	4
02.06.2018	5ГТ1718	29	21	29	1,380952	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	6
29.09.2018	1ГТ1819	20	10,78	20	1,855288	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
03.11.2018	2ГТ1819	21	15,56	22	1,349614	0,95455	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
17.11.2018	1СТ1819	16	15,43	22	1,036941	0,72727	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6
15.12.2018	3ГТ1819	17	14,86	20	1,144011	0,85	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	5
19.01.2019	2СТ1819	13	11,6	15	1,12069	0,86667	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6
09.02.2019	4ГТ1819	21	14,6	23	1,438356	0,91304	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6
09.03.2019	3СТ1819	11	7	16	1,571429	0,6875	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6
30.03.2019	5ГТ1819	20	11	20	1,818182	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6
27.04.2019	6ГТ1819	28	20,4	28	1,372549	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6
15.06.2019	7ГТ1819	6	6,43	13	0,933126	0,46154	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
28.09.2019	1ГТ1920	18	15,1	21	1,192053	0,85714	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
26.10.2019	2ГТ1920	19	14,6	24	1,30137	0,79167	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
16.11.2019	1СТ1920	18	10,3	18	1,747573	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
14.12.2019	3ГТ1920	19	12,4	22	1,532258	0,86364	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6

Рис. 1. Данные о результатах соревнований

Дата	Турнир	Место	Наши баллы	Среднее	Лидер	Мы к среднему	Мы к лидеру	Мельников	Шишкин	Ивченкова	Ляшенко	Баган	Сухонос	Капелешук	Коваленко	Балаболко	Бондарев	Другие
09.04.2016	ЗСТ1516	ДГМА	10	7,67	11	1,30378096	0,90909	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20
05.11.2016	1СТ1617	ДГМА	12	8,38	14	1,43198091	0,85714	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20
21.01.2017	2СТ1617	ДГМА	11	8,11	12	1,35635018	0,91667	0,17	0,17	0,17	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
18.03.2017	3СТ1617	ДГМА	14	11,13	16	1,25786164	0,875	0,17	0,17	0,17	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
04.11.2017	1ГТ1718	Фиеста	18	16,4	24	1,09756098	0,75	0,20	0,20	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40
18.11.2017	1СТ1718	ДГМА	17	12,67	17	1,34175217	1	0,17	0,00	0,17	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
16.12.2017	2ГТ1718	Фиеста	21	19,67	30	1,06761566	0,7	0,17	0,17	0,17	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
27.01.2018	2СТ1718	ДГМА	9	9,44	19	0,95338983	0,47368	0,17	0,17	0,17	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
10.02.2018	3ГТ1718	Фиеста	17	17,3	28	0,98265896	0,60714	0,20	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40
10.03.2018	3СТ1718	ДГМА	15	10,44	19	1,43678161	0,78947	0,17	0,17	0,17	0,00	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
31.03.2018	4ГТ1718	Фиеста	17	14,78	25	1,15020298	0,68	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25
02.06.2018	5ГТ1718	Фиеста	29	21	29	1,38095238	1	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
29.09.2018	1ГТ1819	Фиеста	20	10,78	20	1,85528757	1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03.11.2018	2ГТ1819	ДКИТ	21	15,56	22	1,3496144	0,95455	0,20	0,00	0,20	0,20	0,20	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
17.11.2018	1СТ1819	ДГМА	16	15,43	22	1,03694102	0,72727	0,17	0,17	0,17	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
15.12.2018	3ГТ1819	ДКИТ	17	14,86	20	1,14401077	0,85	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20
19.01.2019	2СТ1819	ДГМА	13	11,6	15	1,12068966	0,86667	0,17	0,17	0,17	0,17	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
09.02.2019	4ГТ1819	ДГМА	21	14,6	23	1,43835616	0,91304	0,17	0,17	0,17	0,17	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
09.03.2019	3СТ1819	ДГМА	11	7	16	1,57142857	0,6875	0,17	0,17	0,17	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
30.03.2019	5ГТ1819	Фиеста	20	11	20	1,81818182	1	0,17	0,17	0,17	0,17	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
27.04.2019	6ГТ1819	Фиеста	28	20,4	28	1,37254902	1	0,17	0,17	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
15.06.2019	7ГТ1819	ДКИТ	6	6,43	13	0,93312597	0,46154	0,17	0,00	0,17	0,00	0,17	0,17	0,00	0,17	0,00	0,17	0,00
28.09.2019	1ГТ1920	ДКИТ	18	15,1	21	1,19205298	0,85714	0,17	0,00	0,00	0,17	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00
26.10.2019	2ГТ1920	ДКИТ	19	14,6	24	1,30136986	0,79167	0,17	0,17	0,00	0,17	0,17	0,17	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00
16.11.2019	1СТ1920	ДГМА	18	10,3	18	1,74757282	1	0,17	0,17	0,00	0,00	0,17	0,17	0,00	0,17	0,17	0,00	0,00
14.12.2019	3ГТ1920	ДКИТ	19	12,4	22	1,53225806	0,86364	0,17	0,17	0,00	0,00	0,17	0,17	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00

Рис. 2. Обработанные данные о результатах

Величину скрытого слоя приняли равным 5 нейронам. Тип активационной функции – сигмоида. Обучение сети проводилось методом обратного распространения ошибок. Архитектура используемой нейронной сети представлена на рис. 3. Расчет был проведен в среде Deductor Studio [13], результаты описаны в [14].

Однако такая модель не учитывала несколько факторов. Во-первых, каждый пакет вопросов готовят и редактируют разные люди. Во-вторых, место проведения игры также может оказать влияние на процесс нахождения правильного ответа и, соответственно, результат. Уточненные данные с перечнем редакторов каждого пакета в формате доли вклада каждого из них (сумма «долей» также должна

быть равной единице) и мест проведения игр были применены в модели двухслойного персептрона с 51 входным нейроном, архитектура сети и результаты подробно описаны в [15].

Там же были проанализированы результаты расчетов по каждой из моделей и сделан вывод о предпочтительности учета таких факторов, как редакторы пакетов и места проведения. Модель, созданная и обученная на основе данных за три года, была применена к расчету прогнозных значений первого в 2020 году городского турнира [16]. Данные, полученные в результате расчета, были близки к реальным результатам (рис. 4), команда «Интеллектуальные решения» заняла 1-е место с большим отрывом от соперников.

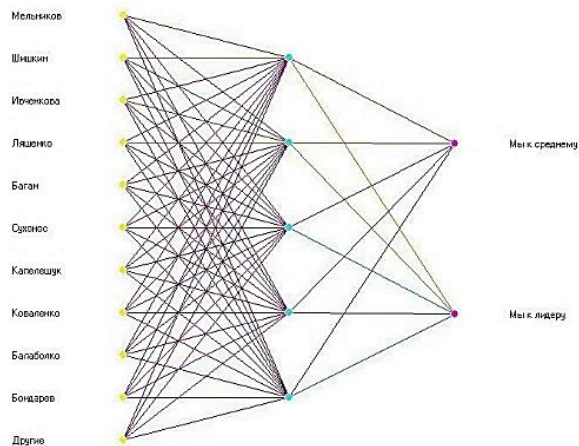


Рис. 3. Граф нейронной сети MLP-11-5-2

Разработка специального приложения. Однако для практического применения модели постоянное использование стандартных пакетов неприменимо. Также необходимо решить задачу автоматизации выбора состава команды.

В среде визуального программирования было разработано приложение – система поддержки принятия решений (рис. 4), которая позволяет осуществлять следующие действия:

- загружать (импортировать) исходные данные из XLS-файла;
- настраивать входные и выходные факторы;
- изменять архитектуру нейронной сети (число скрытых слоев и число нейронов в каждом слое);
- проводить обучение нейронной сети методов обратного распространения ошибок;
- сохранять обученную сеть на диске и загружать ее заново;
- осуществлять расчет значений для вводимых данных;
- проводить поиск вариантов состава команды.

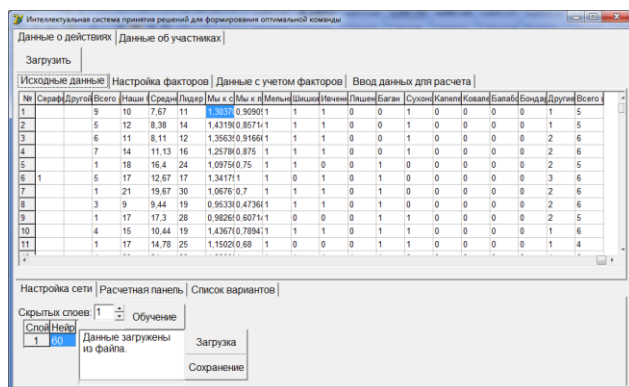


Рис. 4. Форма разработанного приложения

При настройке входных и выходных факторов (рис. 5) необходимо указать их принадлежность к одному из четырех классов:

- внешние входящие (отдельные);
- внешние входящие (группа);
- внутренние входящие (группа);
- выходные.

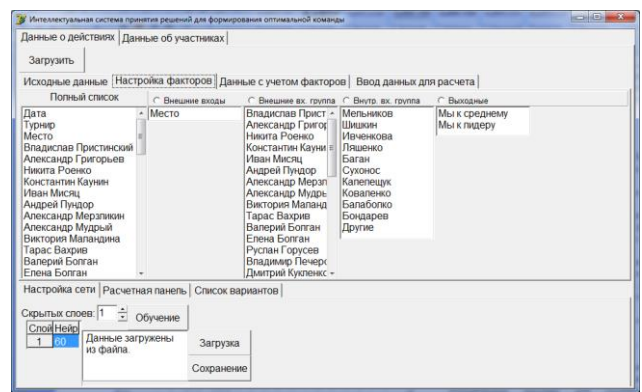


Рис. 5. Настройка факторов

Для групповых данных система сама сделает пересчет по «долям». Непосредственное прогнозирование состава будет осуществляться только по категории «внутренние входящие».

Первый этап расчета (рис. 6) показывает достаточно высокую точность моделирования: показатель «Мы к лидеру» во всех случаях правильно определяет место команды.

Рис. 6. Сравнение исходных данных и результатов

На следующем этапе (рис. 7) можно выбрать состав команды и рассчитать прогнозируемое место (с учетом места проведения и фамилий редакторов вопросов).

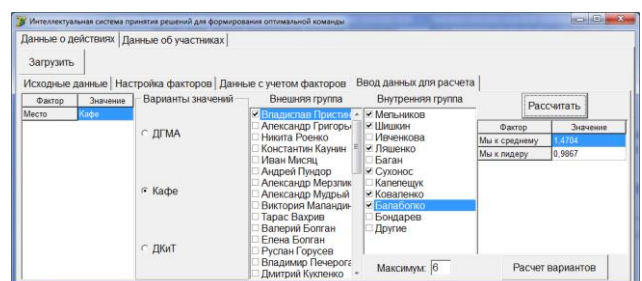


Рис. 7. Прогнозирование места команды в зависимости от ее состава

Последний этап – расчет вариантов (рис. 8) – позволяет составить список прогнозируемых мест команды в зависимости от вариантов ее состава.

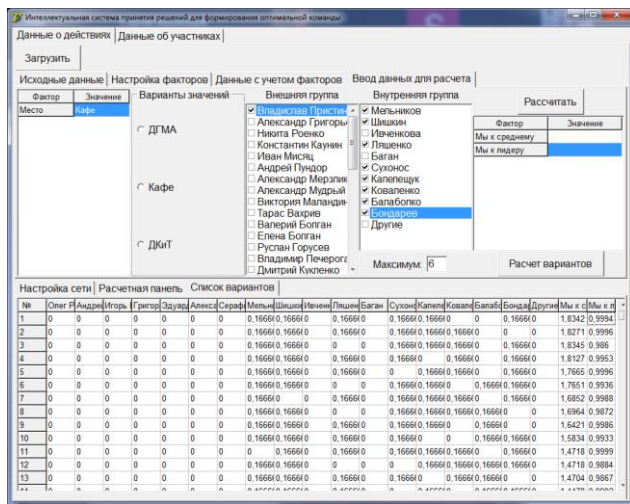


Рис. 8. Прогнозирование места команды в зависимости от вариантов ее состава

Выводы. Использование аппарата искусственных нейронных сетей для определения оптимального состава команды по игре «Что? Где? Когда?» и прогнозирования ее результатов может позволить по имеющимся данным о предполагаемом составе команды, редакторов пакетов вопросов и места проведения турнира предсказать ее относительный результат по отношению к победителю и по отношению к среднему значению.

Разработанная система поддержки принятия решений позволяет посредством перебора вариантов давать рекомендации по формированию команды на конкретный турнир.

Список литературы

1. Галкина Т.П. *Социология управления: от группы к команде: Учеб. пособие*. Москва: Финансы и статистика, 2003. 224 с.
2. Галлерт Манфред. *Все о командообразовании: руководство для тренеров* / Пер. с нем. Манфред Геллерт, Клаус Новак. Москва: Вершина, 2006. 352 с.
3. Семина А. П. Команда как групповая форма организации труда. *Вестник Алтайской академии экономики и права*. 2019. № 12-1. С. 128–133. URL: <https://vael.ru/ru/article/view?id=858> (дата обращения: 18.03.2021).
4. *Лига украинских клубов – ЛУК*. URL: <http://luk.org.ua/> (дата обращения: 16.03.2021).
5. *Регламент проведения Чемпионата Украины по спортивному варианту интеллектуальной игры «Что? Где? Когда?» без ограничения возраста*. URL: <https://goo.gl/DhJDHc> (дата обращения: 16.03.2021).
6. *Клуб интеллектуальных игр ДГМА*. URL: <https://www.facebook.com/groups/dgma.kii/> (дата обращения: 16.03.2021).
7. Положение о составах команд-участниц Чемпионата Украины по спортивному варианту игры «Что? Где? Когда?» без ограничения возраста. URL: <http://luk.org.ua/documents/polozhenie-o-sostavah> (дата обращения: 16.03.2021).
8. Касюк С. Т., Вахтомова Е. М. Использование нейронных сетей для анализа и прогнозирования данных в физической культуре и спорте. *Научно-теоретический журнал «Ученые записки»*. 2013. № 12 (106). С. 72–77.
9. Крутиков А. К. Прогнозирование спортивных результатов в индивидуальных видах спорта с помощью обобщенно-регрессионной нейронной сети. *Молодой ученый*. 2018. № 12. С. 22–26. URL: <https://moluch.ru/archive/198/48884/> (дата обращения: 20.01.2020).

10. Каллан Р. *Основные концепции нейронных сетей*. Москва: «Вильямс», 2001. 288 с.
11. Хайкин С. *Нейронные сети: полный курс, 2-е издание* / Пер. с англ. Москва: Вильямс, 2006. 1104 с.
12. Ковалевский С. В., Гитис В. Б. *Создание и применение нейронных сетей для решения прикладных задач: Учебно-методическое пособие для студентов специальности «Интеллектуальные системы принятия решений»*. Краматорск: ДГМА, 2008. 75 с.
13. *BaseGroup Labs: официальный сайт*. URL: <https://basegroup.ru/community/articles/intro> (дата обращения: 16.03.2021).
14. Мельников А. Ю. О возможностях применения нейросетевого моделирования для определения оптимального состава команды по игре «Что? Где? Когда?» и прогнозирования ее результатов. *Нейромережні технології та їх застосування НМТіЗ-2018: збірник наукових праць всеукраїнської наукової конференції з міжнародною участю «Нейромережні технології та їх застосування НМТіЗ-2018»* / за заг. ред. С.В.Ковалевського. Краматорск: ДГМА, 2018. С. 71–74.
15. Мельников А. Ю. Применение нейросетевого моделирования для определения оптимального состава команды в игре «Что? Где? Когда?» и прогнозирования ее результатов. *Вісник Донбаської державної машинобудівної академії: збірник наукових праць*. Краматорськ: ДГМА, 2020. № 1 (48). С. 154–160.
16. «Что? Где? Когда?»: четвертый городской турнир. URL: <https://www.facebook.com/groups/dgma.kii/permalink/1539402616220690/> (дата обращения: 16.03.2021).

References (transliterated)

1. Galkina T.P. *Sotsiologiya upravleniya: ot gruppy k komande: Ucheb. posobie* [Sociology of management: from group to team: Textbook. allowance]. Moscow, Finance and Statistics Publ., 2003. 224 p.
2. Gallert Manfred. *Vse o komandoobrazovanii: rukovodstvo dlya trenerov* [All About Team Building: A Guide for Coaches] / Translated from German. Manfred Gellert, Klaus Novak. Moscow: Vershina Publ., 2006. 352 p.
3. Semina A. P. Komanda kak gruppovaya forma organizatsii truda. [Team as a group form of work organization.]. *Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*. 2019. № 12-1. С. 128–133. Available at: <https://vael.ru/ru/article/view?id=858> (accessed 18.03.2021)
4. *Liga ukrainских klubov – LUK* [League of Ukrainian Clubs – LUC]. Available at: <http://luk.org.ua/> (accessed 16.03.2021).
5. *Reglament provedeniya Chempionata Ukrainy po sportivnomu variantu intellektual'noy igry «Chto? Gde? Kogda?» bez ogranicheniya vozrasta* [Regulations of the Championship of Ukraine in the sports version of the intellectual game "What? Where? When?" no age limit]. URL: <https://goo.gl/DhJDHc> (accessed 16.03.2021).
6. *Klub intellektual'nykh igr DGMА* [Club of intellectual games of DSEA]. Available at: <https://www.facebook.com/groups/dgma.kii/> (accessed 16.03.2021).
7. *Polozhenie o sostavakh komand-uchastnits Chempionata Ukrainy po sportivnomu variantu igry «Chto? Gde? Kogda?» bez ogranicheniya vozrasta* [Regulations on the composition of the teams participating in the Championship of Ukraine in the sports version of the game "What? Where? When?" no age limit]. Available at: <http://luk.org.ua/documents/polozhenie-o-sostavah> (accessed 16.03.2021).
8. Kasyuk S. T., Vakhtomova E. M. Ispol'zovanie neyronnykh setey dlya analiza i prognozirovaniya dannykh v fizicheskoy kul'ture i sporte [Using neural networks for data analysis and forecasting in physical culture and sports]. *Scientific and theoretical journal "Scientific notes"*, 2013, № 12 (106), pp. 72–77.
9. Krutikov A. K. Prognozirovaniye sportivnykh rezul'tatov v individual'nykh vidakh sporta s pomoshch'yu obobshchenno-regressiionnoy neyronnoy seti [Prediction of sports results in individual sports using a generalized regression neural network]. *Young scientist*, 2018, № 12, pp. 22–26. Available at: <https://moluch.ru/archive/198/48884/> (accessed 20.01.2020).
10. Kallan R. *Osnovnye kontseptsii neyronnykh setey* [Basic concepts of neural networks]. Moscow: Williams Publ., 2001. 288 c.
11. Khaykin S. *Neyronnye seti: polnyy kurs, 2-e izdanie* [Neural Networks: Complete Course, 2nd Edition] / Translation from English. Moscow: Williams Publ., 2006. 1104 c.

12. Kovalevskiy S. V., Gitis V. B. Sozdanie i primeneniye neyronnykh setey dlya resheniya prikladnykh zadach: Uchebno-metodicheskoe posobie dlya studentov spetsial'nosti «Intel'ktual'nye sistemy prinyatiya resheniy» [Creation and application of neural networks for solving applied problems: Study guide for students of the specialty "Intelligent decision-making systems"]. Kramatorsk: DSEA Publ., 2008. 75 p.
13. BaseGroup Labs: ofitsial'nyy sayt [BaseGroup Labs: official site]. Available at: <https://basegroup.ru/community/articles/intro> (accessed 16.03.2021).
14. Mel'nikov A. Yu. O vozmozhnostyakh primeneniya neyrosetevogo modelirovaniya dlya opredeleniya optimal'nogo sostava komandy po igre «Chto? Gde? Kogda?» i prognozirovaniya ee rezul'tatov [On the possibilities of using neural network modeling to determine the optimal team composition for the game "What? Where? When?" and predicting its results]. *Neural network technologies and their application NMTiZ-2018: a collection of scientific papers of the All-Ukrainian scientific conference with international participation* "Neural network technologies and their application NMTiZ-2018" / for general. ed. SV Kovalevsky. Kramatorsk: DSEA Publ., 2018, pp. 71–74.
15. Mel'nikov A. Yu. Primeneniye neyrosetevogo modelirovaniya dlya opredeleniya optimal'nogo sostava komandy v igre «Chto? Gde? Kogda?» i prognozirovaniya ee rezul'tatov [Application of neural network modeling to determine the optimal composition of the team in the game "What? Where? When?" and predicting its results]. *Bulletin of the Donbass State Engineering Academy: a collection of scientific papers*. Kramatorsk: DSEA Publ., 2020, № 1 (48), pp. 154–160.
16. «Chto? Gde? Kogda?»: chetvertyy gorodskoy turnir ["What? Where? When?": Fourth city tournament]. Available at: <https://www.facebook.com/groups/dgma.kii/permalink/1539402616220690/> (accessed 16.03.2021).

Поступила (received) 26.03.2021

Відомості про автора / Сведения об авторе / About the Author

Мельников Александр Юрійович – кандидат технічних наук, доцент, Донбаська державна машинобудівна академія, доцент кафедри інтелектуальних систем прийняття рішень; м. Краматорськ, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2701-8051>; e-mail: alexandr@melnikov.in.ua

Мельников Александр Юрьевич – кандидат технических наук, доцент, Донбасская государственная машиностроительная академия, доцент кафедры интеллектуальных систем принятия решений; г. Краматорск, Украина; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2701-8051>; e-mail: alexandr@melnikov.in.ua

Melnykov Oleksandr Yuriyovich – candidate of technical sciences, docent, Donbas State Engineering Academy, Associate Professor of the Department of Intelligent Decision Making Systems; Kramatorsk, Ukraine; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2701-8051>; e-mail: alexandr@melnikov.in.ua