

УДК 004.8:796.08

DOI:

Мельников А. Ю.**ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА КОМАНДЫ В ИГРЕ «ЧТО? ГДЕ? КОГДА?» И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЕЕ РЕЗУЛЬТАТОВ**

Уже более 20 лет под эгидой Лиги украинских клубов [1] 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 [2]. Последние 12 лет команды Краматорска имеют возможность участия в этом турнире на базе ДГМА, организатором «площадки» выступает Клуб интеллектуальных игр ДГМА [3]. Кроме того, с 2017 года по такой же форме для тех же команд-участниц организуются и проводятся городские турниры.

Команда формируется по правилам [4] 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 целесообразно использовать современные математические и интеллектуальные методы, в том числе – метод искусственных нейронных сетей.

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 [5-6].

Целью работы является поиск примеров, показывающих возможности применения нейросетевого моделирования для определения оптимального состава команды по игре «Что? Где? Когда?» и прогнозирования ее результатов.

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.

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	Лучинский	Батай	Бреусов	Спасская	Полянский	Нечволода	Всего играло
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	0	1	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	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	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	1	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	1	0	1	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	1	0	1	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	1	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	1	0	0	1	1	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	1	0	0	1	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	1	0	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	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6

Рис. 1. Данные о результатах соревнований

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.

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	0,00	0,17	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	0,00	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	0,17	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	0,17	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	0,17	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	0,00	0,17	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	0,17	0,17	0,00	0,17	0,00	0,17	0,17	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	0,17	0,00	0,17	0,00	0,00

Рис. 2. Обработанные данные о результатах

Задачу решаем методом искусственных нейронных сетей. В качестве модели нейронной сети выбираем двухслойный персептрон. Оценка предпочтительного числа нейронов в скрытом слое проведем, используя известное неравенство [7–9]. Величину скрытого слоя примем равным 5 нейронам. Тип активационной функции – сигмоида. Обучение сети проводится методом обратного распространения ошибок.

Архитектура используемой нейронной сети представлена на рис. 3. Расчет был проведен в среде Deductor Studio [10], результаты описаны в [11].

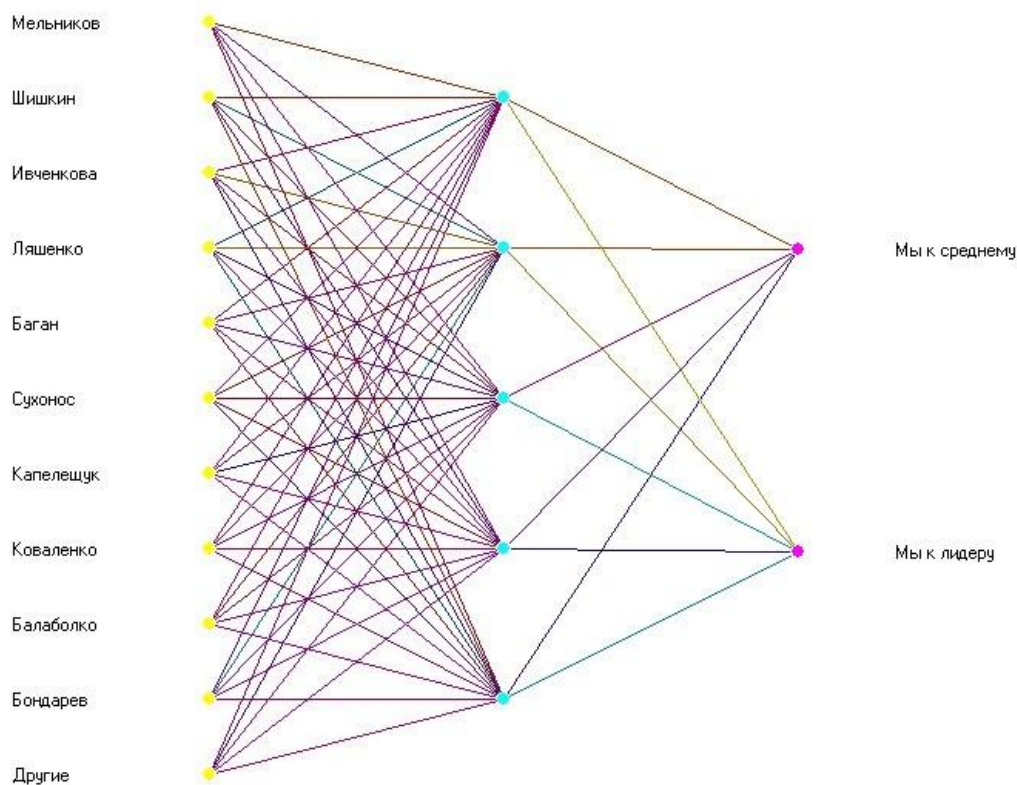


Рис. 3. Граф нейронной сети MLP-11-5-2

Однако такая модель не учитывает 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.

На рис. 4. представлены уточненные данные с учетом перечня редакторов каждого пакета в формате доли вклада каждого из них (сумма «долей» также должна быть равной единице) и мест проведения игр.

В качестве модели второй нейронной сети вновь выбираем двухслойный персептрон с 5 нейронами в скрытом слое, но с 51 входным нейроном. Архитектура такой нейронной сети представлена на рис. 5.

Далее проанализируем результаты расчетов по каждой из моделей. Как видно из данных, представленных на рис. 6, при расчете показателя «Мы к среднему» по первой модели меньшая ошибка распознавания обнаруживается в 6 случаях из 26, в то время как при расчете по второй модели – в 20 случаях. При расчете показателя «Мы к лидеру» по первой модели меньшая ошибка распознавания обнаруживается в 8 случаях из 26, в то время как при расчете по второй модели – в 18 случаях. Таким образом, можно сделать вывод о предпочтительности учета таких факторов, как редакторы пакетов и места проведения.

Дата	Турнир	Место	Владислав Пристинский	Александр Григорьев	Никита Роенко	Константин Каунин	Иван Мисяц	Андрей Пундор	Александр Мерзликин	Александр Мудрый	Виктория Маламдина	Тарас Вахрив	Валерий Болган	Елена Болган	Руслан Горусев	Владимир Печерога	Дмитрий Кукленко	Наталья Пачкова	Антон Ходоренко	Дмитрий Башук	Дмитрий Некрылов	Мария Клименко	Евгений Сибиряк	Валерий Криволапов	Константин Сахаров	Владимир Островский	Андрей Темников	Андрей Бойко	Дмитрий Стрильчук	Владимир Дудчак	Василий Бойко
09.04.2016	ЗСТ1518	ДГМА	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,11	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	
05.11.2016	1СТ1617	ДГМА	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21.01.2017	2СТ1617	ДГМА	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18.03.2017	3СТ1617	ДГМА	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,14	0,14	0,00	0,14	0,14	0,14	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
04.11.2017	1ГТ1718	Фиеста	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18.11.2017	1СТ1718	ДГМА	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16.12.2017	2ГТ1718	Фиеста	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27.01.2018	2СТ1718	ДГМА	0,00	0,00	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10.02.2018	3ГТ1718	Фиеста	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10.03.2018	3СТ1718	ДГМА	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31.03.2018	4ГТ1718	Фиеста	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02.06.2018	5ГТ1718	Фиеста	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29.09.2018	1ГТ1819	Фиеста	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03.11.2018	2ГТ1819	ДКИТ	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17.11.2018	1СТ1819	ДГМА	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15.12.2018	3ГТ1819	ДКИТ	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19.01.2019	2СТ1819	ДГМА	0,00	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
09.02.2019	4ГТ1819	ДГМА	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
09.03.2019	3СТ1819	ДГМА	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30.03.2019	5ГТ1819	Фиеста	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27.04.2019	6ГТ1819	Фиеста	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15.06.2019	7ГТ1819	ДКИТ	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28.09.2019	1ГТ1920	ДКИТ	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26.10.2019	2ГТ1920	ДКИТ	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16.11.2019	1СТ1920	ДГМА	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14.12.2019	3ГТ1920	ДКИТ	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Рис. 4. Данные с учетом перечня редакторов каждого пакета

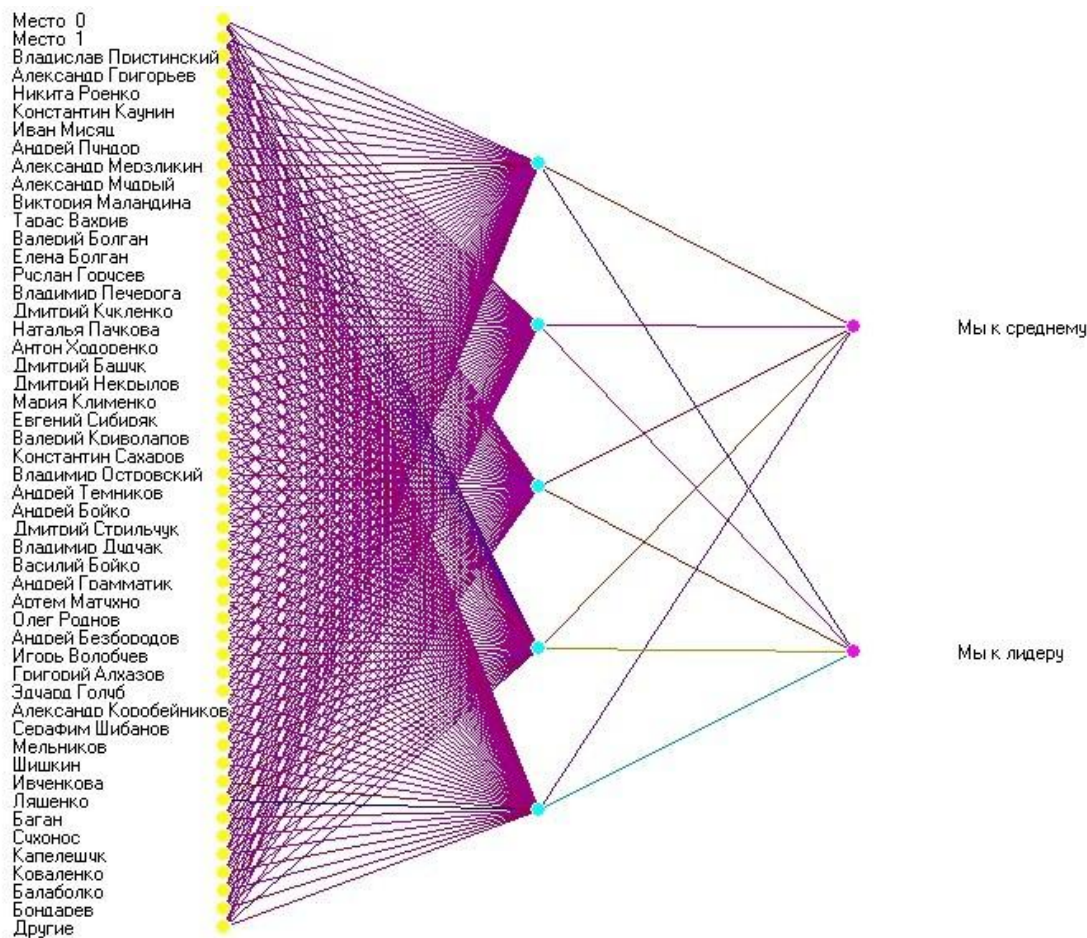


Рис. 5. Граф нейронной сети MLP-51-5-2

Мы к среднему	Мы к среднему расчет1	Error1	Мы к среднему расчет2	Error2	Вывод	Мы к лидеру	Мы к лидеру расчет1	Error1	Мы к лидеру расчет2	Error2	Вывод
1,303781	1,353219	0,037919	1,304165	0,000294	2	0,909091	0,882119	0,029669	0,908667	0,000466	2
1,431981	1,353219	0,055002	1,430226	0,001225	2	0,857143	0,882119	0,029139	0,856634	0,000594	2
1,356350	1,253232	0,076026	1,356401	0,000038	2	0,916667	0,873492	0,047100	0,916069	0,000652	2
1,257862	1,253232	0,003681	1,258086	0,000179	2	0,875	0,873492	0,001724	0,873861	0,001302	2
1,097561	1,005214	0,084138	1,097939	0,000344	2	0,75	0,748240	0,002347	0,748957	0,001390	2
1,341752	1,330184	0,008621	0,981855	0,268229	1	1	0,995506	0,004494	0,465878	0,534122	1
1,067616	1,022577	0,042186	1,067758	0,000133	2	0,7	0,485360	0,306628	0,698403	0,002282	2
0,953390	1,022577	0,072570	0,953818	0,000449	2	0,473684	0,485360	0,024650	0,473290	0,000832	2
0,982659	0,980688	0,002006	1,122998	0,142816	1	0,607143	0,606140	0,001652	0,658533	0,084643	1
1,436782	1,438388	0,001118	1,437161	0,000264	2	0,789474	0,787968	0,001907	0,788690	0,000992	2
1,150203	1,150389	0,000162	1,150196	0,000006	2	0,68	0,679780	0,000324	0,679192	0,001188	1
1,380952	1,374717	0,004515	1,382725	0,001284	2	1	0,996394	0,003606	0,996088	0,003912	1
1,855288	1,834476	0,011217	1,424303	0,232301	1	1	0,999652	0,000348	0,997627	0,002373	1
1,349614	1,348276	0,000991	1,351454	0,001363	1	0,954545	0,999890	0,047504	0,954863	0,000333	2
1,036941	1,025425	0,011106	1,036596	0,000333	2	0,727273	0,542436	0,254150	0,726426	0,001164	2
1,144011	1,145977	0,001718	1,144945	0,000817	2	0,85	0,849975	0,000029	0,849640	0,000423	1
1,120690	1,447080	0,291241	1,121386	0,000622	2	0,866667	0,926491	0,069028	0,866373	0,000339	2
1,438356	1,447080	0,006065	1,439532	0,000817	2	0,913043	0,926491	0,014728	0,913726	0,000747	2
1,571429	1,025425	0,347457	1,571244	0,000118	2	0,6875	0,542436	0,211002	0,687393	0,000156	2
1,818182	1,447080	0,204106	1,482333	0,184717	2	1	0,926491	0,073509	0,978226	0,021774	2
1,372549	1,353516	0,013867	1,373025	0,000347	2	1	0,997994	0,002006	0,998011	0,001989	2
0,933126	0,938882	0,006168	0,940687	0,008103	1	0,461538	0,462188	0,001407	0,464209	0,005786	1
1,192053	1,184774	0,006106	1,192756	0,000590	2	0,857143	0,856582	0,000654	0,857064	0,000092	2
1,301370	1,298852	0,001934	1,302642	0,000977	2	0,791667	0,791969	0,000382	0,791512	0,000195	2
1,747573	1,525883	0,126856	1,748829	0,000719	2	1	0,606974	0,393026	0,993632	0,006368	2
1,532258	1,528919	0,002179	1,269578	0,171433	1	0,863636	0,863073	0,000652	0,742788	0,139929	1

1 6
2 20

1 8
2 18

Рис. 6. Таблица анализа результаты расчетов

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. К направлениям совершенствования предложенной модели можно отнести добавление новых факторов – значений предыдущих результатов команды, а также турнирных стремлений на каждом этапе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лига украинских клубов – ЛУК. URL: <http://luk.org.ua/> (дата обращения 20.01.2020).
2. Регламент проведения Чемпионата Украины по спортивному варианту интеллектуальной игры «Что? Где? Когда?» без ограничения возраста. URL: <http://luk.org.ua/documents/reglament-chgk-2016> (дата обращения 20.01.2020)
3. Клуб интеллектуальных игр ДГМА. URL: <https://www.facebook.com/groups/dgma.kii/> (дата обращения 20.01.2020)
4. 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 20.01.2020)
5. 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
6. 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/>
7. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей. Москва: «Вильямс», 2001. 288 с.
8. Хайкин, Саймон. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание.: Пер. с англ. – Москва: Издательский дом «Вильямс», 2006. 1104 с.
9. 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.
10. BaseGroup Labs: официальный сайт. URL: <https://basegroup.ru/community/articles/intro> (дата обращения 20.01.2020).
11. 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. Краматорськ: ДДМА, 2018. С. 71–74.

REFERENCES

1. League of Ukrainian Clubs - LUK. URL: <http://luk.org.ua/> (date of treatment 01/20/2020).
2. Regulations for the Championship of Ukraine in the sports version of the intellectual game "What? Where? When?" no age limit. URL: <http://luk.org.ua/documents/reglament-chgk-2016> (date of treatment 01/20/2020)
3. Club of intellectual games DSMA. URL: <https://www.facebook.com/groups/dgma.kii/> (date accessed 01/20/2020)
4. 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. URL: <http://luk.org.ua/documents/polozhenie-o-sostavah> (date of treatment 01/20/2020)
5. Kasyuk S.T., Vakhtomova E.M. The use of neural networks for the analysis and forecasting of data in physical culture and sports. *Scientific-theoretical journal "Scientific notes"*. 2013. No. 12 (106). P. 72-77
6. Krutikov AK Prediction of sports results in individual sports using a generalized regression neural network. *Young scientist*. 2018. No. 12. S. 22-26. - URL: <https://moluch.ru/archive/198/48884/>
7. Callan R. Basic concepts of neural networks. Moscow: "Williams", 2001. 288 p.
8. Haykin, Simon. Neural networks: a complete course, 2nd edition. : Per. from English - Moscow: Williams Publishing House, 2006. 1104 p.
9. Kovalevsky SV, Gitis VB. Creation and application of neural networks for solving applied problems: Study guide for students of the specialty "Intelligent decision-making systems". Kramatorsk: DSMA, 2008. 75 p.
10. BaseGroup Labs: official site. URL: <https://basegroup.ru/community/articles/intro> (date of treatment 01/20/2020).
11. Melnikov A.Yu. On the possibilities of using neural network modeling to determine the optimal team composition for the game "What? Where? When?" and predicting its results. *Neurorezhnye tehnologii and ikh storing NMTiZ-2018: collection of scientific works of all-Ukrainian science conferences with the international participation "Neurorezhnye tehnologii and ikh storing NMTiZ-2018"* / for zag. ed. S.V. Kovalevsky. Kramatorsk: DDMA, 2018. P. 71-74.

АВТОРИ / АВТОРЫ / AUTORS

Мельников О. Ю. – канд. техн. наук, доц. кафедри ІСПР ДДМА;
 Мельников А. Ю. – канд. техн. наук, доц. кафедри ІСПР ДГМА;
 Melnykov O. Yu. – candidate of technical science, associate professor DSEA.
 E-mail: alexandr@melnikov.in.ua

Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА), м. Краматорськ.
 Донбасская государственная машиностроительная академия (ДГМА), г. Краматорск.
 Donbass State Engineering Academy (DSEA), Kramatorsk.

АНОТАЦІЯ / АННОТАЦИЯ / ANNOTATION

Мельников О. Ю. Застосування нейромережевого моделювання для визначення оптимального складу команди в грі «Що? Де? Коли?» та прогнозування її результатів. Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. 2020. № 1 (48).

В роботі описані принципи проведення турнірів з інтелектуальної гри «Що? Де? Коли?» та 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 (ГТ) з 2017 року, охарактеризована основні показники по кожному змагання. Обґрунтовано введення додаткових показників: відношення результату команди до середнього результату і ставлення результату команди до результату переможця. Сформульовано задачу прогнозування як передбачення відносного результату команди на конкретній грі за наявним переліком гравців команди на цю гру. Для проведення розрахунків запропоновано не розглядати гравців, які вже не беруть участь в іграх (перенесені в графу «Інші»), враховувати місце проведення конкретної гри, а участь гравців фіксувати у вигляді «частки» вкладу в результат команди, при цьому сума «часткою» всіх гравців повинна бути дорівнює одиниці. Запропоновано метод штучних нейронних мереж з архітектурою двошарового перцептронну, активаційною функцією сигмоїдою і алгоритмом зворотного поширення помилок для навчання мережі. Наведені приклади розрахунку в середовищі Deductor Studio Lite. Зроблено висновки про доцільність додавання нових факторів - списку редакторів кожного

пакета в форматі частки вкладу кожного з них і місць проведення ігор. Проведено розрахунок по удосконаленій моделі в середовищі Deductor Studio Lite. Проаналізовано результати розрахунків по кожній з моделей, зроблено висновок про перевагу обліку таких чинників, як редактори пакетів і місця проведення. Визначено напрямки вдосконалення запропонованої моделі у вигляді додавання нових факторів - значень попередніх результатів команди і турнірних прагнень на кожному етапі.

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

Мельников А. Ю. Применение нейросетевого моделирования для определения оптимального состава команды в игре «Что? Где? Когда?» и прогнозирования ее результатов. Вестник Донбасской государственной машиностроительной академии. 2020. № 1 (48).

В работе 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 дополнительных показателей: 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. Для проведения расчетов предложено не рассматривать игроков, которые уже не принимают участие в играх (перенесены в графу «Другие»), 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 перцептрона, активационной функцией сигмоидой и алгоритмом обратного распространения ошибок для обучения сети. Приведены примеры расчета в среде Deductor Studio Lite. Сделаны выводы о целесообразности добавления новых факторов – списка редакторов каждого пакета в формате доли вклада каждого из них и мест проведения игр. Проведен расчет по усовершенствованной модели в среде Deductor Studio Lite. Проанализированы результаты расчетов по каждой из моделей, сделан вывод о предпочтительности учета таких факторов, как редакторы пакетов и места проведения. Определены направления совершенствования предложенной модели в виде добавления новых факторов – значений предыдущих результатов команды и турнирных стремлений на каждом этапе.

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

Melnykov O.Yu.. The use of neural network modeling to determine the optimal team composition in the game “What? Where? When?” and predicting its results. Herald of the DSEA. 2020. № 1 (48).

The paper describes the principles of conducting tournaments on the intellectual game “What? Where? When?” and the rules for forming teams to participate in such competitions. It is concluded that to predict the effect of changes in the composition of the team on the result, it is advisable to use modern mathematical and intellectual methods, including the method of artificial neural networks. Available data on the results of synchronized LUK (ST) tournaments since 2011 and city tournaments (GT) since 2017 are presented, the main indicators for each competition are described. The introduction of additional indicators is justified: the ratio of the team result to the average result and the ratio of the team result to the winner result. The forecasting problem is formulated as a prediction of the relative result of a team in a specific game according to the available list of team players for this game. To carry out the calculations, it was proposed not to consider players who are no longer participating in the games (moved to the “Other” column), to take into account the venue of a particular game, and to fix the participation of players in the form of a “share” of the contribution to the team’s result, while the amount of “shares” all players must be equal to one. A method of artificial neural networks with the architecture of a two-layer perceptron, an activation function sigmoid and an algorithm for the back propagation of errors for training the network is proposed. Examples of calculation in the environment of Deductor Studio Lite are given. Conclusions have been drawn on the appropriateness of adding new factors - the list of editors for each package in the format of the contribution share of each of them and venues of the games. The calculation of the advanced model in the environment of Deductor Studio Lite. The results of calculations for each of the models are analyzed, the conclusion is made that it is preferable to take into account factors such as package editors and venues. Directions for improving the proposed model in the form of adding new factors - the values of the previous results of the team and tournament aspirations at each stage are determined.

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