

УДК 519.6+004.4

Шевченко Н. Ю., Ареф'єва О. Б.

ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ СПОРТИВНИХ ЗМАГАНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Прогнозування результатів спортивних ігор являє собою різновид сучасних задач прийняття рішень. При цьому поширеною проблемою є прогнозування з метою можливої корекції існуючих програм підготовки спортсменів, визначення оптимального шляху досягнення високих спортивних результатів, адекватного управління навчально-тренувальним процесом. За допомогою прогнозування результатів змагань можна визначити «слабкі» місця спортсмена у кількісному вираженні та запропонувати шляхи або засоби вдосконалення рівня професіоналізму спортсменів. Моделювання та прогнозування результатів спортивних змагань дає змогу оцінити досягнення під іншим кутом та допомагає тренеру визначитися з побудовою стратегії гри.

Сучасний підхід до спортивного прогнозування базується на оперуванні адекватною інформацією щодо особливостей стану спортсмена в різні моменти часу і аналізі динаміки змагальної ефективності в минулому. Якщо розглядати задачу прогнозування як спосіб отримання метрик для спортсмена, які він може використовувати в подальшому, то в залежності від мети прогнозування можна виділити короткострокове, середньострокове, довгострокове і наддовге прогнозування. Короткострокове прогнозування, як правило, здійснюється для планування окремого заняття спортсмена і спрямоване на передбачення можливості досягти поставлену мету. Середньострокове прогнозування допомагає визначити найбільш вірогідні тенденції та темпи росту тренуваності з урахуванням засобів, які можуть бути для цього використані: методів тренувань, системи побудови тренувань тощо. Довгострокове прогнозування здійснюють для оптимізації процесу спортивного відбору та отримання прогнозів на наступні 3–4 роки [1–2].

Проблемі спортивного прогнозування та прийняття рішень щодо спортивного вдосконалення спортсменів присвячені наукові праці Ткачука В., Курамшина Ю., Міхнова О., Бехера Л., Чеснової О., Бабушкіна З., Козіної Ж., Латишкевича Л. та інш.

В залежності від виду спорту розрізняють цілі та інструментарій прогнозування. Згідно існуючих досліджень [3] розробка прогнозів у хокейному спорті є формою конкретизації, передбачення перспектив розвитку того чи іншого процесу, характерного для спортивної діяльності хокейного клубу. В системі підготовки та участі в змаганнях велика роль відводиться прогнозам зростання спортивних результатів, техніко-тактичних і функціональних можливостей хокеїстів.

Варто відзначити, що для оцінки спортивних здатностей українських спортсменів математичні методи прогнозування практично не застосовуються. Хоча це дозволило б оцінити роботу команди не тільки виходячи з досвіду тренерів і спортсменів, усталених методик тренувань хокеїстів, а й з наукової точки зору розглянути методи відбору спортсменів, наочно продемонструвати комбінації гравців, які будуть показувати кращий результат.

Мета дослідження є розробка методичного та технічного інструментарію прогнозування результатів хокейних матчів для підвищення рівня конкурентоспроможності хокейного клубу.

У роботах [1–2] стверджується, що процес розробки прогнозів у спорті передбачає сукупність певних операцій, а вибір методів прогнозування спортивних результатів залежить від мети прогнозу, періоду прогнозу, специфіки виду спорту, достовірності і повноти вихідної інформації.

Одним з перспективних інструментів прогнозування, який дозволяє суттєво нівелювати ризик чуттєвості вихідних даних до коректності вхідних, виступають нейронні мережі. Прогнозування за допомогою нейронних мереж має безперечну перевагу над іншими способами прогнозування – це можливість враховувати різноманітні кількісні та якісні фактори, що впливають на результативність хокейних змагань. При цьому на перемогу хокейного клубу у тому чи іншому змаганні перш за все впливає склад команди. Тому визначення оптимального складу команди є основним питанням, яке має вирішити тренер перед змаганнями, враховуючи низку внутрішніх та зовнішніх факторів. Визначення оптимального складу команди доцільно здійснювати, керуючись прогнозними оцінками результативності певного хокейного змагання.

Для прогнозування результатів хокейних матчів пропонується двоетапна математична модель.

Перший етап передбачає проведення первинної оцінки команди в цілому і індивідуально кожного гравця за певними критеріями (показниками): стан команди в турнірній таблиці; коефіцієнт ефективності команди; надійність спортивних досягнень.

Для оцінки стану команди в турнірній таблиці, в першу чергу, були визначені показники, що формують рейтинг хокейної команди та поділяються на стимулятори та дестимулятори. Стимуляторами називаються показники, збільшення яких призводить до збільшення рейтингу команди, а дестимулятори – це показники, що зменшують рейтинг. Коефіцієнт ефективності команди розраховується за формулою [4]:

$$K_{\text{еф}} = \frac{\text{Виграні матчі}}{\text{ПП}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де ПП – кількість потенційних перемог.

Надійність спортивних досягнень розраховується за формулою [4]:

$$M_i = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i, \quad (2)$$

де N – кількість змагань за аналізований період;

$x_i = \frac{3 \cdot t_i}{t_1 + t_2 + t_3}$ – відношення змагального досягнення команди до результатів команд,

що зайняли призові місця (1, 2 і 3-є);

t – змагальні досягнення команди;

$t_1 + t_2 + t_3$ – результати команд, що зайняли призові місця (1, 2 і 3-є).

Для оцінки індивідуальних характеристик хокеїстів, які впливають на результати змагань, пропонується використати бальну шкалу оцінок (табл. 1).

Таблиця 1

Бальна шкала

Діапазон оцінок	Рівень підготовки
90–100	Відмінна підготовка
75–89	Достатня підготовка, гравець вдосконалюється
55–74	Задовільна підготовка, потрібне посилення навантажень
30–54	Незадовільна підготовка, гравець не допускається до ігрового складу
0–29	Гравець не підготовлений

Обрані наступні індивідуальні характеристики хокеїстів відносного ігрового амплуа [3]: силові здібності, витривалість, швидкісні здібності, координаційні здібності, гнучкість, фізичний стан, здоров'я, техніка переміщення на льоді, точність кидків, ігрові здібності, швидкість реакції, стресостійкість і впевненість (табл. 2).

Таблиця 2

Приклад оцінювання індивідуальних характеристик хокеїстів відносного ігрового амплуа

Показники	Ігрове амплуа			
	Крайній нападник	Центральний нападник	Захисник	Воротар
Силові здібності	75	91	82	80
Витривалість	84	88	78	77
Швидкісні здібності	74	72	71	80
Координаційні здібності	74	83	76	82
Гнучкість	88	86	77	85
Фізичний стан	88	66	77	75
Здоров'я	78	89	73	75
Техніка переміщення на льоді	98	96	86	95
Точність кидків	85	82	83	35
Ігрові здатності	69	79	75	77
Самооцінка техніко-тактичної підготовленості	84	85	76	69
Швидкість реакції	89	78	80	75
Стресостійкість	73	79	87	70
Впевненість	78	81	75	72

Усі атрибути повинні бути нормалізовані, представлені в числовому вигляді в діапазон від -1 до 1 .

Другий етап передбачає прогнозування результату певного матчу (з певним суперником) в залежності від складу команди, зокрема від індивідуальних характеристик хокеїстів. Інструментом прогнозування виступає багатошаровий перцептрон, результатом використання якого буде оптимальний склад команди для конкретного змагального заходу.

Для вирішення поставленої задачі доцільно використати тришарову модель багатошарового перцептрону, що складається з вхідного шару, одного прихованого шару і вихідного шару. В якості методу навчання пропонується використати алгоритм зворотного поширення помилки, який передбачає два проходи мережі: прямого і зворотного. У якості активаційної функції використовується сигмоїдальна активаційна функція.

Вихідна вибірка прикладів формується на основі комбінацій «п'ятірок» гравців (два захисника, три нападника) і воротаря. В якості входів нейронної мережі використовуються усереднені значення індивідуальних показників хокеїстів. Виходами штучної нейронної мережі є кількість забитих і пропущених шайб ігрової «п'ятірки».

Кількість забитих шайб пропонується отримати шляхом усереднення статистичних даних про забиті шайби серед всіх гравців в «п'ятірці» за досліджуваний період крім воротаря. Кількість пропущених шайб відповідає кількості пропущених воротарем шайб за досліджуваний період.

Для отримання прогнозного значення результатів матчу введемо коефіцієнт коригування, який дорівнює відношенню отриманих значень забитих шайб до пропущених (3):

$$K = \frac{\text{Забиті шайби}}{\text{Пропущені шайби}} \quad (3)$$

Далі перераховується рейтинг команди, отриманий на першому етапі за формулою (4):

$$Ra_i = Mrel_i^T \cdot W \cdot K, \quad (4)$$

де W – матриця вагових коефіцієнтів;

$Mrel$ – матриця, що містить відносні значення показників для кожної команди;

i – індекс команди;

Ra – рейтинг команди.

Отримане значення знову інтерпретується відповідно до лінгвістичної шкали (табл. 1). Таким чином, комбінуючи різних гравців в складі «п'ятірки», можна буде досягти (спрогнозувати) максимальної продуктивності і збільшення рейтингу команди серед суперників.

Запропонована методика прогнозування результатів матчів хокейного клубу була реалізована програмно. Програмне забезпечення розроблено в середовищі Embarcadero RAD Studio 10.2.

Розглянемо роботу програми на прикладі матчу ХК Донбас – ХК Білий Барс. Результати передпрогнозного аналізу, оцінки рейтингу команди і суперника, ефективності і надійності ХК Донбас на поточний момент часу, представлені на рис. 1.

Рис. 1. Модуль передпрогнозного аналізу

Коефіцієнт ефективності показує наскільки успішно команда змогла конвертувати своїх кращих гравців в переможні матчі. Первинні рекомендації генеруються на основі відмінностей в статистичних даних граючих команд.

Наступний крок – індивідуальна оцінка хокеїста і формування ігрової «п'ятірки» (рис. 2). Обов'язкова структура п'ятірки: 3 нападники, 2 захисника, 1 воротар.

Далі розглянемо роботу нейронної мережі зі зворотним поширенням помилки (рис. 3). Так як структура нейронної мережі задана заздалегідь, то ці значення встановлені за замовчуванням. Праворуч розташовані характеристики активаційної функції. Кнопка «Створити НМ» створює і формує зображення нейронної мережі згідно заданої структури. Кнопка «Завантажити дані на вхід» завантажує вхідні нормовані дані. Кнопка «Збер.НМ як рис.» зберігає зображення структурної схеми нейронної мережі.

Для того, щоб отримати вихідні значення, необхідно спочатку натиснути на кнопку «Завантажити ваги», а далі – кнопку «Розрахунок мережі». Вихідні значення відобразяться праворуч у вертикальній таблиці в нормованому вигляді. Результат на виході нейронної мережі розраховується з урахуванням того, що система вже пройшла навчання.

Щоб навчити нейронну мережу необхідно натиснути на кнопку «Навчити за вибіркою». Система буде підбирати і корегувати ваги доки поточна похибка не дорівнюватиме допустимій (5%). Після того, як мережа навчиться, система видасть повідомлення, про те, що процес підбору і коригування ваг закінчено і можна зберегти отримані ваги і при повторному використанні системи лише завантажуватиме їх.

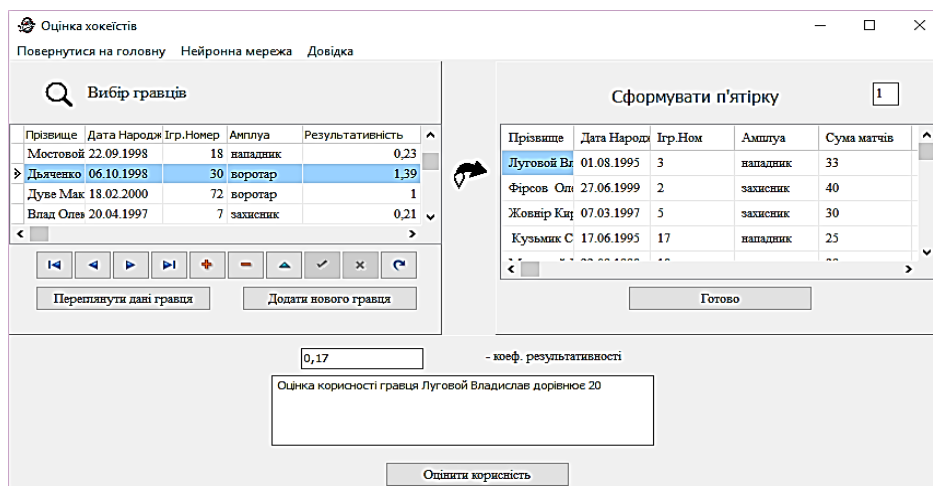


Рис. 2. Модуль оцінки хокеїстів

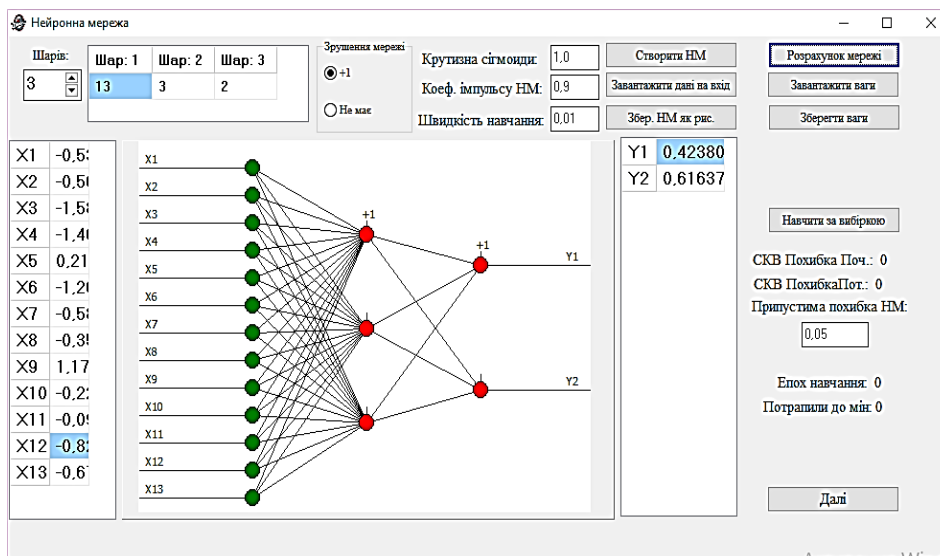


Рис. 3. Модуль нейронної мережі

Для отримання прогнозного результату необхідно сформувати склад із 3 «п'ятірок». Гравці в п'ятірці не повинні повторюватися, інакше система видасть помилку і очистить таблицю з відібраними гравцями (рис. 4).

Результатом прогнозування є кількість забитих та пропущених шайб кожною п'ятіркою за один матч і протягом сезону. Далі розраховується коефіцієнт коригування, а початковий рейтинг перераховується з урахуванням прогнозних результатів (рис. 4, збільшення рейтингу на 20%). Змінюючи склад «п'ятірки», можна досягти максимальної продуктивності і збільшення рейтингу команди серед суперників.

Підсумковий результат

Сформована п'ятірка

П'ятірка №1			П'ятірка №2			П'ятірка №3		
Прізвище	Дата Народ	Ігр.Ном	Прізвище	Дата Народ	Ігр.Ном	Прізвище	Дата Народ	Ігр.Ном
Луговой Вл	01.08.1995	3	Дубе Макс	18.02.2000	72	Ворова Ол	17.08.1997	19
Фіров Ол	27.06.1999	2	Влад Олекс	20.04.1997	7	Костиков С	14.08.1997	14
Жовнір Клі	07.03.1997	5	Александр	22.04.1997	29	Коренчук І	13.01.1995	12
Кузьмич С	17.06.1995	17	Захаров Віт	08.01.1994	45	Григорьев	07.02.1998	70

Прогнозні показники

Заб'ють за один матч -	<input type="text" value="1"/>	Заб'ють за один матч -	<input type="text" value="1"/>	Заб'ють за один матч -	<input type="text" value="1"/>
протягом сезону-	<input type="text" value="20"/>	протягом сезону-	<input type="text" value="18"/>	протягом сезону-	<input type="text" value="20"/>
Пропустять за один матч-	<input type="text" value="2"/>	Пропустять за один матч-	<input type="text" value="2"/>	Пропустять за один матч-	<input type="text" value="2"/>
протягом сезону-	<input type="text" value="46"/>	протягом сезону-	<input type="text" value="24"/>	протягом сезону-	<input type="text" value="40"/>

Коеф. коригування-

З урахуванням отриманих прогнозних результатів, рейтинг дорівнює:
 Рейтинг Донбас = 77,102% - Перемога
 Рейтинг Білий Барс = 22,898% - Поразка

Рис. 4. Результат прогнозування

ВИСНОВКИ

Запропонований у статті концептуальний підхід до прогнозування результатів хокейних змагань передбачає проведення переданалізу для отримання необхідних вихідних даних і проведення первинної оцінки команди в цілому і індивідуально кожного гравця за певними показниками (оцінка стану команди в турнірній таблиці, розрахунок коефіцієнта ефективності команди, оцінка надійності спортивних досягнень, оцінка індивідуальних досягнень хокеїстів) та безпосередньо прогнозування результату матчу в залежності від складу команди.

Отримана за допомогою нейромережевого моделювання прогнозна інформація може бути використана при корегуванні стратегії тренування кожного гравця окремо та команди в цілому з метою підвищення їх спортивної та командної ефективності (результативності).

В якості напрямку подальшого розвитку запропонованого концептуального підходу можна визначити розширення спектру чинників, що впливають або можуть здійснювати опосередкований вплив на результат хокейного матчу, в якості входів нейронної мережі. Це дозволить врахувати невизначеність, спричинену впливом неявних чинників ризику на хід гри, та отримати більш надійний результат прогнозування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ткачук В. О возможностях и методах прогнозирования применительно к спортивной деятельности / В. Ткачук // Физическое воспитание студентов творческих специальностей. – М., 2005. – № 2 – С. 22–37.
2. Курамышин Ю. Ф. Проблемы прогнозирования высших спортивных достижений / Ю. Ф. Курамышин // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – М., 2005. – № 18. – С. 40–58.
3. Михнов А. П. Модельные характеристики технико-тактических действий хоккеистов высокого класса различного амплуа / А. П. Михнов // Науковий часопис НПУ ім. М. П. Драгоманова. Серія 15: Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт). – К., 2014. – Вип. 6. – С. 79–90.
4. Бехер Л. В. Прогнозирование исхода футбольных матчей / Л. В. Бехтер, Н. И. Клевец // Вестник молодых ученых. – М., 2002. – № 1. – С. 12–20. – (Серия «Экономические науки»).