

УДК 004.9

Коробчинський М. В.<sup>1</sup>, Чирун Л. Б.<sup>2</sup>, Висоцька В. А.<sup>3</sup>, Нич М. О.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Д-р техн. наук, старший науковий співробітник Військово-дипломатичної академії імені Євгена Березняка, Київ, Україна

<sup>2</sup>Провідний спеціаліст інституту комп'ютерних наук та інформаційних технологій Національного університету «Львівська політехніка», Львів, Україна

<sup>3</sup>Канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри «Інформаційні системи та мережі» Національного університету «Львівська політехніка», Львів, Україна

<sup>4</sup>Магістр кафедри «Інформаційні системи та мережі» Національного університету «Львівська політехніка», Львів, Україна

## ОСОБЛИВОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ МАТЧІВ У КІБЕРСПОРТІ

**Актуальність.** Зараз є актуальним розроблення систем прогнозування матчів у кіберспорті, це пов'язано з активним розвитком кіберспорту. У цій статті реалізовано можливість прогнозувати матчі користувачів.

**Мета.** Метою виконання роботи є проектування моделі системи колективного прогнозування результатів ігор у кібер-спорті з використанням сучасної технології нейропрогнозування. Завданням є розроблення системи для спільного користувацького прогнозування результатів кіберспортивних матчів та самостійного опрацювання інформації і видачі власного прогнозу. До основних задач належать наступні: облік та аналіз всіх минулих і майбутніх ігор; облік та аналіз характеристик/результатів всіх команд; надання можливості користувачу персонально робити прогноз на кожен матч; визначення шансу на виграш команди на основі даних за попередні матчі.

**Метод.** Проблему вирішено методом опитування експертів шляхом проведення аналітичних записок та за допомогою штучної нейронної мережі. В створеній нейромережі є три шари. Перший шар складається із 10 нейронів – рецепторів, або нейронів вхідних даних. Другий шар нейронів є внутрішній. Третій шар нейронів є вихідний, в ньому є лише 2 нейрони. Вхідною інформацією для алгоритму є кількість виграних матчів з останніх 10; кількість виграних матчів перед даною зустріччю (вінстрік); рейтинг команди; стабільність складу (час незмінності складу команди); середній показник програшів даної команди. Відповіддю є 1 або 2 (перемога конкретної команди).

**Результати.** Для досягнення результату проведений аналіз відповідної літератури з інформацією про основні види колективного прогнозування. Розроблено дерево мети, і проведено систематичний аналіз предметної області. Застосовано метод інтерв'ю з експертами. Інтернет-ресурси реалізовані за CMS Drupal. Проаналізовані основні методи колективного прогнозування. Проведений систематичний аналіз об'єкта дослідження і предмета, цілей, побудованих дерев, визначено проблему і побудовано UML-діаграми. Проаналізовано застосування методу інтерв'ю з експертами. Реалізовано веб-сайт з CMS Drupal і мови програмування PHP.

**Висновки.** На основі розробленого алгоритму розрахунку прогнозів та навчання нейромереж реалізовано незалежний від людського фактору процес прогнозування матчів в кібер-спорті. Наявність такої системи значно спростить пошук прогнозів на кібер-спортивні матчі та дасть можливість кожному бажаючому прийняти участь у прогнозуванні матчів. Система дає новий поштовх до вирішення проблеми прогнозування результатів не лише у кібер-спорті, а і у спорті взагалі.

**Ключові слова:** кіберспорт, інформаційна система.

### НОМЕНКЛАТУРА

ІС – інформаційна система;

ПО – предметна область;

ШНМ – штучні нейронні мережі;

БНМ – біологічних нейронних мереж;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

$S$  – система прогнозування кібер-матчів;

$X$  – вхідні дані ІС з різних достовірних джерел-сайтів (наприклад, історія ігор команд та учасників команд в інших змаганнях);

$C$  – внутрішній контент системи, набутий під час її функціонування;

$N$  – штучна нейронна мережа;

$T$  – часовий проміжок аналізу діяльності команди;

$E$  – експертна оцінка;

$Q$  – запити від користувачів ІС;

$U$  – обмеження на аналіз даних для прогнозування;

$Y$  – вихідні дані ІС як результат прогнозування;

$\phi$  – функція збору даних для прогнозування;

$\varphi$  – функція навчання ШНМ;

$\theta$  – функція прогнозування результатів матчів;

$N_n$  – кількість користувачів, що прийняли участь у голосуванні;

$K_i$  – кількість користувачів, що проголосували за  $i$ -ту команду.

### ВСТУП

Відеоігри з'явилися нещодавно та темпи їх еволюції вражає: від простеньких дитячих іграшок на автоматах з піксельною графікою до комп'ютерних ігор у вигляді інтерактивного кіно (спецефекти, озвучки від акторів і моделі для лицьової анімації). Еволюція ігор відбулась як через технологічні вдосконалення, так завдяки появі Інтернет вони стали багатокористувацькими. Вперше кіберспортивні риси та змагання по мережі з'явилися в Quake: Arena, Starcraft. Ігри захоплювали не графікою, а відмінним динамічним геймплеєм, вимагали від гравців нелюдської реакції і багатьох годин тренувань. Online змаганнями не обмежувалися, люди почали збиратися на LAN-турніри в Інтернет-клубах [1]. Активно кіберспорт почав розвиватись на протязі останніх 5–10 рр із-за доступності Інтернет.

Стрімкий розвиток кіберспорту значно вплинув на ігрову індустрію [1]. Розробники випускають ігри, в яких гравці об'єднуються в команди і змагаються між собою.

Виникли турніри, професійні команди, і фанати. Виникла потреба прогнозування переможця. Зазвичай процес прогнозування покладаний на вузьке коло так званих експертів з цього питання – букмекерів або людей, які постійно спостерегають за ходом гри на конкретному інформаційному ресурсі. На ІС інформаційного ресурсу кіберспорту покладені лише функції фіксації статистики матчів та ігор. Це унеможливило взяти участь в успішному прогнозуванні результатів матчів для простих спостерігачів змагань в кіберспорті. Метою виконання роботи є проєктування моделі системи колективного прогнозування результатів ігор у кібер-спорті з використанням сучасної технології нейропрогнозування.

## 1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Застосування методу нейромережного прогнозування на основі аналізу статистики попередніх результатів матчів та рівня професійності команд та ігорів значно спрощує процес отримання успішного прогнозу для простих спостерігачів змагань в кіберспорті. Завданням є розроблення загальної архітектури ІС для спільного користувацького прогнозування результатів кіберспортивних матчів та самостійного опрацювання інформації і видачі власного прогнозу. ІС має навчатися на основі зібраної статистики змагань на протязі певного періоду часу з врахуванням учасників змагань та їх профілів.

Формальною моделлю системи прогнозування кіберматчів є кортеж

$$S = \langle X, C, N, T, E, Q, U, Y, \phi, \theta \rangle.$$

До основних задач ІС належать наступні: облік та аналіз всіх минулих/майбутніх ігор; облік та аналіз характеристик/результатів всіх команд; надання можливості користувачу персонально робити прогноз на кожен матч; визначення шансу на виграш команди на основі даних за попередні матчі. Якщо з першими трьома задачами успішно справляються більшість ІС прогнозування матчів у кіберспорті, то з останньою задачею виникають певні складнощі із-за того, що простий користувач ІС має залежати від думки експертів – окремих букмекерів, тобто від людського фактору. Автоматичне прогнозування результатів матчів та можливість системи навчатися на протязі певного періоду часу сприятиме покращенню результатів прогнозування та вносить елемент незалежності прогнозування від людини.

Вхідні дані з різних джерел  $X$  (стабільність складу команди), внутрішній контент ІС  $C$  (наприклад, історія ігор на цьому сайті, зміна учасників команди, активність команди тощо), експертні оцінки  $E$  (рейтинг команд, середній показник програшів даної команди) та обмеження на прогнозування  $U$  (наприклад, аналіз лише останніх 10 матчів) за певний проміжок часу  $T$  (наприклад, матчі лише за останній рік або час незмінності складу команди) формують підґрунтя для процесу прогнозування штучною нейронною мережею  $N$

$$Y = \theta \circ \phi \circ \phi,$$

де  $C = \phi(X, T, E, U)$ ,  $N = \phi(C, T, U)$  та  $Y = \theta(Q, N, T, U)$ . Відповіддю є 1 або 2 (перемога конкретної команди).

## 2 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Методи прогнозування – це різноманітні прийоми і способи мислення, що дають змогу на основі аналізу ретроспективних даних, екзогенних і ендогенних зв'язків об'єкта прогнозування, а також їхніх змін у межах розглянутого явища і процесу, вивести твердження певної вірогідності відносно майбутнього розвитку об'єкта [2]. Відомо більше за 150 методів і прийомів у прогнозуванні. Кожен метод має особливості залежно від мети його використання і рівня проведених досліджень. Вибір методів прогнозування здійснюється відповідно до характеру об'єкта і вимог, які висуваються до інформаційного забезпечення [2–5]. Для спільного користувацького прогнозування результатів кіберспортивних матчів достатньо використовувати інтуїтивні методи прогнозування. Вони дають змогу отримати прогнозу оцінку стану розвитку об'єкта в майбутньому незалежно від інформаційної забезпеченості. Будеться раціональна процедура інтуїтивно-логічного мислення людини в поєднанні з кількісними методами оцінки й опрацювання отриманих результатів. Узагальнена думка експертів та їх експертиза є вирішенням проблеми [2].

Процес експертної оцінки включає такі напрями: формування експертної групи; підготовку і проведення експертизи; статистичне опрацювання отриманих результатів опитування [3, 5]. Етапи проведення експертних оцінок: постановка проблеми; відбір експерта; опитування експерта; опрацювання експертних оцінок. Методи експертних оцінок поділяють: за кількістю експертів: індивідуальні та колективні; за технологією опрацювання інформації: прямі і експертні методи зі зворотним зв'язком; за технологією отримання прогнозу оцінки [5]. Процес експертної оцінки краще реалізувати через штучні нейронні мережі. Це математичні моделі, а також їх програмні або апаратні реалізації, побудовані за принципом організації й функціонування біологічних нейронних мереж – мереж нервових кліток живого організму. ШНМ не програмують у звичному розумінні цього слова, вони навчаються. Можливість навчання – одне з головних переваг нейронних мереж перед традиційними алгоритмами [6–7]. Задачі, які вирішують ШНМ, зводяться до апроксимації багатовимірних функцій, тобто побудови відображення  $F: x \rightarrow y$  [7]. Якщо розглядати ШНМ як деяке середовище для опрацювання інформації, тоді її можна задати шляхом визначення елементів даного середовища та правил їх взаємодії. В цьому випадку ШНМ є структурою, яка складається з великої кількості процесорних елементів, кожен з яких має локальну пам'ять і може взаємодіяти з іншими процесорними елементами за допомогою комунікаційних каналів з метою передачі даних, що можуть бути інтерпретовані довільним чином. Процесорні елементи незалежно в часі опрацьовують локальні дані, що поступають до них через вхідні канали. Зміна параметрів алгоритмів такої опрацювання залежить тільки від характеристик даних. ШНМ – обчислювальні парадигми, які реалізують спрощені моделі БНМ (локальні ансамблі нейронів, об'єднані синаптичними зв'язками; сукупність ансамблів формує мозок із різноманітними функціональними можливостями).

### 3 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Оскільки на даний момент кіберспорт почав швидко розвиватись, то з'явилась потреба в ресурсі, де фанати зможуть робити прогнози майбутніх матчів та дізнатись результати минулих. Наявність ІС колективного прогнозування результатів ігор у кібер-спорті дає можливість користувачеві отримати доступ до необхідної інформації використовуючи один ресурс. Користувач може переглянути результати минулих матчів, подивитись оцінку шансів на виграш кожної з команд на майбутніх матчах та самому зробити прогноз на ту чи іншу команду. Призначенням такої системи є збір оціночних тверджень користувачів відносно кожного матчу та інтелектуальне прогнозування результату даного матчу, також система порівнює прогноз із результатом і може визначити відсоток матчів, які були спрогнозовані користувачами правильно. ІС колективного прогнозування результатів ігор у кібер-спорті повинна розв'язувати такі задачі: реалізація методу прогнозування на основі збору голосів користувачів; визначення ефективності методу (порівняння прогнозу з реальними результатами); швидкий та зручний пошук інформації (результатів попередніх ігор).

Необхідність створення такої системи викликана відсутністю на даний момент реалізованого аналогу, який би об'єднував в собі результати і прогнози не з якоїсь певної гри, а з декількох; а також тим, що аналоги є платними. Інтуїтивні методи прогнозування – це методи вирішення проблеми за допомогою інтуїції, досвіду та думки експертів-учасників даних методів. Метод експертних оцінок оснований на проведенні інтуїтивного та логічного аналізу проблеми з кількісною оцінкою і опрацюванням результатів. Після цього узагальнена думка експертів вважається рішенням даної проблеми. Використання інтуїції, логічного мислення та кількісних оцінок з формального опрацювання дозволяє одержати ефективне вирішення проблеми. Особливостями методу експертних оцінок є, по-перше, обґрунтована організація проведення всіх етапів експертизи забезпечує найбільшу ефективність роботи на кожному з етапів; по-друге, застосування кількісних методів як при організації експертизи, так і при оцінці суджень експертів і формальній груповому опрацюванні результатів. Найбільш часто ці методи використовують при розгляді соціально-економічних проблем, де неможливо виробити формалізовану прогностичну модель [4–5, 8–10]. Метод експертних оцінок проводять трьома методами як інтерв'ю, аналітичні записки або написання сценарію. Проблема вирішено методом опитування експертів шляхом проведення аналітичних записок та за допомогою ШНМ. Етапи застосування методу колективних експертних оцінок:

- формування експертної групи (відбір експертів проводиться з використанням методів самооцінки, методи взаємної оцінки, по минулому досвіду);
- визначення компетентності експертів;
- оцінка показності або репрезентативності групи;
- отримання індивідуальних суджень експертів по заданій проблемі;

- узагальнення думок про відносну важливість задачної проблеми експертами;
- оцінка ступеня узгодженості експертів з урахуванням коефіцієнта варіації;
- побудова гістограми розподілу думок експертів;
- формулювання плану прогнозу.

Технологія узагальнення оцінок залежить від виду оцінок, кількості даних оцінок. Якщо прогнозом є число, то може використовуватися середнє значення. Якщо відповіді експертів різні, то використовується теорія ігор. Якщо оцінка експертів давалася у вигляді рангів, то в процесі узагальнення визначається сума рангів й узгодженість оцінок за допомогою коефіцієнта конкордації; Спірмана або Кендела. Про достовірність групових експертних оцінок зазвичай судять по їх узгодженості. При проведенні експертних опитувань, як правило, отримують оцінки декількох об'єктів. Визначити узгодженість оцінок, які даються різними експертами, можна за допомогою непараметричного двохфакторного дисперсійного аналізу. При виконанні аналізу, в якості першого чинника розглядаються експерти, в якості іншого чинника – об'єкти, які оцінюються експертами. Рівні першого фактора – це різні експерти, а рівні другого чинника – різні об'єкти.

Узгодженість оцінок експертів визначається за відсутності впливу фактора, пов'язаного з експертами. У поширених статистичних пакетах для цього використовують критерій Фрідмана (Friedman) і, якщо є можливість ранжувати експертів за величиною оцінок, то критерій Пейджа (Page). Зазвичай, тестується гіпотеза «є відмінності між середніми значеннями оцінок деяких експертів» з оцінкою рівня значущості гіпотези. Якщо рівень значимості гіпотези не перевищує 5 або 10%, то можна вважати, що оцінки експертів узгоджені і достовірні. Колективна думка експертної групи може бути виражене у формах: кількісних оцінок у фізичних одиницях виміру або у вигляді відношення; бальних оцінок; попарних порівнянь; угруповань (сортування) [5]. Реалізація методу опитування експертів полягає в голосуванні кожного користувача (який вважається експертом) із  $N_n$ .

Алгоритм працює наступним чином (рис. 1 а):

Крок 1. Всі бажанчі користувачі із  $N_n$  роблять прогноз на даний матч.

Крок 2. Розрахунок сумарної кількості голосів та за кожну з команд з врахуванням  $K_r$ .

Крок 3. На основі голосів здійснюють прогнозування шансу на перемогу кожної з команд у відсотках. Результатом є шанс на перемогу кожної з команд у даному матчі.

В створеній ШНМ є три шари (рис. 1б). Перший шар складається із 10 нейронів – рецепторів, або нейронів вхідних даних. Другий шар нейронів є внутрішній. Третій шар нейронів є вихідний, в ньому є лише 2 нейрони. Вхідною інформацією для алгоритму є кількість виграних матчів з останніх 10; кількість виграних матчів перед даною зустріччю (вінстрік); рейтинг команди; стабільність складу (час незмінності складу команди); середній показник програшів даної команди. Відповіддю є 1 або 2 (перемога конкретної команди).

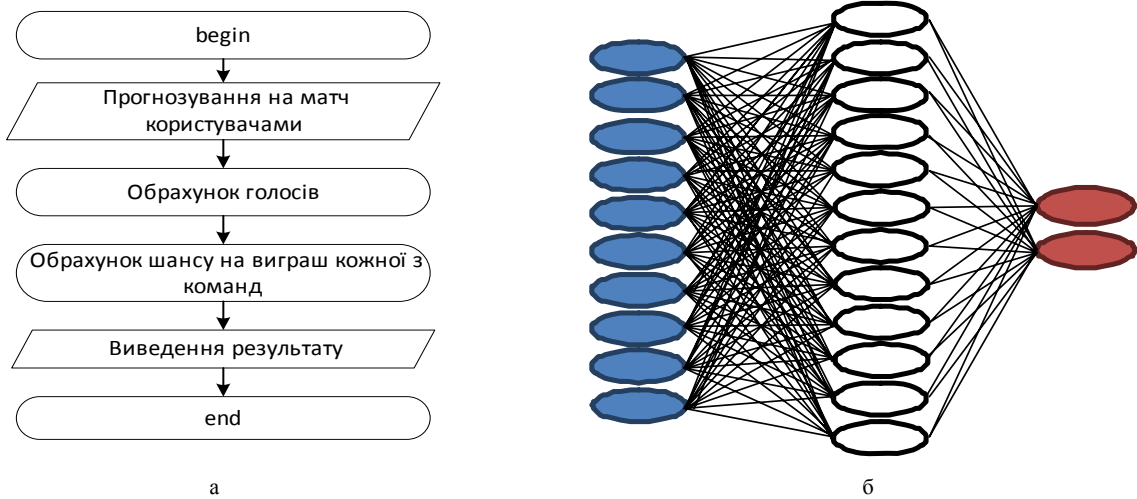


Рисунок 1 – Прогнозування:  
а – алгоритм обрахунку прогнозів; б – схема нейронної мережі

**4 ЕКСПЕРИМЕНТИ**

Для створення ШНМ використано бібліотеку Fast Artificial Neural Network Library (FANN). Діаграма варіантів використання описує функціональне застосування ІС колективного прогнозування матчів у кіберспорті (рис. 2) [1, 8–10].

Користувачу для прогнозування потрібно пройти автентифікацію. Тоді він може переглянути результати по-

передніх ігор, які його цікавлять. Користувач може подивитись результати прогнозів інших користувачів на даний матч. Після прогнозування результат заноситься в базу даних і об'єднується з іншими прогнозами на даний матч (рис. 3а).

Для отримання результату обрахунку прогнозу користувач повинен завантажити ІС з веб-сайту, ввести потрібні дані про команди, після чого програма видає

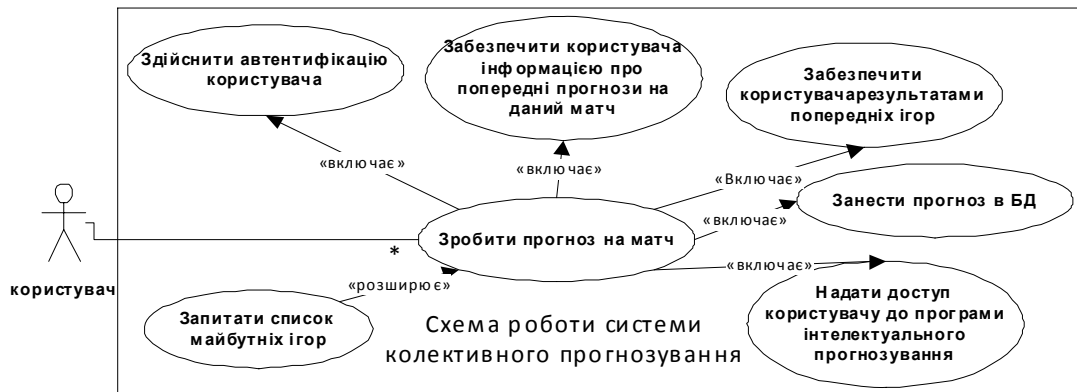


Рисунок 2 – Діаграма варіантів використання ІС прогнозування матчів у кіберспорті

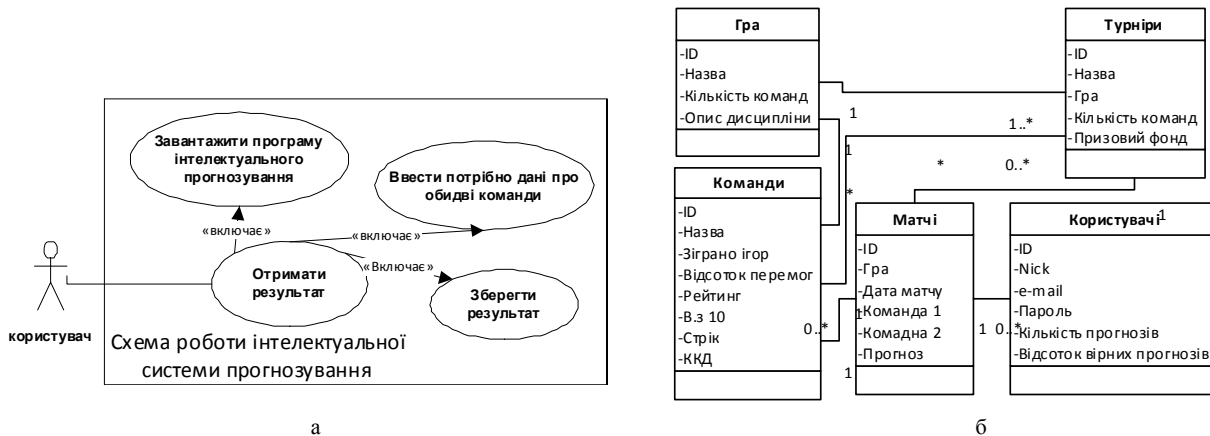


Рисунок 3 – Діаграма ІС:  
а – варіантів використання; б – класів

результат, який можна зберегти в текстовий файл. Діаграма класів ІС прогнозу результатів матчів наведена на рис. 3б. Діаграма на рис. 4а демонструє процес роботи ІС починаючи від перевірки наявності доступу до сайту, де розміщена система, до виводу результату користувачеві.

– З'єднання з сайтом. Користувач повинен залогінитись на сайті; якщо він ще не зареєстрований, то він проходить реєстрацію.

– Користувач має обрати одну з 3-х вкладок – прогнозування майбутніх матчів, перегляд результатів минулих або завантажити програму прогнозування.

– Якщо користувач завантажив програму інтелектуального прогнозування, то йому потрібно ввести вхідні дані обох команд.

– Якщо користувач вибрав один з інших варіантів, то він обирає дисципліну, в рамках якої проходить матч, що його цікавить.

– Потім користувач повинен обрати турнір, в рамках якого проходить матч.

– Якщо користувач обрав прогноз, то після вибору потрібного йому матчу він може зробити свій прогноз на даний матч.

– В кінцевому результаті користувач отримує результат прогнозування свого, колективного або інтелектуального.

ІС складається з наступних частин: команди (рис. 4б), опитування (рис. 4в), ігри, програма інтелектуального прогнозування. Вид сторінок опитування включає в себе сторінки, на яких власне проводиться прогнозування результатів матчів, для реалізації цього компоненту в системі використовується модуль Drupal Advanced Poll.

Структура сутності «Опитування» складається з таких полів (рис. 4а): Poll name – власне назва сторінки з даним опитуванням; гра – гра (дисципліна) з якої проводиться даний матч; дата проведення матчу; опис – короткий опис матчу, турнір в рамках якого проводиться матч, стадія; команда 1; команда 2. Вид сторінки команди включає загальну сторінку з переліком команд, та персональну сторінку кожної команди з детальною інформацією про неї. Адміністратор може в будь-який час додати нову команду, якщо в цьому є потреба.

На рис. 5 подана діаграма компонентів ІС прогнозування результатів ігор у кіберспорті. ІС працює з базою даних за допомогою інтерфейсу «IDialog». ІС використовує модулі, такі як User\_Api, Advanced Poll, View reference, CK\_Editor. ІС використовує три бібліотеки: fann (Fast Artificial Neural Network Library), fannj (додаткова бібліотка для роботи з fann), та бібліотеку jna (Java Native Acces).

Вид сторінок «ігри» включає в себе 3 сторінки, на яких знаходяться всі прогнози по минулих чи майбутніх матчах з трьох дисциплін (ігор), та короткий опис даної гри. На рис. 6а наведено приклад однієї з таких сторінок. ІС створена на основі ШНМ і «навчена» за допомогою даних про попередні матчі між командами. Для створення ШНМ завантажують три бібліотеки: libfan, fannj та jna. З таблиці навчання створеної в третьому розділі створюється файл, який буде мати в собі набір тих самих «уроків» (рис 6б). Тепер створимо ШНМ, «навчимо» її, та збережемо в файл (рис. 7). ШНМ складається із шарів (layer) нейронів, в першому шарі у нас 10 нейронів: виграє з 10 останніх матчів першої команди; виграшний

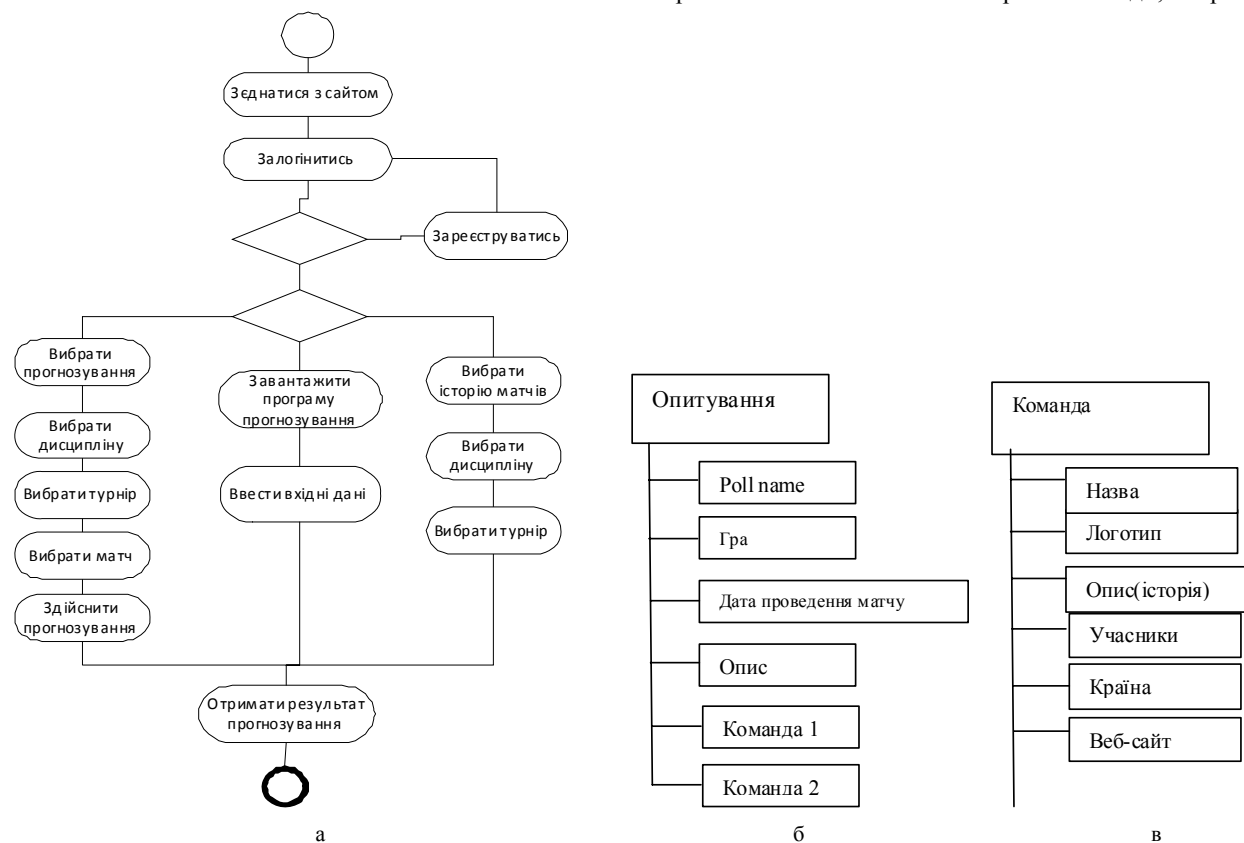


Рисунок 4 – Структура сутності ІС:  
 а – діаграма діяльності; б – структура сутності «Опитування»; та в – «Команда»

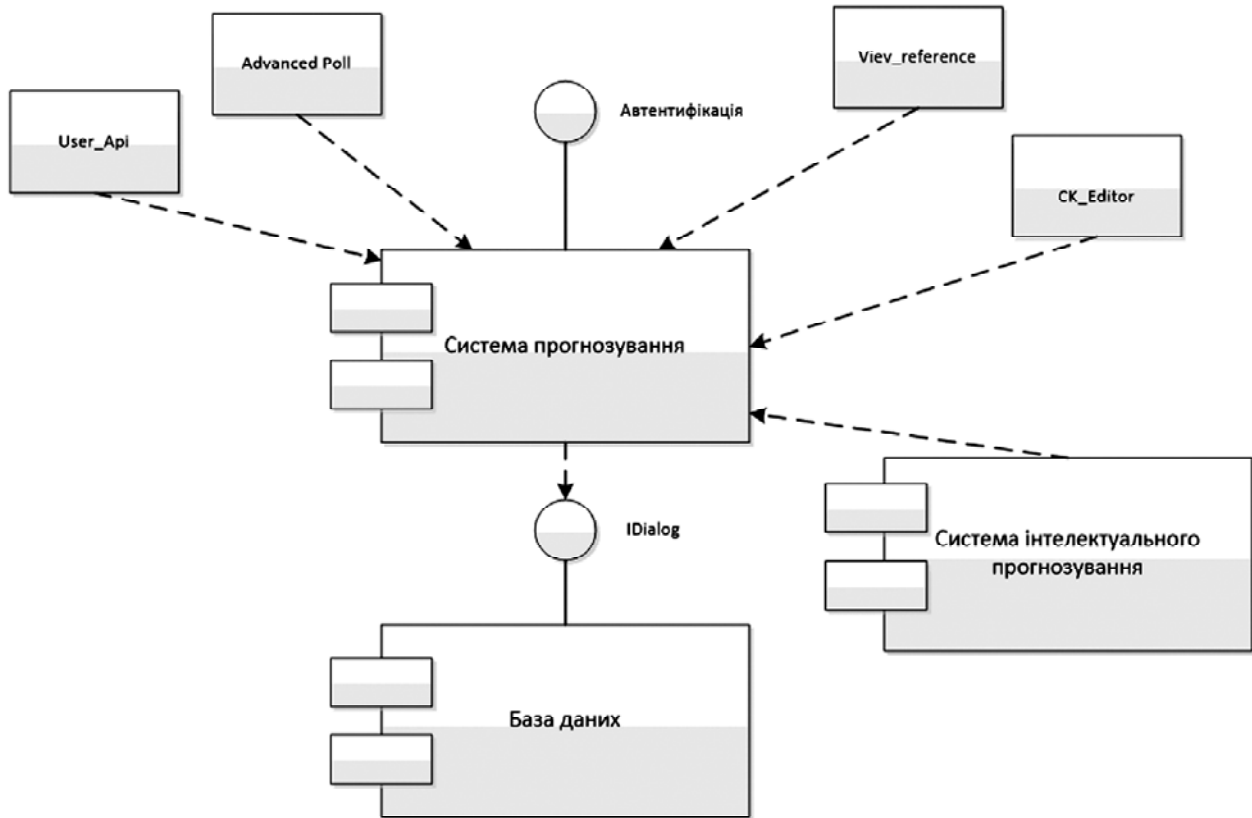
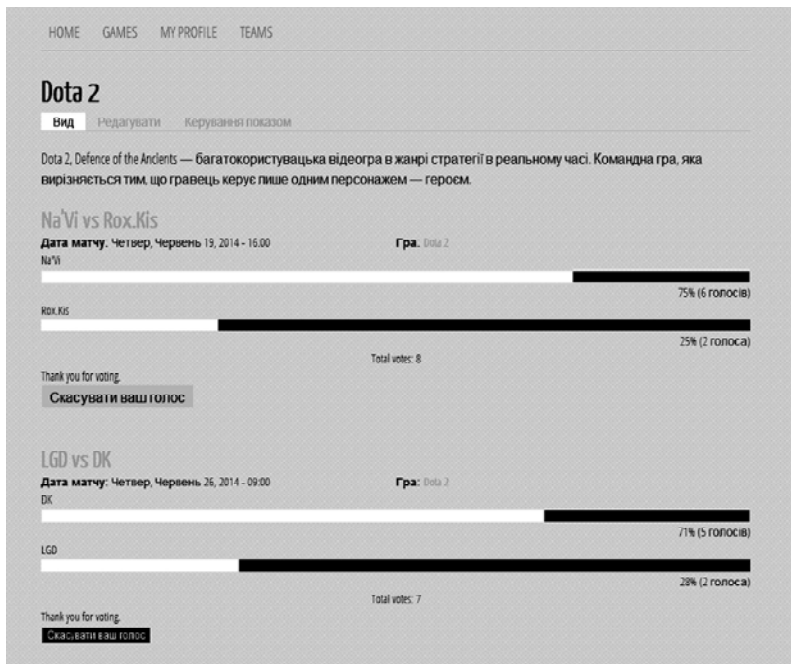
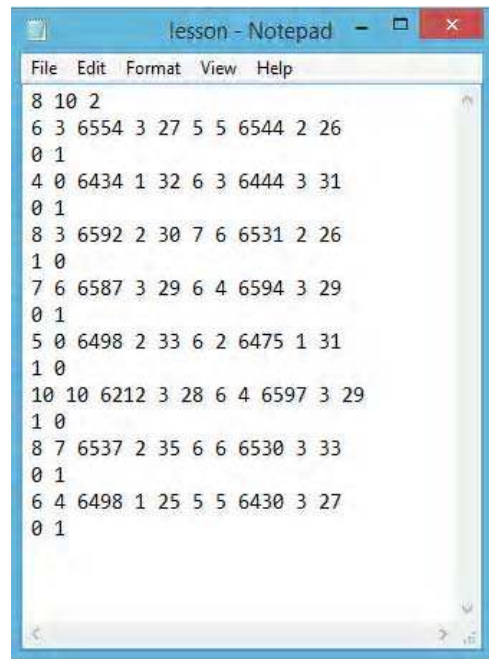


Рисунок 5 – Діаграма компонентів



а



б

Рисунок 6 – Дані для навчання:  
а – сторінка гри з прогнозами на матчі; б – набір «уроків» для ШНМ

стрік першої команди; рейтинг першої команди; стабільність складу першої команди; ККД першої команди (на прикладі атакуючого удару); виграно з 10 останніх матчів другої команди; виграшний стрік другої команди; рейтинг другої команди; стабільність другої першої команди; ККД другої команди.

В останньому шарі маємо два нейрони, які відповідають першій та другій команді. Об'єкт класу fann – це і є мережа, яка створюється на основі раніше створених шарів. Об'єкт класу trainer інкапсулює алгоритми навчання ШНМ переданої при створенні тренера, після навчання зберігається у файл. Першим етапом реалізації про-

екту є проектування бази даних (БД). Всі сутності будуть подані таблицями в базі даних. Призначення відношень бази даних:

- Гра – Ігри (дисципліни) з якими працює система.
- Атрибути : \_id, Назва, Кількість\_Команд, Опис;
- Матчі – всі минулі і майбутні матчі занесені в систему.
- Атрибути:\_id, Poll\_Name, ID\_Гри, Дата,Команда\_1,Команда\_2,Прогноз;
- Команди – інформація про конкретну команду.
- Атрибути:\_id, Назва, Зіграно\_ігор, віррейт, рейтинг, стрік, ккд,;
- Користувачі – інформація про користувачів.
- Атрибути:\_id, Нікнейм, e-mail, Пароль, Кількість\_прогнозів, Відсоток\_вірних\_прогнозів;
- Турніри:\_id, Назва, Гра, Кількість\_команд, призові.

Система розпізнає 3 види користувачів: незареєстрований користувач, зареєстрований користувач та адміністратор. Незареєстрований користувач вільно пересувається сайтом, проте він не бере участі в прогнозуванні, лише переглядає результати. Зареєстрований користувач також вільно пересувається сайтом, переглядає інформацію про команди, їх попередні та майбутні матчі, приймає участь у прогнозуванні матчів та має доступ до прогнозування. Адміністратор має всі права доступу на сайті, його задача оновлювати дані про команди та додавати нові матчі для прогнозування. Інтерфейс системи є графічний. На кожній зі сторінок користувач в верхньому меню має 4 кнопки: HOME – перехід на головну сторінку; GAMES – перехід на сторінку зі всіма матчами незалежно від дисципліни; MY PROFILE – перехід на сторінку профілю користувача; TEAMS – перехід на сто-

рінку списку команд. На головній сторінці користувачу доступне інтерактивне меню з трьох слайдів: кожен слайд відповідає за одну дисципліну, вони перегортаються автоматично кожні 4 секунди, та користувач при бажанні може перейти на потрібний слайд за допомогою кнопки внизу. На кожному зі слайдів є посилання на сторінку кожної з дисциплін (ігор), де розміщено список всіх матчів з даної дисципліни. На сторінці гри користувач бачить список всіх матчів, і результатів їх прогнозування, в разі якщо користувач не спрогнозував результат матчу, йому пропонується спрогнозувати його (рис. 6а).

Внизу кожної сторінки присутні три форми, в яких користувач може дізнатись про останні додані на сайт матчі, рейтинг команд та перейти на випадковий матч і переглянути результат його прогнозування, або спрогнозувати його, якщо ще не зробив (рис. 8а).

Сторінка Games містить останні додані матчі незалежно від дисципліни (рис. 8б), користувач може перейти з цієї сторінки на сторінку матчу (рис. 6а), який його цікавить і проголосувати, чи подивитись результати голосування.

## 5 РЕЗУЛЬТАТИ

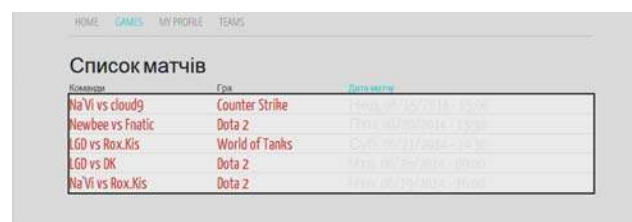
ІС прогнозування результатів матчів (рис. 9) має досить простий інтерфейс: користувачеві достатньо ввести дані обох команд і натиснути кнопку, після чого програма показує, яка команда на її думку переможе. Перевірка показала що програма передбачає правильно близько 70% матчів (13 із 19). Вхідними даними є: голоси, які користувач віддає певним командам по кожному з матчів; дані команд суперників. Результатами роботи системи є: шанс перемоги кожної з команд, по даному матчу об'єднаний колективно; переможець зустрічі визначений інтелектуальною складовою системи.

```
public static void main(String[] args){
    //Спочатку створюємо шари
    List<Layer> layerList = new ArrayList<Layer>();
    layerList.add(Layer.create(10, ActivationFunction.FANN_SIGMOID_SYMMETRIC, 0.01f));
    layerList.add(Layer.create(13, ActivationFunction.FANN_SIGMOID_SYMMETRIC, 0.01f));
    layerList.add(Layer.create(2, ActivationFunction.FANN_SIGMOID_SYMMETRIC, 0.01f));
    Fann fann = new Fann(layerList);
    //Створюємо тренера і визначаємо алгоритм навчання
    Trainer trainer = new Trainer(fann);
    trainer.setTrainingAlgorithm(TrainingAlgorithm.FANN_TRAIN_RPROP);
    /* Проводимо навчання мережі, з максимальною кількістю циклів 100000, показуємо звіт
    кожному 100у ітерацію і досягаємо похибку менше 0.0001 */
    trainer.train(new File("lesson.data").getAbsolutePath(), 100000, 100, 0.0001f);
    fann.save("ann"); }
}
```

Рисунок 7 – Створення та навчання ШНМ



а



б

Рисунок 8 – Форма:

а – внизу кожної зі сторінок; б – сторінки всіх матчів

Наприклад, користувач, який хоче спрогнозувати матч з дисципліни Dota 2, переходить на сторінку прогнозування (рис. 10а). Перебуваючи на даній сторінці користувач робить свої прогнози відносно майбутніх матчів, також він може перейти на персональну сторінку кожного з матчів (рис. 10б). Під кнопкою проголосувати користувач може побачити короткий опис матчу, тобто турнір в рамках якого проводиться даний матч, та стадія турніру. Вигляд сторінки після голосування (рис 10в).

Якщо користувач бажає отримати прогноз за допомогою програми інтелектуального прогнозування, він повинен завантажити програму з головної сторінки сайту, запустити програму і ввести дані обох команд. Після вводу користувач натискає кнопку «Порахувати» і отримує результат яка ж команда повинна перемогти (рис. 9). Створена ІС на основі отриманих даних вирішує, яка з команд переможе у матчі. Для цього використано ШНМ (табл. 1). ІС відомі такі дані: кількість перемог з останніх 10 матчів; кількість перемог безпосередньо перед матчем (стрік); рейтинг команди (унікальний); стабільність складу команди; середній показник програшів. В створеній ШНМ є три шари. Перший шар складається із 10 нейронів – рецепторів, або нейронів вхідних даних. Другий шар нейронів є внутрішній. Третій шар нейронів є вихідний, в ньому є лише 2 нейрони (рис. 3б).

### 6 ОГОВОРЕННЯ

Змагання з кіберспорту, у тому числі і міжнародні, проводяться по всьому світі. Найзначнішим з них є турнір world Cyber Games, організований подібно до олімпійських ігор. Існує багато букмекерських ресурсів з прогнозуванням результатів матчів, але вони всі орієнтовані на прийом грошових ставок, їхні прогнози базуються на

думці окремих букмекерів [1]. Існує багато порталів для перегляду подій зі світу кіберспорту, можливостями проведення ставок та публікування прогнозів на кіберспорт від експертів, наприклад:

1. [http://cyber.sports.ru/;](http://cyber.sports.ru/)
2. [https://r3.cybbet.com/;](https://r3.cybbet.com/)
3. [http://bookmakerclub.com/articles\\_stavki\\_na\\_kibersport;](http://bookmakerclub.com/articles_stavki_na_kibersport;)
4. [https://bookmaker-ratings.com.ua/tip/sport-types/tip-prognozy-na-kiber-sport/.](https://bookmaker-ratings.com.ua/tip/sport-types/tip-prognozy-na-kiber-sport/)

Але не існує як загального алгоритму проведення ефективних прогнозів в кіберспорті автоматично. Зазвичай прогнози роблять певне коло фахівців цієї сфери. Крім того, не існує загальної архітектури для систем прогнозування матчів у кіберспоті. Авторами розроблено та описано в роботі загальну архітектуру для систем прогнозування матчів у кіберспоті, в якій реалізовано розроблений авторами алгоритму проведення ефективних прогнозів матчів.

Спроектвана ІС спрямована на задоволення потреб фанатів кіберспортивних ігор для відслідковування матчів. Кіберспорт розвивається дуже активно. Це викликає великий попит на кіберспортивний контент. Прогнозування результатів ігор є невід’ємною частиною цього контенту. Дана ІС орієнтована в на пересічних гравців і фанів кіберспорту. Подібних ІС майже немає. Одна з них egamingbets.com є подібною на розроблювану ІС, але вона орієнтована не на прогнозування результатів кіберспортивних матчів, а на виконання ставок на переможців цих ігор. Мінусом даної системи є також непрактичний інтерфейс, який важко зрозуміти новому користувачу, також відсутнє сортування ігор по даті, що є дуже зруч-

	В. з 10	Стрік	Рейтинг	Склад	ККД
Команда 1	6	3	6554	3	68
Команда 2	5	5	6544	2	66

**Порахувати**

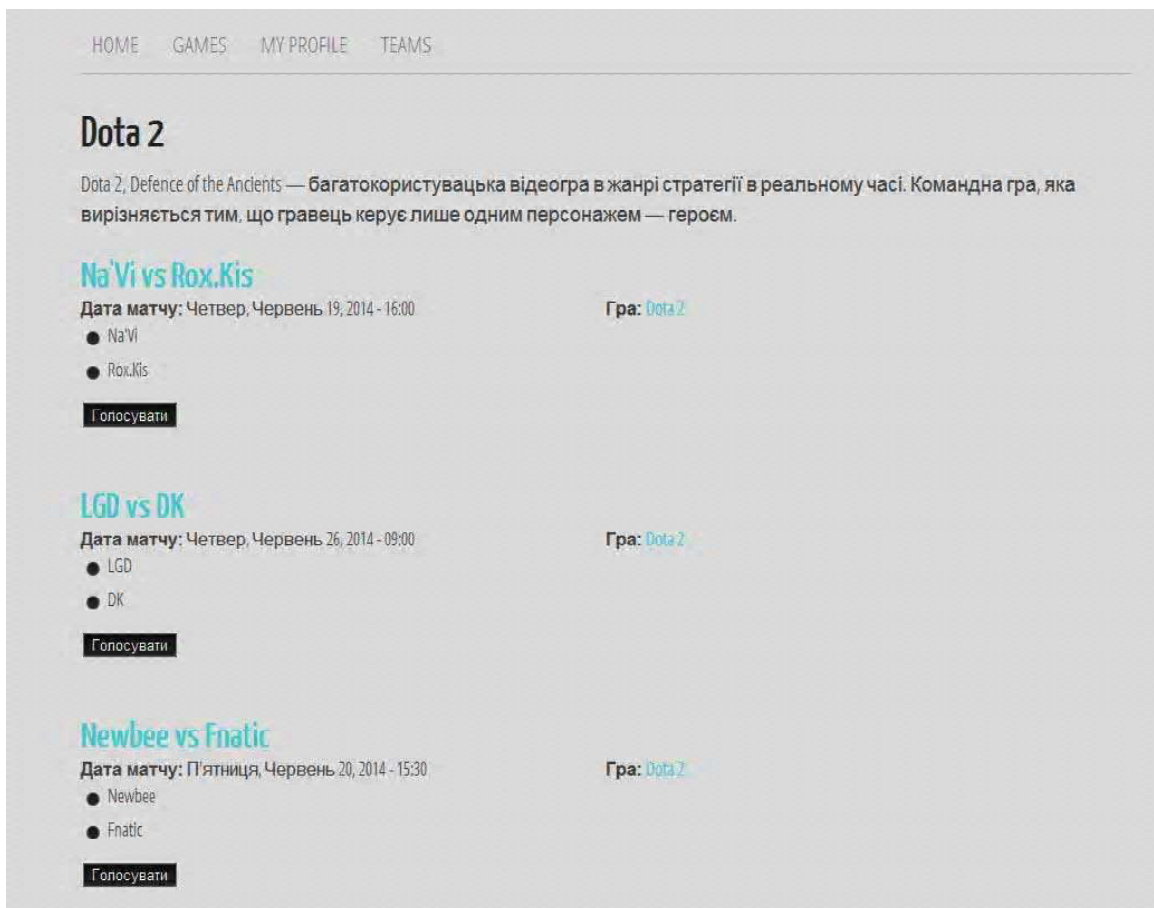
Переможе команда №

Рисунок 9 – Вікно прогнозування

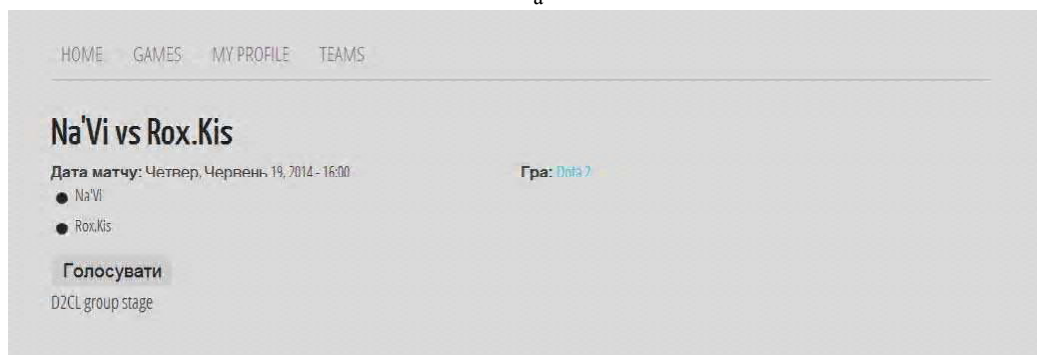
Таблиця 1 – Урок для нейронної мережі

Команда 1					Команда 2					Переможець
В.з10	Стрік	Рейтинг	Склад	ККД	В.з10	Стрік	Рейтинг	Склад	ККД	
6	3	6554	3	68	5	5	6544	2	66	2
4	0	6234	1	63	6	3	6444	3	74	2
8	3	6592	2	87	7	6	6531	2	58	1
7	6	6587	3	68	6	4	6594	3	63	2
5	0	6498	2	74	6	2	6475	1	74	1
10	10	6612	3	59	6	4	6597	3	55	1
8	7	6537	2	66	6	6	6530	3	86	2
6	4	6498	1	71	5	5	6430	3	90	2

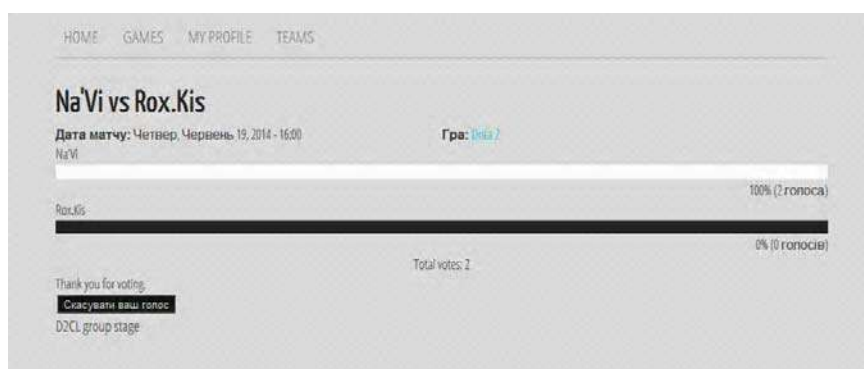




а



б



в

Рисунок 10 – Сторінка:  
а – матчів; б – прогнозування; в – результатів прогнозування з гри

ною функцією. Значною перевагою даної системи також є те, що вона орієнтована на роботу не з однією грою а декількома такими як: Dota2; World of Tanks; Counter-Strike:GO. Список модулів CMS Drupal, які використовувались при розробці системи.

### ВИСНОВКИ

В статті вирішено завдання розроблення загальної архітектури системи колективного прогнозування результатів ігор у кібер-спорті з використанням сучасної технології нейропрогнозування. Під час дослідження спроектовано, розроблено та апробовано функціонування такої системи.

Наукова новизна полягає у реалізації методу колективного прогнозування результатів ігор у кібер-спорті на основі розробленого алгоритму розрахунку прогнозів та навчання ШНМ. Реалізація такого методу підтримує незалежний від людського фактору процес прогнозування матчів в кібер-спорті.

Практична цінність розробленої ІС полягає у значному спрощенні пошуку прогнозів на кібер-спортивні матчі та дає можливість кожному бажаючому прийняти участь у прогнозуванні матчів. Система не є унікальною, проте вона може дати новий поштовх до вирішення проблеми прогнозування результатів не лише у кібер-спорті, а і у спорті взагалі. Також перевагою даної системи є те, що вона безкоштовна, в той час, як за букмекерські прогнози зазвичай треба платити.

Перспективи подальших досліджень полягає у вдосконаленні алгоритму прогнозування кібер-матчів та методу навчання розробленої ШНМ на основі зібраних статистичних даних функціонування цієї ІС.

### ПОДЯКИ

У статті розв'язана науково-практична задача прогнозування матчів у кіберспоті. Роботу виконано в рамках спільних наукових досліджень кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка» на тему «Дослідження, розроблення і впровадження інтелектуальних розподілених інформаційних технологій та систем на основі ресурсів баз даних, сховищ даних, просторів даних та знань з метою прискорен-

ня процесів формування сучасного інформаційного суспільства», а також Військово-дипломатичної академії імені Євгена Березняка. Наукові дослідження проводилися також в рамках ініціативної тематики досліджень кафедри ІСМ Національного університету «Львівська політехніка» на тему «Розроблення інтелектуальних розподілених систем на основі онтологічного підходу з метою інтеграції інформаційних ресурсів».

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Берко А. Ю. Системи електронної контент-комерції: монографія / А. Ю. Берко, В. А. Висоцька, В. В. Пасічник. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2009. – 612 с.
2. Гаркуша Н. М. Моделі і методи прийняття рішень в аналізі та аудиті / Н. М. Гаркуша. – Х. : Знання, 2011. – 364 с.
3. Завгородня Т. Методи колективних експертних оцінок [Електронний ресурс] / Т. Завгородня. – Режим доступу : [http://lubbook.net/book\\_251\\_glava\\_9\\_Tema\\_5\\_Metodi\\_kolektivnikhe.html](http://lubbook.net/book_251_glava_9_Tema_5_Metodi_kolektivnikhe.html).
4. Сазанов В. Г. Прогнозирование и планирование в условиях рынка / В. Г. Сазанов. – Владивосток : ТИДОТ ДВГУ, 2001. – 267 с.
5. Мамолов К. О. Методы экспертных оценок в планировании и прогнозировании / К. О. Мамолов. – Санкт-Петербург : ВНИИМП, 1999. – 289 с.
6. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника / Ф. Уоссерман. – М. : Мир, 1992. – 183 с.
7. Новаторський М. А. Штучні нейронні мережі : обчислення / М. А. Новаторський, Б. Б. Нестеренко. – К. : Ін-т математики НАН України, 2004. – 408 с.
8. Математична лінгвістика / [В. Висоцька, В. Пасічник, Ю. Щербина, Т. Шестакевич]. – Л. : «Новий Світ-2000», 2012. – 359 с.
9. Methods based on ontologies for information resources processing : monograph / [Vasyl Lytvyn, Victoria Vysotska, Lyubomyr Chyrun, Dmytro Dosyn]. – Saarbrücken : LAP. – 324 p.
10. Висоцька В. А. Методи і засоби опрацювання інформаційних ресурсів в системах електронної контент-комерції : автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук : 05.13.06 – інформаційні технології / Вікторія Анатоліївна Висоцька ; Національний університет «Львівська політехніка». – Львів, 2014. – 27 с.

Стаття надійшла до редакції 29.01.2017.

Після доробки 21.03.2017.

Коробчинский М. В.<sup>1</sup>, Чирун Л. Б.<sup>2</sup>, Высоцкая В. А.<sup>3</sup>, Ныч Н. А.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Д-р. техн. наук, старший научный сотрудник Военно-дипломатической академии имени Евгения Березняка, Киев, Украина

<sup>2</sup>Ведущий специалист института компьютерных наук и информационных технологий Национального университета «Львовская политехника», Украина

<sup>3</sup>Канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Информационные системы и сети» Национального университета «Львовская политехника», Украина

<sup>4</sup>Магистр кафедры «Информационные системы и сети» Национального университета «Львовская политехника», Украина

### ОСОБЕННОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ МАТЧЕЙ В КИБЕРСПОРТЕ

**Актуальность.** Сейчас актуальны разработки систем прогнозирования матчей в киберспорте, что связано с активным развитием киберспорта. В этой статье реализовано возможность прогнозировать матчи пользователей.

**Цель.** Целью выполнения работы является проектирование модели системы коллективного прогнозирования результатов игр в кибер-спорте с использованием современной технологии нейропрогноирования. Задачей является разработка системы для совместного пользовательского прогнозирования результатов киберспортивных матчей и самостоятельной работы информации и выдачи собственного прогноза. К основным задачам относятся следующие: учет и анализ всех прошлых и будущих игр; учет и анализ характеристик / результатов всех команд; предоставление возможности пользователю персонально делать прогноз на каждый матч; определение шанса на выигрыш команды на основе данных за предыдущие матчи.

**Метод.** Проблема решена методом опроса экспертов путем проведения аналитических записок и с помощью искусственной нейронной сети. В созданной нейросети есть три слоя. Первый слой состоит из 10 нейронов-рецепторов, или нейронов входных данных. Второй слой нейронов является внутренним. Третий слой нейронов является выходным, в нем есть 2 нейроны. Входной

інформацією для алгоритма являється кількість виграних матчів із останніх 10; кількість виграних матчів перед даною зустріччю (вінстрик), рейтинг команди; стабільність складу (час незмінності складу команди), середній показник програної даної команди. Відповіддю є 1 або 2 (перемога конкретної команди).

**Результати.** Для досягнення результату проведено аналіз відповідної літератури з інформацією про основні види колективного прогнозування. Розроблено дерево цілі, і проведено систематичний аналіз предметної області. Застосовано інтерв'ю з експертами. Інтернет-ресурси реалізовані CMS Drupal. Проаналізовані основні методи колективного прогнозування. Проведений систематичний аналіз об'єкта дослідження і предмету, цілей, побудованих дерев'їв, визначені проблеми і побудовано UML-діаграми. Проаналізовано застосування методу інтерв'ю з експертами. Реалізовано сайт з CMS Drupal і мови програмування PHP.

**Висновки.** На основі розробленого алгоритму розрахунок прогнозів і навчання нейронної мережі реалізовані незалежними від людського фактора процес прогнозування матчів у кібер-спорті. Наявність такої системи значно спростить пошук прогнозів на кібер-спортивні матчі і дасть можливість кожному бажаному брати участь у їх прогнозуванні. Система дає новий погляд на рішення проблеми прогнозування результатів не тільки в кібер-спорті, а й в спорті загалом.

**Ключові слова:** кіберспорт, інформаційна система.

Korobchynskiy M. V.<sup>1</sup>, Chyrun L. B.<sup>2</sup>, Vysotska V. A.<sup>3</sup>, Nych M. O.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dr. Sc., Senior Research Fellow of Military-Diplomatic Academy named by Eugene Bereznyak, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Leading Specialist of Information Systems and Networks Department of Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

<sup>3</sup>PhD, Associate Professor, Associate Professor of Information Systems and Networks Department of Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

<sup>4</sup>Master of Information Systems and Networks Department of Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

#### MATCHES PROGNOSTICATION FEATURES AND PERSPECTIVES IN CYBERSPORT

**Context.** The forecasting system fixing in cybersport is relevant at this point, it is connected to an active development cybersport. In this paper the ability to predict matches users is implemented.

**Objective.** The purpose of this work is the system model design of collective predicting outcomes of games results in cyber sport using modern technology of the neuro forecasting. The task is a system development for common user forecasting results of matches cybersport and independent information processing and issuing its own forecast. The main tasks include: all past and future games accounting and analysis; all teams performance / results accounting and analysis; user capabilities to make personal prediction for every match; determining the team winning odds based on previous matches.

**Method.** The problem by the survey of experts by means of analytical reports and using artificial neural network is solved. ANN is established in three layers. The first layer consists of 10 neurons-receptors, neurons of inputs data. The second layer of neurons is inside. The third layer is the source of neurons, it is only 2 neurons. The input data for the algorithm is the number of matches won the last 10; the number of won games before this meeting; team rating; stability of (time invariance of the team); the average of the losing team. The answer is 1 or 2 (the victory of a particular team).

**Results.** To achieve the goals of the relevant literature with information about the main types of collective prediction is reviewed. A tree objectives, and conducted a systematic analysis of the future system is developed. In this paper the method of interviews with experts and implemented it in their system is altered. Online resources implemented with CMS Drupal. The basic methods of collective prediction are described. A systematic analysis of the research object and subject is developed; objectives tree is developed and the problem and constructed UML-diagrams are studied. The method of interviews with experts and the use of this method in the paper are described. The implementation of a web site with CMS Drupal and programming language PHP is showed.

**Conclusions.** Based on the algorithm calculation example and training artificial neural network independent of the human factor in the process of predicting matches cyber sport is implemented. The presence of such system greatly simplifies the search for example cyber sports matches and give everyone the opportunity to take part in predicting matches. This system can give new impetus to the problem of predicting results not only in cyber-sport and sport in general.

**Keywords:** cybersport, prediction, information system.

#### REFERENCES

1. Berko A. YU. Vysotska V. A., Pasichnyk V. V. *Systemy elektronnoyi kontent-komertsiyi: monohrafiya*. L'viv, Vydavnytstvo Natsional'noho universytetu «L'viv's'ka politekhnika», 2009, 612 p.
2. Harkusha N. M. *Modeli i metody pryuynyattya rishen' v analizi ta audyti*. KH, Znannya, 2011, 364 p.
3. Zavgorodnya T. *Metodi kolektivnykh yekspertnykh otsinok [Electronic recourse]*. Access mode : [http://lubbook.net/book\\_251\\_glava\\_9\\_Tema\\_5\\_Metodi\\_kolektivnikhe.html](http://lubbook.net/book_251_glava_9_Tema_5_Metodi_kolektivnikhe.html). The name on the title screen.
4. Sazonov V. G. *Prognozirovaniye i planirovaniye v usloviyakh rynku*. Vladivostok, TIDOT DVGU, 2001, 267 p.
5. Mamolov K. O. *Metody ekspertnykh otsenok v planirovanii i prognozirovanii*. Sankt-Peterburg, VNIIMP, 1999, 289 p.
6. Uossermen F. *Neyrokompyuternaya tekhnika*. Moscow, Mir, 1992, 183 p.
7. Novators'kyi M. A., Nesterenko B. B. *Shtuchni neyronni merezhi: obchyslennya. K. In-t matematyky NAN Ukrayiny*, 2004, 408 p.
8. Pasichnyk V. V., Shcherbyna YU. M., Vysotska V. A., Shestakevych T. V. *Matematychna lingvistyka. [Knyha 1. Kvantytatyvna lingvistyka] : navch. posibnyk, Seriya «Komp'yutynng»*. L'viv : «Novyy svit -2000», 2012, 359 p.
9. Vasylytyn, Victoria Vysotska, Lyubomyr Chyrun, Dmytro Dosyn *Methods based on ontologies for information resources processing : monograph*. Saarbrücken, LAP, 324 p.
10. Vysotska V. A. *Metody i zasoby opratsyuvannya informatsiynykh resursiv v systemakh elektronnoyi kontent-komertsiyi : avtoreferat dysertatsiyi na zdobuttya naukovooho stupenya kandydata tekhnichnykh nauk : 05.13.06 – informatsiyni, Natsional'nyy universytet «L'viv's'ka politekhnika»*. L'viv, 2014, 27 p.