

Л. В. Нечволода,  
К. М. Крикуненко

## ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ЗДІБНОСТЕЙ УЧНІВ СПОРТИВНИХ ШАХОВИХ ШКІЛ

**Анотація.** У статті розглянуто останні наукові дослідження та історичні аспекти гри у шахи, її вплив на інтелектуальний розвиток людини (зокрема, дитини шкільного віку). З точки зору навчально-пізнавальної діяльності гри в шахи можна розглядати як комплекс вправ для людського розуму, спрямований на розвиток розумових здібностей, що використовуються протягом усього життя, таких як концентрація, критичне мислення, абстрактне мислення, вирішення проблем, розпізнавання образів, стратегічне планування, творчий підхід, аналіз, синтез та оцінювання. Перевірка та оцінювання рівня сформованості важливих якостей (діагностика) є достатньо складною, але однією з найважливіших сфер діяльності науковців та педагогів на різних рівнях освіти. Авторами описано сутність методів діагностики здатності до гри у шахи у дітей, виконано аналіз методів оцінювання мотивації дорослих та кластеризації при оцінюванні кількісних показників. Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що діагностичне тестування для визначення здібностей до навчання шахової гри може проводитися з метою з'ясування здатності людини до аналітичного мислення, виявлення рівня інтелектуального розвитку, а також уважності та емоційності. Це можна також розглянути як комплекс психологічних методик, які дають змогу виявити потенціал до навчання гри в шахи та рівень інтелектуальних здібностей. Для аналізу методів діагностики були досліджені методи кластеризації та обрано метод *k*-середніх як математичну базу для подальшої реалізації у вигляді інформаційної системи. Метод *k*-середніх використовується у модифікованому варіанті з додаванням локального пошуку. Цей метод пропонується обрати як основу для розподілу претендентів на навчальні групи у спортивних шахових школах за рівнем володіння грою в шахи чи здатності до неї. Результати експерименту засвідчили високий рівень продуктивності застосування запропонованої інформаційної технології на основі поєднання модифікованого методу *k*-середніх з методами психологічної діагностики розумових здібностей людини, а також ефективність розробленої на цій базі інформаційної системи.

**Ключові слова:** шахи, інтелектуальні здібності, методи діагностики, кластеризація, метод *k*-середніх, структура інтелекту.

**Постановка задачі.** Шахи сьогодні є однією з моделей ділової боротьби, де можливі перемога, поразка або тимчасовий компроміс. Уміння правильно вигравати і програвати, обов'язково вчитися і робити висновки виховує в людині здорове ставлення до поразки і дух цілепокла-

дання. Дослідницькі здібності є одними з найважливіших у спектрі можливостей діяльності мозку. У нашій країні значна увага приділяється розвитку дослідницьких та інтелектуальних здібностей людини. Для розвитку дітей цей напрям теж є важливим. Шаховий спорт тренує головний «м'яз» — мозок, тому дитина, яка грає в шахи, раніше за інших набуває здатності перетворювати

первинні фізичні конфлікти на інтелектуальні. Якщо порівняти когнітивні здібності професійних шахістів та новачків, то знайдуться деякі відмінності. Першим притаманні швидша обробка інформації та менший час реакції, більш розвинені вміння вирішувати нові завдання та здатність адаптуватися до нових ситуацій, зокрема краща короткострокова пам'ять. Що несподівано — у них також більший словниковий запас і краще розуміння прочитаного.

З огляду на популярність шахової гри нині в мережі Інтернет функціонує багато сайтів, на яких можна грати в шахи онлайн або вивчати гру безкоштовно. Утім, питання наукового дослідження цієї сфери, а саме діагностики інтелектуальних здібностей в цілому та здатності до гри у шахи, вимагає подальшого наукового опрацювання та технічного супроводу у вигляді спеціалізованих інформаційних ресурсів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Щоб пам'ятати безліч варіантів партії, аналізувати ситуацію на дошці та коригувати стратегію, професійному шахісту потрібно мислити особливим чином. На дошці він бачить не фігури, а сукупність закономірностей: ланцюги захисту та слабкі місця супротивника. Такого висновку дійшли лауреат Нобелівської премії з економіки 1978 р. Герберт Саймон [1] і когнітивіст, міжнародний майстер з шахів Фернан Гобе. Саймон і Гобе охарактеризували «шахове мислення» як «доступ до пам'яті через розпізнавання ключів», тобто використання шаблонів, заснованих на досвіді [2]. Дослідник з Техаського університету в Сан-Антоніо Меттью Берлан порівнює мислення шахіста з роботою комп'ютера і називає його обчислювальним. Якийсь набір нескладних правил, точки ухвалення рішення та великі дані — його основа. Виходить, що успішний шахіст перш за все має вміння оперувати великими даними та швидко реагувати.

Провідні педагоги та психологи досліджували вплив цієї гри на розвиток дитини, зокрема розробили методологічні підходи до вивчення гри у шахи в школі, визначили провідну роль навчання гри у шахи для психічного розвитку дитини та здатності діяти подумки. В. О. Сухомлинський вважав, що «точне логічне мислення легше тренувати за допомогою шахової гри, ніж використовувати для цієї мети підручники логіки» [3].

Шахи як вид спорту сприяють розвитку логічного мислення, волі до перемоги, вміння будувати

стратегії та формувати тактичні прийоми, програвати та не втрачати оптимізму, покращують пам'ять, креативність, вміння концентруватися та читати, допомагають запобігти низці хвороб головного мозку (зокрема, хворобі Альцгеймера), протидіють формуванню різного роду негативних залежностей (від наркотиків, алкоголю тощо) [4].

Гра в шахи є чудовою базою для низки висококваліфікованих спеціальностей, як-от: програмування, математичний аналіз, юриспруденція, бухгалтерський облік і фінанси, менеджмент тощо.

Якщо підходити до гри у шахи як до елементу математичного навчання, то слід звернути увагу на особливості саме математичного розвитку. Для визначення основних підходів до математичного розвитку дитини-дошкільника важливо розкрити характер змін ментальності, ціннісних орієнтацій, знакових змін у когнітивній і емоційній сферах сучасних дітей.

**Мета та завдання дослідження.** Метою дослідження є підвищення ефективності та швидкості розподілу зацікавлених у навчанні гри в шахи людей (дітей та дорослих) у спортивних школах за рахунок розроблення інформаційної технології діагностики інтелектуальних здібностей з використанням програмної системи.

Основним завданням дослідження з точки зору практичного впровадження результатів є надання можливості спрощеного оцінювання інтелектуальних здібностей через визначення рівня володіння грою в шахи / здатності до неї, розподіл зацікавлених у навчанні гри в шахи людей (дітей та дорослих) і надання рекомендацій для цього.

**Виклад основного матеріалу.** Діагностику інтелектуальних здібностей для потенційних учнів спортивних шкіл будемо виконувати у двох напрямках: оцінювання здібностей дітей та окремо визначення вміння і навичок молоді та дорослих. Додамо також визначення структури інтелекту. На базі отриманих методик авторами розроблено інформаційну систему.

Спочатку розглянемо методику діагностики рівня володіння грою в шахи / здатності до неї у дітей.

Етап 1. Проведення попереднього аналізу даних у процесі анкетування. Цей етап базується на отриманні переліку вихідних даних і проведенні первинного оцінювання здібностей людини за певними показниками (майбутні вхідні дані для кластеризації). Таке збирання виконується

шляхом спеціального анкетування (окремо для початківців і досвідчених гравців).

Етап 2. Проведення тестування та інтерпретація результатів за визначеними схемами.

Етап 3. Нормалізація вхідних даних для подальшої кластеризації.

Для кластеризації пропонується використовувати набір базових вхідних параметрів (після анкетування). На цьому етапі виконується перехід від якісної шкали показників до визначених кількісних категорій (табл. 1).

Як вихідну ознаку будемо розглядати групу учнів, до якої можна буде спрямувати потенцій-

ного кандидата з урахуванням всіх показників — наявного досвіду та персональних даних.

Етап 4. Кластеризація модифікованим методом k-середніх.

Для поділу кандидатів на групи доцільно обрати метод кластеризації, а саме метод k-середніх. Це метод кластеризації, який прагне мінімізувати середню квадратичну відстань між точками в одному кластері. І хоча він не гарантує абсолютної точності, його простота і швидкість це компенсують. Доповнимо метод k-середніх простою рандомізованою технікою висіву й отримаємо модифікований алгоритм.

Таблиця 1

Набір параметрів для подальшої кластеризації

Параметр	Якісна шкала	Кількісна категорія
Категорія кандидата	1) початківець; 2) досвідчений	1) 0; 2) 1
Стать	1) чоловіча; 2) жіноча	1) 0; 2) 1
Вік	1) 3 роки; 2) 4 роки; 3) 5 років; 4) 6 років; 5) 7 років; 6) 8 років; 7) 9 років; 8) 10 років; 9) 11 років; 10) 12 років; 11) 13 років; 12) 14 років	1) 0,083; 2) 0,166; 3) 0,249; 4) 0,332; 5) 0,415; 6) 0,498; 7) 0,581; 8) 0,664; 9) 0,747; 10) 0,83; 11) 0,913; 12) 1,000
Міжнародний рейтинг FIDE	1) немає; 2) 1000–1500; 3) 1501–1800; 4) 1801–2000; 5) більше 2001	1) 0,2; 2) 0,4; 3) 0,6; 4) 0,8; 5) 1,00
Термін занять шахами	1) не має досвіду; 2) до 1 року; 3) 1 рік; 4) до 5 років; 5) 5–10 років; 6) більше 10 років	1) 0,17; 2) 0,33; 3) 0,5; 4) 0,67; 5) 0,83; 6) 1,00
Наявність призових місць у турнірах	1) ні; 2) так	1) 0; 2) 1
Мета занять шахами	1) не визначився; 2) займатися непрофесійно; 3) займатися професійно	1) 0,33; 2) 0,67; 3) 1,00
Успішність у садку / школі / виші	1) задовільно; 2) добре; 3) відмінно	1) 0,33; 2) 0,67; 3) 1,00

Розглянемо класичний алгоритм k-середніх. Основна ідея цього методу полягає у визначенні кластерів з метою мінімізації сумарної варіації між ними (загальної варіації в межах кластера) [5–8]. Для виконання таких дій можна застосувати кілька різних алгоритмів. Якщо розглядати стандартний алгоритм, то в ньому буде визначатися загальна варіація в межах кластера як сума квадратичних евклідових відстаней між елементами і відповідним центроїдом:

$$W(C_k) = \sum_{x_i \in C_k} (x_i - \mu_k)^2 \quad (1)$$

де  $x_i$  — точка даних, що належить до кластера  $C_k$ ;  $\mu_k$  — середнє значення точок, що присвоєні кластеру  $C_k$ .

Усі спостереження  $x$  присвоюються заданому кластеру з урахуванням того, що сума квадратів відстані спостереження до призначених центрів кластера  $\mu$  має бути мінімальною.

Загальну суму (загальну варіацію в межах кластера) можна визначити за формулою:

$$\sum_{k=1}^k W(C_k) = \sum_{k=1}^k \sum_{x_i \in C_k} (x_i - \mu_k)^2. \quad (2)$$

Такий алгоритм гарантовано збігається за кінцеве число ітерацій. У ньому число ітерацій та похибка кластеризації залежатимуть від того, як обрано початкові центроїди [6].

Розглянемо модифікацію методу k-середніх з обчисленням відстаней до активних центроїдів за методикою, наведеною у статті «Метод кластеризації на основі послідовного запуску k-середніх з обчисленням відстаней до активних центроїдів» [7].

На кожній наступній ітерації  $t$  матимемо активні центроїди  $SC_t^{(a)}$ , які все менше змінюватимуть своє положення, а пасивні центроїди  $SC_t^{(p)}$  залишатимуться на своїх позиціях. Таким чином на ітерації  $t+1$  буде достатньо визначити відстані лише до активних центроїдів  $SC_t^{(a)}$ , якщо при цьому на ітерації  $t$  зберігати для кожної точки відстані до всіх центроїдів. При цьому чим меншою буде відносна частка  $r_t$  активних центроїдів (серед усіх центроїдів) на ітерації  $t$ , тим більшим буде вигреш у часі:

$$r_t = \frac{|SC_t^{(a)}|}{SC_t}, \quad (3)$$

де  $|SC_t^{(a)}|$  та  $|SC_t|$  — потужності множин  $SC_t^{(a)}$  та  $SC_t$  відповідно.

Далі розглянемо методику діагностики рівня володіння грою у шахи / здатності до неї у молоді та дорослих.

Етап 1. Проведення попереднього аналізу даних для молоді та дорослих. Він виконується за тією ж схемою, яка була запропонована для дітей, з корегуванням запитань та певних показників.

Етап 2. Проведення тестування молоді та дорослих з подальшою інтерпретацією результатів.

Етап 3. Вимірювання мотивації досягнення (модифікація А. Мехрабіана).

Вимірювання мотивації досягнення використовується для діагностики двох стійких узагальнених мотивацій особистості. До них відносять мотивацію прагнення успіху та мотивацію уникнення невдачі. У цьому випадку виконується оцінка того, який із двох описаних вище мотивів домінуватиме у респондента [9].

Опитувальник для вимірювання результуючої тенденції мотивації досягнення (RAM) був розроблений у 1969 р. А. Мехрабіаном. Тест має дві форми: чоловічу і жіночу. Він побудований на основі теорії мотивації досягнення Дж. Аткинсона.

У цій теорії йдеться про те, що на поведінку людини можуть впливати дві ситуативні змінні: імовірність успіху (показує, що людина буде очікувати на успішне завершення дії) —  $I_y$ , а також привабливість успіху (стимул такого завершення) —  $P_y$ . Привабливість успіху може бути розрахована з імовірності успіху за такою формулою:

$$P_y = 1 - I_y. \quad (4)$$

Отже, можна говорити про те, що імовірність успіху зворотно пропорційна його привабливості [10].

Для розрахунку сили мотивації прагнення до успіху ( $C_y$ ) використовується така формула:

$$C_y = M_y \cdot P_y \cdot I_y. \quad (5)$$

Відповідно при імовірності успіху 0,5 показник прагнення до успіху буде максимальним, оскільки в цьому випадку буде максимальним  $I_y \cdot P_y$  [11].

Імовірність невдачі можна розрахувати за такою формулою:

$$I_n = 1 - I_y. \quad (6)$$

Імовірність невдачі є сенс обчислювати тому, що часто ситуація, яка активує мотив успіху, водночас формує мотив уникнення невдачі ( $M_n$ ). У цьому випадку суму імовірності очікування успіху ( $I_y$ ) та імовірності невдачі ( $I_n$ ) представляють як 1. Наприклад, якщо людина досягла повного успіху (тобто досягла 1), то імовірність невдачі буде представлена як 0.

За методикою Мехрабіана вимірюють результуючу тенденцію мотивації досягнення на основі порівняльних тверджень. Тут ідеться про те, що показник  $M_y$  може переважати над показником  $M_n$  або навпаки. Якщо людина отримує за цим тестом найвищі показники, то це вказує на схильність до досягнення успіху ( $M_y > M_n$ ), а якщо найнижчі — на схильність до уникнення невдачі ( $M_y < M_n$ ).

Наведений тест складається зі спеціальної низки тверджень. Вони стосуються деяких особливостей характеру, а також представляють думки та відчуття людини при виникненні наведених життєвих ситуацій. Для оцінювання ступеня згоди або незгоди з кожним із цих тверджень розроблена спеціальна шкала від +3 до -3, де +3 — повністю згоден, а -3 — повністю не згоден.

Для визначення мотиваційної тенденції опитуваного підраховується сумарний

бал [12]. Далі бали всіх опитуваних з вибірки ранжуються. З них виділяються дві базові групи: 1) з мотивом прагнення до успіху  $M_y$  — верхні 27 % вибірки, 2) з мотивом уникнення невдачі  $M_n$  — нижні 27 % вибірки. У кількісній шкалі це означає: від 165 до 210 — мотивація досягнення успіху, домінує прагнення до успіху; від 76 до 164 — домінування прагнення уникати невдачі; від 30 до 75 — домінування немає.

Етап 4. Нормалізація вхідних даних для подальшої кластеризації.

Етап 5. Кластеризація модифікованим методом k-середніх.

На основі описаної моделі було розроблено застосунок для діагностики інтелектуальних здібностей та здатності до гри у шахи. Головне вікно застосунку містить три вкладки: «Тестування», «Тест на мотивацію», «Анкетування». Вкладка «Тестування» пропонує низку запитань загального характеру щодо основ гри (рис. 1).

Перший тест має два рівні складності (для новачків та досвідчених гравців), результат зберігається в анкеті. Другий тест містить 32 запитання і поділяється на різновиди для чоловіків і жінок (рис. 2).

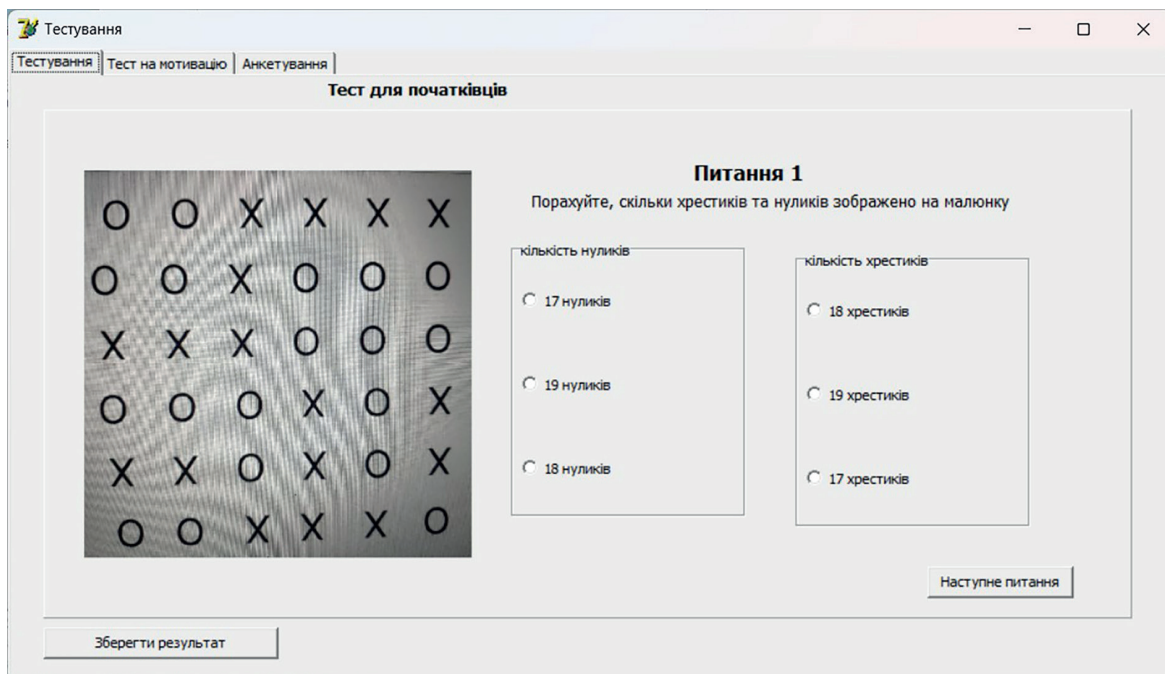


Рис. 1. Загальне тестування



Рис. 2. Тест на мотивацію

За відповідь на кожне запитання тесту на мотивацію нараховується свій бал, в кінці тестування підраховується загальний бал, який заноситься у відповідну комірку на вкладці «Анкетування» та додається до загального балу. Після тестування переходимо до анкетування. На цьому етапі заповнюється анкета, за кожну від-

повідь нараховується відповідна кількість балів, яка підсумовується та зберігається в окремій комірці (рис. 3).

Для формування груп за результатами тестування та анкетування з використанням кластерного аналізу програма має окремий блок адміністратора. Панель адміністрування містить

Рис. 3. Анкетування

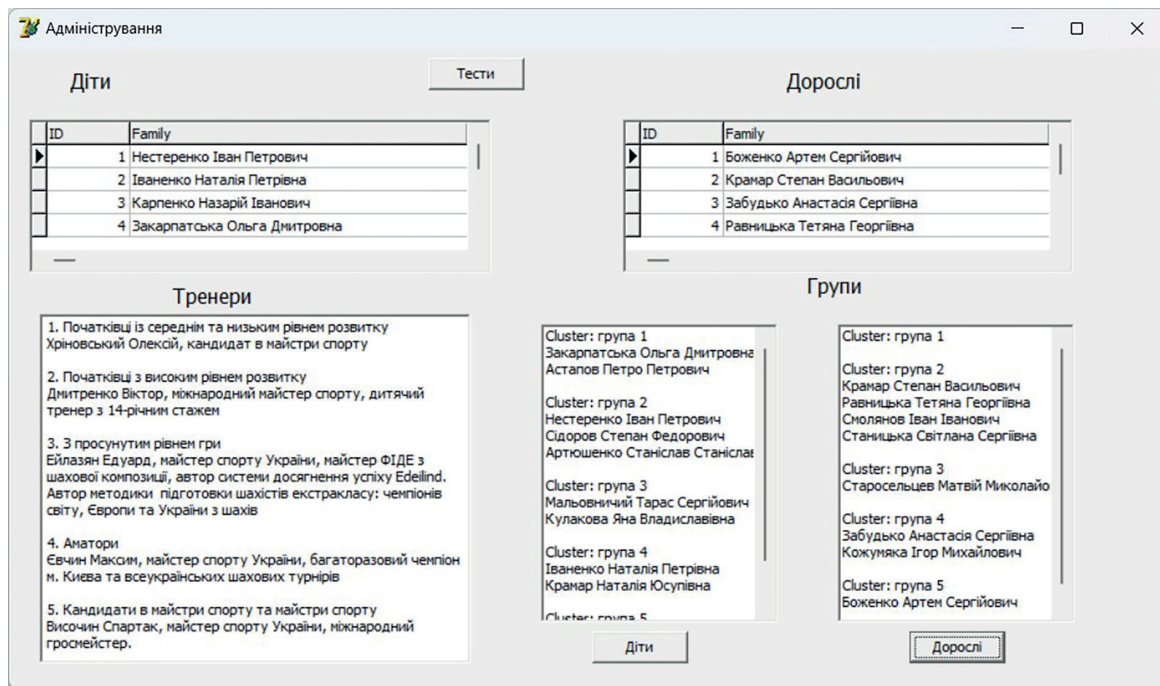


Рис. 4. Розподілення за групами

дві таблиці з даними окремо для дітей та дорослих (рис. 4), поле з вказаними для кожної групи тренерами та має можливість розподілити дітей та дорослих окремо за групами залежно від балів, які вони отримали при заповненні анкети.

Розроблений застосунок для діагностики рівня володіння грою у шахи / здатності до неї дає змогу проводити анкетування дорослих та дітей окремо, формувати базу з результатами тестування для подальшого оброблення та розподілення на групи, а також оптимізує формування анкети для визначення рівня інтелекту дорослої аудиторії бажаючих грати в шахи для подальшого її оброблення. Це скорочує час тестування бажаючих грати в шахи та оптимізує формування груп залежно від здібностей гравців у шахи та рівня їхньої схильності до інтелектуальних ігор.

**Висновки.** У процесі дослідження було проаналізовано вплив гри у шахи на інтелектуальний розвиток людини та встановлено, що діагностичне тестування для визначення здібностей до навчання шахової гри може проводитися з метою з'ясування здатності людини до аналітичного мислення, виявлення рівнів інтелектуального розвитку, уважності та емоційності. На підставі досліджень методів діагностики

здатності до гри у шахи у дітей, а також принципів формування кластерів для гри у шахи зроблено висновок, що для кожної вікової групи існують різні підходи до діагностування рівня володіння грою у шахи або схильності до неї, де головним є числовий показник сили шахіста, що змінюється залежно від його результатів у змаганнях. Проаналізовано методи оцінювання мотивації дорослих та виявлено, що поведінка людини є результатом взаємодії індивідуальних якостей та загального сприйняття нею ситуації. При цьому кожна людина має два базові мотиви: мотив досягнення успіху та мотив, що формує бажання уникати невдачі. Ці мотиви можна вважати стабільними, вони формуються у процесі навчання і роботи.

**Список використаних джерел**

1. Simon H. A. Motivational and Emotional Controls of Cognition. *Psychological Review*. 1967. Vol. 74. № 1. Pp. 29–39. URL: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cs.uwaterloo.ca/~jhoey/teaching/cs886-affect/papers/Simon1967.pdf](https://chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cs.uwaterloo.ca/~jhoey/teaching/cs886-affect/papers/Simon1967.pdf).
2. Newell A., Simon H. A. *Human Problem Solving*. N.J. : Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1972. 51 p.
3. Сухомлинський В. О. *Вибрані твори* : в 5 т. / редкол.: О. Г. Дзевєрін (голова) та ін. Київ : Рад. шк., 1976–1977. Т. 3: *Серце віддаю дітям* ; Народження громадянина ; Листи до сина. 668 с.

4. Грінцова О. М., Терещенко Л. А. Дитяча психодіагностика : навч.-метод. посіб. Вінниця : Нілан-ЛТД, 2015. 227 с.
5. Караєва Н. В., Варава І. А. Еколого-економічна оптимізація виробництва: методи та засоби кластерного аналізу. Київ, 2016. С. 10–35.
6. Глебов Є. М. Кластерний аналіз як складова процесу визначення рівня інвестиційної привабливості регіону. Черкаси, 2012. 45 с.
7. Ткаченко О. М., Біличенко Н. О., Грійо Тукало О. Ф., Дзись О. В. Метод кластеризації на основі послідовного запуску k-середніх з обчисленням відстаней до активних центроїдів. *Реєстрація, зберігання і обробка даних*. 2012. Т. 14. № 1. С. 25–34.
8. Grabmeier J., Rudolph A. Techniques of cluster algorithms in data mining. *Data Mining and Knowledge Discovery*. 2002. Vol. 6. Pp. 303–360.
9. Большакова Т. В., Большакова А. М. Професійні самоекспектації та мотивація досягнення студентів музично-виконавських спеціалізацій. *Науковий вісник Херсонського державного університету*. 2018. Вип. 5. Т. 2. С. 77–82.
10. Колчигіна А. В. Роль мотивації досягнення в контексті навчального стресу. *Науковий вісник Херсонського державного університету*. 2016. Вип. 6. Т. 2. С. 23–28.
11. Корольчук М. С., Осьодло В. І. Психодіагностика : навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів / за заг. ред. М. С. Корольчука. Київ : Ніка-Центр, 2009. 400 с.
12. Котик І. О. Практикум із діагностики мотиваційної сфери особистості : навч.-метод. посіб. Вінниця, 2008. 171 с.
4. Hrinova, O. M., & Tereshchenko, L. A. (2015). *Dytiacha psykhotiagnostyka [Children's psychodiagnosis]*. Vinnytsia : Nilan-LTD [in Ukrainian].
5. Karaieva, N. V., & Varava, I. A. (2016). *Ekoloho-ekonomichna optymizatsiia vyrobnytstva: metody ta zasoby klasterneho analizu [Ecological and economic optimization of production: methods and means of cluster analysis]*. Kyiv [in Ukrainian].
6. Hliebov, Ye. M. (2012). *Klasternyi analiz yak skladova protsesu vyznachennia rivnia investytsiinoi pryvabyvosti rehionu [Cluster analysis as a component of the process of determining the level of investment attractiveness of the region]*. Cherkasy [in Ukrainian].
7. Tkachenko, O. M., Bilichenko, N. O., Hriio Tukalo, O. F., & Dzis, O. V. (2012). Metod klasteryzatsii na osnovi poslidovnoho zapusku k-serednikh z obchyslenniam vidstanei do aktyvnykh tsentroidiv [A clustering method based on sequential running of k-means with calculation of distances to active centroids]. *Reiestratsiia, zberihannia i obrobka danykh — Registration, storage and processing of data*, 14 (1), 25–34 [in Ukrainian].
8. Grabmeier, J., & Rudolph, A. (2002). Techniques of cluster algorithms in data mining. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 6, 303–360.
9. Bolshakova, T. V., & Bolshakova, A. M. (2018). Profesiini samoekspektatsii ta motyvatsiia dosiahnennia studentiv muzychno-vykonavskykh spetsializatsii [Professional self-expectation and achievement motivation of students of instrumental-performing specializations]. *Naukovyi visnyk Khersonskoho derzhavnoho universytetu — Scientific Bulletin of Kherson State University*, 5 (2), 77–82 [in Ukrainian].
10. Kolchyhina, A. V. (2016). Rol motyvatsii dosiahnennia v konteksti navchalnoho stresu [The role of achievement motivation in the context of academic stress]. *Naukovyi visnyk Khersonskoho derzhavnoho universytetu — Scientific Bulletin of Kherson State University*, 6 (2), 23–28 [in Ukrainian].
11. Korolchuk, M. S., & Osodlo, V. I. (2009). *Psykhotiagnostyka [Psychodiagnosis]*. M. S. Korolchuk (Ed.). Kyiv : Nika-Tsentr [in Ukrainian].
12. Kotyk, I. O. (2008). *Praktykum iz diagnostyky motyvatsiinoi sfery osobystosti [Workshop on diagnosing the motivational sphere of personality]*. Vinnytsia [in Ukrainian].

#### References

1. Simon, H. A. (1967). Motivational and Emotional Controls of Cognition. *Psychological Review*, 74 (1), 29–39. Retrieved from chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cs.uwaterloo.ca/~jhoey/teaching/cs886-affect/papers/Simon1967.pdf.
2. Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human Problem Solving*. N.J. : Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs.
3. Sukhomlynskyi, V. O. (1976–1977). *Vybrani tvory [Selected works]*. O. H. Dzeverin (Ed.). Kyiv : Rad. shk. Vol. 3: Sertse viddaiu ditiam ; Narodzhennia hromadianyna ; Lysty do syna [in Ukrainian].



L. V. Nechvoloda,  
K. M. Krykunenko

**APPLICATION OF MATHEMATICAL METHODS AND INFORMATION TECHNOLOGIES  
FOR DIAGNOSTIC OF INTELLECTUAL ABILITIES OF STUDENTS OF SPORTS CHESS SCHOOLS**

**Abstract.** *The article examines the latest scientific research and historical aspects of the game of chess, the influence of the game of chess on the intellectual development of a person (especially school-age children). From the point of view of educational and cognitive activity, the game of chess can be considered as a set of exercises for the human mind that develop mental abilities used throughout life, such as concentration, critical thinking, abstract thinking, problem solving, pattern recognition, strategic planning, creativity, analysis, synthesis and evaluation. Checking and assessing the level of formation of important qualities (diagnostics) is quite difficult, but one of the most important areas of activity of scientists and teachers at various levels of education. The authors describe the essence of methods for diagnosing the ability to play chess in children and performed an analysis of methods for assessing the motivation of adults and methods of clustering when evaluating quantitative indicators. The practical value of the obtained results lies in the fact that diagnostic testing for determining the ability to learn the game of chess can be carried out in order to determine a person's ability for analytical thinking, to identify the intellectual level of development, as well as the level of attentiveness and emotionality; it can also be considered as a set of psychological techniques that allow to reveal the potential for learning chess and the level of intellectual abilities. For the analysis of diagnostic methods, clustering methods were studied with the selection of the k-means method as a mathematical basis for further implementation in the form of an information system. The k-means method is used in a modified version with the addition of local search. The chosen method by the authors is proposed to be chosen as a basis for dividing applicants into training groups in sports chess schools according to their level of possession or ability to play chess. The results of the experiment showed a high level of productivity of the application of the proposed information technology based on the combination of the modified k-means method with methods of psychological diagnosis of human mental abilities and the effectiveness of the developed information system on this basis.*

**Keywords:** chess, intellectual abilities, diagnostic methods, clustering, k-means method, structure of intelligence.

**ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ**

**Нечволода Людмила Володимирівна** — канд. техн. наук, доцентка кафедри інтелектуальних систем прийняття рішень, Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ — м. Тернопіль, Україна, lylyne4v@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7584-6735>

**Крикуненко Катерина Миколаївна** — асистентка кафедри інтелектуальних систем прийняття рішень, Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ — м. Тернопіль, Україна, ladybabenko87@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1530-216X>

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Nechvoloda L. V.** — PhD in Engineering, Associate Professor of the Department of Intelligent Systems of Decision Making, Donbas State Engineering Academy, Kramatorsk — Ternopil, Ukraine, lylyne4v@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7584-6735>

**Krykunenko K. M.** — Assistant of the Department of Intelligent Systems of Decision Making, Donbas State Engineering Academy, Kramatorsk — Ternopil, Ukraine, ladybabenko87@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1530-216X>

Стаття надійшла до редакції / Received 28.02.2024