

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Інститут прикладного системного аналізу
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра системного проектування
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»

УДК 519.83

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ А. І. Петренко
(підпис) (ініціали, прізвище)

«___» _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності _____ 8.05010102 Інформаційні технології проектування
(код і назва спеціальності)

на тему: Дослідження методів вирішення комбінаторних задач з використанням суперкомп'ютера

Виконав: студент 6 курсу, групи ДА-31м
(шифр групи)

_____ Лях Андрій Юрійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник к.т.н., доц. Кисельов Г.Д. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант Охорона праці к.б.н., доц. Гусєв А.М. _____
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент доцент кафедри автоматизованих систем обробки
інформації ФІОТ НТУУ „КПІ” к.т.н., доц. Баклан І.В. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2015 року

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Факультет (інститут) ННК “Інститут прикладного системного аналізу”
(повна назва)

Кафедра Системного проектування
(повна назва)

Освітньо-кваліфікаційний рівень «Магістр»
(назва ОКР)

Напрямок підготовки 6.050101 Комп'ютерні науки
(код і назва)

Спеціальність 8.05010102 Інформаційні технології проектування
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ А.І.Петренко
(підпис) (ініціали, прізвище)

«___» _____ 2015 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Ляху Андрію Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації: Дослідження методів вирішення комбінаторних задач з використанням суперкомп'ютера

науковий керівник дисертації Кисельов Геннадій Дмитрович, к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «13» лютого 2015 р. № 19/1-ст

2. Строк подання студентом дисертації 8.06.2015

3. Об'єкт дослідження: таблиці шахових ендшпільів

4. Предмет дослідження: методи і алгоритми для вирішення комбінаторних задач

5. Перелік завдань, які потрібно розробити провести огляд та оцінити складність існуючих комбінаторних задач, провести огляд існуючих методів та технологій розрахунку ендшпільних таблиць шахів, розробити програму розрахунку ендшпільів шахів, розрахувати ендшпільі 8-фігурних закінчень з ферзями, проаналізувати результати.

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу: презентація по темі «Дослідженням методів вирішення комбінаторних задач».

7. Орієнтовний перелік публікацій

Лях А.Ю. Формирование перечня маршрутов для социального веб-сервиса / Лях А.Ю., Финогенов А.Д. // Интеллектуальные системы принятия решений: материалы 15-й Международной научно-технической конференции SAIT 2013, Киев, 27-31 мая 2013 р. – 2013. – с.296

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	доц., к.б.н. Гусєв А. М		
Основна частина	доц., к.т.н. Кисельов Г.Д.		

9. Дата видачі завдання 28.09.2014

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Отримання завдання	28.09.2014	
2	Огляд комбінаторних задач	15.01.2015	
3	Аналіз методів пошуку ендшпільв комбінаторної задачі шахи. Аналіз способів збереження даних.	27.02.2015	
4	Розробка програми і розрахунок 8-ми фігурних ендшпільв з ферзями	30.03.2015	
5	Аналіз результатів випробування	20.04.2015	
6	Розробка розділу з охорони праці	10.05.2015	
7	Оформлення дипломної роботи	31.05.2015	
8	Отримання допуску до захисту та подача роботи в ДЕК	8.06.2015	

Студент _____
(підпис)

А.Ю. Лях
(ініціали, прізвище)

Керівник роботи _____
(підпис)

Г.Д. Кисельов
(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

на магістерську дисертацію

виконану на тему: Дослідження методів вирішення комбінаторних задач з використанням суперкомп'ютера

студентом: Ляхом Андрієм Юрійовичем

Робота виконана на 72 сторінках, містить 30 ілюстрацій, 13 таблиць. При підготовці використовувалася література з 27 різних джерел.

Актуальність

Наразі теорія комбінаторних ігор активно розвивається в галузі математики на стику теорії графів, математичної логіки і теорії чисел, яка лежить в основі комп'ютерних алгоритмів відповідних ігор. Дана область математики має на меті дослідження математичними методами комбінаторних ігор, в буденній лексиці званих логічних ігор; до їх числа відносяться ігри з високою комбінаторною складністю: шашки, шахи, го; так і ігри, значно простіші: хрестики-нулики і багато інших.

Магістерська дисертація присвячена проблемі розрахунку та збереження даних NP-повної задачі на прикладі ендшпільних таблиць гри шахи. Актуальність роботи пов'язана, як з подальшим використанням результатів в шахових програмах так і в їх адаптації для вирішення економічних та соціальних задач.

Мета і завдання

Метою магістерської дисертації є проведення аналізу використання багатопроцесорної обчислювальної техніки для розв'язку NP-повних задач. Для цього визначено завдання, які вирішуються в роботі:

1. Провести огляд та оцінити складність існуючих комбінаторних задач.
2. Провести огляд існуючих методів та технологій розрахунку ендшпільних таблиць шахів.

3. Розробка програми розрахунку ендшпіль шахів.
4. Розрахунок ендшпіль 8-фігурних закінчень з ферзями.
5. На основі розрахунків вивести найкращі позиції для закінчень з різною кількістю фігур.

Рішення поставлених завдань та досягнуті результати

В даній роботі було проведено систематизацію та оцінку складності основних NP-повних задач в теорії ігор, проведено порівняльну характеристику шахових рушіїв, розроблено алгоритм та спроектовано базу даних для програми генерації ендшпіль шахів.

Об'єкт досліджень

У відповідності до поставленої мети об'єктом досліджень обрано таблиці шахових ендшпіль.

Предмет досліджень

Предметом досліджень в даній роботі обрано методи і алгоритми розрахунку NP-повних задач.

Методи досліджень

Проведення класифікації та порівняння найбільш розповсюджених комбінаторних ігор, розробка порівняння найкращих та найгірших позицій для шахових позицій з різною кількістю фігур за участю ферзів.

Наукова новизна

Наукова новизна роботи полягає в розрахунку шахових закінчень для позицій з бма ферзями і 2ма королями.

Практична цінність

В ході роботи було розроблено програму для розрахунку шахматних закінчень та розраховано закінчення для всіх можливих варіантів позицій до 8 фігур включно, обгрунтовано найкращі та найгірші позиції в для закінчень з різною кількістю фігур. Результати даних досліджень можуть бути використані, як в шахових програмах так і в подальшому можлива їх адаптація для вирішення економічних та соціальних задач.

Ключові слова

NP-повні задачі, задачі з повною інформацією, комбінаторні ігри, шахи, ендшпільні таблиці, ендшпільні таблиці Налімова, алгоритм розрахунку ендшпільних таблиць.

РЕФЕРАТ

на магистерскую диссертацию

выполненную на тему: Исследование методов решения комбинаторных задач с использованием суперкомпьютера

студентом: Ляхом Андреем Юрьевичем

Работа выполнена на 72 страницах, содержит 30 иллюстраций, 13 таблиц. При подготовке использовалась литература из 27

разных источников.

Актуальность

В настоящее время теория комбинаторных игр активно развивается в области математики на стыке теории графов, математической логики и теории, которая лежит в основе компьютерных алгоритмов соответствующих игр. Данная область математики имеет целью исследования математическими методами комбинаторных игр, в повседневной лексике называемых логических игр; К их числу относятся игры с высокой комбинаторной сложности: шашки, шахматы, го; так и игры, значительно проще: крестики-нолики и многие другие.

Магистерская диссертация посвящена проблеме расчета и хранения данных NP-полной задачи на примере эндшпильных таблиц игры шахматы. Актуальность работы связана, как с последующим использованием результатов в шахматных программах так и в их адаптации для решения экономических и социальных задач.

Цель и задачи

Целью магистерской диссертации является проведение анализа использования многопроцессорной вычислительной техники для решения NP-полных задач. Для этого определены задания, которые решаются в работе:

1. Провести обзор и оценить сложность существующих комбинаторных задач.

2. Провести обзор существующих методов и технологий расчета эндшпильных таблиц шахмат.
3. Разработка программы расчета эндшпилей шахмат.
4. Расчет эндшпилей 8-фигурных окончаний с ферзями.
5. На основе расчетов вывести лучшие позиции для окончаний с различным количеством фигур.

Решение поставленных задач и достигнутые результаты

В данной работе было проведено систематизацию и оценку сложности основных NP-полных задач в теории игр, проведена сравнительная характеристика шахматных двигателей, разработан алгоритм и спроектировано базу данных для программы генерации эндшпилей шахмат.

Объект исследований

В соответствии с поставленной целью объектом исследований избран таблицы шахматных эндшпилей.

Предмет исследований

Предметом исследований в данной работе избран методы и алгоритмы расчета NP-полных задач.

Методы исследований

Проведение классификации и сравнения наиболее распространенных комбинаторных игр, разработка сравнения лучших и худших позиций для шахматных эндшпилей с различным количеством ферзей.

Научная новизна

Научная новизна работы заключается в расчете 8ми фигурных шахматных окончаний для позиций с 6тью ферзями и 2мя королями.

Практическая ценность

В ходе работы была разработана программа для расчета шахматных окончаний и рассчитаны окончания для всех возможных вариантов позиций из ферзей(при наличии 2х королей) до 8 фигур включительно, обоснованно лучшие и худшие позиции в для окончаний с различным количеством фигур. Результаты

данных исследований могут быть использованы, как в шахматных программах так и в дальнейшем возможна их адаптация для решения экономических и социальных задач.

Ключевые слова

NP-полные задачи, задачи с полной информацией, комбинаторные игры, шахматы, эндшпильные таблицы, эндшпильные таблицы Налимова, алгоритм расчета эндшпильных таблиц.

ABSTRACT

on master's thesis

on topic: Investigation of methods for solving combinatorial problems using supercomputer

Student: Andriy Y. Lyakh

Work carried out on 72 pages containing 30 illustrations, 13 tables. The paper was written with references to 27 different sources.

Topicality

Now the theory of combinatorial games actively developed at the intersection of mathematics of graph theory, mathematical logic and the theory that underlies the computer algorithms respective games. This branch of mathematics is to study the mathematical methods of combinatorial games; These include games with high combinatorial complexity: checkers, chess, go; and the game is much simpler: Tic-Tac-Toe and many others.

Master's thesis deals with the problem of calculation and storage NP-complete problem by the example of the game of chess endgame tables. Relevance of the work related as with the subsequent use of the results in the chess programs and their adaptation to meet economic and social objectives.

Aims and objectives

The purpose of the master's thesis is to analyze the use of multiprocessor computers for solving NP-complete problems. We define the task to be solved in the work:

1. Review and evaluate the existing complexity of combinatorial problems.
2. Conduct a review of existing methods and techniques of calculating chess endgame tables.
3. Develop a program to calculate chess endgames.
4. Calculation endgame 8-shaped endings with queens.

5. On the basis of calculations bring a better position to end with a different number of pieces.

The solution of the tasks and results

In this work was carried out systematization and evaluation of the complexity of the main NP-complete problems in game theory, the comparative characteristics of the chess engine, developed an algorithm and designed a database for program generation of chess endgames.

The object of research

In accordance with the purpose of the object of study chosen table chess endgames.

Subject Research

The subject of the research in this paper chosen methods and algorithms for the calculation of NP-complete problems.

Research Methods

Classifying and comparing the most common combinatorial games, the development of a comparison of the best and worst positions for chess endgames with different numbers of queens.

Scientific novelty

The scientific novelty of this work is to calculate 8-shaped chess endings for positions with 6 queens and 2 kings .

The practical value of research

The work program was developed to calculate chess endings and closure designed for all possible positions of the queens (with 2 Kings) 8 pieces inclusive, reasonably best and worst positions to end with a different number of pieces. The results of these studies can be used in chess programs and in the future can adapt them to solve economic and social problems.

Keywords

NP-complete problems, problems with complete information, combinatorial games, Nalimov Endgame Tablebases, algorithm for calculating the endgame tables.

ЗМІСТ

ВСТУП	15
1 КЛАСИ ЗАДАЧ В ТЕОРІЇ АЛГОРИТМІВ	16
1.1 Класи складності задач	16
1.2 Клас задач NP	17
1.3 Методи розв'язку NP-задач.....	18
Висновки до розділу	21
2 NP-ЗАДАЧІ В ТЕОРІЇ ІГОР.....	22
2.1 Комбінаторні ігри.....	22
2.2 Стратегії в теорії ігор.....	25
2.3 Алгоритм Бога	27
2.4 Нічийна смерть	30
2.5 Логічна гра — шахи	31
2.6 Шахова нотація.....	34
2.7 Комбінаторні задачі в шахах.....	36
2.8 Оцінка складності комбінаторних ігор.....	38
Висновки до розділу	39
3 СПОСОБИ ЗБЕРЕЖЕННЯ І РОЗРАХУНКУ ДАНИХ.....	40
3.1 Шахові рушії.....	40
3.2 Аналіз способів збереження даних	41
3.2.1 Ендшпільні таблиці Налимова.....	42
3.2.2 Структура бази даних	43
3.3 Алгоритми розрахунку ендшпільів.....	47
3.3.1 Алгоритм Налимова	47
3.3.2 Паралельний алгоритм.....	49
Висновки до розділу	51
4 РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ ЗАКІНЧЕНЬ	52
4.1 Розрахунок 3х фігурних закінчень ферзів	52
4.2 Розрахунок 4х фігурних закінчень ферзів	53

	14
4.3 Розрахунок 5ти фігурних закінчень ферзів	55
4.4 Розрахунок 6ти фігурних закінчень ферзів	56
4.5 Порівняння розрахунків різних закінчень	58
Висновок до розділу.....	59
5 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	60
5.1 Оцінка напруженості праці	60
5.1.1 Інтелектуальні навантаження.....	61
5.1.2 Сенсорні навантаження	61
5.1.3 Емоційне навантаження.....	61
5.1.4 Монотонність навантажень.....	61
5.1.5 Режим праці	62
5.2 Аналіз психологічних аспектів умов праці	62
5.3 Нормування праці	64
5.4 Санітарія та гігієна робочого місця.....	64
5.4.1 Вимоги до приміщення.....	64
5.4.2 Вимоги до організації робочого місця	65
5.4.3 Вимоги до освітлення	66
5.4.4 Вимоги до вентиляції, опалення, кондиціювання, мікроклімату.....	66
5.4.5 Вимоги електробезпеки	67
5.4.6 Вимоги до рівнів шуму та вібрацій	67
5.5 Охорона праці при використанні технічних засобів	67
ВИСНОВКИ.....	69
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	70

ВСТУП

З завданнями, які отримали назву комбінаторних, люди зіткнулися в глибоку давнину. Вже кілька тисячоліть тому в Стародавньому Китаї захоплювалися складанням магичних квадратів, в яких задані числа розташовували так, що їх сума за всіма горизонталях, вертикалях і головним діагоналях була однією і тією ж. У Стародавній Греції підраховували кількість різних комбінацій довгих і коротких складів у віршованих розмірах, займалися теорією фігурних чисел, вивчали фігури, які можна скласти з частин особливим чином розрізаного квадрата, і т.д.

Наразі теорія комбінаторних ігор активно розвивається в нині галузі математики на стику теорії графів, математичної логіки і теорії чисел, яка лежить в основі комп'ютерних алгоритмів відповідних ігор. Дана область математики має на меті дослідження математичними методами комбінаторних ігор, в буденній лексиці званих логічних ігор; до їх числа відносяться ігри з високою комбінаторної складністю: шашки, шахи, го; так і ігри, значно простіші: хрестики-нулики і багато інших.

Незважаючи на те, що такі ігри відомі з незапам'ятних часів: шашки, шахи, гра го лише порівняно недавно до їх дослідження стали залучатися серйозні математичні методи та обчислювальні технології[1].

1 КЛАСИ ЗАДАЧ В ТЕОРІЇ АЛГОРИТМІВ

1.1 Класи складності задач

Клас складності – це множина задач розпізнавання, для вирішення яких існують алгоритми, схожі за обчислювальною складністю. Задачі можна розбити на класи згідно зі складністю їх розв'язання. Всі класи складності знаходяться в ієрархічному відношенні: одні містять у собі інші. Однак про більшість включень невідомо, чи є вони суворими. Клас P , що є найнижчим, містить усі задачі, які можна розв'язати за поліноміальний час. До класу NP входять усі задачі, які можна розв'язати за поліноміальний час тільки на недетермінованій машині Тюрінга (це варіант звичайної машини Тюрінга, що може робити припущення). Така машина робить припущення щодо розв'язку задачі — чи «вдачно вгадуючи», чи перебираючи усі припущення паралельно — та перевіряє своє припущення за поліноміальний час[2].

Класи задач:

- Клас P можна розв'язати алгоритмами з поліноміальним часом.
- Клас NP (Nondeterministic Polynomial): вирішення завдання можна перевірити на коректність за поліноміальний час на детермінованій машині. На недетермінованій машині завдання можна вирішити за поліноміальний час.
- Клас NP -складна задача (NP -Hard): задача не менш складна ніж NP -повна. Задача Π є NP -складною, якщо існує NP -повна задача Π_1 , що зводиться до Π .
- Клас NP -повна задача (NP -Complete) в теорії алгоритмів та теорії складності це задача, що належить до класу NP та всі задачі з класу NP можна звести до неї за поліноміальний час.

У теорії алгоритмів питання про рівність класів складності P і NP є однією з центральних відкритих проблем вже більше трьох десятиліть. Якщо на нього буде дана ствердна відповідь, це буде означати, що теоретично можливо вирішувати багато складних завдання істотно швидше, ніж зараз.

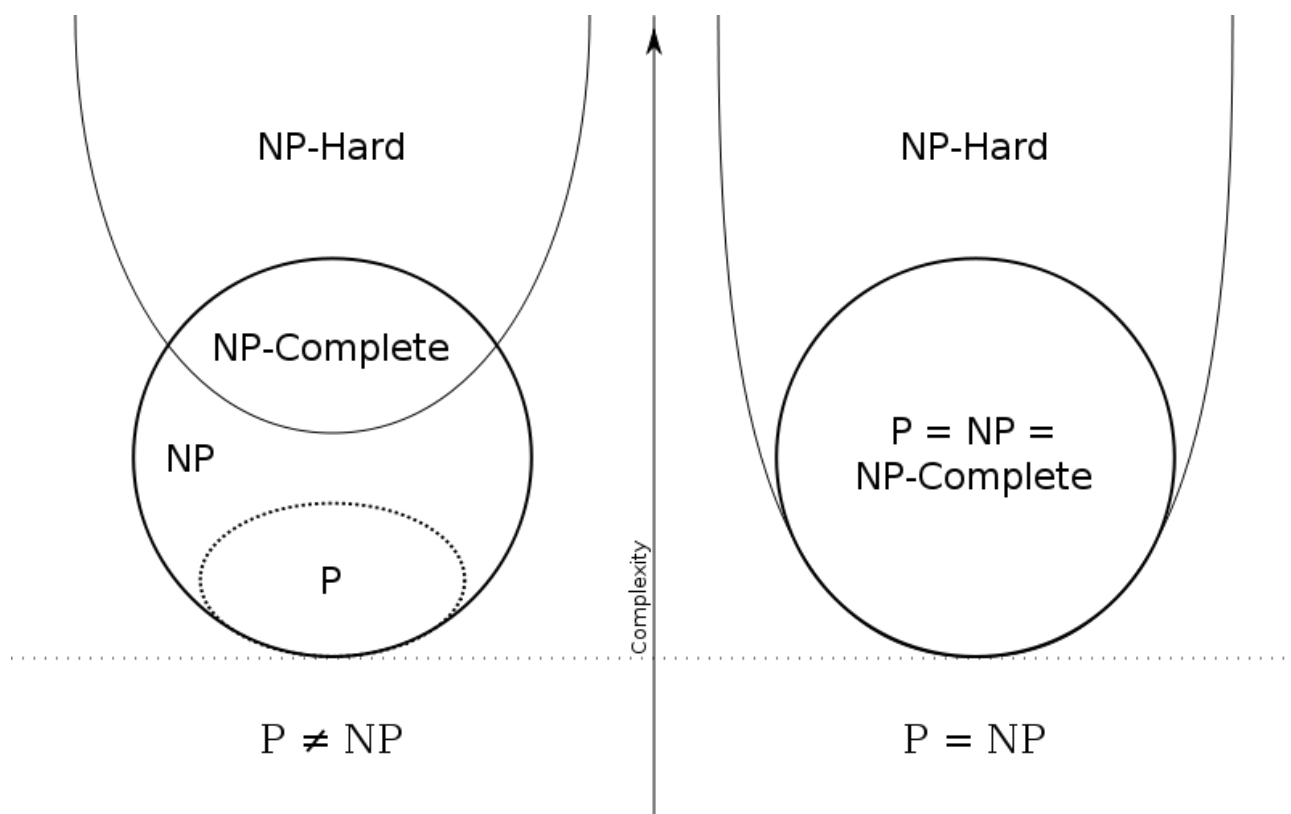


Рисунок 1.1 – Співвідношення між класами P, NP, NP-Complete та NP-Hard у випадку вірності та хибності гіпотези $P \neq NP$ [3]

1.2 Клас задач NP

Класом NP називають безліч завдань розпізнавання, вирішення яких за наявності деяких додаткових відомостей (так званого сертифікату рішення) можна «швидко» (за час, що не перевершує полінома від розміру даних) перевірити на машині Тюрінга. Еквівалентно клас NP можна визначити як той, що містить завдання, які можна «швидко» вирішити на недетермінованій машині Тюрінга.

Можна навести багато завдань, про які на сьогоднішній день невідомо, чи належать вони P, але відомо, що вони належать NP. Серед них:

- Завдання здійсненності булевих формул: дізнатися з даної булевої формулою, чи існує набір входять до неї змінних, що звертає її в 1. Сертифікат - такий набір.
- Завдання про кліку: з даного графу дізнатися, чи є в ньому кліки (повні підграфи) заданого розміру. Сертифікат - номери вершин, що

утворюють кліку. Визначення наявності в графі Гамільтона циклу. Сертифікат - послідовність вершин, що утворюють гамільтонів цикл.

- Завдання про комівояжера - розширений і більш наближений до реальності варіант попередньої задачі.
- Існування цілочисельного рішення у заданій системі лінійних нерівностей. Сертифікат – рішення.

Серед усіх завдань класу NP можна виділити «найскладніші» – NP-повні задачі. Якщо вдасться вирішити будь-яку з них за поліноміальний час, то всі завдання класу NP також можна буде вирішити за поліноміальний час[4].

1.3 Методи розв'язку NP-задач

Метод гілок і меж. Результатом роботи алгоритму є знаходження максимуму функції на допустимій множині. При чому множина може бути як дискретною, так і раціональною. В ході роботи алгоритму виконується дві операції: розбиття вихідної множини на підмножини(гілки), та знаходження оцінок(меж). Існує оцінка множини згори та оцінка знизу. Оцінка згори - точка що гарантовано не менша за максимум на заданій підмножині. Оцінка знизу – точка що гарантовано не більша за максимум на заданій підмножині. Множина що має найбільшу оцінку зверху зветься рекордною. На початку вся множина вважається рекордною.

1. Рекордна множина розбивається на підмножини;
2. Знайти оцінки згори та знизу для нових підмножин;
3. Визначити максимальну оцінку знизу серед усіх підмножин;
4. Видалити ті множини у яких оцінка зверху менша за максимальну оцінку знизу;
5. Знайти максимальну оцінку згори серед усіх підмножин та вважати її рекордною;
6. Якщо не досягнуто дискретності, або необхідної точності перейти по пункту 1.

Результатом роботи є значення між оцінкою згори та знизу для рекордної множини. Точністю є різниця між верхньою та нижньою оцінками, тобто для дискретних множин алгоритм завершений тоді, коли ці оцінки співпадають.

Метод використовується для вирішення деяких NP-повних задач. Швидкість алгоритму залежить від вигляду функції та способу визначення оцінок, але гарантовано не більше за повний перебір[5].

Жадібні алгоритми. Простий і прямолінійний евристичний алгоритм, який приймає найкраще рішення, виходячи з наявних на поточному етапі даних, не турбуючись про можливі наслідки, сподіваючись врешті-решт отримати оптимальне рішення. Легкий в реалізації і часто дуже ефективний за часом виконання. Багато задач не можуть бути розв'язані з його допомогою.

Зазвичай, жадібний алгоритм базується на п'яти принципах:

- Набір можливих варіантів, з яких робиться вибір;
- Функція вибору, за допомогою якої знаходиться найкращий варіант;
- Функція придатності, яка визначає придатність отриманого набору;
- Функція цілі, оцінює цінність рішення, не виражена явно;
- Функція розв'язку, яка вказує на те, що знайдене кінцеве рішення.

Жадібні алгоритми можна характеризувати як 'короткозорі' і 'невідновлювані'. Вони ідеальні лише для задач з 'оптимальною підструктурою'. Попри це, жадібні алгоритми найкраще підходять для простих задач. Для багатьох інших задач жадібні алгоритми зазнають невдачі у продукуванні оптимального розв'язку, і можуть навіть видати найгірший з можливих розв'язків[6].

Метод випадкового пошуку. Алгоритм випадкового пошуку відноситься до алгоритмів нелінійного математичного програмування. Такі алгоритми здобули собі широку популярність при вирішенні практичних інженерних задач.

Найпростіший алгоритм – локальний неадаптивний алгоритм випадкового пошуку наступний (рис. 1).

1. Задаємо початкову точку, представлену вектором X_0 , оголошуємо її поточною і обчислюємо в ній значення цільової функції.
2. Поточній точці надаємо приріст у вигляді випадкового вектора дельта X і обчислюється значення цільової функції.
3. Якщо значення цільової функції покращилося, то дану точку робимо поточною.
4. Перевірити умову зупинки. Якщо воно виконується, то переходимо на крок 5, інакше на крок 2.
5. Зупинка.

Перевагами даного алгоритму є його простота, стійкість і інтуїтивна зрозумілість. Недоліками – низька швидкість збіжності, а також невизначеність у виборі умови зупинки.

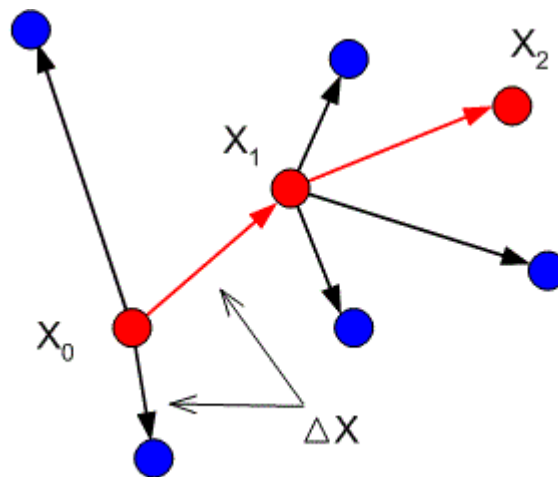


Рисунок 1.2 – Простий неадаптивний алгоритм випадкового пошуку локального оптимуму

Існують також адаптивні алгоритми випадкового пошуку локального екстремуму, що володіють більш високою швидкістю збіжності.

Набагато більш ефективними і краще зарекомендували себе на практиці є адаптивні алгоритми випадкового пошуку глобального екстремуму. Їх основна ідея полягає в тому, що пошук ведеться не з якоїсь однієї початкової точки, а по всій області, і в процесі його виконання змінюється закон розподілу генерації вектора робочих параметрів (точок, в яких обчислюється значень цільової функції). Зазвичай на початкових етапах розподіл є рівномірним, а потім

щільність ймовірності збільшується в районі передбачуваного оптимуму (рис. 2). Слід зауважити, що багато з цих алгоритмів добре зарекомендували себе при вирішенні завдань як безперервної, так і дискретної і дискретно-безперервної оптимізації, а, отже, може використовуватися при параметричному, структурному і структурно-параметричному синтезі об'єктів.

Існує величезна різноманітність алгоритмів випадкового пошуку, і всі вони з успіхом застосовуються на практиці через їх простоти, стійкої роботи, відсутності необхідності обчислення похідних, наочності і задовільною і хорошою збіжності, особливо на задачах великої розмірності (іноді перевищує кілька тисяч, а то й десятки тисяч) [7].

Висновки до розділу

Наразі невідомо чіткі співвідношення між представленими класами задач. Припускається, що класи P і NP не є рівними – це значить, що вирішувати NP -повні задачі за поліноміальний час не є можливим.

2 NP-ЗАДАЧІ В ТЕОРІЇ ІГОР

2.1 Комбінаторні ігри

Теорія комбінаторних ігор — це математична теорія, що вивчає ігри двох осіб, в яких в кожен момент часу є позиція, яку гравці по черзі змінюють певним чином або ходом, щоб досягти певної умови виграшу. У цій теорії не вивчаються ігри, пов'язані з випадковостями (такі, як покер), а тільки ігри, в яких і позиція, і всі можливі ходи однаково відомі обоим гравцям. Застосування теорії комбінаторних ігор до деякої позиції полягає в визначенні оптимальної послідовності ходів для обох гравців аж до кінця гри, і таким чином визначенні оптимального ходу в кожній позиції. На практиці, однак, реалізувати дану програму вдається, лише якщо гра вкрай проста.

Якщо класифікувати ігри по їх формі, тобто за матеріальними ознаками, пов'язаними з ними, то можна виділити ряд класів ігор:

- ігри на дошці;
- ігри з фішками;
- ігри з картами;
- ігри з монетами;
- ігри з доміно;
- ігри з папером і олівцем;
- ігри з папером і ножицями.

Тепер ми дамо більш точне поняття комбінаторної гри. Це гра, яка задовольняє таким умовам.

1. Є два гравці.
2. Існує обмежена кількість можливих позицій.
3. Правила гри встановлюються однаково для двох гравців і кожна позиція, яка переходить в іншу позицію, є дозволеним ходом. Якщо правила не виділяють ні кого з гравців, тобто, якщо у гравців однакові можливості, гра називається неупередженою; якщо все навпаки, то гра вважається упередженою.

4. Гравці ходять по черзі.
5. Гра закінчується тоді, коли досягається позиція, з якої немає можливих ходів. Якщо гра не закінчується, то оголошується нічия. Однак ми завжди повинні давати таку умову, кінцеву умову. Воно виключає нічию.
6. Гра закінчується після певної кількості ходів, неважливо, як вона проходила.

Дуже важливо відзначити, що було упущено у визначенні. Випадкові ходи такі як, кидання костей або здача карт, заборонені. Винятком є такі ігри як триктрак або покер. Комбінаторна гра – це гра з повною інформацією: одночасні і приховані ходи заборонені. Винятком з цього правила є морський бій і камінь-ножніци-папір.

Ось приклади ігор, які не підпадають під ці правила: гра го, так як по закінченні партії підраховуються очки, і останній хід не гарантує гравцю, що у нього виявиться найбільша або найменша кількість очок; шахи, так як шахова партія може закінчитися внічию; нарди, так як в них присутній елемент випадковості (гральна кістка); бридж єдина властивість цієї гри, що збігається з перерахованими вище ознаками комбінаторних ігор, це те, що партія в бридж завжди закінчується. Проте принципи теорії комбінаторних ігор можуть бути застосовані і до шахів, шашок, го та ін., хоча ці ігри дуже складні, щоб досліджувати їх повністю[1].

Таблиця 2.1 – Класифікація ігор по різним ознакам

Ознака	Клас гри
За наявністю зобов'язань перед іншими гравцями	Кооперативні (коаліційні)
	Некооперативні (безкоаліційні)
За послідовністю ходів	Послідовні
	Паралельні
За можливостями учасників	Симетричні
	Несиметричні
По кількості стратегій	Дискретні

	Непреривні (Диференціальні)
По кількості кроків	З кінечною кількістю кроків
	З нескінченною кількістю кроків
По кількості інформації	З повною інформацією
	З неповною інформацією
По сумі виграша	З нулевою сумою
	З ненулевою сумою
По кількості гравців	1 гравець
	2 гравці
	Декілька (злічена кількість)
	Багато (незлічена кількість)

Всі ігри з повною інформацією мають сідлову точку, а значить, вирішуються в чистих стратегіях! У кожній грі з повною інформацією існує пара чистих стратегій, що дає стійкий виграш, рівний ціні гри. Тобто ігри з повною інформацією, наприклад шахи, при використанні чистих стратегій завжди закінчуються виграшем білих, чорних або нічиєю. Однак для багатьох ігор чисті стратегії поки не знайдені.

Найбільш поширеними способами задання ігор є екстенсивна форма гри, нормальна форма гри і характеристична функція (для кооперативних ігор).

- Екстенсивна форма гри.

Гра в екстенсивній формі подається у вигляді орієнтованого дерева, де кожна вершина відповідає ситуації вибору, вершини одного рівня – варіантам вибору (або стратегіям), а листя дерева – результати гри або платежі (рис.2.1).

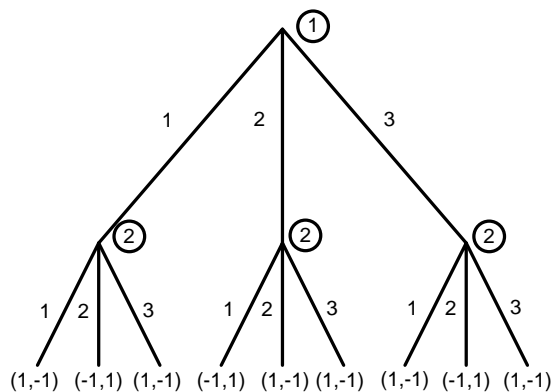


Рисунок 2.1 – Приклад гри в екстенсивній формі

- Нормальна форма гри.

Гра в нормальній формі представляється у вигляді n -мірної матриці платежів (n - кількість гравців), де рядки в осередках матриці записані виграші (платежі) відповідних гравців.

Таблиця 2.2 – Приклад гри в нормальній (матричній) формі

	Гравець «В»	
Гравець «А»	Стратегія 1	Стратегія 2
Стратегія 1	1	-1
Стратегія 2	-1	1

Якщо така таблиця складена, то кажуть, що гра приведена до матричної форми. Приведення гри до такої форми саме по собі може становити важку, а іноді, і нездійсненне завдання через неймовірну кількість стратегій.

Рішенням гри називається знаходження оптимальної стратегії для кожного з гравців. Під оптимальною стратегією розуміється стратегія, яка приносить максимальний виграш першого гравця, за умови що другий – дотримується своєї. Для другого гравця – це стратегія, яка приносить мінімальний програш, якщо перший гравець дотримується своєї оптимальної стратегії.

2.2 Стратегії в теорії ігор

В теорії ігор стратегія гравця в грі або ділової ситуації - це повний план дій при всіляких ситуаціях, що можуть виникнути. Стратегія визначає дію гравця в

будь-який момент гри і для кожного можливого перебігу гри, здатного привести до кожної ситуації.

Набір стратегій — стратегії для кожного з гравців, які повністю описують всі дії в грі. Набір стратегій зобов'язаний включати одну і тільки одну стратегію для кожного гравця.

Поняття стратегії іноді (помилково) плутають з поняттям ходу. Хід є дією одного з гравців в якийсь момент гри. Стратегію можна порівняти з повним комп'ютерним алгоритмом для участі в грі, який передбачає можливість ходу з будь-якого можливого положення під час гри. Наприклад, число ходів в «хрестики-нулики» 4 або 5, залежно від того, хто почав; число всіх стратегій 384 або 945 відповідно.

Типи стратегій:

- **Чиста стратегія.** Дає повну визначеність, яким чином гравець продовжить гру. Зокрема, вона визначає результат для кожного можливого вибору, який гравцеві може доведеться зробити. Простором стратегій називають безліч всіх чистих стратегій, доступних даному гравцю.
- **Змішана стратегія.** Вказівка ймовірності кожної чистої стратегії. Це означає, що гравець вибирає одну з чистих стратегій відповідно до ймовірностями, заданими змішаною стратегією. Вибір здійснюється перед початком кожної гри і не змінюється до її кінця. Кожна чиста стратегія є окремим випадком змішаної, коли ймовірність однієї з чистих стратегій дорівнює одиниці, а інших можливих чистих стратегій — нулю[9].

Домінування — ситуація, при якій одна зі стратегій одного з гравців дає більший виграш, ніж інша, за будь-яких дій його опонентів. Зворотне поняття, нетранзитивність, виникає, якщо деяка стратегія може давати менші виграші, ніж інша, залежно від поведінки інших учасників.

При виборі своєї стратегії з безлічі допустимих гравець порівнює по перевазі результату від їх застосування. Може виникати три типи результатів:

- Стратегія В домінує стратегію А, якщо при будь-якій поведінці інших гравців використання стратегії В призводить до не гіршого результату, ніж

використання А. Розрізняють суворе домінування, коли В дає більший виграш, ніж А, в будь-яких умовах, і слабе домінування, якщо при деяких діях інших гравців В забезпечує більший виграш, ніж А, а при інших - однаковий з нею.

- Стратегія В домінується стратегією А, якщо при будь-якій поведінці інших гравців стратегія В призводить до не кращого результату, ніж стратегія А. Аналогічно попередньому випадку, стратегія може домінувати строго і слабо.
- Стратегії А і В називаються нетранзитивними, якщо В не домінує А і А не домінує В. Це означає, що залежно від вибору стратегій іншими гравцями, великі виграші гравцеві може забезпечувати як вибір стратегії А, так і В.

Це поняття узагальнюється на порівнянні більш ніж двох стратегій:

- Стратегія В називається строго домінуючою, якщо вона строго домінує будь-яку іншу допустиму стратегію гравця.
- Стратегія В називається слабо домінуючою, якщо вона домінує будь-яку іншу допустиму стратегію гравця, при цьому деякі з них домінуються слабо.
- Стратегія В називається строго домінуючою, якщо існує інша стратегія, яка строго її домінує.
- Стратегія В називається слабо домінованою, якщо існує інша стратегія, яка слабо її домінує[8].

2.3 Алгоритм Бога

Алгоритм Бога – поняття, що виникло в ході обговорення способів вирішення кубика Рубіка. Термін може також бути використаний у відношенні інших перестановочних головоломок. Під алгоритмом Бога головоломки мається на увазі будь-який алгоритм, який дозволяє отримати рішення головоломки, містить мінімально можливе число ходів (оптимальне рішення), починаючи з будь-якої заданої конфігурації.

Алгоритм Бога може існувати для головоломок з кінцевим числом можливих конфігурацій і з кінцевим набором «ходів», допустимих у кожній конфігурації і переводять поточну конфігурацію в іншу. Термін «вирішити головоломку» означає — вказати послідовність ходів, що переводять деяку початкову конфігурацію в деяку кінцеву конфігурацію. Оптимально вирішити головоломку — вказати найкоротшу послідовність ходів для вирішення головоломки. Оптимальних рішень може бути кілька.

До відомих головоломок, які підпадають під це визначення, відносяться кубик Рубіка, Ханойська вежа, Квачі, Солітер з фішками, Різні завдання про переливання та перевезення. Спільним для всіх цих головоломок є те, що вони можуть бути описані у вигляді графа, вершинами якого є всілякі конфігурації головоломки, а ребрами — допустимі переходи між ними.

У багатьох подібних головоломках кінцева конфігурація негласно передбачається, наприклад, для кубика Рубіка – однокольоровість граней. У цих випадках «зібрати головоломку» означає, що потрібно для довільної початкової конфігурації вказати послідовність ходів, що приводять у фіксовану кінцеву конфігурацію.

Алгоритм вирішує головоломку, якщо він приймає в якості вихідних даних довільну пару початкової і кінцевої конфігурацій (або тільки початкову конфігурацію, якщо кінцева конфігурація зафіксована) і повертає в якості результату послідовність ходів, що переводять початкову конфігурацію в кінцеву (якщо така послідовність існує, в іншому випадку, алгоритм повідомляє про неможливість вирішення). Оптимальне рішення містить мінімально можливу кількість ходів.

Тоді алгоритм Бога (для даної головоломки) — це алгоритм, який вирішує головоломку і знаходить для довільної пари конфігурацій хоча б одне оптимальне рішення.

Практичність можна розуміти по-різному. Так, існують комп'ютерні програми, що дозволяють за прийнятний час знайти оптимальне рішення для довільної конфігурації кубика Рубіка. У той же час аналогічна задача для кубика

4×4×4 на даний момент залишається практично нездійсненою. Для деяких головоломок існує стратегія, що дозволяє відповідно до простих правил визначити оптимальне рішення вручну, без допомоги комп'ютера.

Альтернативне визначення алгоритму Бога: від алгоритму не потрібно знаходження всієї послідовності ходів; замість цього достатньо знайти перший хід оптимального рішення, що наближує до мети і переводить в нову конфігурацію. Два визначення є еквівалентними: повторне застосування алгоритму до нової пари конфігурацій знову знаходить хід оптимального рішення, що дозволяє отримати всю послідовність ходів оптимального рішення.

Числом Бога даної головоломки називається число n , таке, що існує хоча б одна конфігурація головоломки, оптимальне рішення якої складається з n ходів, і не існує жодної конфігурації, довжина оптимального рішення якої перевищує n . Іншими словами, число Бога — це точна верхня грань безлічі довжин оптимальних рішень конфігурацій головоломки.

Число Бога для кубика Рубика рівне 20 — це діаметр графа Келі групи кубика Рубика.

У загальному випадку, число Бога не є рівним діаметру графа Келі групи головоломки, а ексцентриситету вершини, відповідної «зібраному» стану головоломки[10].

Таблиця 2.2 – Числа Бога у різних іграх

Назва гри	Число Бога
Кубик Рубик 3×3×3	20
Кубик Рубика 2×2×2	11 (якщо поворот грані на 180° вважається 1 ходом) 14 (якщо поворот грані на 180° вважається 2 ходами)
Число Бога піраміди Мефферт	11
П'ятнашки	80 коротких (переміщення окремих кісточок) 43 довгих (переміщення цілих рядів з 1-3 кісточок)

2.4 Нічийна смерть

Нічийна смерть – етап розвитку логічної гри (зазвичай мова йде про настільні ігри, такі як шахи, шашки, го та ін.), коли розробленість теорії досягає рівня, що дозволяє будь-якому гравцеві, що володіє теорією, незалежно від кваліфікації противника, звести партію в гіршому випадку до нічиєї.

Після настання «нічийної смерті» гра, очевидно, стає безглуздою, і до неї в значній мірі втрачається інтерес. Очевидно, що в будь-якому змаганні більшість партій буде закінчуватися внічию, і гра втратить свою основну функцію: порівняння можливостей гравців.

Наступ нічийної смерті в різні часи передбачали для багатьох поширених ігор, зокрема, для шахів і шашок. Щоб уникнути такого становища пропонувалися зміни правил, нові варіанти ігор, наприклад, у було запропоновано варіант шахів – шахи Фішера[11], в яких початкове розміщення фігур вибирається випадковим чином з врахуванням певних обмежень. На практиці, однак, ці ігри продовжують існувати і у вихідних варіантах.

Ігри, що знаходять в стані «нічийної смерті», оскільки для них загальновідомий алгоритм зведення партії внічию для будь-якого боку:

- хрестики-нулики на полі 3×3 ;
- Англійські шашки, частково (для кількох десятків варіантів трьох перших ходів).

Класифікація ігор по нічийній :

- Ігри з відомою виграшною стратегією (нульова нічийна смуга): чотири в ряд, Гомоку.
- Ігри, в яких нічийна смерть настала: хрестики-нулики 3×3 , англійські шашки.

Подальша класифікація відображає лише сучасний стан ігор, а не формальну можливість нічийної смерті в далекому майбутньому:

- Ігри з широкою нічийною смугою (нічийна смерть загрожує): шахи, шашки, сянці, рендзю.

- Ігри з вузькою нічийною смугою (нічийна смерть поки не загрожує): го, сьогі, стовпові шашки[12].

2.5 Логічна гра — шахи

Гра на спеціальній дошці, що має назву шахівниця й поділена на 64 світлі та темні клітини (поля), між 16 світлими (білими) і 16 темними (чорними) фігурами за встановленими для них правилами пересування; старовинна індійська настільна розважальна гра, що має давню історію.

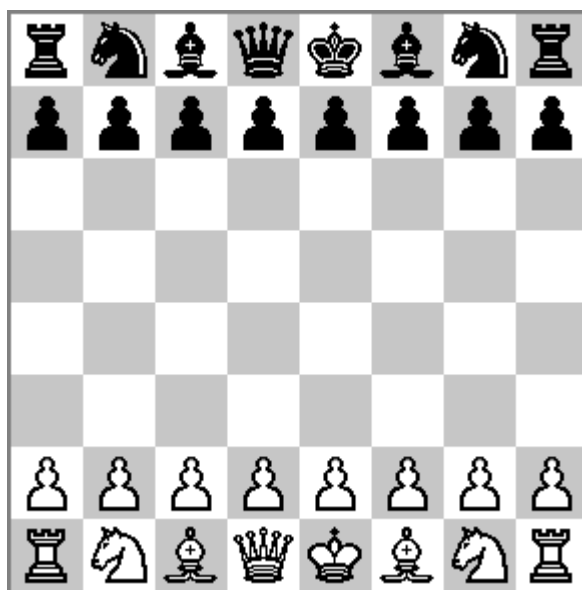


Рисунок 2.1 – Шахова дошка

Гра у шахи ведеться двома гравцями за дошкою, що має 64 клітини чорного та білого кольору, фігурами білого та чорного кольорів. Шахова дошка зазвичай називається шахівниця. Шахівницю розміщують таким чином, що її перша горизонталь перебуває біля гравця, що грає білими. Кожен з гравців має 16 шахових фігур: вісім пішаків, дві тури, двох коней, двох слонів, ферзя та короля. Гравці роблять ходи по черзі, один за одним. Під час кожного ходу гравець може перемістити лише одну фігуру. Виключенням є рокіровка — спільний хід турою та королем. Гру розпочинає той з гравців, що грає фігурами білого кольору. При переміщенні своєї фігури на клітину зайняту фігурою суперника, фігура суперника знімається з дошки. Такий хід називають взяття.

Етапи партії:

Теорія виділяє три етапи шахової партії: дебют, міттельшпіль і ендшпіль.

- Дебют – початкова стадія партії, що триває перші 10-15 ходів. У дебюті основним завданням гравців є мобілізація власних сил, підготовка до безпосереднього зіткнення з противником і початок такого зіткнення. Дебютна стадія гри найбільш добре вивчена в теорії, існує об'ємна класифікація дебютів, напрацьовані рекомендації по оптимальним діям в тих чи інших варіантах, відсіяно велику кількість невдалих дебютних систем.
- Мітельшпіль – середина гри. Стадія, що починається після дебюту. Саме в ній зазвичай відбуваються основні події шахової партії (ситуації, коли виграш досягається ще в дебюті, дуже рідкісні). Характеризується великою кількістю фігур на дошці, активним маневруванням, атаками і контратаками, суперництвом за ключові пункти, в першу чергу - за центр. Партія може завершитися вже в цій стадії, зазвичай таке відбувається, коли одна зі сторін проводить успішну комбінацію. В іншому випадку після взяття більшого числа фігур партія переходить в ендшпіль.
- Ендшпіль – заключна стадія гри. Характеризується невеликою кількістю фігур на дошці. В ендшпіль різко зростає роль пішаків і короля. Часто основною темою гри в ендшпіль стає проведення прохідних пішаків. Ендшпіль закінчується або перемогою однієї зі сторін, або досягненням положення, коли перемога в принципі неможлива. В останньому випадку полягає нічия.

Деякі ходи в шахах виконуються лише за певних умов, що значно збільшує обчислювальну складність даної гри, такими ходами є:

- Рокіровка – якщо король і одна з тур того ж кольору не рухалися з початку гри, то король і ця тура можуть в один хід одночасно змінити положення (рокірувати). При рокіровці король зсувається на 2 клітини у напрямку до тури, а тура ставиться на поле між початковою і кінцевою позицією короля. Рокіровка неможлива, якщо король або відповідна тура вже ходили. Рокіровка тимчасово неможлива, якщо поле, на якому стоїть

король, або поле, на яке він повинен перетнути, або поле, яке він повинен зайняти, знаходиться під ударом однієї з фігур супротивника, або якщо між королем і турою перебуває якась фігура. Рокіровка вважається ходом короля, а не тури, тому рокіровку слід починати з переміщення короля, а не тури.

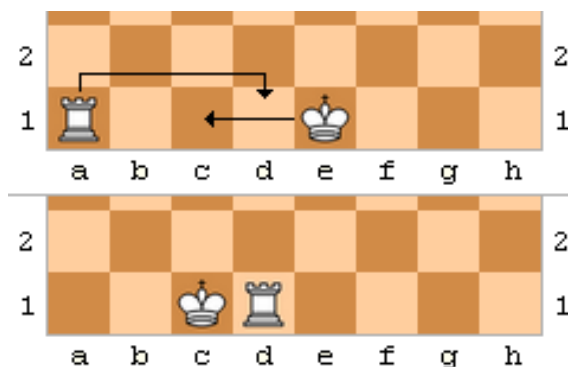


Рисунок 2.2 – Довга рокіровка

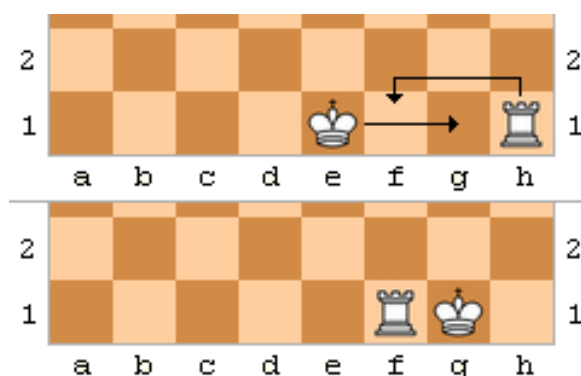


Рисунок 2.3 – Коротка рокіровка

- Взяття на проході – коли пішак робить хід на дві клітини через бите поле, що знаходиться під ударом пішака супротивника, то у наступному ході вона може бути взята цим пішаком супротивника. При цьому пішак супротивника переміщається на бите поле, а збитий пішак знімається з дошки. Взяття на проході можливо тільки безпосередньо у відповідь на хід пішака через бите поле, на наступних ходах воно вже не дозволено. Подібна ситуація стає можливою тільки в тих випадках, коли пішак розташовується на п'ятій (для білих пішаків) або четвертій (для чорних пішаків) горизонталі, а поле, яке перетинає пішак супротивника, знаходиться у нього під боєм. Взяття пішака супротивника може здійснюватися тільки відразу після його переміщення на два поля.

Здійснювати взяття на проході можна лише відповідним ходом, інакше право взяття на проході втрачається. Взяти на проході може тільки пішак, але не фігура супротивника.

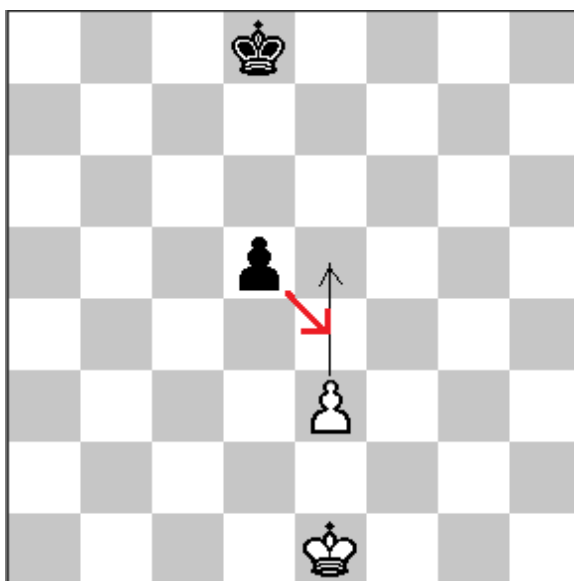


Рисунок 2.4 – Взяття білого пішака на проході

- Перетворення пішака – у шахах заміна пішака, що досяг останньої горизонталі (8-а для білих, 1-а для чорних), будь-якою (крім короля) фігурою того ж кольору з вибору партнера (як тільки гравець торкнувся обраною фігурою поля перетворення він втрачає право перетворити пішака в іншу фігуру), що здійснює хід. Проводиться негайно (тим же ходом) незалежно від наявності на дошці фігур того ж найменування.

Правило 50 ходів – правило шахової гри, згідно з яким гравець, що має чергу ходу, має право вимагати нічию, якщо протягом останніх 50 ходів жодна фігура не була взята і жодний пішак не зробив ходу (тобто не відбулося незворотніх змін в положенні фігур на дошці). Правило було введено для того, щоб гравець, який не має можливості перемогти, не затягував гру до нескінченності, розраховуючи на помилку суперника внаслідок втоми[13].

2.6 Шахова нотація

Шахова нотація – система умовних позначень, що застосовуються для запису шахової партії або положення фігур на шаховій дошці.

Запис ходу складається з таких компонентів:

1. (Опціонально) Багатокрапка (...) – знак ходу чорних.
2. Тип фігури, яка ходить (король, кінь і т. д.).
3. Поле, з якого зроблений хід.
4. Для тихого ходу – тире (-). Для взяття в міжнародній нотації застосовується хрест або буква х, в російській двокрапка (:).
5. Поле, на яке зроблений хід.
6. Якщо пішак здійснив перетворення, після цільового поля вказується фігура, якою вона стала.
7. Для шаха – знак плюс (+). Для подвійного шаха – подвійний плюс (++). Для мату – знак множення (×) в російській нотації і решітка (#) в міжнародній. Зрідка зустрічається знак «=» для нічиєї.
8. Коментарі до ходу. ! або !! для сильного ходу, ? або ?? для слабкого,?! для ризикованого,!? для цікавого ходу.

Наприклад, в російській нотації дитячий мат записується так[14]:

1. e2-e4 e7-e5;
2. Cf1-c4 Kb8-c6;
3. Фd1-h5?! Kg8-f6??;
4. Фh5: f7 ×.

Та ж партія в міжнародній нотації:

1. e2-e4 e7-e5;
2. Vf1-c4 Nb8-c6;
3. Qd1-h5?! Ng8-f6??;
4. Qh5xf7 #.

Нотація Форсайта-Едвардса (FEN) – стандартна нотація запису шахових діаграм. Поля запису:

- Положення фігур з боку білих. Позиція описується цифрами та літерами по горизонталях зверху вниз починаючи з восьмої горизонталі і закінчуючи першою. Розташування фігур на горизонталі записується зліва направо, дані кожної горизонталі розділяються косою рисою /. Білі фігури позначаються великими літерами. К, Q, R, B, N, P – відповідно білі король,

ферзь, тура, слон, кінь, пішак. k, q, r, b, n, p – відповідно чорні король, ферзь, тура, слон, кінь, пішак. Позначення фігур взяті з англomовного варіанту алгебраїчної нотації. Цифра задає кількість порожніх полів на горизонталі, рахунок ведеться або від лівого краю дошки, або після фігури (8 означає порожню горизонталь).

- Активна сторона: w – наступний хід належить білим, b – наступний хід чорних.
- Можливість рокіровки. k – у бік королівського флангу (коротка), q – у бік ферзевого флангу (довга). Великими вказуються білі. Неможливість рокіровки позначається «-».
- Можливість взяття пішака на проході. Вказується прохідне поле, інакше «-».
- Лічильник півходів. Число півходів, що пройшли з останнього ходу пішака або взяття. Використовується для визначення застосування правила 50 ходів.
- Номер ходу. Будь-якій позиції може бути присвоєно будь-яке невід'ємне значення (за замовчуванням 1), лічильник збільшується на 1 після кожного ходу чорних.

Початкова позиція шахової партії у форматі FEN[15]:

rnbqkbnr / pppppppp / 8/8/8/8 / PPPPPPPP / RNBQKBNR w KQkq - 0 1

2.7 Комбінаторні задачі в шахах

Задача про вісім ферзів. Полягає в такому розміщенні восьми ферзів на шаховій дошці, що жодна з них не ставить під удар іншу. Тобто, вони повинні не стояти на одному стовпчику, рядку, або діагоналі. Задача про вісім ферзів є прикладом загальної задачі про n ферзів: задачі розміщення n ферзів на дошці розміром $n \times n$, яка має розв'язки для $n = 1$ або $n \geq 4$. Задача має 92 розв'язки. Якщо відкинуті схожі композиції з точністю до відбиття та обертання, залишиться 12 унікальних розв'язків.

Оскільки кожен унікальний розв'язок має чотири відбиття (через діагональ, горизонталь, вертикаль, та середину дошки), та чотири повороти, можна отримати $8 \times 12 = 96$ розв'язки. Оскільки один з розв'язків, вказаний на рисунку 2.2, залишається незмінним при повороті на 180° , з нього можна отримати лише чотири розв'язки. Завдяки йому, загальна кількість розв'язків класичної задачі дорівнює 92.

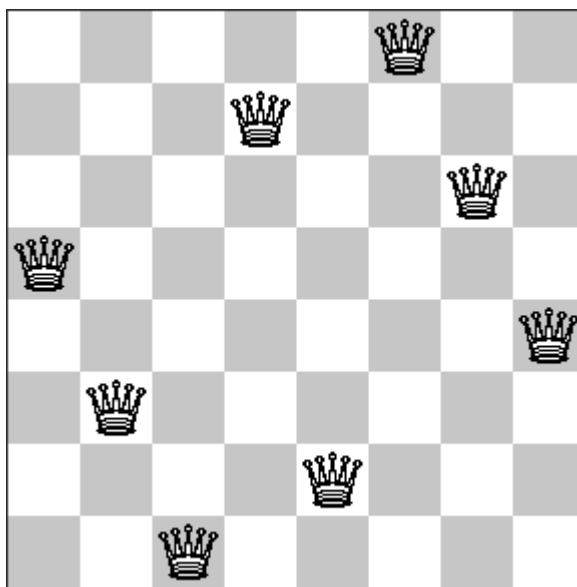


Рисунок 2.5 – Один з розв'язків задачі про вісім ферзів

Узагальнена задача про ферзів полягає в розміщенні n ферзів на дошці розміром $n \times n$. Верхня границя кількості розв'язків $D(n)$ задачі розміру n дорівнює $n!$, що дорівнює кількості розв'язків для n тур. Кількість ферзів, які не ставлять під удар одна одну, набагато менша за це число[16].

Оціна для великих n :

$$D(n) \approx n! \cdot c^n \quad (2.1)$$

Де $c \approx 0.39$.

Задача про хід коня. Задача про знаходження маршруту шахового коня, що проходить через усі поля шахівниці по одному разу.

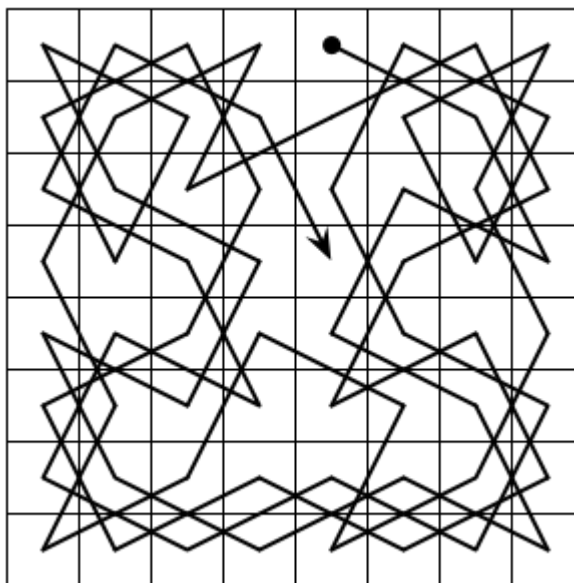


Рисунок 2.6 – Маршрут обходу конем усіх клітинок

У термінах теорії графів кожен маршрут коня, що проходить через всі поля шахівниці, відповідає гамільтоновому шляху (або циклу, якщо маршрут замкнений) у графі, вершинами якого є поля дошки, і два поля з'єднані ребром, якщо з одного можна потрапити на інше за один хід коня. Кількість всіх замкнутих маршрутів коня (гамільтонових циклів) без урахування напрямку обходу дорівнює 13267364410532 (кількість замкнутих маршрутів з урахуванням напрямку в два рази більше). У той же час завдання підрахунку всіх можливих незамкнутих маршрутів значно складніше і не вирішене досі. Відомо, що кількість незамкнутих маршрутів не перевищує числа сполучень[17][19].

2.8 Оцінка складності комбінаторних ігор

У комбінаторній теорії ігор є декілька способів оцінки складності гри. Розглянемо наступні з них: складність простору станів(кількість можливих позицій), розмір дерева гри, складність рішення, складність дерева гри(кількість можливих закінчень гри) і обчислювальна складність. У таблиці 2.3 порівняємо складність найпоширеніших логічних ігор за цими параметрами.

Таблиця 2.3 – Порівняння складності комбінаторних ігор[18]

Гра	Розмір гальної дошки	Складність в просторі станів	Складність дерева гри	Середня тривалість гри	Коефіцієнт розгалуження
Шахи	64	$[10^{43}; 10^{47}]$	10^{123}	80	35
Го 19×19	361	10^{171}	10^{360}	150	250
Шашки 8×8	32	10^{20} або 10^{18}	10^{31}	70	2.8
Хрестики -нулики	9	10^3	10^5	9	4
Гомоку 15×15	225	10^{105}	10^{70}	30	210
Гекс 11×11	121	10^{57}	10^{98}	40	280
Короткі нарди	28	10^{20}	10^{144}	50-60	250

Висновки до розділу

З обчислювальними можливостями сьогодення вже доведено нічийну смерть для таких ігор, як шашки 8×8 та хрестики-нулики, ймовірно таке чекатиме і шахи, але через їх велику обчислювальну складність довести подібне наразі не є можливим.

3 СПОСОБИ ЗБЕРЕЖЕННЯ І РОЗРАХУНКУ ДАНИХ

3.1 Шахові рушії

Шаховий рушії – комп'ютерна програма, призначена для розрахунку шахових варіантів.

Більшість шахових рушіїв не мають власного графічного інтерфейсу користувача (GUI), але існують додаткові додатки, які його формують, такі, як XBoard під Linux і WinBoard під Windows.

Інтерфейс командного рядка GNU Chess став фактично початковим стандартом, названим Chess Engine Communication Protocol, і він вперше був підтриманий в XBoard. Коли XBoard був портований під операційну систему Windows під назвою WinBoard, цей протокол був перейменований в «Протокол WinBoard». Протокол WinBoard був самостійно модернізований, і дві версії протоколів згадуються як «Протокол 1 WinBoard» (початкова версія) і «Протокол 2 WinBoard» (більш нова версія). Є інший протокол - універсальний шаховий інтерфейс (Universal Chess Interface, UCI). Деякі програми підтримують обидва протоколи, але у кожного з них є свої прихильники. Протокол Winboard в минулому був популярний, але в даний час стандартом де-факто є UCI, безліч розробників шахових програм вважають, що універсальний шаховий інтерфейс легше використовувати. Деякі інтерфейсні програми (наприклад, Arena) підтримують обидва протоколи, тоді як інші підтримують тільки один і залежать від доповнень, наприклад, такого, як Polyglot[20].

Існує багато чинників, що розрізняють рейтинг-листи шахових движків:

- Контроль часу. Довший контроль часу, такий, як 40 ходів протягом 120 хвилин, краще підходить для визначення сили гри в турнірі, але забирає більше часу на тестування.
- Використовувані апаратні засоби і операційна система: 64-бітові або 32-бітові апаратні засоби, мультипроцесорні або однопроцесорні системи, швидкодія процесорів і обсяг пам'яті. Більш швидкі апаратні засоби з більшою пам'яттю дозволяють сильніше грати.

- Налаштування параметрів розрахунків (можливість аналізу під час ходу суперника).
- Розміри таблиць перестановок (повторюваних шахових позицій).
- Налаштування дебютних книг (початків шахових партій).

Таблиця 3.1 – Порівняння шахових рушіїв[21][22]

Рейтинг лист	Ходи/хв.	Рік початку	Останнє оновлення	Зіграно ігор	Кращі три рушії	Рейтинг
CCRL	40/40	2005	16.05.2015	520025	Komodo 9 64-bit 4CPU Stockfish 6 64-bit 4CPU Houdini 4 64-bit 4CPU	3325 3310 3269
SSDF	40/120	1984	11.11.2013	132746	Komodo 5.1 MP x64 Stockfish 3 MP x64 Deep Rybka 4 x64	3241 3211 3208

3.2 Аналіз способів збереження даних

Бази даних або таблиці ендшпілю — це занесена в комп'ютер база даних усіх шахових позицій у межах певних ендшпілів. Ці таблиці показують теоретичну оцінку кожної позиції (виграш, програш чи нічия) та скільки ходів потрібно для досягнення результату з ідеальною грою. Таким чином, ендшпільні таблиці завжди показують оптимальні ходи як для білих, так і для чорних. Наразі найбільш використовуваними є: Edward Tablebases, De Koning Endgame Database і Nalimov Endgame Tablebases.

3.2.1 Ендшпільні таблиці Налимова

Ендшпільні таблиці Налимова – бази даних шахових закінчень. Ендшпільних таблиці Налимова названі ім'ям новосибірського програміста Євгена Налимова, який запропонував ефективний алгоритм для абсолютно точного розрахунку шахових закінчень.

В даний час, всі провідні комп'ютерні програми для гри в шахи мають опцію для підключення таблиць Налимова.

У таблицях Налимова є абсолютно точні варіанти розвитку шахової партії в ендшпіль. За допомогою таблиць Налимова визначаються всі можливі варіанти продовження гри, всі можливі результати і через скільки ходів, при ідеальній грі, партія прийде до того чи іншого результату[23][24].

Розрахунок. Час розрахунку таблиць Налимова експоненціально зростає з збільшенням кількості фігур.

Для розрахунку всіх таблиць на комп'ютері з процесором «Атлон» 1,2 ГГц треба:

- 5-фігурних потрібно 5 діб
- 6-фігурних таблиць на ньому ж було б потрібно вже 860 днів
- 7-фігурних близько 700 років.

Таким чином час стає непереборною перешкодою для розрахунку «ендшпільних» баз усіх 32-х фігур, залишається лише сподіватися на довголіття закону Мура і квантовий комп'ютер.

На теперішній час є бази даних, розрахованих за таблицями Налимова, для всіх 3-х, 4-х, 5-ти, 6-ти, 7-ми (включаючи двох королів) фігурних закінчень.

Таблиця 3.2 – Необхідна вільна пам'ять для розрахунку закінчень[23][24]

Закінчення	3-фігурні	4-фігурні	5-фігурні	6-фігурні	7-фігурні
Розмір	62.4 КБ	29.5 МБ	7.03 ГБ	1.205 ТБ	140 ТБ

3.2.2 Структура бази даних

Для зберігання даних було обрано безкоштовну об'єктно-реляційну базу даних Oracle Express Edition.

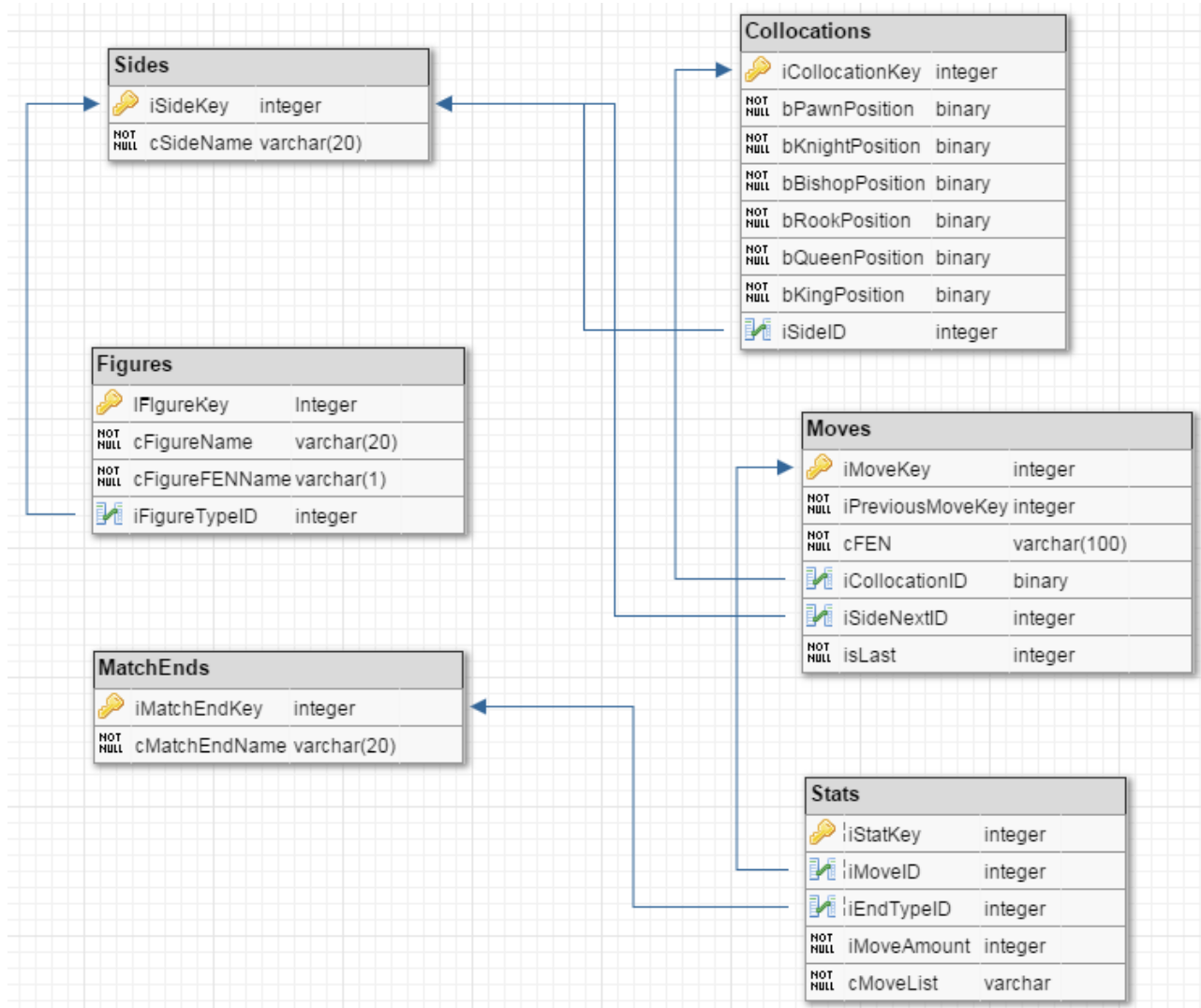


Рисунок 3.1 – Структура бази даних збереження результатів розрахунків ендшпів

Структура бази даних складається з 6 таблиць. Таблиці: Figures, MatchEnds, Sides є словниками, що зберігають виключно внутрішні службові неоновлювані данні.




Moves		
	iMoveKey	integer
NOT NULL	iPreviousMoveKey	integer
NOT NULL	cFEN	varchar(100)
	iCollocationID	binary
	iSideNextID	integer
NOT NULL	isLast	integer

Рисунок 3.2 – Таблиця «Moves» – Ходи

Таблиця «Moves» зберігає інформацію про всі ходи, що було розраховано, по даним можна визначити послідовність ходів до мату або пату для будь-якого розташування фігур, що вже було розраховано.

Інформація, по окремих стовпцях таблиці:

iMoveKey – оригінальний номер запису в таблиці, який однозначно ідентифікує хід(розташування фігур на дошці).

iPreviousMoveKey – номер попереднього ходу.

cFEN – зберігає розташування фігур для данного ходу у форматі нотації Форсайта-Едвардса.

iCollocationID – зовнішній ключ, по якому можна визначити бітові маски розташування всіх типів фігур на дошці.

iSideNextID – зовнішній ключ, по якому можна визначити сторону, що ходитиме наступною.

isLast – вказує на те, чи цей хід є кінцевим, тобто це значить, що в ньому було зафіксовано мат або пат.



Collocations		
	iCollocationKey	integer
NOT NULL	bPawnPosition	binary
NOT NULL	bKnightPosition	binary
NOT NULL	bBishopPosition	binary
NOT NULL	bRookPosition	binary
NOT NULL	bQueenPosition	binary
NOT NULL	bKingPosition	binary
	iSideID	integer

Рисунок 3.3 – Таблиця «Collocations» – Розташування

Таблиця «Collocations» зберігає інформацію про розташування усіх типів фігур кожної зі сторін для кожного ходу.

Інформація, по окремих стовпцях таблиці:

iCollocationKey – оригінальний номер запису в таблиці, який однозначно ідентифікує розташування фігур однієї зі сторін.

bPawnPosition – бітова маска розташування пішаків однієї зі сторін.

bKnightPosition – бітова маска розташування коней однієї зі сторін.

bBishopPosition – бітова маска розташування слонів однієї зі сторін.

bRookPosition – бітова маска розташування тур однієї зі сторін.

bQueenPosition – бітова маска розташування ферзя однієї зі сторін.

bKingPosition – бітова маска розташування короля однієї зі сторін.

iSideID – зовнішній ключ, по якому можна визначити сторону, для якої збережені розташування фігур.


Sides		
	iSideKey	integer
NOT NULL	cSideName	varchar(20)

Рисунок 3.4 – Таблиця «Sides» – Сторони

Таблиця «Sides» зберігає інформацію про двох суперників, що беруть участь у грі шахи.

Інформація, по окремих стовпцях таблиці:

iSideKey – оригінальний номер запису в таблиці, який однозначно ідентифікує суперника.

cSideName – містить назву суперника(білі/чорні).



Figures		
	iFigureKey	Integer
NOT NULL	cFigureName	varchar(20)
NOT NULL	cFigureFENName	varchar(1)
	iFigureTypeID	integer

Рисунок 3.5 – Таблиця «Figures» – Фігури

Таблиця «Figures» зберігає інформацію про типи фігур, що беруть участь у грі шахи.

Інформація, по окремих стовпцях таблиці:

iFigureKey – оригінальний номер запису в таблиці, який однозначно ідентифікує фігуру.

cFigureName – назва фігури.

cFigureFENName – назва фігури у форматі нотації Форсайта-Едвардса.

iFigureTypeID – зовнішній ключ, по якому можна визначити сторону, якій належить фігура.




Stats		
	iStatKey	integer
	iMoveID	integer
	iEndTypeID	integer
NOT NULL	iMoveAmount	integer
NOT NULL	cMoveList	varchar

Рисунок 3.6 – Таблиця «Stats» – Результати

Таблиця «Stats» зберігає інформацію про найкоротші мати/пати можливі з розсташування данного ходу.

Інформація, по окремих стовпцях таблиці:

iStatKey – оригінальний номер запису в таблиці, який однозначно ідентифікує результат.

iMoveID – зовнішній ключ, по якому можна визначити хід, якому належить результат.

iEndTypeID – зовнішній ключ, по якому можна визначити тип закінчення партії(мат/пат).

iMoveAmount – зберігає пораховану мінімальну кількість ходів до знайденого мату/пату.

cMoveList – зберігає текстове представлення порядку ходів до знайденого мату/пату.


MatchEnds		
	iMatchEndKey	integer
NOT NULL	cMatchEndName	varchar(20)

Рисунок 3.7 – Таблиця «MatchEnds» – Закінчення партії

Таблиця «MatchEnds» зберігає інформацію про можливі результати

закінчення шахової партії(мат/пат).

Інформація, по окремих стовпцях таблиці:

iMatchEndKey – оригінальний номер запису в таблиці, який однозначно ідентифікує закінчення партії.

sMatchEndName – назва закінчення партії.

3.3 Алгоритми розрахунку ендшпільв

3.3.1 Алгоритм Налімова

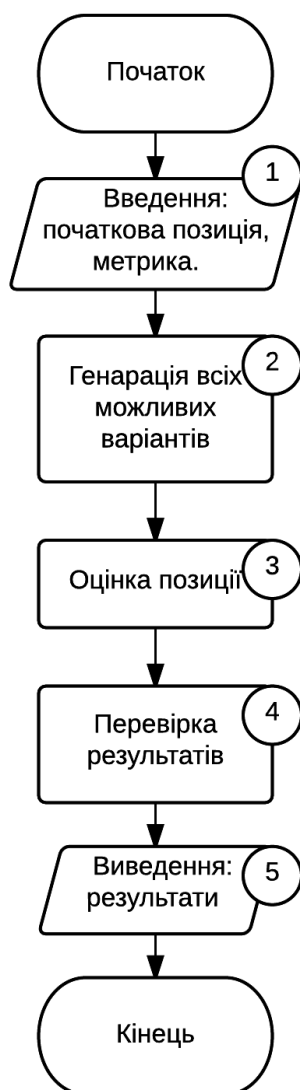


Рисунок 3.8 – Блок-схема алгоритму генерації таблиць Налімова

Опис алгоритму:

1. Введення початкових даних: метрика оптимальності та початкова позиція.

Вибір метрики оптимальності. Перед генерацію бази даних ендшпіль, треба визначити, в який момент гравець "переміг" гру. Кожна позиція може бути визначена на відстані (тобто число ходів) від бажаної кінцевої точки. Як правило, використовуються наступні метрики:

- Глибина до мату (DTM). Мат є єдиним способом, щоб виграти гру.
- Глибина конверсії (DTC). Сильніша сторона може також виграти захоплюючи фігури, таким чином, перетворюючи в більш простий ендшпіль.

Різницю між DTC і DTM можна зрозуміти, аналізуючи Рис 3.1. Як білим потрібно піти, залежить від використовуваної метрики.

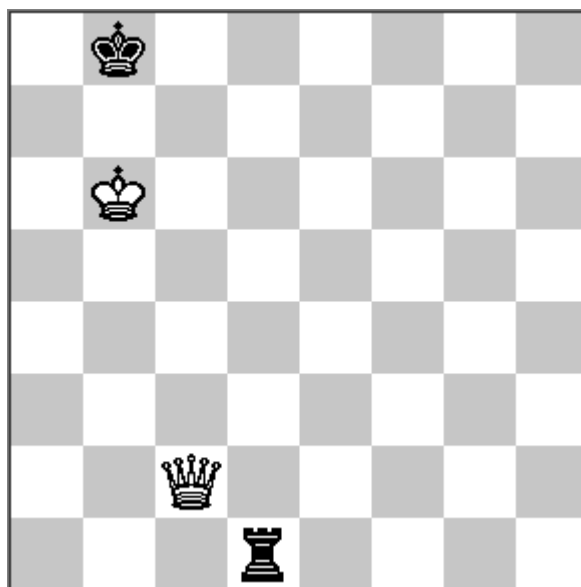


Рис. 3.9 – Приклад ендшпілю для порівняння DTC і DTM метрик

Таблиця 3.3 – Порівняння метрик DTC і DTM

Метрика	Послідовність ходів	DTC	DTM
DTC	1. Qxd1 Kc8 2. Qd2 Kb8 3. Qd8 мат	1	3
DTM	1. Qc7+ Ka8 2. Qa7 мат	2	2

За метрикою DTC, білі повинні захопити чорну туру, тому що це відразу призводить до позиції, яка, безумовно, виграшна, але це займе більше двох кроків. Відповідно за метрикою DTM, білий ставить мат у 2 кроки, так $DTM = DTC = 2$.

Ця відмінність характерно для багатьох ендшпільів. Зазвичай DTC має менше ходів, ніж DTM, але метрика DTM призводить до швидких матів. Винятки бувають, де слабка сторона має тільки короля, і в незвичайному ендшпільі двох лицарів проти одого пішаки.

2. Генерація всіх можливих варіантів.

Після того, як метрика обрана, перший крок полягає в створенні всіх позицій з даного матеріалу. Наприклад, для створення DTM tablebase для ендшпілью король і королева проти короля (KQK), комп'ютер повинен описати приблизно 40000 унікальних правових позицій.

3. Оцінка позицій, використовуючи ретроспективний аналіз.

Ретроспективний аналіз необхідний тільки від мат позицій. Інші позиції не треба опрацьовувати з, оскільки, всі позиції, що отримані не від матових - нічий.

4. Перевірка.

Після того, як база даних ендшпільів була сформована, і кожна позиція була оцінена, результат повинен бути перевірений незалежно. Метою є перевірити несуперечливість результатів бази даних.

5. Виведення результату[24].

3.3.2 Паралельний алгоритм

Для зменшення часу розрахунку ендшпільних таблиць з урахуванням інформації з ендшпільних таблиць Налімова (використання розрахованих позицій для білих, при пошуку чорних; однаковість позицій по вертикалі і горизонталі для певних фігур) було розроблено паралельний алгоритм.

1. Введення даних: board – розташування фігур на дошці та Side – сторона, що ходить наступною.

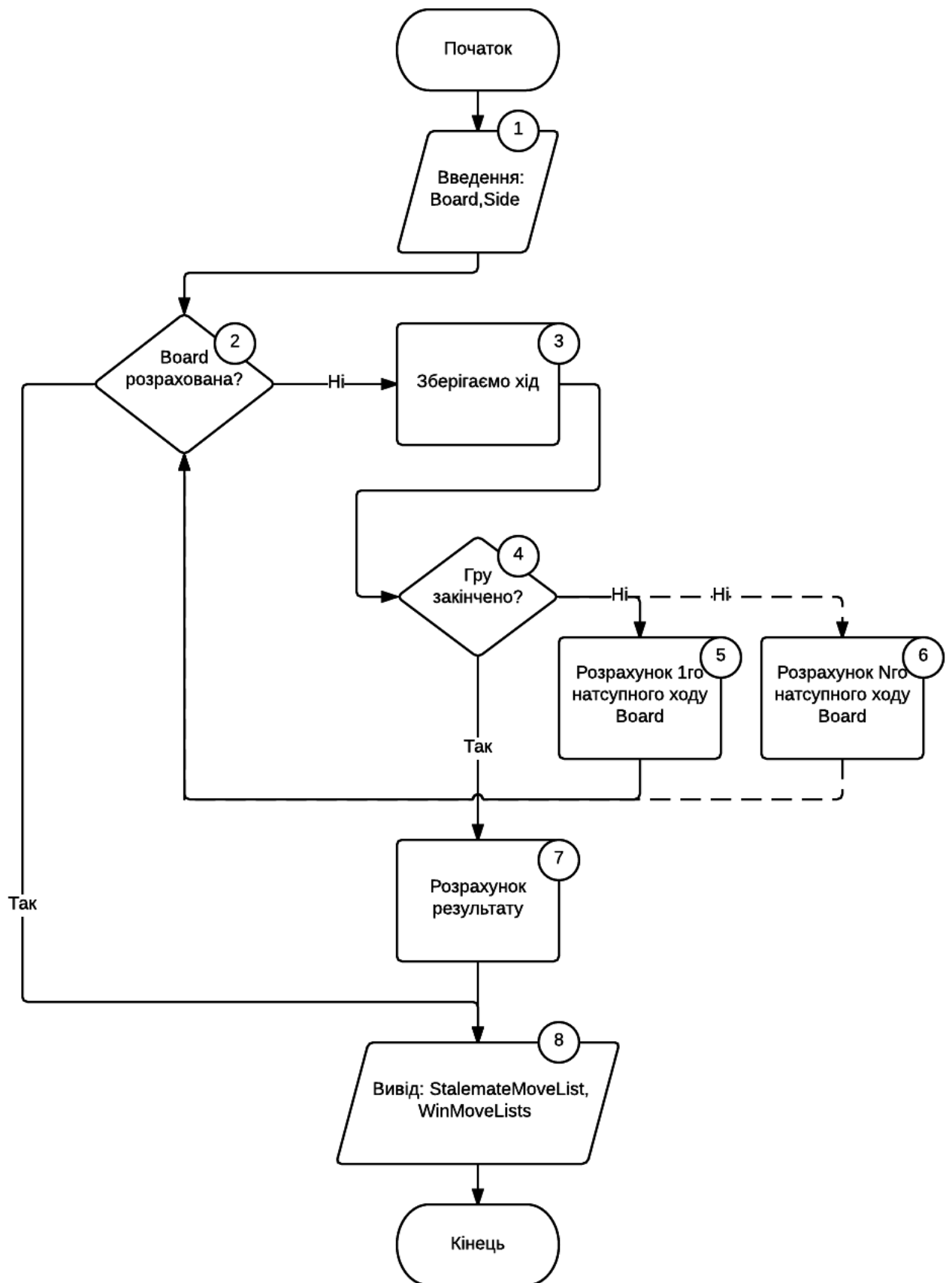


Рисунок 3.10 – Блок-схема паралельного алгоритму генерації ендшпільів

2. Перевіримо чи є вже данне розташування фігур(board) в базі даних: якщо так перейдемо до п.8, якщо ні до п.3.
3. Збережемо денне розташування фігур(board) в базі даних.
4. Перевіримо чи є данне розташування(board) кінцевим(виконання умови фіксування мату/пату без переміщення фігур): якщо так, перейдемо до п.7, якщо ні до п.5.
5. Випадковий вибір одного з перших ходів $board_1^1$ для заданного розташування(board) і переходимо до п.2.
6. Паралельно розраховуємо всі перші ходи $board_2^1 \dots board_n^1$, що залишились, для заданного розташування(board) і переходимо до п.2.
7. Розраховуємо результати для заданного розташування(board): мінімальну кількість ходів до мату/пату, послідовність кроків і збережемо в базу даних.
8. Виведемо результат користувачу.

Висновки до розділу

Алгоритм і базу даних було спроектовано з метою зменшення кількості необхідних розрахунків на основі наступних особливостей:

- Достатньо розрахованого ендшпіля лише для одної з сторін, у випадку вже розрахованого закінчення для білих, його можна використовувати і для чорних.
- Оскільки ферзь ходить у всі боки і б'є фігури однаково(на відміну від пішака) при ендшпілі на одній з половин дошки відносно вертикалі або горизонталі, або квадратів(по 16 клітинок) достатньо лише одного розрахунку. Таке ж можна буде використовувати в подальшому і для тури та коня.

Данні оптимізації стали можливими за рахунок збереження в базі даних позицій кожного типу фігур для кожного з гравців у вигляді бітових масок.

4 РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ ЗАКІНЧЕНЬ

Було поставлено задачу розрахувати 8-ми фігурні закінчення, що складаються виключно з ферзів з урахуванням двох королів, в результаті також отримано розрахунки для всіх 3х,4х,5ти,6ти та 7ми фігурних закінчень з даними фігурами.

4.1 Розрахунок 3х фігурних закінчень ферзів

Розглянемо всі можливі 3х фігурні закінчення з ферзів.

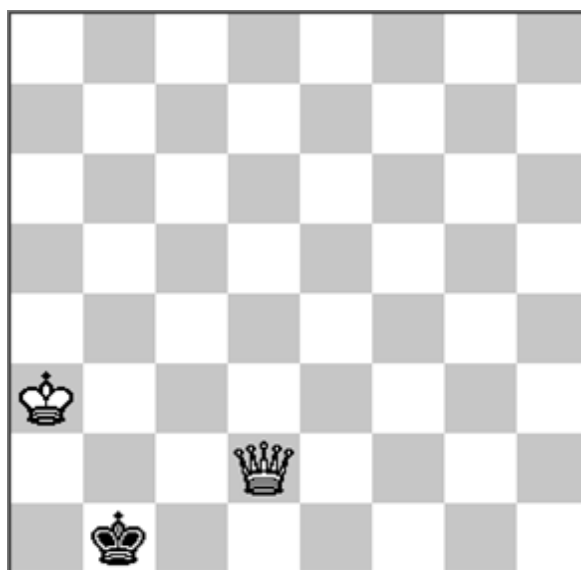


Рисунок 4.1 – Одна з найшвидших виграшних позицій для білих за наступного ходу білих 3х фігурному закінченні король і ферзь проти короля

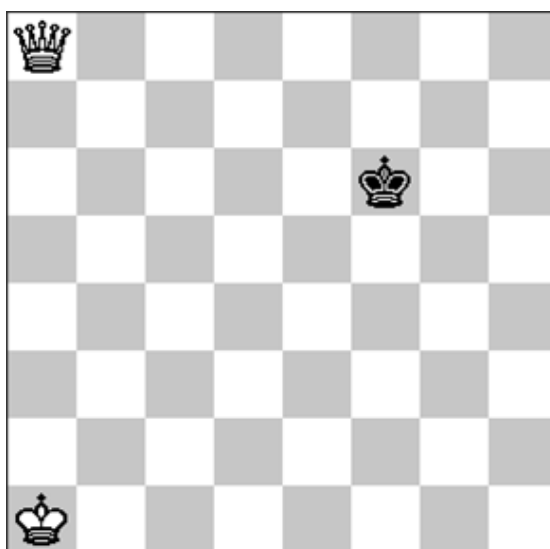


Рисунок 4.2 – Одна з найдовший виграшних позицій для білих при 3х фігурному закінченні король і ферзь проти короля

Ліворуч(починають білі):

Ka3-b3

Праворуч(починають білі):

Ka1-a2 Kf6-f5

Ka2-b3 Kf5-g5

Qa8-f3 Kg5-g6

Kb3-c4 Kg6-h6

Qf3-g3 Kh6-h5

Kc4-d4 Kh5-h6

Kd4-e5 Kh6-h5

Ke5-f5 Kh5-h6

Qg3xg6#

Таблиця 4.1 – Показники граничних 3х фігурних закінчень

Показник\Закінчення	ферзь і король проти короля
Мінімальна кількість ходів до мату	1
Максимальна кількість ходів до мату	9

4.2 Розрахунок 4х фігурних закінчень ферзів

Розглянемо всі можливі 4х фігурні закінчення з ферзів.

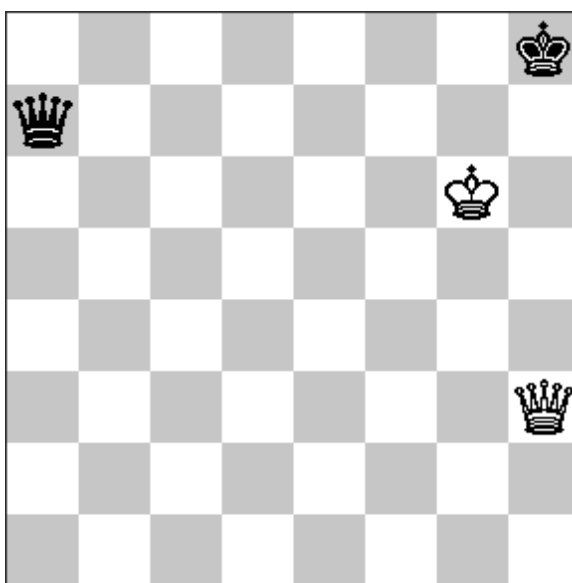


Рисунок 4.3 – Одна з найшвидших виграшних позицій для білих при 4х фігурному закінченні король і ферзь проти короля і ферзя

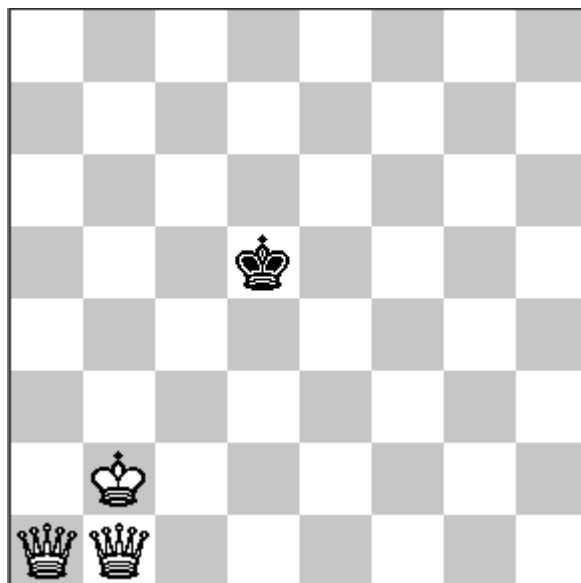


Рисунок 4.4 – Одна з найдовших виграшних позицій для білих при 4х фігурному закінченні 2 ферзі і король проти короля

Таблиця 4.2 – Показники граничних 4х фігурних закінчень

Показник\Закінчення	2 ферзі і король проти короля	Ферзь і король проти ферзя і короля
Мінімальна кількість ходів до мату	1	1
Максимальна кількість ходів до мату	4	1

4.3 Розрахунок 5ти фігурних закінчень ферзів

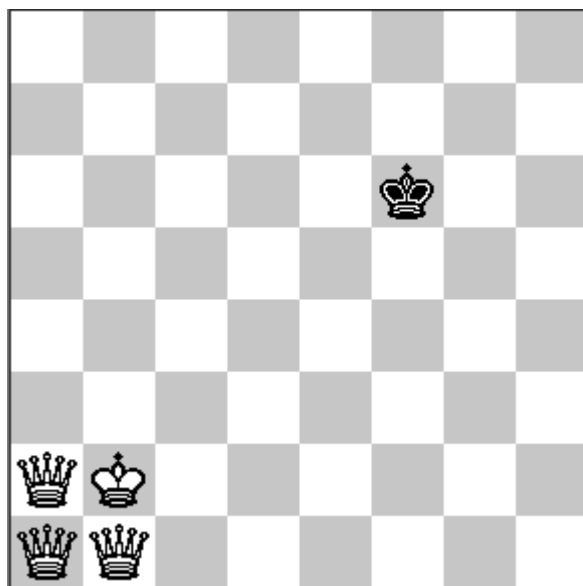


Рисунок 4.5 – Одна з найдовших виграшних позицій для білих при 5ти фігурному закінченні 3 ферзі і король проти короля

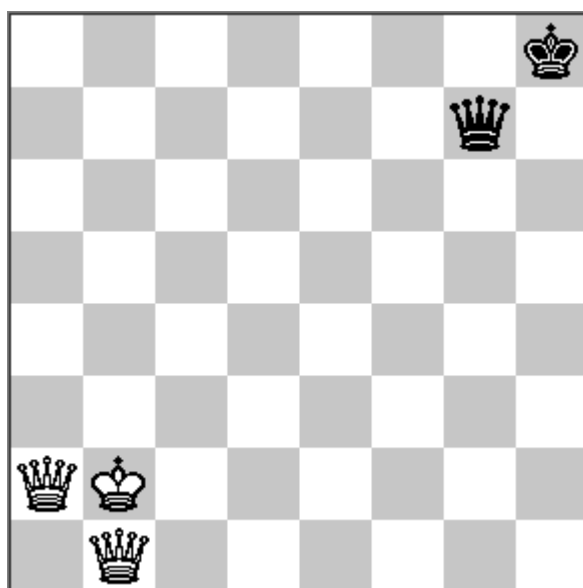


Рисунок 4.6 – Одна з найдовших виграшних позицій для білих за наступного ходу білих при 5ти фігурному закінченні 2 ферзі і король проти короля і ферзя

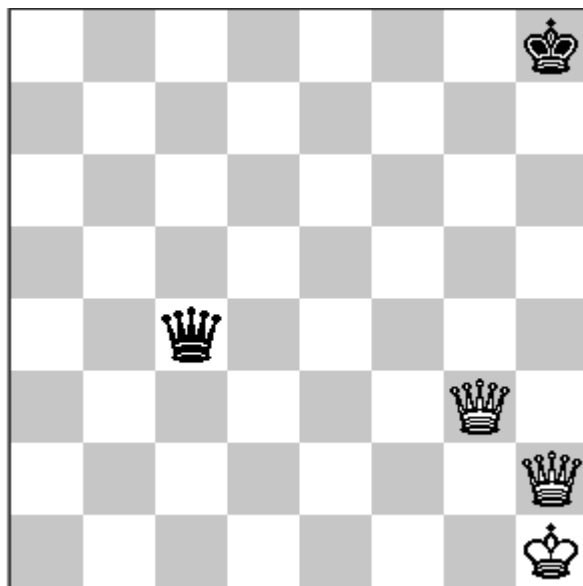


Рисунок 4.7 – Одна з найшвидших виграшних позицій для білих при 5ти фігурному закінченні 2 ферзі і король проти короля і ферзя

Таблиця 4.3 – Показники граничних 5ти фігурних закінчень

Показник\Закінчення	3 ферзі і король проти короля	2 ферзі і король проти ферзя і короля
Мінімальна кількість ходів до мату	1	1
Максимальна кількість ходів до мату	4	24

4.4 Розрахунок бти фігурних закінчень ферзів

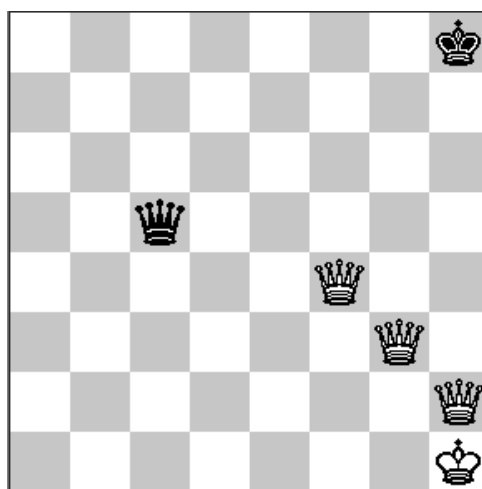


Рисунок 4.8 – Одна з найшвидших виграшних позицій для білих при бти фігурному закінченні 3 ферзі і король проти короля і ферзя

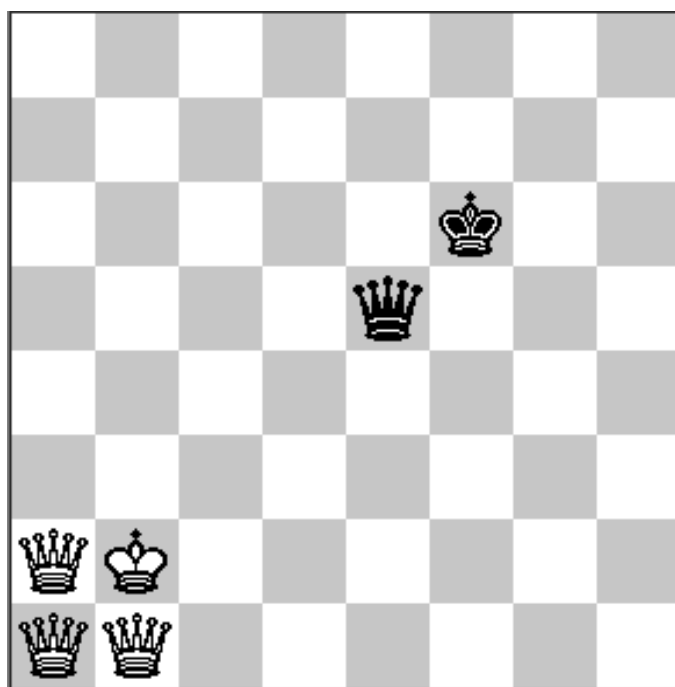


Рисунок 4.9 – Одна з найдовших виграшних позицій для білих при бти фігурному закінченні 3 ферзі і король проти короля і ферзя

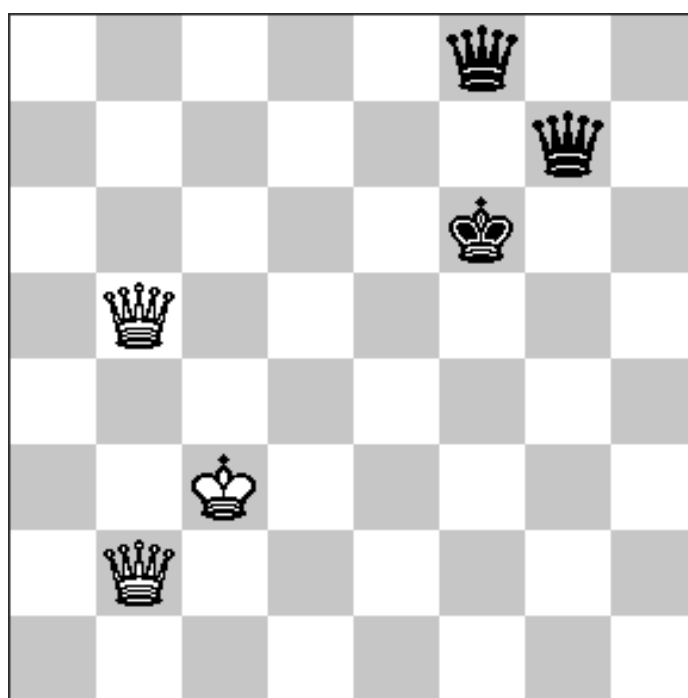


Рисунок 4.10 – Одна з найдовших виграшних позицій для чорних при бти фігурному закінченні 2 ферзі і король проти 2 ферзів і короля за натсупного ходу білих

Таблиця 4.4 – Показники граничних бти фігурних закінчень

Показник\Закінчення	4 ферзі і король проти короля	3 ферзі і король проти ферзя і короля	2 ферзі і король проти 2 ферзів і короля
Мінімальна кількість ходів до мату	1	1	1
Максимальна кількість ходів до мату	5	14	37

4.5 Порівняння розрахунків різних закінчень

Таблиця 4.5 – Порівняння отриманих розрахунків закінчень

Закінчення	Розмір бази шахових таблиць	Мінімальна кількість ходів до мату	Максимальна кількість ходів до мату
3х	12 Кб	1	9
4х	1.8 Мб	1	10
5ти	62.8 МБ	1	24
6ти	701.9 МБ	1	37
7ми	5.9 ГБ	1	73
8ми	30.3 ГБ	1	101

Тепер порівняємо точність результатів, що повертають нам розраховані таблиці з програмами, що використовують ендшпільні таблиці Налімова. Оскільки, наразі, у відкритому доступі можна дивитись рішення лише для закінчень до бти фігур включно, то порівняння для 7 і 8 зробити не є можливим.

Таблиця 4.6 – Порівняння результатів пошуку ендшпільів згенерованих таблиць з програмами, що використовують таблиці Налімова

	Рішення на основі згенерованих таблиць	Рішення на основі таблиць Налімова
3х	9	9
4х	10	10
5ти	24	24
6ти	37	37

Висновок до розділу

Результати розв'язків отриманих з таблиць розрахованих розробленою програмою повністю співпали з результатами, що генеруються на основі таблиць Налімова для проаналізованих прикладів для закінчень 3х,4х,5ти і 6ти фігур, що свідчить про правильність розробки і реалізації поставленого алгоритму.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Лише таке широке поняття охорони праці здатне забезпечити безпечні і здорові умови праці працівників. Якщо хоча б один її компонент порушений, порушується вся охорона праці робітника. В цьому широкому значенні, охорона праці потрібна скрізь, де працює людина.

Основним місцем виконання роботи було приміщення площею 12 кв.м, обладнане робочим столом та всім необхідним для роботи обладнанням.

Метою розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» є оцінка напруженості праці, розглядання санітарно-гігієнічних норм робочого місця, аналіз психологічних аспектів умов праці та вибір оптимального режиму праці та відпочинку.

5.1 Оцінка напруженості праці

Для суб'єктивної оцінки умов праці моєї дипломної роботи я проводила атестацію робочого місця за умовами праці. Щоб робота була планомірною і цілеспрямованою було проведено атестацію, яка сприяє покращанню умов праці. Виходячи з принципів «гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» умови праці, де виконана моя робота можна віднести до класу допустимі (2). Цей клас характеризується такими рівнями факторів виробничого середовища і трудового процесу, які не перевищують встановлених нормативів, а можливі зміни функціонального стану організму відновлюються за час регламентованого відпочинку або до початку наступної зміни та не чинять несприятливого впливу на стан здоров'я працюючих та їх потомство в найближчому і віддаленому періодах.

5.1.1 Інтелектуальні навантаження

При виконанні моєї дипломної роботи приймалися рішення простих альтернативних завдань згідно з інструкцією. Сприймалися сигнали з наступною корекцією дій та операцій. Був затверджений розподіл функції за ступенем складності завдання, до якого відноситься обробка, виконання завдання та його перевірка. Дипломна робота виконувалася за встановленим графіком з можливим його коректуванням у ході діяльності.

Щільність сигналів та вчасного повідомлень за одну годину становило 100. Кількість об'єктів одночасного спостереження було 7.

5.1.2 Сенсорні навантаження

Розмір об'єкту розрізнення 1мм при тривалості спостереження 50% часу. Робота з оптичними приладами при тривалості спостереження тривала 40% часу зміни. Спостереження за екранами ВДТ відбувалося 3 години за зміну. Навантаження на слуховий апарат протягом тижня тривало 20 годин протягом тижня.

5.1.3 Емоційне навантаження

При виконання дипломної роботи я несу відповідальність за функціональну якість допоміжних робіт, що вимагає додаткових зусиль в роботі з боку керівництвом. Ступінь ризику і відповідальності для власного життя та за безпеку інших осіб виключено.

5.1.4 Монотонність навантажень

Кількість елементів необхідних для реалізації простого завдання 7. Виконання простих виробничих завдань тривали 100 сек. Час активних дій становили 15% від тривалості зміни. Монотонність виробничої обстановки тривала 80% від тривалості зміни.

5.1.5 Режим праці

Фактична тривалість виконання дипломної роботі 8-9 годин в одну зміну. Перерви регламентовані достатньої тривалості від 3% до 7% часу зміни.

Оцінка напруженості праці здійснювалася на підставі всіх наявних значущих показників про класи умов праці трудового процесу.

При виконанні диплому на робочому місці фактичні значення рівнів шкідливих факторів знаходяться в границях допустимих рівнів, умови праці на цьому робочому місці відповідають гігієнічним вимогам і відносяться до 2 класу.

5.2 Аналіз психологічних аспектів умов праці

Праця користувачів комп'ютерів має свої особливості. Вони полягають у відмінності розумового і науково - емоційного компонентів праці. Функціональні розлади діяльності аналізаторів, захворювання опорно-рухового апарату, нервової, серцево-судинної та інших систем організму є виробничі зумовленими. Інформаційне перевантаження користувачів комп'ютерів супроводжується низкою специфічних захворювань, які називаються інформаційними.

1. Захворювання очей та порушення зору для користувачів комп'ютеру пов'язані, головним чином, з чотирма групами факторів:
 - параметрами освітлення робочого місця
 - характеристиками дисплея
 - специфікою роботи на комп'ютері
 - неправильною організацією робочого місця.
2. Порушення опорно-рухового апарата.

Інтенсивна і тривала робота на ВДТ може стати джерелом професійних захворювань, пов'язаних з травмою монотонних навантажень. Це так звані ергономічні захворювання.

Перевантаження опорно-рухового апарату, головним чином спричиняється:

- нераціональною позою, яка ускладнюється нераціональною організацією робочого місця.
- однотипними циклічними навантаженнями, викликаними роботою на клавіатурі або «миші»
- обмеженістю загальної рухової активності (гіподинамією).

3. Нервово-психічні захворювання.

Робота користувачів комп'ютеру пов'язана з такими психологічними особливостями:

- інформаційним перевантаженням мозку в поєднанні з дефіцитом часу.
- тривожним очікуванням інформації, особливо тієї, що викликає необхідність прийняття рішення.
- високою відповідальністю за кінцевий результат.

4. Ізоляція у спілкуванні.

Під впливом цих факторів відбуваються зміни у співвідношенні процесів збудження і гальмування в корі головного мозку. При цьому функціональна активність центральної нервової системи знижується, основні нервові процеси гальмуються. В організмі виникає психічна втома, яка характеризується:

- зниженням здатності концентрувати увагу, сприймати інформацію
- уповільненням мислення з витратою його гнучкості та широти
- зниженням здатності до запам'ятовування та згадування, змінами в емоційному стані, сповільненням моторних функцій.

Так як постійне користування комп'ютером суттєво впливає на здоров'я користувачів, інформаційне обладнання повинно зберігати відповідність вимогам праці при використанні заданих функцій в умовах, установлений нормативно-технічною документацією. Висока відповідальність за кінцевий результат створює психологічну напругу. Також може статися інформаційне перевантаження мозку в умовах дефіциту часу, тому важливо мати певний розпланований графік роботи та чітко йому слідувати.

5.3 Нормування праці

Під режимом праці і відпочинку розуміють загальну тривалість трудової діяльності протягом доби, тижня, місяця, року, частоту і тривалість періодів трудової активності і перерв у процесі цієї активності, співвідношення і чергування цих періодів. Режим праці включає характеристики самого трудового процесу — інтенсивність чи екстенсивність, а також допустиму тривалість дії шкідливих факторів.

Режим праці і відпочинку протягом робочої зміни визначається такими факторами, як тривалість робочого дня, час початку і закінчення роботи, час надання і тривалість обідньої перерви, кількість і тривалість регламентованих перерв на відпочинок (макропауз), наявність мікропауз у трудовому процесі.

При роботі над дипломним проектом був розроблений певний режим праці та відпочинку. При його розробці було враховано:

- закономірності динаміки працездатності;
- конкретні організаційно-технічні умови праці;
- особливості відновлення фізіологічних функцій організму.

5.4 Санітарія та гігієна робочого місця

5.4.1 Вимоги до приміщення

Відповідно до ч.1 ст. 13 Закону України «Про охорону праці» площу приміщень, в яких розташовують персональні комп'ютери, визначають згідно з чинними нормативними документами з розрахунку на одне робоче місце, обладнане ПК: площа - не менше 6,0 кв.м, обсяг - не менше 20,0 куб.м, з урахуванням максимальної кількості осіб, які працюють. Вологе прибирання проводиться щоденно[26].

5.4.2 Вимоги до організації робочого місця

Конструкція робочого місця користувача ПК має забезпечувати підтримання оптимальної робочої пози з такими ергономічними характеристиками:

Ступні ніг – на підлозі або на підставці для ніг; стегна – в горизонтальній площині; передпліччя – вертикально; лікті – під кутом 70 - 90 град. до вертикальної площини; зап'ястя зігнуті під кутом не більше 20 град. відносно горизонтальної площини, нахил голови – 15-20 град. відносно вертикальної площини.

Принтер та сканер розміщується на основному робочому столі з лівого боку.

Розміри столу: висота - 800 мм, ширина - 1400 мм, глибина - 900мм.

Робочий стіл для ПК повинен має простір для ніг висотою 600 мм, шириною 500 мм, глибиною на рівні колін 450 мм, на рівні витягнутої ноги –650 мм.

Робоче сидіння має такі основні елементи: сидіння, спинку, стаціонарні.

Робоче сидіння користувача ПК підйомне-поворотне, таке, що регулюється за висотою, кутом нахилу сидіння та спинки, за відстанню спинки до переднього краю сидіння, висотою підлокітників.

Для зниження статичного напруження м'язів рук застосовувано стаціонарні підлокітники довжиною 250 мм, шириною - 70 мм, що регулюються по висоті над сидінням у межах 230 ± 30 мм та по відстані між підлокітниками в межах 350мм.

Поверхня сидіння, спинки та підлокітників напівм'яка, з неслизьким, ненаелектризуючим, повітронепроникним покриттям та забезпечує можливість чищення від бруду.

Монітор та клавіатура розташовувані на оптимальній відстані від очей користувача (600 мм).

Відстань від екрана до ока працівника 53 см (21") 900 - 1000 мм

Розташування монітору забезпечує зручність зорового спостереження у вертикальній площині під кутом ± 30 град. від лінії зору працівника.

Клавіатуру слід розмістити на поверхні.

Робоче місце з ПК оснащено тримачем для документів[28][27].

5.4.3 Вимоги до освітлення

Відносно вікон робоче місце розміщене так, щоб природне світло було збоку та забезпечувало коефіцієнт природної освітленості не нижче 1,5 %. Робоче місце, обладнане ПК розташоване так, щоб уникнути попадання в очі прямого світла. Джерела штучного світла розташовані з обох сторін від екрану паралельно напрямку зору. Вікна приміщення мають регульовальні пристрої для відкривання.

Штучне освітлення приміщення має бути обладнане системою загального рівномірного освітлення. Необхідно використовувати систему вимикачів, що дозволяє регулювати інтенсивність штучного освітлення залежно від інтенсивності природного, а також дозволяє освітлювати тільки потрібні для роботи зони приміщення. Для забезпечення нормованих значень освітлення необхідно очищати віконне скло та світильники не рідше ніж 2 рази на рік, та своєчасно проводити заміну ламп, що перегоріли.

5.4.4 Вимоги до вентиляції, опалення, кондиціонування, мікроклімату

Оптимальною є величини температури, у холодну пору року 22 градуси по Цельсію, відносної вологості 60-40%, швидкості руху повітря 0,1 м/с.

Оптимальна величини температури, у теплу пору року градуси по Цельсію, відносної вологості 60-40%, швидкості руху повітря 0,1 м/с. Отже, приміщення відповідає нормам.

Оптимальний рівень іонізації повітря приміщень - 2000 n+ , 4000 n-[30].

5.4.5 Вимоги електробезпеки

Приміщення, в якому здійснюється робота над програмою, по ступеню електробезпеки відносяться до приміщень без підвищеної небезпеки - приміщення сухі, що, з нормальною температурою, ізольованою полою, безпиліві, такі, що мають малу кількість заземлених предметів. Комп'ютер харчується від однофазної мережі змінного струму промислової частоти із заземленою нейтраллю, напругою 220В.

- Оскільки мережева напруга перетвориться в окремому блоці (блоці живлення), то необхідно виконати його в закритому металевому корпусі і електрично з'єднати його з корпусом всього пристрою в цілому.
- Заземлити корпус всього комп'ютера, за допомогою заземлюючого в мережевому шнурі або окремим заземлюючим дротом;
- Застосувати мережевий шнур з подвійною ізоляцією.

Необхідний опір захисного заземлюючого пристрою для даного випадку повинен бути не більше 4 Ом, тобто $R_{\Sigma} \leq 4$ Ом. Персональний комп'ютер та периферійні пристрої підключені до електромережі за допомогою справних штепсельних з'єднань і електророзеток заводського виготовлення[25].

5.4.6 Вимоги до рівнів шуму та вібрацій

При виконанні дипломного проекту на робочому місці Рівень шуму був мінімальний, вібрації були відсутні.

Отже, для виконання дипломного проекту робоче місце можна вважати сприятливим[29].

5.5 Охорона праці при використанні технічних засобів

Основні шкідливі та небезпечні фактори, що можуть впливати на організм людини під час роботи з персональним комп'ютером (ПК), такі:

- підвищений рівень електромагнітних випромінювань;
- підвищений рівень іонізуючих випромінювань;

- підвищений рівень статичної електрики;
- підвищена напруженість електростатичного поля;
- підвищена чи понижена іонізація повітря;
- підвищена яскравість світла;
- пряма і відбита блискітливість;
- підвищене значення напруги в електромережі, замикання якої може статися крізь тіло людини;
- перенапруження зорового аналізатора;
- розумове перенапруження;
- емоційні перевантаження;
- монотонність праці.

Аби запобігти несприятливим наслідкам для здоров'я, у приміщеннях, де застосовується комп'ютерна техніка, потрібно:

- провести інструментальний контроль – заміряти та оцінити виробничі фактори на робочих місцях і в приміщеннях (виконують спеціально акредитовані/атестовані лабораторії);
- нормалізувати стан фізичних факторів на підставі рекомендацій, розроблених за результатами інструментального контролю;
- оцінити ергономічні параметри робочих місць, зокрема спеціальних меблів для користувачів ЕОМ;
- розробити та включити до посадових інструкцій доповнення, що враховують специфіку праці з використанням ЕОМ.

Перед першим вмиканням комп'ютера потрібно перевірити, чи відповідає напруга в мережі тій, на яку розрахований комп'ютер. При необхідності можна встановити перемикач напруги на комп'ютері в правильне положення.

Під час роботи над дипломним проектом, було проведено багато часу за комп'ютерним обладнанням, що є шкідливо для здоров'я. Отже, аби зменшити ризик, необхідно бути ознайомленим з технікою правил безпеки, а також робити регулярні перерви.

ВИСНОВКИ

Основним завданням данної дисертації було аналіз способів розрахунку та збереження шахових ендшпільів та розрахування 8ми фігурних закінчень з ферзями.

В ході аналізу симетричних позицій розташувань фігур за кращої гри обох суперників результатом завжди була нічия, що частково може підтвердити “нічийну смерть” шахів.

Розроблена програма у порівнянні з програмами, що використовують таблиці Налімова дала такі ж самі розв’язки, що свідчить про правильність виконання поставленої задачі.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. И.С. Фролов. Введение в теорию комбинаторных игр[Текст].
2. Теорія складності обчислень [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Теорія_складності_обчислень. – Назва з екрана.
3. NP-складна задача [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/NP-складна_задача. – Назва з екрана.
4. Класс-NP [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Класс_NP. – Назва з екрана.
5. Томас Кормен, Чарльз Лейзерсон, Рональд Рівест і Кліффорд Штайн. Вступ в алгоритми, 2-ге видання. MIT Press and McGraw-Hill, 2001. ISBN 0-262-03293-7
6. Жадібний_алгоритм [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Жадібний_алгоритм. – Назва з екрана.
7. Алгоритм случайного поиска [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.structuralist.narod.ru/dictionary/rnd.htm>. – Назва з екрана.
8. Доминирование(теория игр) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Доминирование_\(теория_игр\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Доминирование_(теория_игр)) .– Назва з екрана.
9. Стратегия (теория игр) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Стратегия_\(теория_игр\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Стратегия_(теория_игр)) .– Назва з екрана.
10. Алгоритм Бога [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Алгоритм_Бога. – Назва з екрана.
11. Шахматы-960 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Шахматы-960>. – Назва з екрана.
12. Ничейная смерть [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ничейная_смерть. – Назва з екрана.
13. Chess [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://en.wikipedia.org/wiki/Chess>. – Назва з екрана.

14. Шахматная нотация [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
https://ru.wikipedia.org/wiki/Шахматная_нотация. – Назва з екрана.
15. Нотация Форсайта-Эдвардса [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
https://ru.wikipedia.org/wiki/Нотация_Форсайта_—_Эдвардса. – Назва з екрана.
16. Задача про хід коня [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
https://uk.wikipedia.org/wiki/Задача_про_хід_коня. – Назва з екрана.
17. Задача про вісім ферзів [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
https://uk.wikipedia.org/wiki/Задача_про_вісім_ферзів. – Назва з екрана.
18. Game complexity [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
https://en.wikipedia.org/wiki/Game_complexity. – Назва з екрана.
19. Евгений Яковлевич Гик. М. Шахматы и математика [Текст] //Выпуск 24 серии "библиотечка квант", Наука, 1983 — 176 с. 300 000 экз.
20. Шахматный движок [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
http://en.wikipedia.org/wiki/Шахматный_движок. – Назва з екрана.
21. The SSDF Rating List [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<http://ssdf.bosjo.net/list.htm>. – Назва з екрана.
22. CCRL 40/40 — Complete list [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
http://www.computerchess.org.uk/ccrl/4040/rating_list_all.html. – Назва з екрана.
23. Эндшпильные таблицы Налимова [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/339355#.D0.A0.D0.B0.D1.81.D1.87.D1.91.D1.82>. – Назва з екрана.
24. Endgame tablebase [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
http://en.wikipedia.org/wiki/Endgame_tablebase. – Назва з екрана.
25. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПіН 3.3.2.007-98 (затверджено Постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.1998 р. № 7) [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=2445>. — Назва з екрана.

26. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. НАПБ Б.03.002-2007. (затверджено наказом МНС України від 03.12.2007 № 833) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://document.ua/normi-viznachennja-kategorii-primishen-budinkiv-ta-zovnishni-nor7322.html> — Назва з екрана.
27. Параметри сучасних РК-моніторів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://fcenter.ru/online/hardarticles/monitors/10071#12>. — Назва з екрана.
28. Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин. НПАОП 0.00-1.28-10 (затверджено наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 26.03.2010р. № 65) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://document.ua/pravila-ohoroni-praci-pid-chas-ekspluatatsiyi-elektronno-obch-nor17970.html> — Назва з екрана.
29. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. ДСН 3.3.6.037.99 (затверджено Постановою Головного Державного санітарного лікаря України від 1.12.1999 р. № 37) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1789>. — Назва з екрана.
30. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. ДСН 3.3.6.042-99 (затверджено Постановою Головного державного санітарного лікаря України від 1.12.1999 р. № 42) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>. — Назва з екрана.