

ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ

Навчально-науковий інститут денної освіти

Форма навчання денна

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Допускається до захисту

Завідувач кафедри

Олена ОЛЬХОВСЬКА

(підпис)

«__»_____202_р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему

Алгоритмізація та програмна реалізація навчального інструменту

«Вступ у метод аналізу ієрархій» дистанційного навчального курсу

«Системний аналіз та теорія прийняття рішень»

зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

освітня програма «Комп'ютерні науки»

ступеня магістра

Виконавець роботи Рага Олег Олександрович

«__»_____202_р.

(підпис)

Науковий керівник к.ф.-м.н., доц., Черненко Оксана Олексіївна

«__»_____202_р.

(підпис)

ПОЛТАВА 2023

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри Олена ОЛЬХОВСЬКА
« » _____ 202_ р.

ЗАВДАННЯ ТА КАЛЕНДАРНИЙ ГРАФІК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

на тему Алгоритмізація та програмна реалізація навчального інструменту «Вступ у метод аналізу ієрархій» дистанційного навчального курсу «Системний аналіз та теорія прийняття рішень»

зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

освітня програма «Комп'ютерні науки»

ступеня магістр

Прізвище, ім'я, по батькові Рага Олег Олександрович

Затверджена наказом ректора №8-Н «16» січня 2023 р.

Термін подання студентом роботи «_» _____ 202_ р.

Вихідні дані до кваліфікаційно роботи: публікації з теми, навчальні тренажери в дистанційних курсах з комп'ютерних наук.

Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

ВСТУП

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОГЛЯД

2.1. Метод аналізу ієрархій

2.2. Галузі застосування методу аналізу ієрархій

3. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

3.1. Дослідження Методів Прийняття Рішень.

3.2 Класичні критерії прийняття рішень в умовах невизначеності

3.3. Алгоритм роботи тренажера

3.4. Блок-схема програми-тренажера

4. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

4.1 Опис програмної реалізації

4.2 Інструкція для проходження тренажеру

ВИСНОВОК

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТОК А

4. Перелік графічного матеріалу: 3-4 аркуші блок-схем, інші необхідні ілюстрації.

5. Консультанти розділів магістерської роботи

Розділ	Прізвище, ініціали, посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Постанова задачі	<u>Черненко О.О.</u>		
2. Інформаційний огляд	<u>Черненко О.О.</u>		
3. Теоретична частина	<u>Черненко О.О.</u>		
4. Практична реалізація	<u>Черненко О.О.</u>		

6. Календарний графік виконання магістерської роботи

Зміст роботи	Термін виконання	Фактичне виконання
1. Вступ		
2. Вивчення методичних рекомендацій та стандартів та звіт керівнику		
3. Постановка задачі		
4. Інформаційний огляд джерел бібліотек та інтернету		
5. Теоретична частина		
6. Практична частина		
7. Закінчення оформлення		
8. Доповідь студента на кафедрі		
9. Доробка (за необхідністю), рецензування		

Дата видачі завдання «__» _____ 2023 р.

Здобувач вищої освіти

Рага О.О.

Науковий керівник

к. ф.-м. н., Черненко О.О.

Результати захисту дипломної роботи

Дипломна робота оцінена на _____

(балів, оцінка за національною шкалою, оцінка за ECTS)

Протокол засідання ЕК № _____ від «__» _____ 2023 р.

Секретар ЕК _____

(підпис)

(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Записка: 50 с., 5 таблиць, 18 джерел.

Мета роботи – проектування та створення програмних компонентів тренажера з теми Алгоритмізація та програмна реалізація навчального інструменту «Вступ у метод аналізу ієрархій (МАІ)» дистанційного навчального курсу «Системний аналіз та теорія прийняття рішень».

Об'єкт розробки – Тренажер «Вступ у метод аналізу ієрархій (МАІ)» є програмним засобом, розробленим для дистанційного навчального курсу «Системний аналіз та теорія прийняття рішень». Його мета – дистанційне навчання студентів основам методу аналізу ієрархій (МАІ) та його застосуванню в процесі прийняття рішень.

Методи, які були використані для розв'язування задачі – програмна реалізація виконана в програмі PyCharm Community Edition 2023.3 на мові програмування Python.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	5
ВСТУП	6
1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	8
2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОГЛЯД	10
2.1 Метод аналізу ієрархій.....	10
2.2 Галузі застосування методу аналізу ієрархій.....	11
3. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА	14
3.1 ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ.....	14
3.2 Алгоритм роботи тренажера.....	23
3.3 Блок-схема програми-тренажера.....	33
4. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	34
4.1 Опис програмної реалізації.....	34
4.2 Інструкція для проходження тренажеру.....	34
ВИСНОВКИ	47
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	48

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

Умовні позначення, символи, скорочення, терміни	Пояснення умовних позначень, скорочень, символів
ММІР	Мультикритеріальні методи прийняття рішень;
ОІР	Особа, що приймає рішення
МІР	Мультикритеріальне прийняття рішень;
МАІ	Метод аналізу ієрархій;
НМАІ	Нечіткий метод аналізу ієрархій;
МАМ	Метод аналізу мережі;

ВСТУП

Прийняття рішень – невід'ємна частина життя, яка постійно і щоденно супроводжує кожного з нас. У кожній сфері своєї діяльності людина стикається з питанням прийняття рішень. Проблема прийняття рішень або проблема вибору особливо тісно пов'язана зі сферою управління та контролю, які є невід'ємними частинами будь-якого виробничого процесу або процесу надання послуг. Рішення приймають не тільки окремі особи, а й цілі організації і навіть держави. Відповідно, складність рішень та їх вплив на життя звичайних людей різняться залежно від масштабу проблеми, яку необхідно вирішити. Велика й ціна помилки, яка може призвести до значних грошових втрат, а в гіршому випадку – до людських життів.

Саме тому сфера прийняття рішень і користується такою увагою в академічній та загально-соціальной спільноті – на широкий загальний періодично виносять нові методології, що мають певним чином полегшити процес прийняття рішень і збільшити ймовірність обрання найкращого рішення взагалі.

Власне суть процесу прийняття рішень полягає в обранні такого рішення з множини доступних, яке забезпечить оптимальний розв'язок для поставленої задачі. Втім, нерідко стається, що складовими досліджуваної проблеми є не лише кількісні, але і якісні показники; не лише об'єктивна, але і суб'єктивна чи подекуди навіть неточна інформація.

В таких випадках скористатися математичним моделюванням ситуації або явища не буде правильним, адже особлива феноменологія прийняття рішень для соціальних явищ чи процесів полягає в тому, що їхні атрибути вирізняються високим ступенем суб'єктивності та якості інформації.

Нехтуючи важковимірюваними складовими досліджуваного явища, втрачається достовірність та реалістичність моделі цього явища, що призведе до обрання субоптимального рішення.

Створений ще у 80-х роках минулого сторіччя американським

математиком та вченим Томасом Сааті, метод здобув неабияку популярність та на сьогодні вже був успішно використаний чи не в кожній галузі людського життя, зокрема і на геополітичному рівні.

Насправді, в англомовній традиції рішення не приймають, а створюють (від англ. “to make a decision”, дослівно – “зробити рішення”). Саме цього і дозволяє досягнути метод аналізу ієрархій. Його засобами можна не лише прийняти рішення, але й створити його і навіть погодити з іншими рішеннями, отриманими внаслідок здійснення суджень особами з профільними для конкретної проблеми компетенціями – так званими експертами.

Втім, на даний момент загальновідомої та структурованої інформації щодо сильних та слабких місць методу недостатньо, що, у свою чергу, не дозволяє максимально ефективно його застосовувати та збільшує ймовірність отримати помилковий, або, в кращому разі, неідеальний результат.

Саме тому предметом дослідження і стали ті переваги, які супроводжують застосування методу аналізу ієрархій та ті недоліки, з якими необхідно бути готовим зіштовхнутись в процесі його використання. На підтвердження та уточнення певних недоліків проведені відповідні експерименти та запропоновано варіанти розв’язання або уникнення потенційних проблем.

Тому актуальним дана тема є цікавою саме тому актуальними є розробка різноманітних навчальних засобів які дають можливість оволодіти студентами цієї теми зокрема серед програмних засобів можна виділити навчальні тренажери.

РОЗДІЛ 1. ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

В даній роботі розглядається поняття прийняття рішення, постановка задачі прийняття рішення та кілька підходів до вирішення задач прийняття рішення. В якості одного з методів прийняття рішень наводиться метод аналізу ієрархій, описується його алгоритм роботи та подається декілька прикладів його застосування. Виділяються переваги та недоліки методу. Також в роботі висвітлені класичні критерії прийняття рішення, розглядається порядок розрахунку кожного критерію та ситуації, в яких даний критерій доцільно застосовувати.

Процес прийняття рішень є частиною кожної людської діяльності. Прийняття рішень - найважливіша частина будь-якої діяльності.

Рішення приймаються в різних сферах: в державному управлінні, менеджменті, інформаційних технологіях, в надзвичайних ситуаціях та в інших сферах життя. Від правильних рішень залежать прибуток і збитки, час реалізації проекту, успіх веб-ресурсів і навіть життя людей.

Проблема прийняття рішень і визначення завдань прийняття рішень є предметом окремих досліджень. Але слід зазначити, що проблема оптимізації в теорії прийняття рішень є дуже важливою. Це питання детально розглянуто в роботі.

Процес прийняття рішення не є простим. Щоб спростити процес прийняття рішення або щоб надати можливість особі, що приймає рішення, проаналізувати проблему з різних сторін, існує ряд методів прийняття рішення.

Основною задачею курсового проекту є створення тренажеру створений тренажер повинен задовільняти вимоги:

- Питання повинні бути у вигляді тестів;
- Питання повинні бути ілюстративно зрозумілими;
- Після неправильно вибраної відповіді з'являється правильна відповідь;

Оцінювання завдань і вправ на моделюванні відбувається автоматично, тому викладачам не потрібно витрачати час на перевірку завдань. Програми вправ можна використовувати для різних типів уроків і на будь-якому етапі уроку. Крім того, студенти можуть використовувати їх самостійно для практики та самостійного навчання. Це ефективний інструмент і метод підвищення кваліфікації всіх учнів.

РОЗДІЛ 2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОГЛЯД

2.1. Метод аналізу ієрархій

Метод аналізу ієрархій (МАІ) – це замкнута логічна конструкція, яка виконує аналіз складних проблем за допомогою простих правил. Метод заснований на парних порівняннях альтернативних варіантів за різними критеріями з використанням бальної шкали (як правило, від 1 до 9 балів) і надалі ранжируванні набору альтернатив за всіма критеріями і цілях. Зв'язки між критеріями враховуються шляхом побудови ієрархії критеріїв і застосування парних порівнянь для визначення важливості критеріїв і підкритеріїв.

Ідея методу полягає в групуванні елементів задачі за основними властивостями. Цей підхід дозволяє здійснювати процес таким чином, що угруповання або їхні сумісні властивості утворюють наступний рівень системи. У майбутньому, ці елементи також можуть бути згруповані за схожістю, що сформує новий рівень системи. Цей процес можна повторюватися, до того моменту, поки не буде досягнуто мети процесу прийняття рішення. Отримана в результаті групування систем називається ієрархією.

Нерівність у впливі характеристик на досягнення кінцевої мети призводить до необхідності визначення того, наскільки характеристики впливають на кінцеву оцінку альтернативи. Визначення пріоритетів ознак щодо мети зводиться до послідовності задач визначення пріоритетів ознак для кожного рівня, а кожна така задача - до послідовності попарних порівнянь.

Якість альтернативного рішення часто визначається ієрархічною системою векторів:

$$y^{(j-1)} = \{y_i^{(j-1)}\}_{i=1}^{n^{(j-1)}}, j \in [2, m] \quad (2.1)$$

де $y^{(j-1)}$ – вектор критеріїв на $(j - 1)$ -ому рівні ієрархії, за компонентами якого оцінюється якість ознак альтернативи на j -ому рівні,

m – кількість рівней ієрархії, $n^{(j-1)}$

– кількість оцінюваних ознак $(j - 1)$ -го рівня ієрархії. Чисельні значення n критеріїв $y^{(1)} = n$ першого рівня ієрархії задані для даної альтернативи, що дозволяє стверджувати, що $n^{(1)} = n$ і $n^{(m)} = 1$.

Важливість, або ж значимість кожного компонента в критеріях $(j - 1)$ –го рівня при оцінці k -тої ознаки j -го рівня може бути охарактеризована коефіцієнтом пріоритету, сукупність яких являє собою систему векторів пріоритету:

$$p^{(j-1)} = \{p_k^{(j-1)}\}_{k=1}^{n^{(j-1)}}, j \in [2, m] \quad (2.2)$$

Виходячи з цього, постановка задачі багатокритеріального вибору може бути сформульована наступним чином: необхідно знайти аналітичну оцінку $y^{(m)}$ и якісну оцінку ефективності кожного альтернативного рішення у вигляді загальногокритерію прийняття рішення і обрати найкращу.

Недоліками МАІ є те, що збір даних для підтримки прийняття рішення здійснюється головним чином за допомогою процедури парних порівнянь, результати якої можуть бути суперечливими, внаслідок чого виникає необхідність в повторному перегляді даних для мінімізації протиріч та що у рамках методу аналізу ієрархій немає коштів для перевірки достовірності даних.

2.2. Галузі застосування методу аналізу ієрархій

МАІ має особливе застосування в груповому прийнятті рішень, і використовується у всьому світі в широкому спектрі ситуацій прийняття рішень у таких галузях як уряд, бізнес, промисловість, охорона здоров'я, суднобудування та освіта.

Замість того, щоб призначити «правильне» рішення, МАІ допомагає особам, які приймають рішення, знайти рішення, яке найкраще відповідає їх цілі

та їхньому розумінню проблеми. Він забезпечує всеосяжну та раціональну основу для структурування проблеми прийняття рішень, для представлення та кількісної оцінки її елементів, для зв'язку цих елементів із загальними цілями та для оцінки альтернативних рішень.

Користувачі МАІ спочатку розкладають свою проблему прийняття рішень на ієрархію легших для сприйняття підпроблем, кожна з яких може бути проаналізована незалежно. Елементи ієрархії можуть стосуватися будь-якого аспекту проблеми прийняття рішення — матеріального чи нематеріального, ретельно вимірюного або грубо оціненого, добре або погано зрозумілого — будь-чого, що стосується відповідного рішення.

Після того, як ієрархія побудована, особи, що приймають рішення, систематично оцінюють різні її елементи, порівнюючи їх один з одним попарно, з огляду на їх вплив на елемент над ними в ієрархії. Здійснюючи порівняння, особи, що приймають рішення, можуть використовувати конкретні дані про елементи, але вони, як правило, використовують свої судження щодо відносного значення та важливості елементів. Суть МАІ полягає в тому, що при проведенні оцінок можна використовувати людські судження, а не лише основну інформацію.

МАІ перетворює ці оцінки на числові значення, які можна обробити та порівняти протягом усієї проблеми. Числова вага або пріоритет виводиться для кожного елемента ієрархії, що дозволяє порівнювати між собою різні та часто неспівставні елементи раціональним та послідовним способом. Ця можливість відрізняє МАІ від інших методів прийняття рішень.

На завершальному етапі процесу обчислюються числові пріоритети для кожної з альтернатив рішення. Ці цифри відображають відносну здатність альтернатив досягти цілі прийняття рішення, тому вони дозволяють прямо розглянути різні напрямки дій.

Незважаючи на те, що його можуть використовувати особи, які працюють над прямолінійними рішеннями, МАІ є найбільш корисним, коли групи людей

працюють над складними проблемами, особливо тими, де є високі ставки, за участю людського сприйняття та суджень, де рішення мають довгостроковий характер, наслідки. Він має унікальні переваги, коли важливі елементи рішення важко кількісно визначити або порівняти, або коли спілкуванню між членами команди перешкоджають їхні різні спеціалізації, термінології чи перспективи.

MAI іноді використовується при розробці дуже конкретних процедур для конкретних ситуацій, таких як ранжування будівель за історичним значенням.

Нещодавно це було застосовано до проекту, який використовує відеокадри для оцінки стану автошляхів у Вірджинії. Інженери-шляховики спочатку використовували його для визначення оптимального обсягу проекту, а потім для обґрунтування його бюджету перед законодавцями. Хоча використання MAI не вимагає спеціальної академічної підготовки, воно вважається важливим предметом у багатьох вищих навчальних закладах, включаючи інженерні школи та вищі бізнес-школи. Це важливий предмет у галузі якості і викладається на багатьох спеціалізованих курсах, включаючи Шість сигма, Ощадливі шість сигма та Розгортання функції якості. Цінність MAI визнана в розвинених країнах світу та країнах, що розвиваються. Прикладом є Китай — майже сотня китайських університетів пропонують курси MAI, і багато аспірантів вибирають MAI як предмет своїх досліджень та дисертацій. Понад 900 статей опубліковано на цю тему в Китаї, і існує принаймні один китайський науковий журнал, присвячений виключно MAI. Міжнародний симпозіум з процесу аналітичної ієрархії (ISAHF) проводить щоквартальні зустрічі вчених та практиків, зацікавлених у цій галузі. Висвітлено широкий спектр тем. Ці показники у 2005 році варіювались від «Встановлення стандартів оплати для хірургічних спеціалістів», до «Дорожнього плану стратегічних технологій» до «Реконструкції інфраструктури в зруйнованих країнах».

РОЗДІЛ 3. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

3.1. Дослідження методів прийняття рішень

Розглянемо МАІ, як один з методів прийняття рішень. МАІ був запропонований відомим американським математиком Томасом Сааті 1970 року. Метод є математичним інструментом системного підходу до проблем прийняття рішень. МАІ використовується для вирішення задач прийняття рішень в найрізноманітніших сферах людської діяльності. Але слід відзначити, що МАІ не «нав'язує» якесь рішення, а дає змогу ОПР знайти таке рішення, яке б найкраще зіставлялось з його (її) розумінням проблеми та способами вирішення тієї проблеми. Тобто МАІ надає можливість з різних сторін проаналізувати проблему.

МАІ є високо універсальним методом, він може застосовуватись для вирішення різноманітних задач, таких як прийняття кадрових рішень, розподіл ресурсів, прогнозування – аналіз можливих результатів розвитку ситуацій.

Постановка задачі для пошуку рішення за допомогою МАІ має такий вид: мається кілька варіантів рішень: A_1, A_2, \dots, A_n – множина альтернатив, дані варіанти характеризуються набором критеріїв: K_1, K_2, \dots, K_m . Необхідно вибрати найкращу альтернативу.

Як видно, постановка задачі для МАІ є дуже близької до задачі прийняття рішення, яка виникає в реальних ситуаціях: також мається декілька варіантів вирішення проблеми, які характеризуються різними критеріями. Ці критерії характеризують, наскільки варіант підходить для вирішення даної проблеми.

Згідно МАІ процес вибору рішень виконується на основі попарних порівнянь. Наприклад, за допомогою попарних порівнянь можна визначити найвищий будинок серед будинків А, В, С: для цього достатньо попарно порівняти висоти будинків А, В, С. Так само, відповідно до МАІ можна порівняти відносну важливість кількісно невизначених факторів. Критерії,

якими характеризуються альтернативи, можуть виражатись кількісно, наприклад, як в ситуації з висотою будинків. Кожний будинок має певну висоту, наприклад 10, 15, та 20м відповідно, тож ці дані можна точно порівняти та зробити висновок, про те, який будинок має найбільшу висоту. Але існують критерії, які неможна кількісно виміряти, наприклад відповідно до будинків А, В, С введемо критерій: «зручно розташований». Такий критерій не має кількісного вираження, але в ході методу необхідно порівнювати альтернативи за цим критерієм.

Для представлення оцінок в кількісному виразі Т. Сааті запропонував використовувати шкалу попарних порівнянь, яка показана у таблиці 3.1. За цією шкалою можна здійснювати порівняння критеріїв, не зважаючи на відсутність фізичних чи об'єктивних одиниць виміру. Оскільки такий спосіб порівняння є безрозмірним, то виключається необхідність переведення значень до однакових одиниць виміру.

Таблиця 3.1 – Шкала попарних порівнянь Т. Сааті

Відносна важливість, визначена в балах	Визначення важливості	Пояснення
1	Однакова важливість	Альтернативи рівнозначні за даним критерієм
3	Одна альтернатива незначно важливіша за іншу	Одна з альтернатив незначно домінує над іншою за критерієм
5	Одна альтернатива суттєво переважає над іншою	Можна говорити про безумовну перевагу однієї альтернативи над іншою за критерієм
7	Одна альтернатива значно переважає над іншою	Альтернатива настільки переважає над іншою, що це є практично значимим
9	Альтернатива абсолютно переважає над іншою	Очевидність даної переваги підтверджується більшістю
2, 4, 6, 8	Проміжні оцінки між судженнями	Компромісні рішення щодо порівняння альтернатив

Продовження Таблиці 3.1 – Шкала попарних порівнянь Т. Сааті

Обернені значення оцінок	Якщо при порівнянні альтернатив визначено, що A_1 домінує над A_2 з величиною 7, то A_2 буде домінувати над A_1 з величиною $1/7$	
--------------------------	---	--

Розглянемо алгоритм застосування МАІ.

Далі будуть наводитись математичні процедури, за допомогою яких можна отримати наближені значення для застосування МАІ.

На першому етапі МАІ виконується структурування проблеми (задачі) у вигляді ієрархії. Розглянемо домінуючу ієрархію. Ієрархія будується з вершини – вузла, який відповідає головній меті відбору альтернатив, через проміжні рівні – критерії, від яких залежать наступні рівні, до найнижчого рівня – переліку варіантів вибору. Приклад ієрархії, що будується в ході застосування МАІ, показаний на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 – Ієрархічне представлення задачі про придбання пральної машини.

На рисунку 3.1 показано ієрархічне представлення задачі вибору пральної машини, згідно описаного раніше підходу до побудови ієрархії – вершиною (метою задачі) є рішення про придбання пральної машини, проміжним рівнем

представлені критерії, відповідно до рисунка 3.1 – вартість, вага, на яку розрахована машина, максимальна кількість оборотів, клас енергоспоживання, габарити. Найнижчим рівнем представлені альтернативи – машина А, машина В, машина С.

Неважко помітити, що з математичної точки зору, структури з якими приходиться мати справу в МАІ, є направленими графами. Зв'язки формують шляхи, що ведуть від одних вузлів до інших. Ці шляхи є частинами основних шляхів, що ведуть від мети задачі через фактори (критерії) до альтернатив (варіантів рішення). Тобто основні шляхи є логічними ланцюжками, що ведуть до вибору однієї з альтернатив.

Наступним кроком в застосуванні МАІ є встановлення пріоритетів критеріїв – ранжування критеріїв, в ході якого вони розташовуються в порядку зменшення важливості. Ранжування критеріїв виконується методом попарних порівнянь. При цьому ОПР ставляться такі питання:

- Який з критеріїв має більший вплив або є важливішим?
- Який з критеріїв більш ймовірний?
- Який з критеріїв є більш переважним?

Процес ранжування критеріїв пов'язаний з заповненням таблиці попарних порівнянь, загальний вид якої показаний у таблиці 3.2. Дана таблиця може бути представлена і в іншому вигляді - ключовим в ній є попарне порівняння критеріїв.

Таблиця 3.2 – Ранжування критеріїв

	K_1	K_2	...	K_n	Середні геометричні	НВП
K_1						
K_2						
...						
K_n						

Продовження Таблиці 3.2 – Ранжування критеріїв

Всього						
λ_{\max}						
IУ						
ВУ						

Дамо пояснення щодо заповнення таблиці 3.2. В ході заповнення таблиці відбуваються попарні порівняння критеріїв K_i та K_j , в клітинку (i, j) таблиці 3.2 ставлять оцінку відповідну до шкали попарних порівнянь, яка показана в таблиці 3.1. В клітинку (j, i) ставлять обернене значення до того, що поставлене в (i, j).

Так, наприклад, якщо критерій K_1 переважає над критерієм K_2 з оцінкою 5, то в клітинку (1, 2) ставиться оцінка 5, а в клітинку (2, 1) – оцінка 1/5.

Рекомендується починати заповнення таблиці з найбільш важливого критерію: спочатку виставляючи цілі оцінки, а потім – обернені. Чим більше цілочислених оцінок матиме критерій, тим важливішим він буде вважатись. Очевидно, що головна діагональ таблиці (матриці попарних порівнянь) буде складатись з одиниць (кожний критерій рівнозначний у порівнянні з собою ж).

Середні геометричні для кожного рядка таблиці можуть бути розраховані відповідно до формули (3.1). Середні геометричні використовуються для наближеного розрахунку компонентів власного вектору, компоненти якого будуть нормалізовані та будуть використані в якості компонентів нормалізованого вектору пріоритетів.

$$a_i = \sqrt[n]{v_{i1} \cdot v_{i2} \cdot \dots \cdot v_{in}} \quad (3.1)$$

де a – середнє геометричне;

i – номер рядка таблиці;

n – кількість критеріїв (альтернатив);

$v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{in}$ – оцінки переваги критерію (альтернативи) K_i (A_i) над відповідними критеріями (альтернативами) - значення в клітинках $(i, 1), (i, 2), \dots, (i, n)$ відповідно НВП – нормалізований вектор пріоритетів; в цьому стовпці знаходяться компоненти нормалізованого вектора пріоритетів. Значення даних компонентів обчислюється за формулою (3.2).

$$k_j = \frac{a_j}{\sum a_i} \quad (3.2)$$

де k_j – компонент нормалізованого вектора пріоритетів;

j – номер рядка, для якого розраховується компонент; a_j – середнє геометричне відповідного рядка;

$\sum a_i$ – сума середніх геометричних таблиці

НВП містить величину пріоритету кожного критерію (або альтернативи, якщо мова йде про матрицю попарних порівнянь альтернатив), тобто елементи НВП виражають важливість (ступінь впливу) кожного критерію на рішення, що приймається.

Інші значення в таблиці необхідні для оцінки адекватності сформованих суджень – узгодженості локальних пріоритетів. Для цього розраховується максимальне власне значення матриці - λ_{max} , формула наближеного розрахунку якого показана у виразі (3.3).

$$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^n v_j \cdot k_i \right) \quad (3.3)$$

де λ_{max} – максимальне власне значення матриці; n – кількість рядків;

i – номер рядку;

j – номер стовпцю;

v_j – значення оцінки переваги критерію (альтернативи) K_i (A_i) над іншими

критеріями (альтернативами) – елементи стовпця j ;

k_i – компонент НВП, що відповідає рядку i .

Наближене значення максимального власного значення матриці може бути також розраховане іншим способом. Для цього необхідно помножити матрицю попарних порівнянь A на НВП, потім результат множення необхідно покомпонентно розділити на компоненти НВП. Бude отримано вектор, середнє арифметичне компонентів якого можна прийняти за наближене значення λ_{max} .

Потім розраховується ІУ – індекс узгодженості. ІУ є кількісною оцінкою суперечливості (неузгодженості) результатів порівняння. Ці суперечності виникають внаслідок суб'єктивних помилок експертів. ІУ залежить від кількості попарних порівнянь. ІУ є позитивним числом та може бути розрахований за формулою (3.4).

$$IU = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3.4)$$

де λ_{max} – максимальне власне значення матриці;

n – кількість критеріїв (альтернатив) - рядків таблиці.

Останнім кроком в заповненні таблиці 3.2 є обчислення ВУ – відношення узгодженості. ВУ може бути розрахованим за формулою (3.5).

$$VU = \frac{IU}{PVU} \quad (3.5)$$

де ІУ – індекс узгодженості; ПВУ – показник випадкової узгодженості.

ПВУ визначається теоретично для випадку, коли оцінки в матриці (таблиці) представлені випадковим чином та узгодженість матриці залежить лише від розміру матриці, так як показано в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Значення показника випадкової узгодженості залежно від розміру матриці

Розмір матриці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПВУ	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Значення ВУ не повинно перевищувати 10-15%.

Наступним кроком у застосуванні МАІ є попарне порівняння варіантів (альтернатив) за критеріями. Разом з цим заповнюється таблиця попарних порівнянь альтернатив, загальний вид якої показаний у таблиці 3.4. У деяких джерелах форма таблиці попарного порівняння альтернатив може відрізнятися від таблиці 3.4, але так само, важливим є наявність попарного порівняння альтернатив та розрахунок НВП.

Таблиця 3.4 – Попарне порівняння альтернатив за критеріями

K _j	A1	A2	...	A _n	Середні геометричні	НВП
A1						
A2						
...						
A _n						
Всього						
$\lambda_{max,j}$						
I _{Uj}						
ВУ _j						

Таблиця 3.4 заповнюється аналогічно таблиці 3.2. Єдина відмінність полягає в тому, порівняння альтернатив в таблиці 3.4 здійснюється відносно критерію K_j. Усі розрахунки виконуються так само, як і для матриці попарного порівняння критеріїв. Таблиця 3.4 розраховується для кожного критерію.

Коли всі альтернативи порівнюються за всіма критеріями, розраховуються сумарні значення пріоритетів (ПЗП), які також відомі як глобальні вектори пріоритетів. Потім визначається найкраще рішення та перевіряється дійсність рішення. ПЗП визначає пріоритетність кожної альтернативи відносно іншої з урахуванням переваг критеріїв відносно один одного. Для спрощення розрахунку ПЗП, пропонується заповнити таблицю 3.5 (показано в загальному вигляді). На перетині стовпця К з рядком А має бути знаходитись значення компонента НВП для альтернативи А_і за критерієм К_і.

Значення ПЗП можуть бути розраховані за формулою (3.6).

$$k_{\text{ПЗП},i} = \sum_{j=1}^n k_{\text{НВП},j}(A_i) \cdot k_{\text{НВП},j} \quad (3.6)$$

де $k_{\text{ПЗП},i}$ – підсумкове значення пріоритету для альтернативи А_і;

$k_{\text{НВП},j}(A_i)$ – компонент НВП для альтернативи А_і за критерієм К_і (оцінка альтернативи за критерієм);

$k_{\text{НВП},j}$ – компонент НВП для критерію К_і;

n – кількість критеріїв;

j – номер стовпця;

i – номер рядка

Таблиця 3.5 – Розрахунок підсумкових значень пріоритетів

	К ₁	К ₂	...	К _n	ПЗП
	к _{НВП,1} - Значення компонента НВП для К ₁ (табл. 3.2)	к _{НВП,2} - Значення компонента НВП для К ₂ (табл. 3.2)		к _{НВП,n} - Значення компонента НВП для К _n (табл. 3.2)	
A1	к _{НВП,1} (A ₁)	к _{НВП,2} (A ₁)		к _{НВП,n} (A ₁)	к _{ПЗП,1}
A2	к _{НВП,1} (A ₂)	к _{НВП,2} (A ₂)		к _{НВП,n} (A ₂)	к _{ПЗП,2}
...					

A_m	$k_{НВП,1}(A_m)$	$k_{НВП,2}(A_m)$		$k_{НВП,n}(A_m)$	$k_{ПЗП,m}$
-------	------------------	------------------	--	------------------	-------------

Коли ПЗП розраховані, обирається найкраща альтернатива – альтернатива з найбільшим значенням підсумкового значення пріоритетів.

Узгодженість всієї ієрархії можна знайти, розрахувавши узагальнений індекс узгодженості – ЗІУ та узагальненого коефіцієнта узгодженості – ЗВУ.

Формула для розрахунку ЗІУ показана у виразі (3.7).

$$ЗІУ = \sum_{j=1}^n IY_j \cdot k_{НВП,j} \quad (3.7)$$

де IY_j – індекс узгодженості за критерієм K_j ; $k_{НВП,j}$ – компонент НВП для критерію K_j ;

n – кількість критеріїв; j – номер стовпця.

Потім значення ЗІУ ділиться на вираз того самого типу, але з випадковим індексом узгодженості, що відповідає розміру кожної зваженої пріоритетами матриці. Таким чином буде отримано значення ЗВУ. Рішення вважається надійним, якщо значення ЗВУ не перевищує 10%, інакше необхідно переоцінити матриці, порівнюючи кожну пару альтернатив за критеріями.

3.2. Алгоритм роботи навчального тренажеру

Перед користувачем відображається головне вікно програми тренажеру, уданому вікні знаходиться:

- Назва дистанційного курсу;
- Тема;
- П.І.Б. автора;
- Кнопка для переходу до тестування;
- Кнопка для перегляду теоретичного матеріалу;
- Вихід.

Крок 1. На панелі виводиться питання та варіанти відповіді: Питання 1. Що визначає термін "системний аналіз"?

- A) Розгляд окремих частин системи
- B) Вивчення властивостей систем
- C) Взаємодія між елементами системи
- D) Вивчення систем в цілому

Правильна відповідь – D.

Якщо студент вибрав правильну відповідь, то з'являється повідомлення Вірно «ваша відповідь правильна», та є пункт перейти до наступного кроку, якщо студент вибирає неправильну відповідь, то з'явиться повідомлення Невірно! «Правильна відповідь: Вивчення систем в цілому».

Крок 2. Питання 2. Яке основне поняття теорії прийняття рішень визначає процес обрання оптимального рішення?

- A) Критерії
- B) Сценарії
- C) Альтернативи
- D) Вибір

Правильна відповідь – C.

Якщо студент вибрав правильну відповідь, то з'являється повідомлення Вірно «ваша відповідь правильна», та є пункт перейти до наступного кроку, якщо студент вибирає неправильну відповідь, то з'явиться повідомлення Невірно! «Правильна відповідь: Альтернативи».

Крок 3. Питання 3. Що включає в себе аналіз ієрархій в теорії прийняття рішень?

- A) Порівняння альтернатив за рядом критеріїв
- B) Вибір одного критерію

С) Обрання першої доступної альтернативи

Д) Застосування тільки кількох критеріїв

Правильна відповідь – А.

Якщо студент вибрав правильну відповідь, то з'являється повідомлення Вірно «ваша відповідь правильна», та є пункт перейти до наступного кроку, якщо студент вибирає неправильну відповідь, то з'явиться повідомлення Невірно! «Правильна відповідь: Порівняння альтернатив за рядом критеріїв».

Крок 4. Питання 4. Яке з тверджень вірне для системного підходу?

А) Аналізує окремі компоненти системи

В) Розглядає тільки фізичні аспекти системи

С) Не враховує взаємодію між елементами

Д) Вивчає систему в цілому та взаємодію її елементів

Правильна відповідь – Д.

Якщо студент вибрав правильну відповідь, то з'являється повідомлення Вірно «ваша відповідь правильна», та є пункт перейти до наступного кроку, якщо студент вибирає неправильну відповідь, то з'явиться повідомлення Невірно! «Правильна відповідь: Вивчає систему в цілому та взаємодію її елементів».

Крок 5. Питання 5. Що таке "структурний аналіз" в системному аналізі?

А) Вивчення властивостей системи

В) Розгляд окремих частин системи та їх взаємодії

С) Аналіз альтернатив прийняття рішень

Д) Застосування теорії ймовірностей

Правильна відповідь – В.

Якщо студент вибрав правильну відповідь, то з'являється повідомлення Вірно «ваша відповідь правильна», та є пункт перейти до

наступного кроку, якщо студент вибирає неправильну відповідь, то з'явиться повідомлення Невірно! «Правильна відповідь: Розгляд окремих частин системи та їх взаємодії».

Крок 6. Питання 6. Який етап рішення задачі визначає визначення альтернатив та вибір критеріїв?

- A) Постановка задачі
- B) Збір інформації
- C) Аналіз інформації
- D) Обрання оптимального варіанту

Правильна відповідь – А.

Якщо студент вибрав правильну відповідь, то з'являється повідомлення Вірно «ваша відповідь правильна», та є пункт перейти до наступного кроку, якщо студент вибирає неправильну відповідь, то з'явиться повідомлення Невірно! «Правильна відповідь: Постановка задачі».

Крок 7. Питання 7. Яка основна мета методу аналізу ієрархій в теорії прийняття рішень?

- A) Максимізація вибору альтернатив
- B) Мінімізація критеріїв
- C) Визначення оптимального вибору за рядом критеріїв
- D) Застосування статистичних методів

Правильна відповідь – С.

Якщо студент вибрав правильну відповідь, то з'являється повідомлення Вірно «ваша відповідь правильна», та є пункт перейти до наступного кроку, якщо студент вибирає неправильну відповідь, то з'явиться повідомлення Невірно! «Правильна відповідь: Визначення оптимального вибору за рядом критеріїв».

Крок 8. Питання 8. Що робить суб'єкт прийняття рішень під час етапу "Вибір" в теорії прийняття рішень?

- A) Визначає альтернативи та критерії
- B) Обирає оптимальний варіант
- C) Збирає інформацію
- D) Аналізує результати

Правильна відповідь – В.

Якщо студент вибрав правильну відповідь, то з'являється повідомлення Вірно «ваша відповідь правильна», та є пункт перейти до наступного кроку, якщо студент вибирає неправильну відповідь, то з'явиться повідомлення Невірно! «Правильна відповідь: Обирає оптимальний варіант».

Крок 9. Питання 9. Що включає в себе поняття "програма оптимізації" в теорії прийняття рішень?

- A) Список альтернатив
- B) Система критеріїв
- C) Метод обрання кращого варіанту
- D) Визначення вагомості критеріїв

Правильна відповідь – С.

Якщо студент вибрав правильну відповідь, то з'являється повідомлення Вірно «ваша відповідь правильна», та є пункт перейти до наступного кроку, якщо студент вибирає неправильну відповідь, то з'явиться повідомлення Невірно! «Правильна відповідь: Метод обрання кращого варіанту».

Крок 10. Питання 10. Що таке "рівень прийняття рішення" в теорії прийняття рішень?

- A) Метод визначення кращого варіанту
- B) Останній етап прийняття рішення

С) Ступінь задоволення суб'єкта рішення

Д) Вагомість критеріїв

Правильна відповідь – С.

Якщо студент вибрав правильну відповідь, то з'являється повідомлення Вірно «ваша відповідь правильна», та є пункт перейти до наступного кроку, якщо студент вибирає неправильну відповідь, то з'явиться повідомлення Невірно! «Правильна відповідь: Ступінь задоволення суб'єкта рішення».

Крок 11. Питання 11. Що означає термін "чутливість" у теорії прийняття рішень?

А) Властивість системи

В) Ступінь важливості критерію

С) Здатність системи реагувати на зміни

Д) Міра залежності альтернатив від критеріїв

Правильна відповідь – С.

Якщо студент вибрав правильну відповідь, то з'являється повідомлення Вірно «ваша відповідь правильна», та є пункт перейти до наступного кроку, якщо студент вибирає неправильну відповідь, то з'явиться повідомлення Невірно! «Правильна відповідь: Здатність системи реагувати на зміни».

Крок 12. Питання 12. Що включає в себе термін "ієрархія" в аналізі ієрархій?

А) Система критеріїв

В) Порядок важливості критеріїв

С) Вагомість альтернатив

Д) Одиничний критерій

Правильна відповідь – В.

Якщо студент вибрав правильну відповідь, то з'являється повідомлення Вірно «ваша відповідь правильна», та є пункт перейти до наступного кроку, якщо студент вибирає неправильну відповідь, то з'явиться повідомлення Невірно! «Правильна відповідь: Порядок важливості критеріїв».

Крок 13. Питання 13. Що є основним завданням етапу "Аналіз" у теорії прийняття рішень?

- A) Зібрати інформацію
- B) Визначити альтернативи та критерії
- C) Вибрати оптимальний варіант
- D) Збалансувати чутливість критеріїв

Правильна відповідь – А.

Якщо студент вибрав правильну відповідь, то з'являється повідомлення Вірно «ваша відповідь правильна», та є пункт перейти до наступного кроку, якщо студент вибирає неправильну відповідь, то з'явиться повідомлення Невірно! «Правильна відповідь: Визначити альтернативи та критерії».

Крок 14. Питання 14. Як визначається поняття "компроміс" у теорії прийняття рішень?

- A) Заборонені альтернативи
- B) Найкращий вибір за всіма критеріями
- C) Середній вибір, що враховує чутливість
- D) Найгірший вибір за всіма критеріями

Правильна відповідь – С.

Якщо студент вибрав правильну відповідь, то з'являється повідомлення Вірно «ваша відповідь правильна», та є пункт перейти до наступного кроку, якщо студент вибирає неправильну відповідь, то з'явиться

повідомлення Невірно! «Правильна відповідь: Середній вибір, що враховує чутливість».

Крок 15. Питання 15. Як називається метод визначення вагомості критеріїв в теорії прийняття рішень?

- A) Метод сумарних балів
- B) Метод "вибір за кращим"
- C) Метод аналізу ієрархій
- D) Метод обрання альтернатив

Правильна відповідь – С.

Якщо студент вибрав правильну відповідь, то з'являється повідомлення Вірно «ваша відповідь правильна», та є пункт перейти до наступного кроку, якщо студент вибирає неправильну відповідь, то з'явиться повідомлення Невірно! «Правильна відповідь: Метод аналізу ієрархій».

Крок 16. Питання 16. Що означає термін "множник вагомості" в теорії прийняття рішень?

- A) Загальна вагомість критеріїв
- B) Індивідуальна важливість критерію
- C) Загальна вагомість альтернатив
- D) Вагомість етапу прийняття рішень

Правильна відповідь – В.

Якщо студент вибрав правильну відповідь, то з'являється повідомлення Вірно «ваша відповідь правильна», та є пункт перейти до наступного кроку, якщо студент вибирає неправильну відповідь, то з'явиться повідомлення Невірно! «Правильна відповідь: Індивідуальна важливість критерію».

Крок 17. Питання 17. Що визначає поняття "вартість" у теорії прийняття

рішень?

- A) Витрати на впровадження рішення
- B) Затрати на вивчення альтернатив
- C) Вираз обраного варіанту у грошовому еквіваленті
- D) Вартість інформації для аналізу

Правильна відповідь – С.

Якщо студент вибрав правильну відповідь, то з'являється повідомлення Вірно «ваша відповідь правильна», та є пункт перейти до наступного кроку, якщо студент вибирає неправильну відповідь, то з'явиться повідомлення Невірно! «Правильна відповідь: Вираз обраного варіанту у грошовому еквіваленті».

Крок 18. Питання 18. Що включає в себе етап "Постановка задачі" в теорії прийняття рішень?

- A) Вибір альтернатив
- B) Опис проблеми та цілей
- C) Збір інформації
- D) Визначення критеріїв

Правильна відповідь – В.

Якщо студент вибрав правильну відповідь, то з'являється повідомлення Вірно «ваша відповідь правильна», та є пункт перейти до наступного кроку, якщо студент вибирає неправильну відповідь, то з'явиться повідомлення Невірно! «Правильна відповідь: Опис проблеми та цілей».

Крок 19. Питання 19. Що визначає термін "розподіл вагомості" у теорії прийняття рішень?

- A) Призначення вагомості критеріям
- B) Розподіл ваги критеріїв між альтернативами
- C) Розподіл важливості критеріїв

D) Визначення вагомості альтернатив

Правильна відповідь – С.

Якщо студент вибрав правильну відповідь, то з'являється повідомлення Вірно «ваша відповідь правильна», та є пункт перейти до наступного кроку, якщо студент вибирає неправильну відповідь, то з'явиться повідомлення Невірно! «Правильна відповідь: Розподіл важливості критеріїв».

Крок 20. Питання 20. Що означає термін "системний аналіз" в контексті теорії прийняття рішень?

A) Аналіз взаємодії компонентів системи

B) Загальний аналіз проблеми та цілей

C) Аналіз тільки фінансових аспектів

D) Детальний аналіз кожного критерію

Правильна відповідь – B.

Якщо студент вибрав правильну відповідь, то з'являється повідомлення Вірно «ваша відповідь правильна», та є пункт перейти до наступного кроку, якщо студент вибирає неправильну відповідь, то з'явиться повідомлення Невірно! «Правильна відповідь: Загальний аналіз проблеми та цілей».

Крок 21. Після останнього питання користувач, має змогу переглянути свій результат та вийти з тренажеру.

3.3. Блок-схема програми тренажера

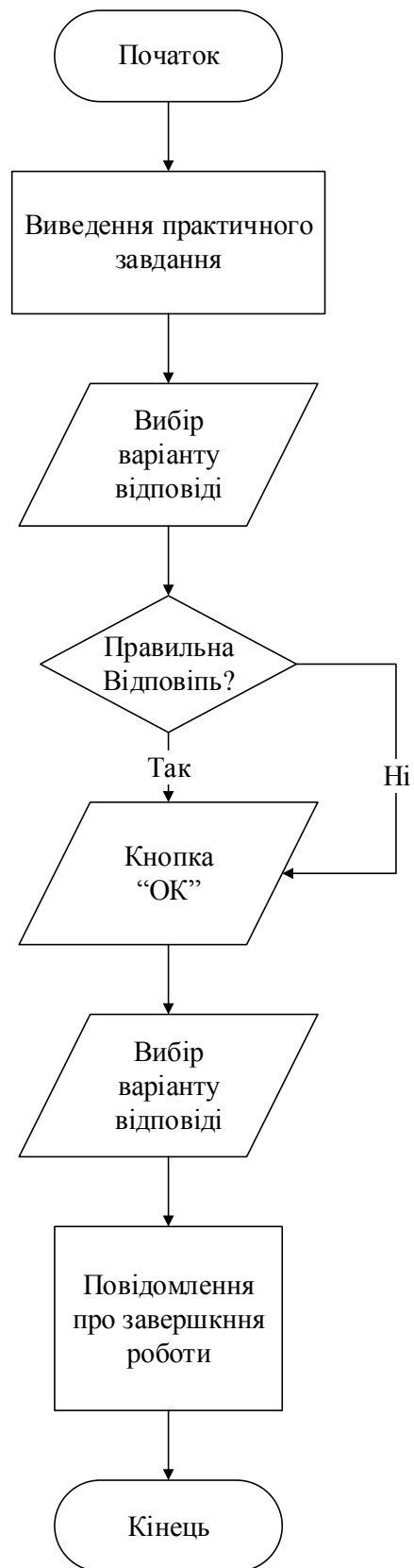


Рисунок 3.1 – Блок-схема алгоритму роботи тренажера

4. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

4.1 Опис програмної реалізації

Для створення програмного застосунку було використано середовище розробки PyCharm Community Edition 2023.3 за допомогою мови програмування Python.

Програма PyCharm зручна у використанні та весь код можна запрограмувати за власним бажанням.

Для створення «.exe» файлу з графічним інтерфейсом на Python, я використаю бібліотеку **tkinter** для GUI і **pyinstaller** для створення виконуваного файлу.

Спершу, встановимо необхідні бібліотеки написавши в термінал:

- **pip install tkinter**
- **pip install pyinstaller**

Після написання коду для програми-тренажера, відкриваємо термінал у каталозі де маєте цей фай, і використовуєте «pyinstaller» для створення виконуваного файлу:

- **pyinstaller --onefile --noconsole trenazher.py**

Після цього, у каталозі dist ви знайдете .exe файл, який ви можете використовувати на Windows.

4.2 Інструкція для проходження тренажеру

Після запуску тренажеру користувач може бачити тему та виконавця цієї роботи.

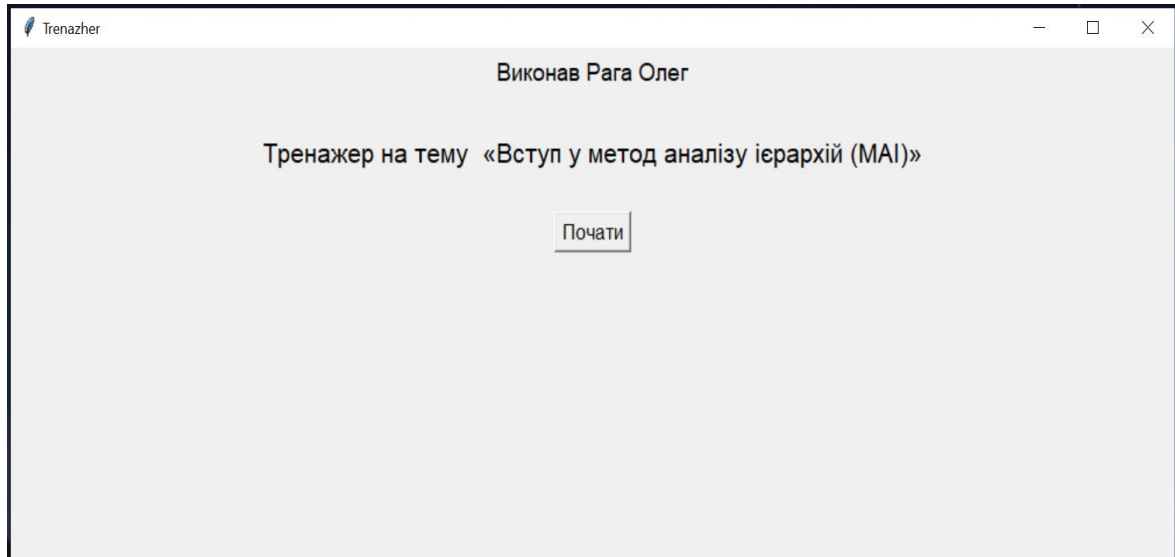


Рисунок 4.1 – Головне меню тренажера

Після натиснення на кнопку «Почати» користувач отримує практичне завдання у вигляді тесту.

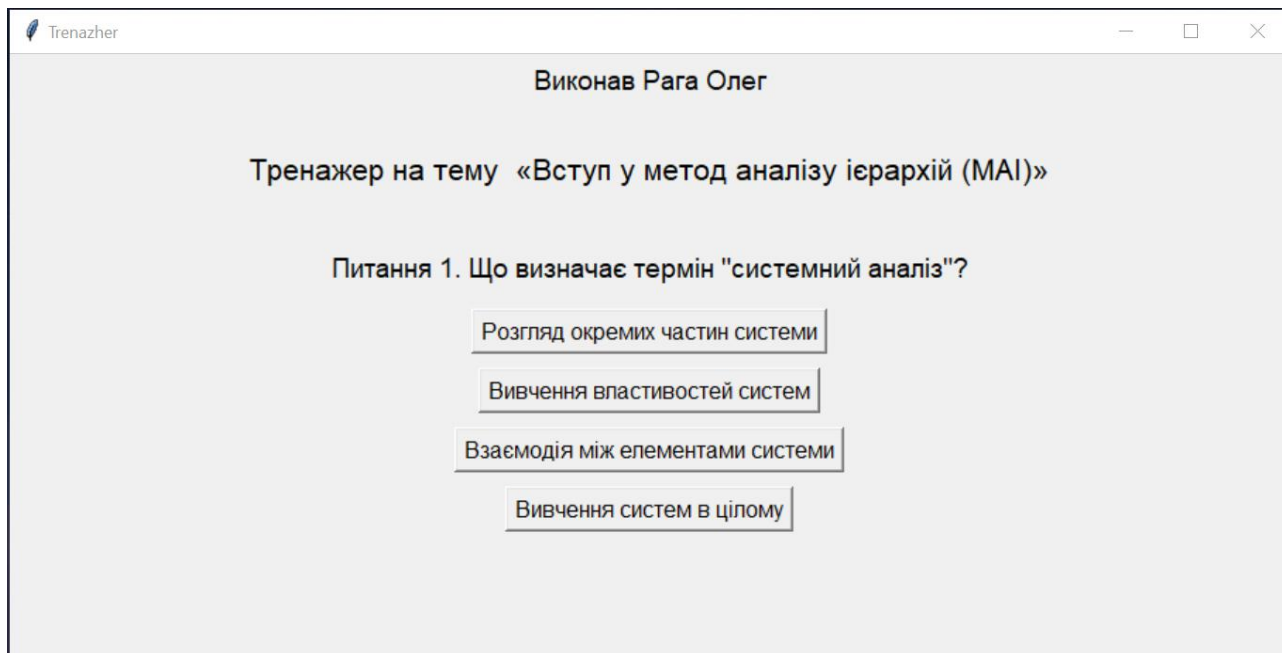


Рисунок 4.2 – Приклад практичного завдання

У випадку, коли студент обирає неправильний варіант відповіді, він отримує повідомлення «Невірно!», «Правильна відповідь: Вивчення систем в цілому».

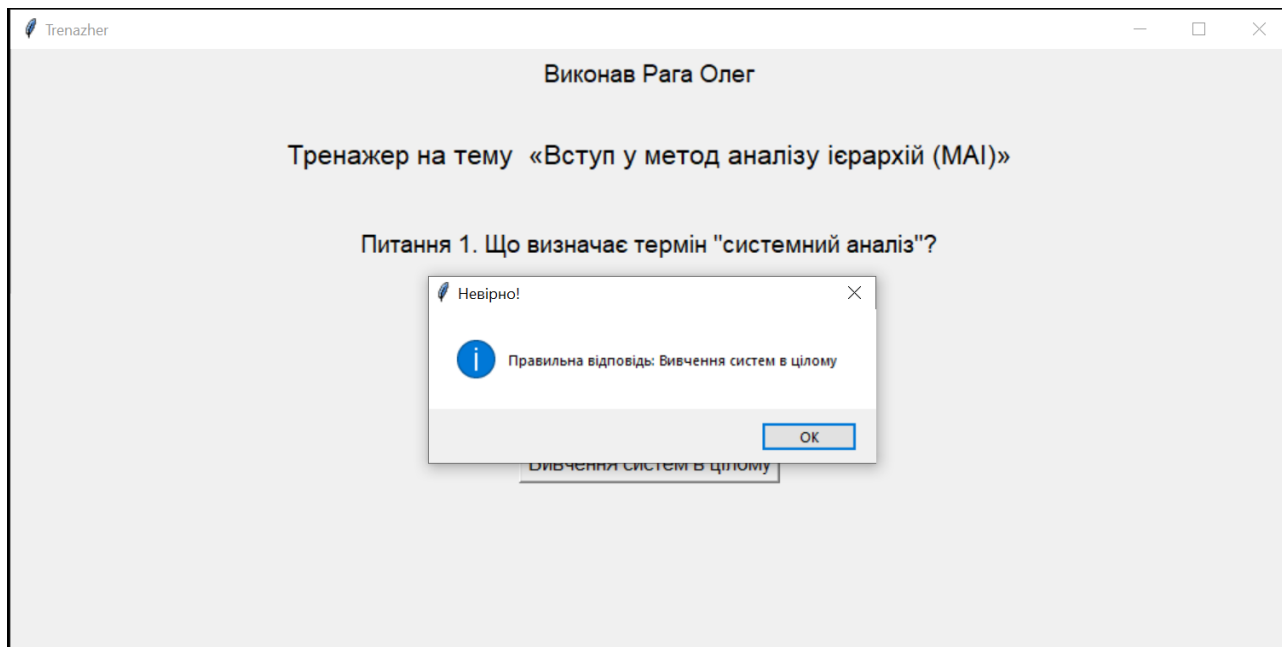


Рисунок 4.3 – Приклад вибору неправильного варіанту відповіді

При виборі студентом правильної відповіді, він отримує повідомлення «Вірно!», «Ваша відповідь правильна», та можливість перейти до наступного етапу після натиснення кнопки «ОК»

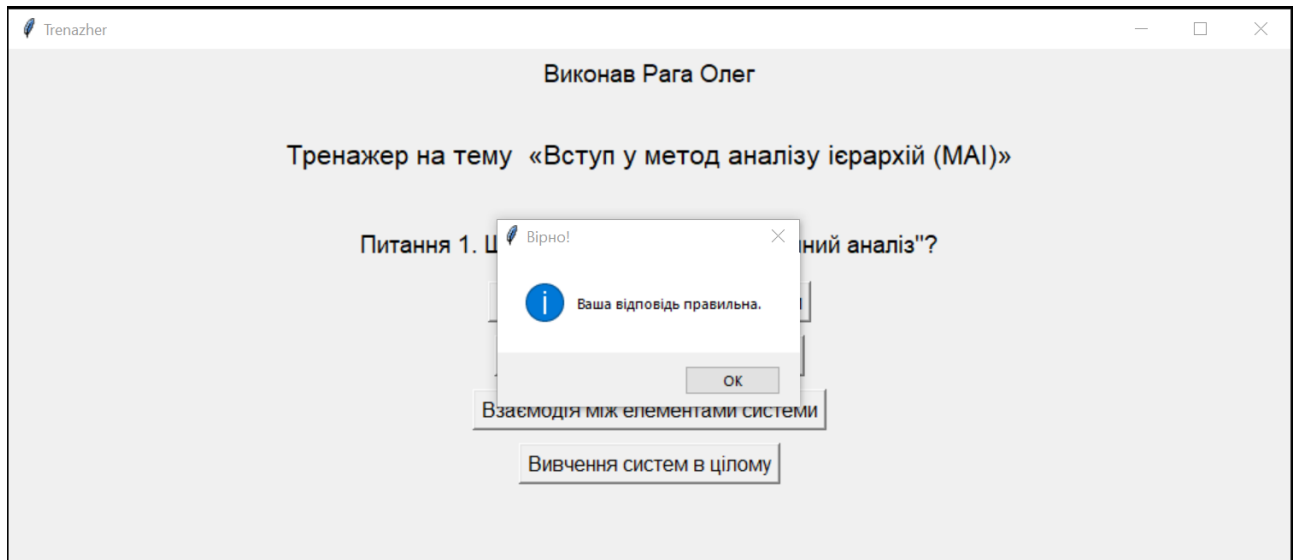


Рисунок 4.4 – Приклад вибору правильного варіанту відповіді

При виборі студентом правильної відповіді, він отримує повідомлення «Вірно!», «Ваша відповідь правильна», та можливість перейти до наступного етапу після натиснення кнопки «ОК»

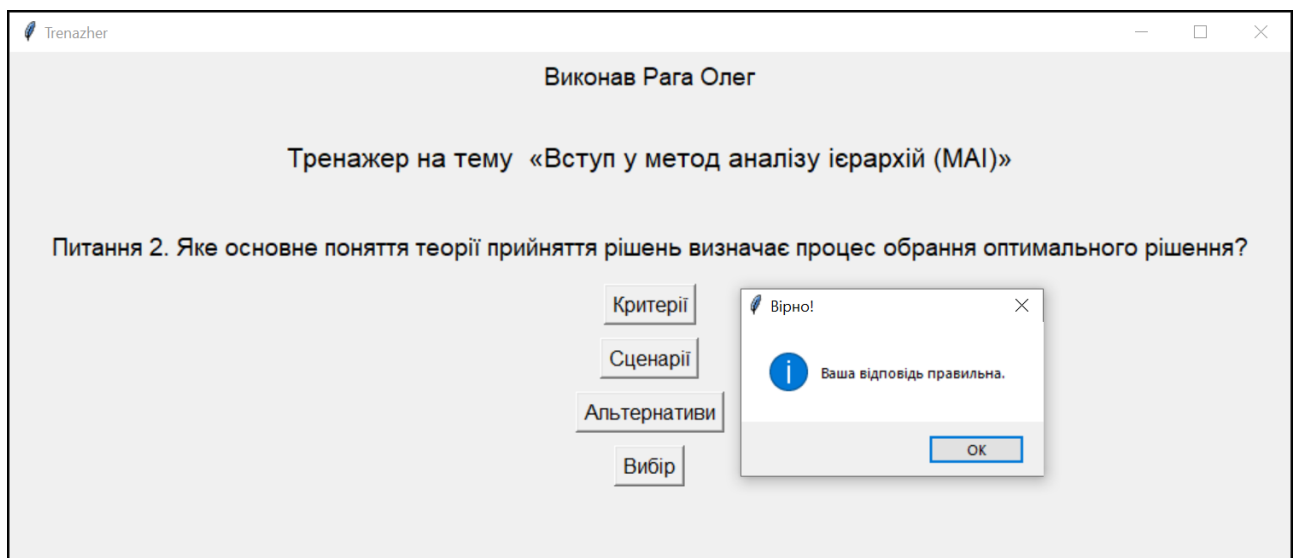


Рисунок 4.5 –Вибір правильного варіанту відповіді

При виборі студентом правильної відповіді, він отримує повідомлення «Вірно!», «Ваша відповідь правильна», та можливість перейти до наступного етапу після натиснення кнопки «ОК»

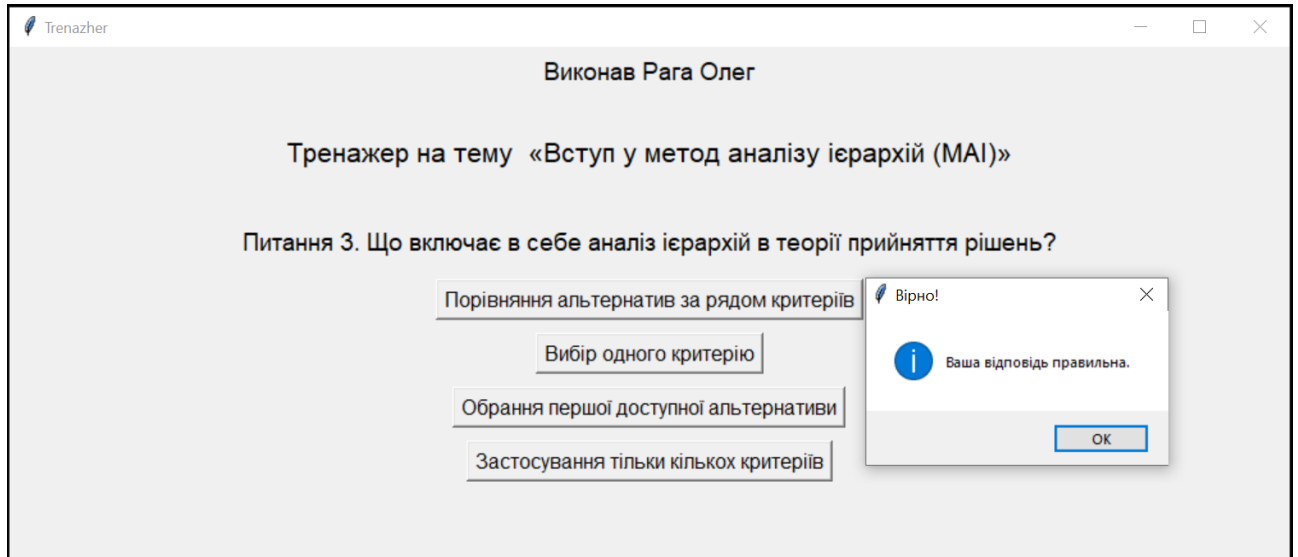


Рисунок 4.6 –Вибір правильного варіанту відповіді

При виборі студентом правильної відповіді, він отримує повідомлення «Вірно!», «Ваша відповідь правильна», та можливість перейти до наступного етапу після натиснення кнопки «ОК»

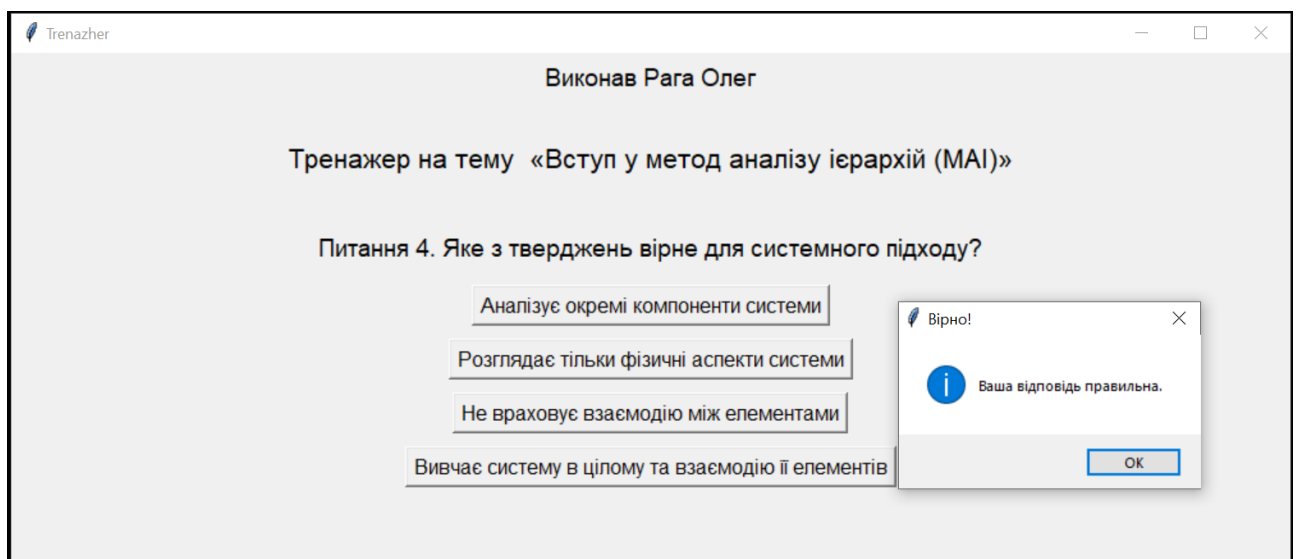


Рисунок 4.7 –Вибір правильного варіанту відповіді

При виборі студентом правильної відповіді, він отримує повідомлення «Вірно!», «Ваша відповідь правильна», та можливість перейти до наступного етапу після натиснення кнопки «ОК»

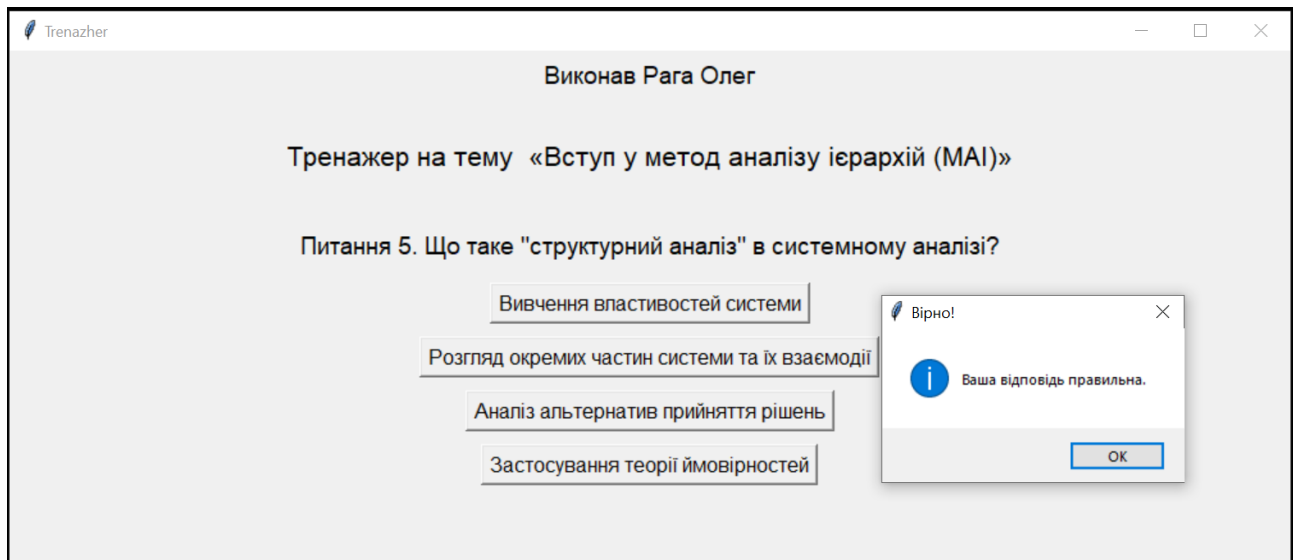


Рисунок 4.8 –Вибір правильного варіанту відповіді

При виборі студентом правильної відповіді, він отримує повідомлення «Вірно!», «Ваша відповідь правильна», та можливість перейти до наступного етапу після натиснення кнопки «ОК»

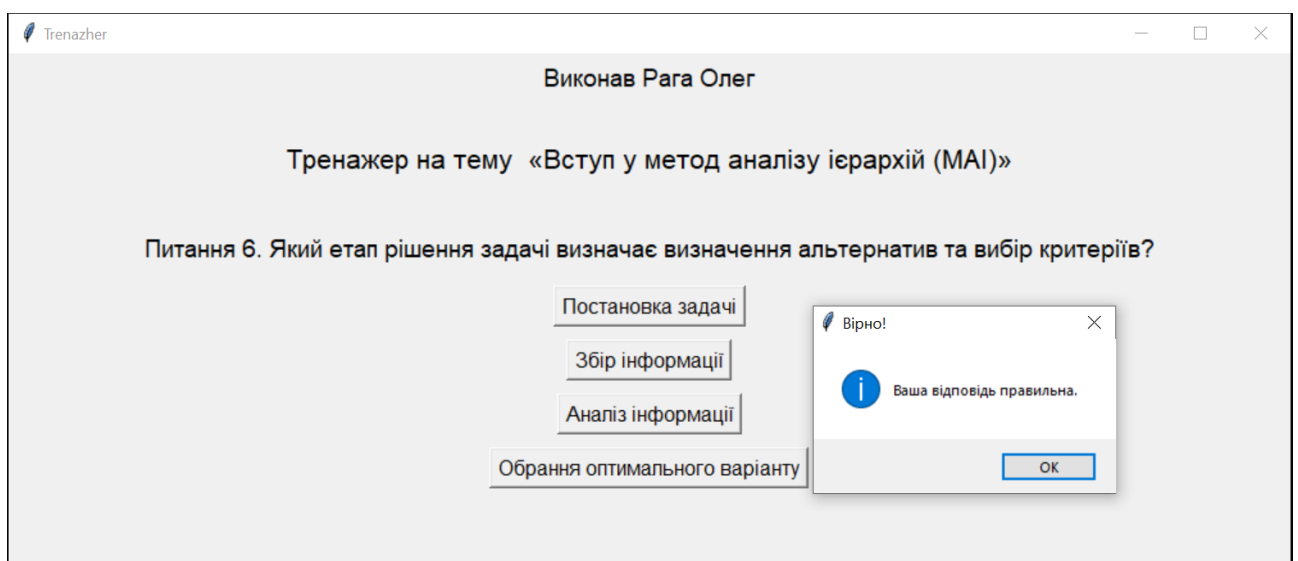


Рисунок 4.9 –Вибір правильного варіанту відповіді

При виборі студентом правильної відповіді, він отримує повідомлення «Вірно!», «Ваша відповідь правильна», та можливість перейти до наступного етапу після натиснення кнопки «ОК»

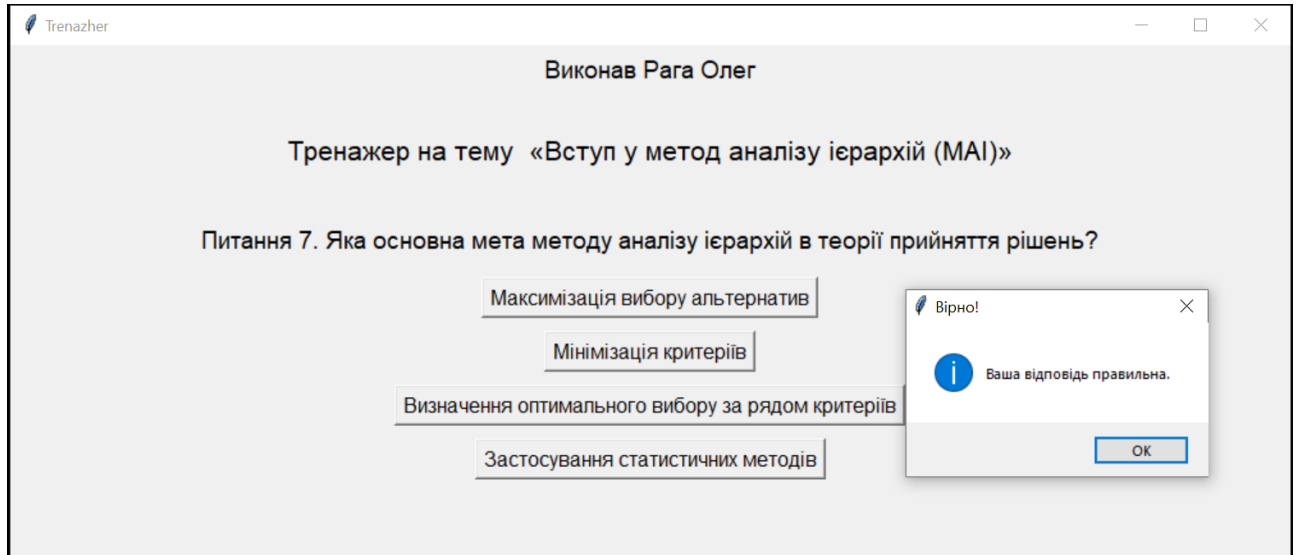


Рисунок 4.10 –Вибір правильного варіанту відповіді

При виборі студентом правильної відповіді, він отримує повідомлення «Вірно!», «Ваша відповідь правильна», та можливість перейти до наступного етапу після натиснення кнопки «ОК»

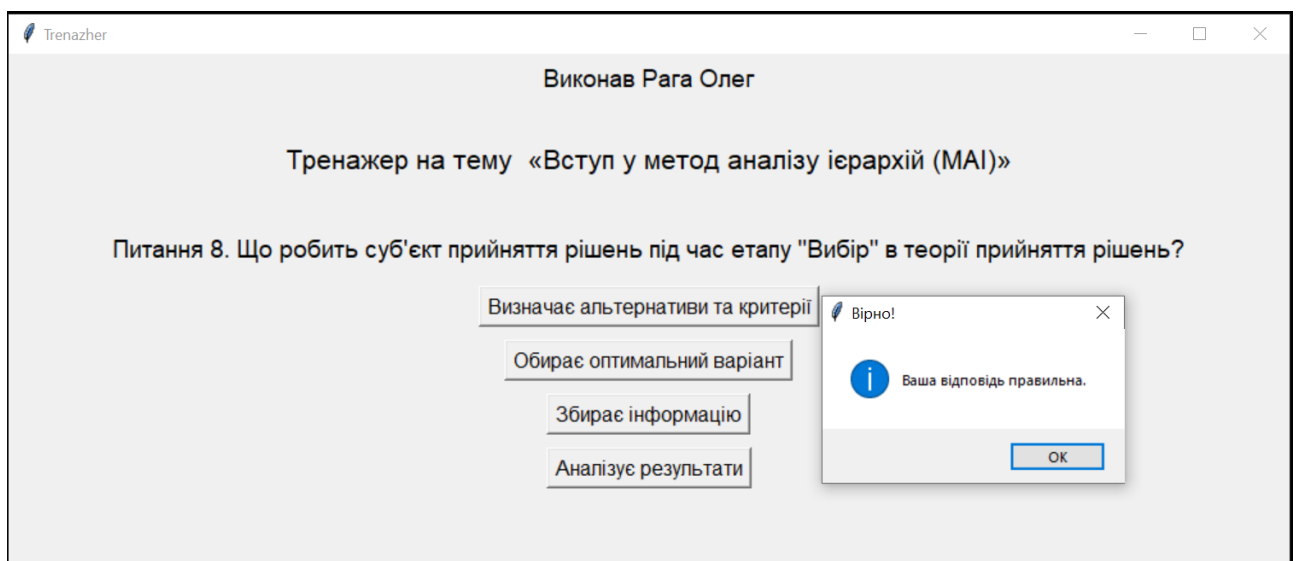


Рисунок 4.11 –Вибір правильного варіанту відповіді

При виборі студентом правильної відповіді, він отримує повідомлення «Вірно!», «Ваша відповідь правильна», та можливість перейти до наступного етапу після натиснення кнопки «ОК»

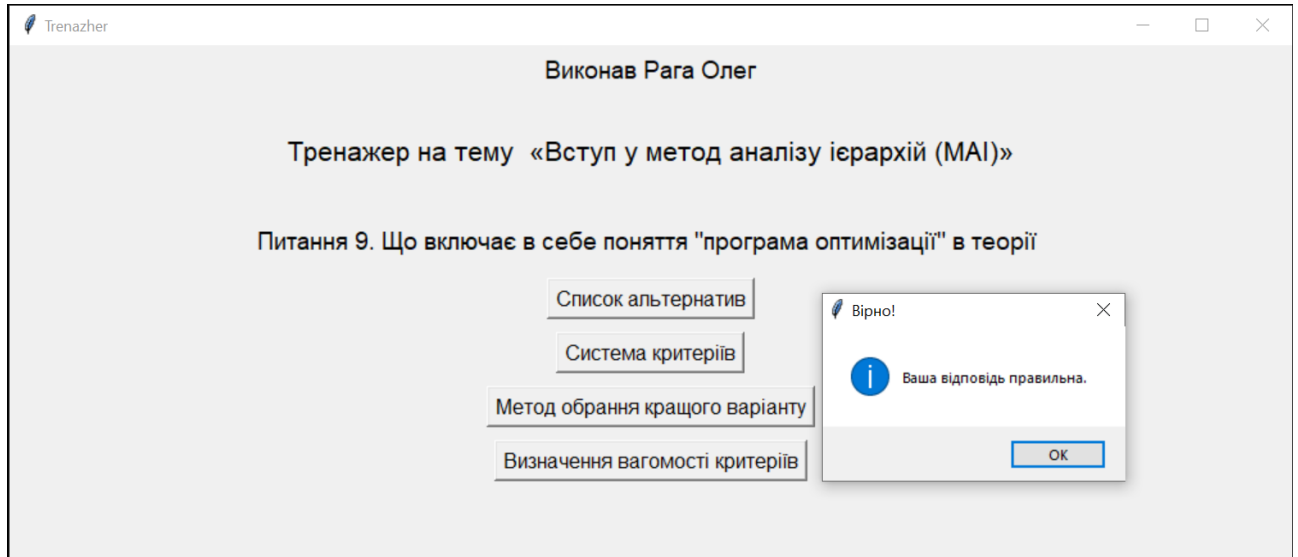


Рисунок 4.12 –Вибір правильного варіанту відповіді

При виборі студентом правильної відповіді, він отримує повідомлення «Вірно!», «Ваша відповідь правильна», та можливість перейти до наступного етапу після натиснення кнопки «ОК»

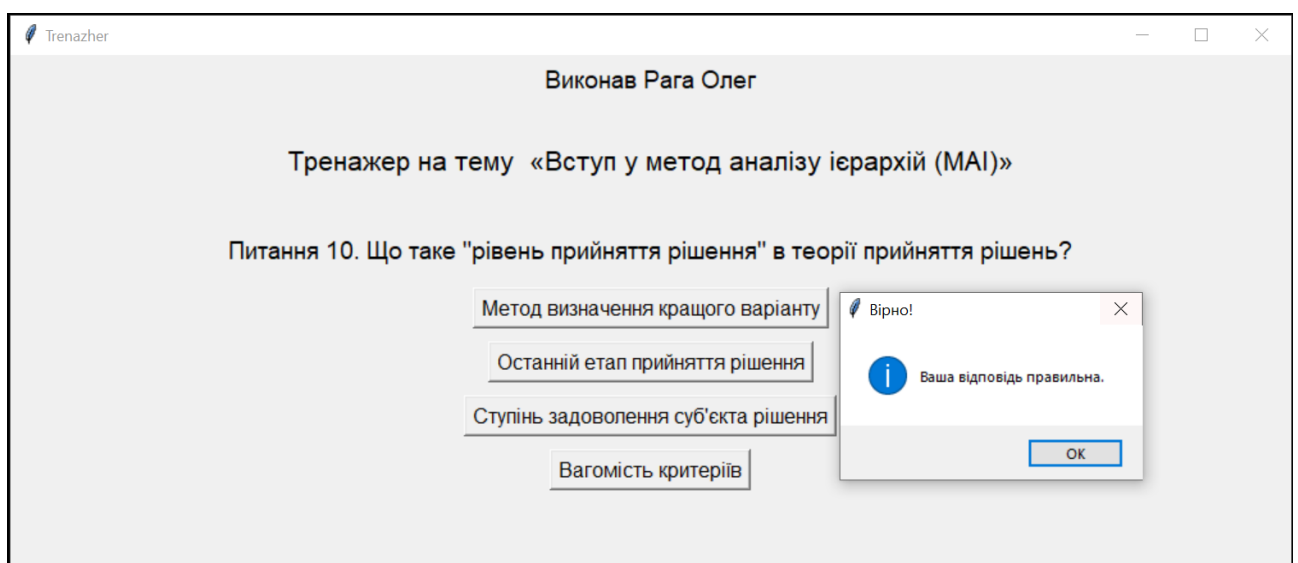


Рисунок 4.13 –Вибір правильного варіанту відповіді

При виборі студентом правильної відповіді, він отримує повідомлення «Вірно!», «Ваша відповідь правильна», та можливість перейти до наступного етапу після натиснення кнопки «ОК»

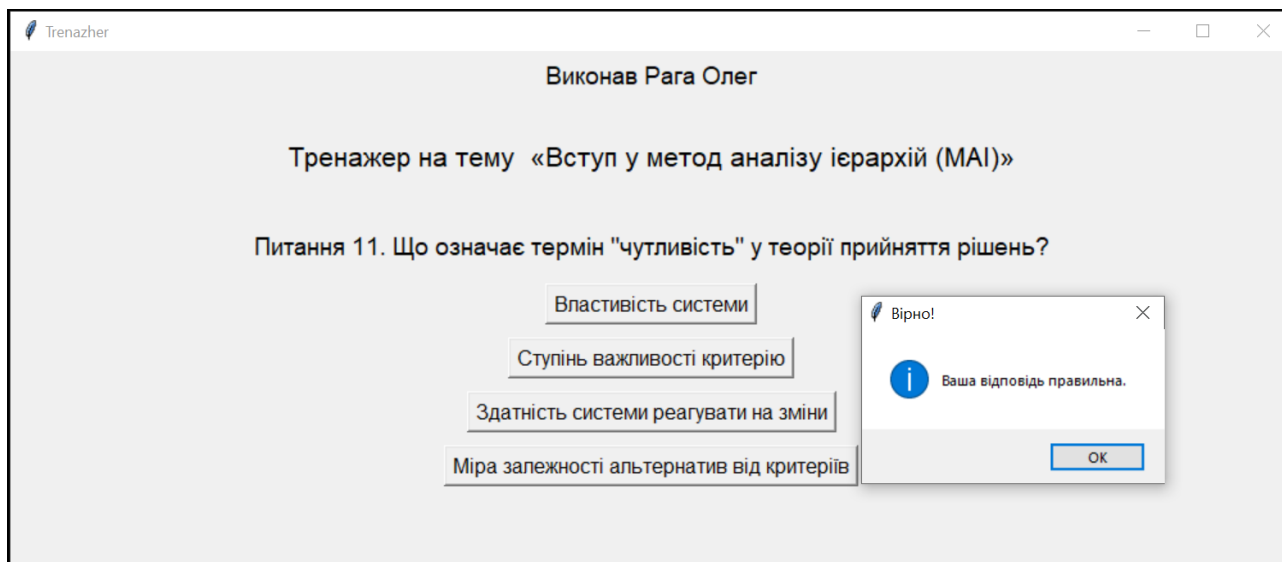


Рисунок 4.14 – Приклад завдання з полем для вводу

При виборі студентом правильної відповіді, він отримує повідомлення «Вірно!», «Ваша відповідь правильна», та можливість перейти до наступного етапу після натиснення кнопки «ОК»

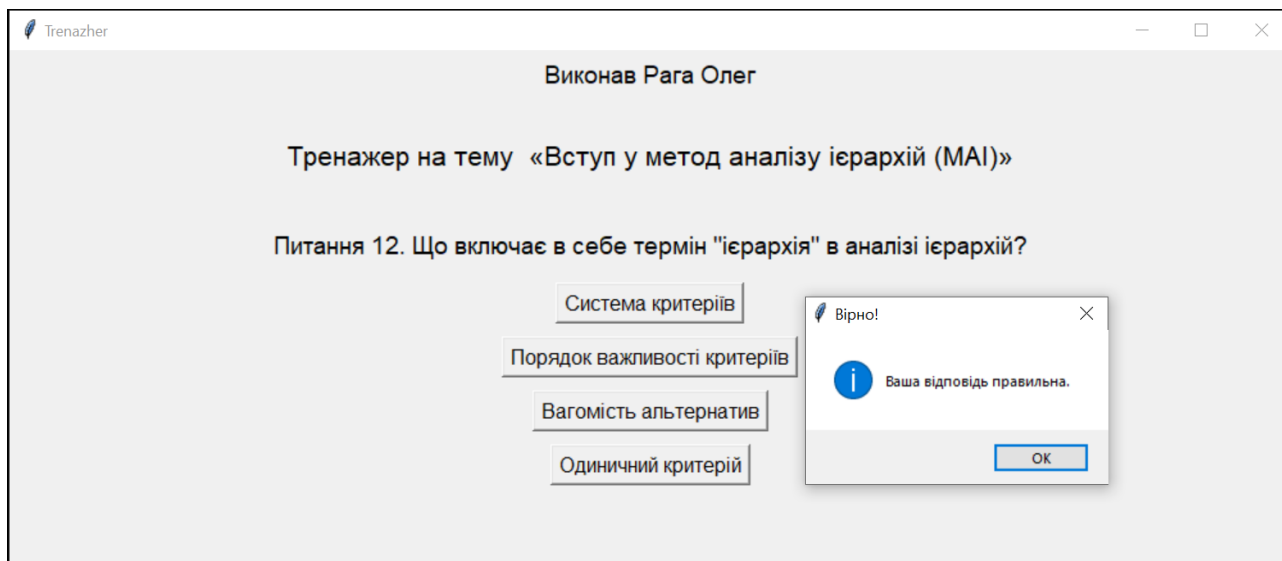


Рисунок 4.15 – Приклад завдання з полем для вводу

При виборі студентом правильної відповіді, він отримує повідомлення «Вірно!», «Ваша відповідь правильна», та можливість перейти до наступного етапу після натиснення кнопки «ОК»

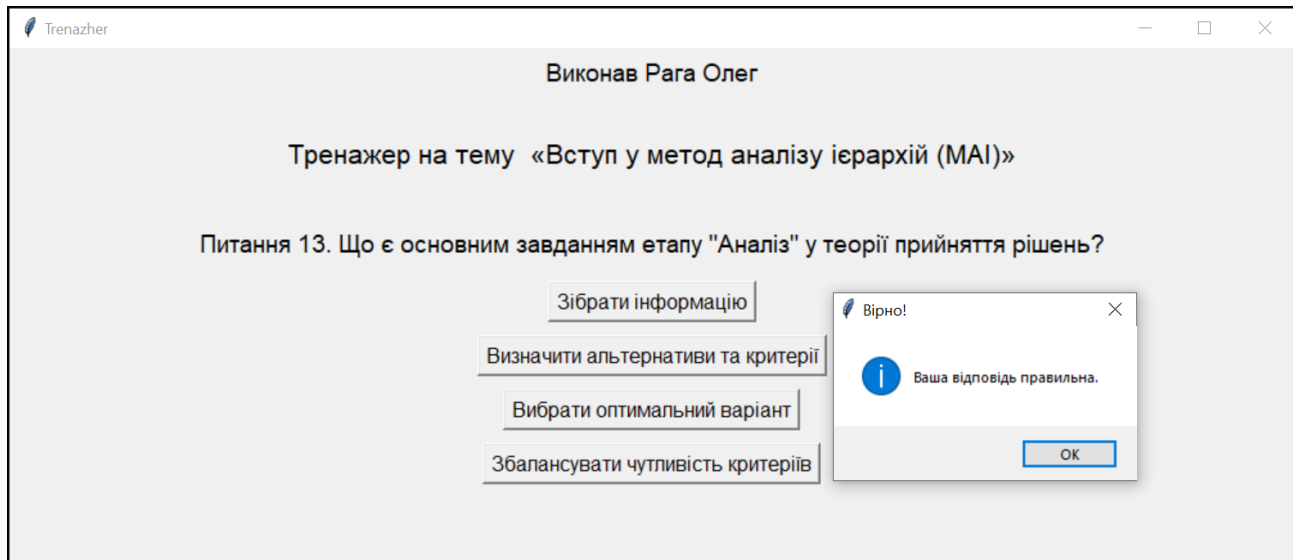


Рисунок 4.16 – Приклад завдання з полем для вводу

При виборі студентом правильної відповіді, він отримує повідомлення «Вірно!», «Ваша відповідь правильна», та можливість перейти до наступного етапу після натиснення кнопки «ОК»

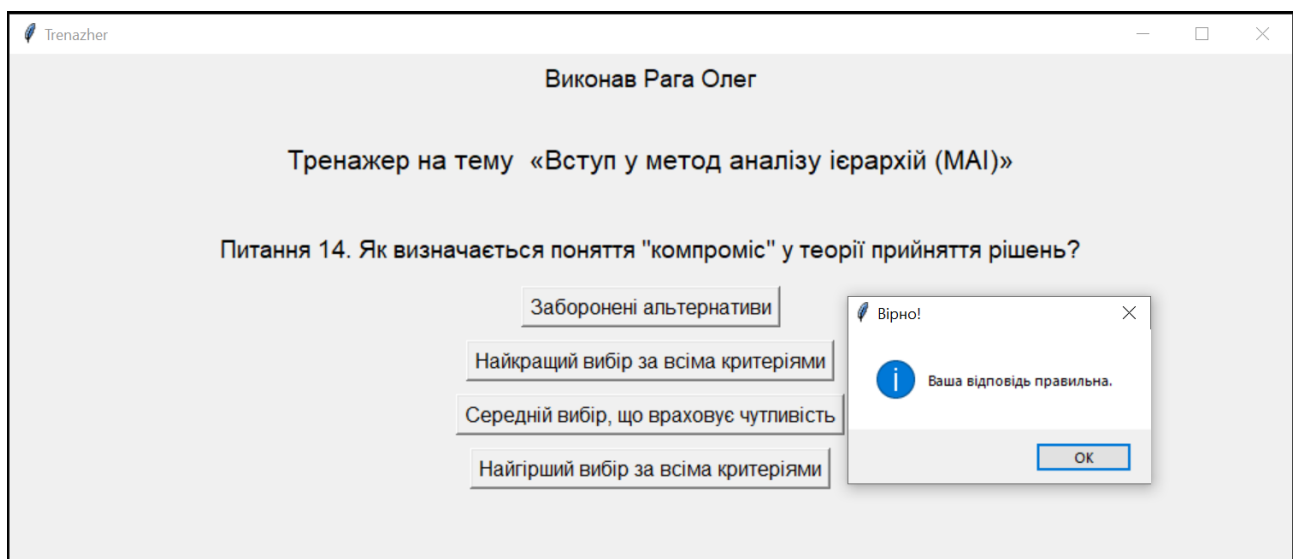


Рисунок 4.17 – Приклад завдання з полем для вводу

При виборі студентом правильної відповіді, він отримує повідомлення «Вірно!», «Ваша відповідь правильна», та можливість перейти до наступного етапу після натиснення кнопки «ОК»

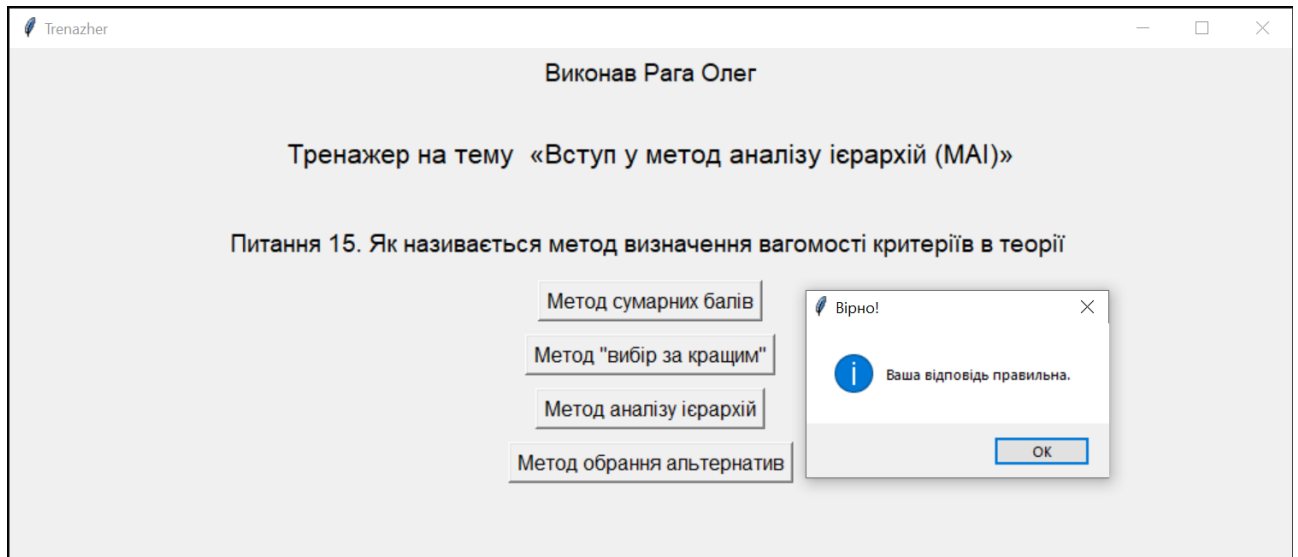


Рисунок 4.18 – Приклад завдання з полем для вводу

При виборі студентом правильної відповіді, він отримує повідомлення «Вірно!», «Ваша відповідь правильна», та можливість перейти до наступного етапу після натиснення кнопки «ОК»

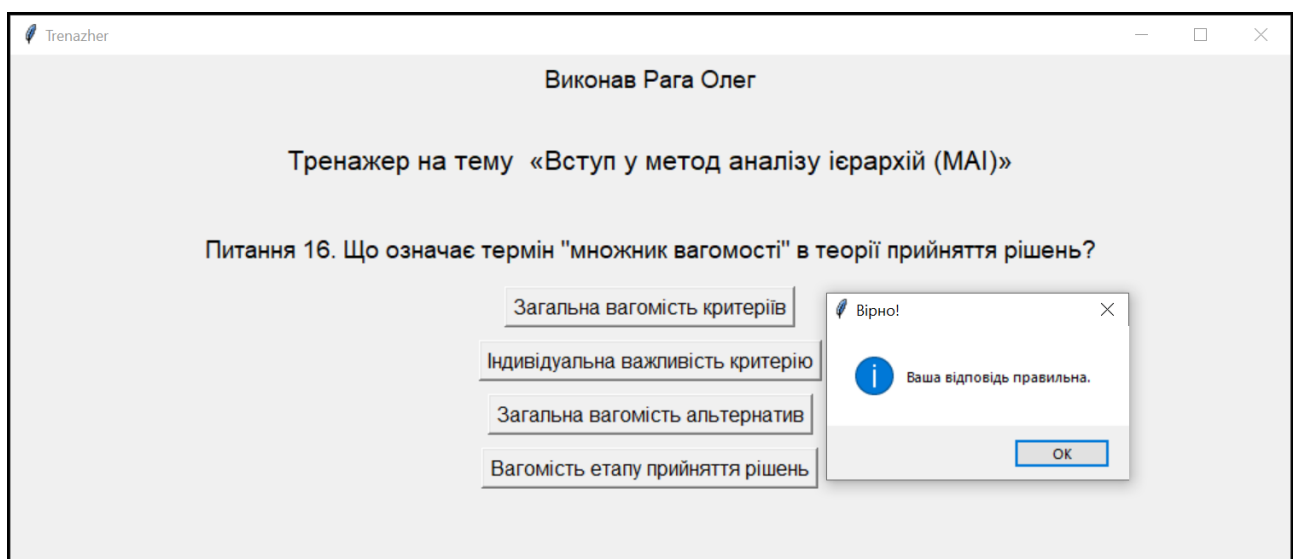


Рисунок 4.19 – Приклад завдання з полем для вводу

При виборі студентом правильної відповіді, він отримує повідомлення «Вірно!», «Ваша відповідь правильна», та можливість перейти до наступного етапу після натиснення кнопки «ОК»

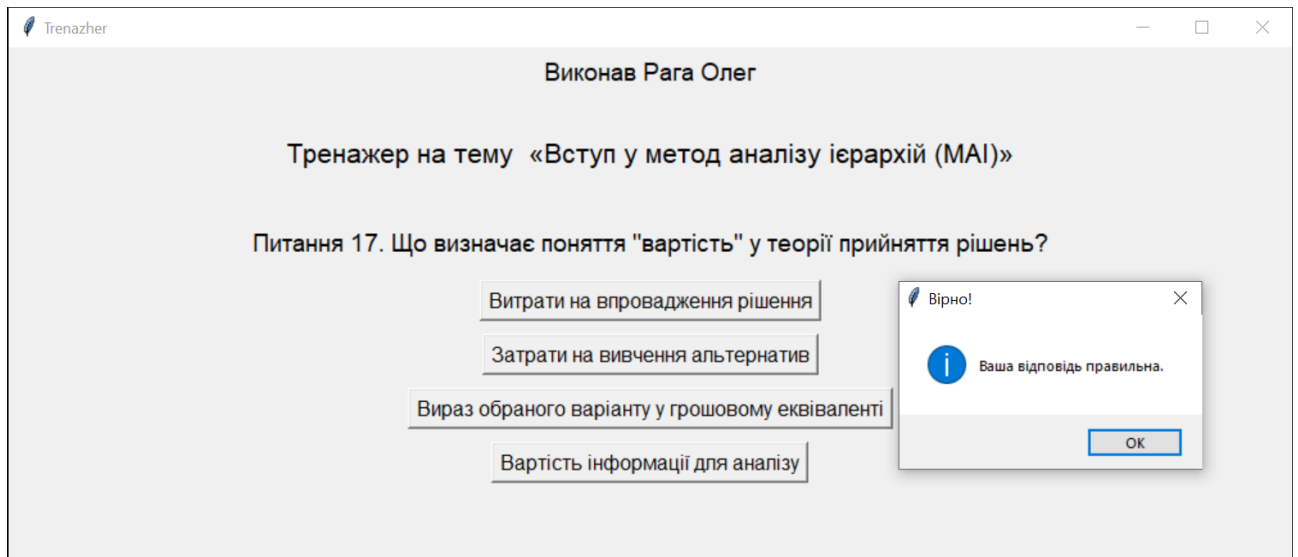


Рисунок 4.20 – Приклад завдання з полем для вводу

При виборі студентом правильної відповіді, він отримує повідомлення «Вірно!», «Ваша відповідь правильна», та можливість перейти до наступного етапу після натиснення кнопки «ОК»

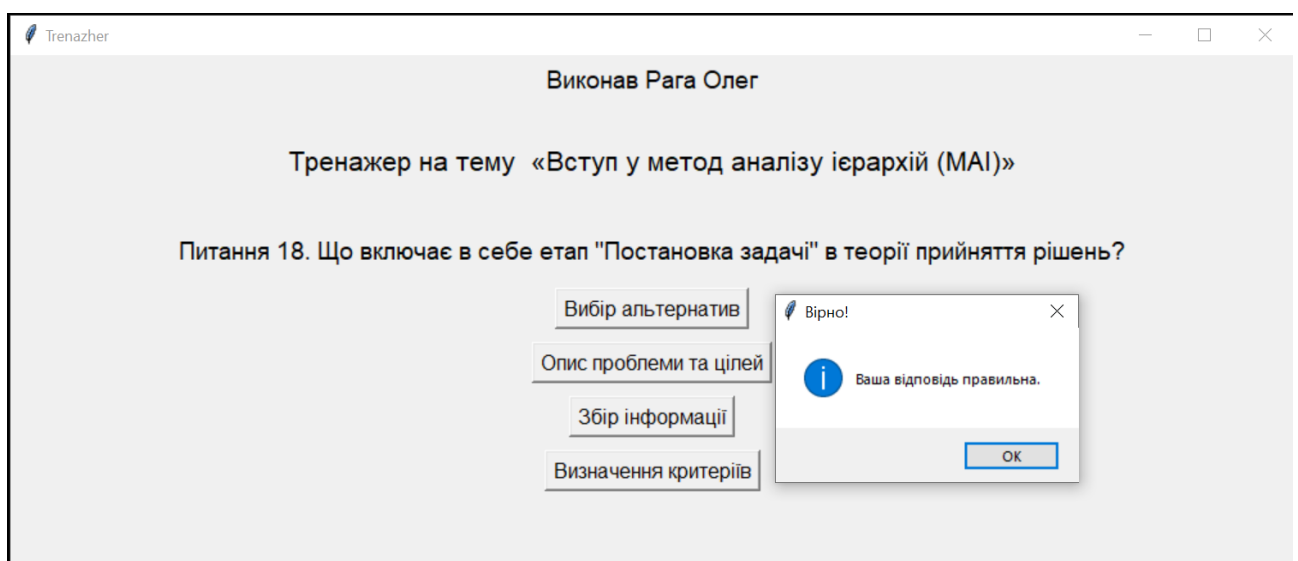


Рисунок 4.21 – Приклад завдання з полем для вводу

При виборі студентом правильної відповіді, він отримує повідомлення «Вірно!», «Ваша відповідь правильна», та можливість перейти до наступного етапу після натиснення кнопки «ОК»

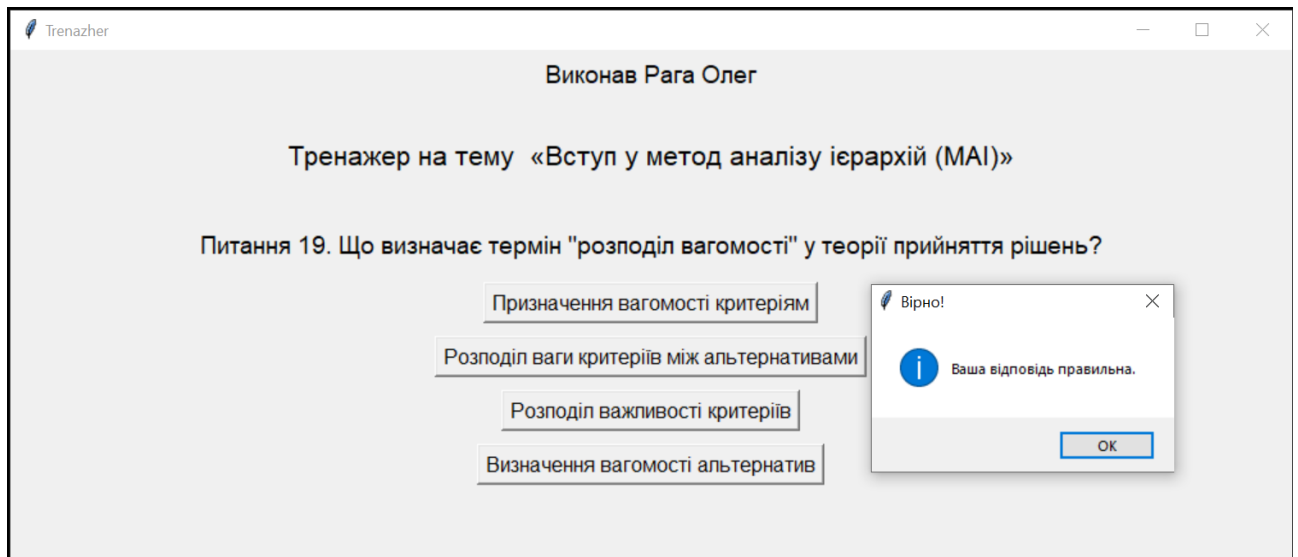


Рисунок 4.22 – Приклад завдання з полем для вводу

При виборі студентом правильної відповіді, він отримує повідомлення «Вірно!», «Ваша відповідь правильна», та можливість перейти до наступного етапу після натиснення кнопки «ОК»

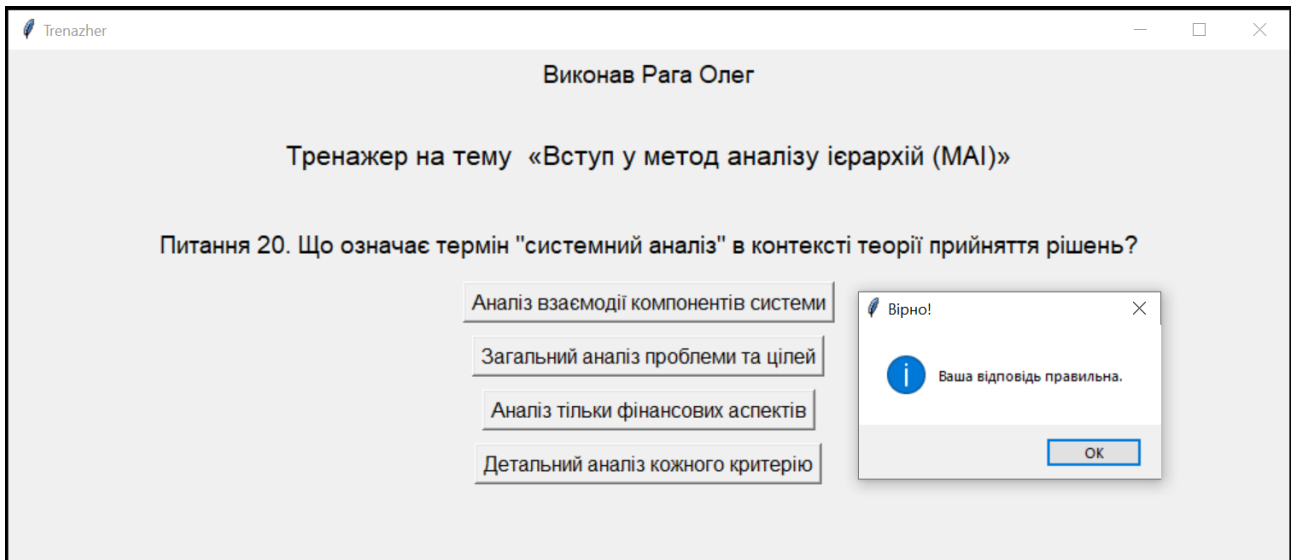


Рисунок 4.23 – Приклад завдання з полем для вводу

Після завершення роботи з тренажером користувач може побачити свій результат та завершити роботу з тренажером.

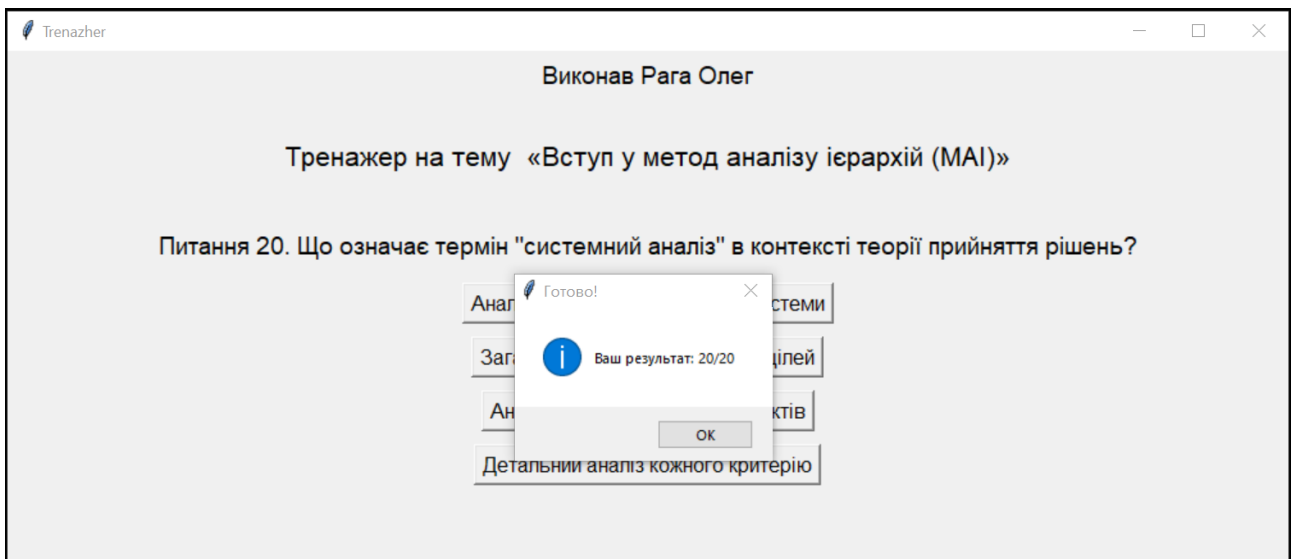


Рисунок 4.24 – Фінальне вікно тренажеру

ВИСНОВКИ

У процесі дослідження було встановлено, що МАІ є досить гнучким і популярним методом прийняття рішень у задачах багатокритеріального

відбору. Застосування МАІ є предметно-незалежним, і обчислення, які вимагає цей метод, не є складними та можуть виконуватися програмно. Однак, незважаючи на наявність шкали Сааті, процес попарного порівняння альтернатив або критеріїв може бути складним для OPR, і в цілому процес попарного порівняння займає дуже багато часу. Крім того, процедура оцінки узгодженості суджень може призвести до результатів, які важко інтерпретувати (див. підрозділ 3.1).

В проекті описано такі пункти:

- Постановка задачі;
- Типи комп'ютерних тренажерів;
- Системи, середовища програмування, середовища для розробки програмного забезпечення;
- Огляд матеріалу з теми;
- Алгоритм роботи тренажера.

Таким чином, в ході дослідження були розглянуті популярні методи прийняття рішень. Було досліджено алгоритми роботи даних методів, наведено приклади їх застосування в різних предметних областях.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Черненко О. О., Ольховська О. В. Методичні рекомендації щодо оформлення пояснювальних записок до курсового проекту для студентів спеціальності 122 Комп'ютерні науки освітня програма «Комп'ютерні науки» ступеня бакалавра, магістра – Полтава: ПУЕТ, 2022. – 59с.
2. Мічківський С. М. Системи та методи прийняття рішень: методичні вказівки / С. М. Мічківський, О. В. Прігунов, П. В. Римар. – Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2019. – 76 с.
3. Задоров В. Б. Метод аналізу ієрархій як метод конфігурації складних систем, 2014. – 280 с.
4. Файнзільберг Л. С., Жуковська О. А., Якимчук В. С. Теорія прийняття рішень: підруч. Київ, 2018. – 246 с.
5. Чибісов Ю. В. Застосування методів багатокритеріальної оптимізації для вирішення задачі розподілу вагонів по вантажним фронтам // Транспортні системи та технології перевезень. 2014. № 7. с. 65 – 72.
6. Методи аналізу ієрархій: теорія, методологія, застосування автори: Лозовський Олександр, Сичов Олександр, Гриняк Василь 2002. – 298 с.
7. Метод аналізу ієрархій: фундаментальні поняття та приклади застосування" автори: Олег Черник, Валерій Клочко, 2003. – 200 с.
8. Методи аналізу ієрархій в управлінні розвитком соціально-економічних систем, автор: Оксана Савчук, 2007. – 252 с.
9. Аналітична ієрархія в управлінні технологічними процесами, автори: Наталія Павлюк, Сергій Герасимчук, 2008. – 188 с.
10. Шаповалова О. О., Бурменський Р. В. Розробка програмного додатка для реалізації методу аналізу ієрархій // Математичні моделі та методи. 2017. №3(149). с. 45 – 48
11. Буханько А. Н. Проектування стійких телекомунікаційних мереж із використанням багатокритеріальної оптимізації // Радіоелектроніка, інформатика, управління. 2012. №2. с. 35 – 38.

12. Шарапов О. Д., Дербенцев В. Д., Семьонов Д. Є. Системний аналіз: навч.- метод. посіб. для самост. вивч. дисц. Київ, 2003. 154 с.
13. Пономаренко В. С., Павленко Л. А., Беседовський О. М. та ін. Методи та системи підтримки прийняття рішень в управлінні еколого-економічними процесами підприємств: навч. посіб. Харків, 2012. 272 с.
14. Ус С. А., Л. С. Коряшкіна. Моделі й методи прийняття рішень: навч. посіб. Дніпро, 2014. 300 с.
15. Saaty R. W. The analytic hierarchy process – what it is and how it is used // Mathematical Modeling. 1987. Vol 9, №3-5 с 161-176
- 16 Коваленко І. І., Давиденко Є. О. Парето-оптимальний вибір при формуванні портфеля замовника ІТ-проектів // Наукові праці. Комп'ютерні технології. 2011. № 161. Т. 173. с. 44 - 48.
- 17 Чибісов Ю. В. Застосування методів багатокритеріальної оптимізації для вирішення задачі розподілу вагонів по вантажним фронтам // Транспортні системи та технології перевезень. 2014. № 7. с. 65 – 72.
- 18 Польщиків К. О. Метод прийняття рішення про розподіл пропускної спроможності телекомунікаційного каналу на основі лінійного програмування // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. 2013. № 3 (18). с. 83-89

ДОДАТОК А

```
import tkinter as tk
from tkinter import messagebox
import random

class QuizApp:
    def __init__(self, master):
        self.master = master
        self.master.title("Trenazher")
        self.executed_by_label = tk.Label(root, text="Виконав Рага Олег",
font=(14))
        self.executed_by_label.pack(pady=5)

        self.label = tk.Label(root, text="Тренажер на тему «Вступ у метод
аналізу ієрархій (МАІ)»",font=("Helvetica", 16))
        self.label.pack(pady=30)

        self.start_button = tk.Button(master, text="Почати", font=(16),
command=self.start_quiz)
        self.start_button.pack(pady=0)

        root.geometry("1000x400")
        self.questions = [
            {"question": "Питання 1. Що визначає термін \"системний
аналіз\"?", "options": ["Розгляд окремих частин системи", "Вивчення
властивостей систем", "Взаємодія між елементами системи", "Вивчення систем
в цілому"], "correct_option": "Вивчення систем в цілому"},
            {"question": "Питання 2. Яке основне поняття теорії прийняття
рішень визначає процес обрання оптимального рішення?", "options":
```

["Критерії", "Сценарії", "Альтернативи", "Вибір"], "correct_option":
"Альтернативи"},

{"question": "Питання 3. Що включає в себе аналіз ієрархій в теорії прийняття рішень?", "options": ["Порівняння альтернатив за рядом критеріїв", "Вибір одного критерію", "Обрання першої доступної альтернативи", "Застосування тільки кількох критеріїв"], "correct_option": "Порівняння альтернатив за рядом критеріїв"},

{"question": "Питання 4. Яке з тверджень вірне для системного підходу?", "options": ["Аналізує окремі компоненти системи", "Розглядає тільки фізичні аспекти системи", "Не враховує взаємодію між елементами", "Вивчає систему в цілому та взаємодію її елементів"], "correct_option": "Вивчає систему в цілому та взаємодію її елементів"},

{"question": "Питання 5. Що таке \"структурний аналіз\" в системному аналізі?", "options": ["Вивчення властивостей системи", "Розгляд окремих частин системи та їх взаємодії", "Аналіз альтернатив прийняття рішень", "Застосування теорії ймовірностей"], "correct_option": "Розгляд окремих частин системи та їх взаємодії"},

{"question": "Питання 6. Який етап рішення задачі визначає визначення альтернатив та вибір критеріїв?", "options": ["Постановка задачі", "Збір інформації", "Аналіз інформації", "Обрання оптимального варіанту"], "correct_option": "Постановка задачі"},

{"question": "Питання 7. Яка основна мета методу аналізу ієрархій в теорії прийняття рішень?", "options": ["Максимізація вибору альтернатив", "Мінімізація критеріїв", "Визначення оптимального вибору за рядом критеріїв", "Застосування статистичних методів"], "correct_option": "Визначення оптимального вибору за рядом критеріїв"},

{"question": "Питання 8. Що робить суб'єкт прийняття рішень під час етапу \"Вибір\" в теорії прийняття рішень?", "options": ["Визначає альтернативи та критерії", "Обирає оптимальний варіант", "Збирає

інформацію", "Аналізує результати"], "correct_option": "Обирає оптимальний варіант"},

{"question": "Питання 9. Що включає в себе поняття \"програма оптимізації\" в теорії", "options": ["Список альтернатив", "Система критеріїв", "Метод обрання кращого варіанту", "Визначення вагомості критеріїв"], "correct_option": "Метод обрання кращого варіанту"},

{"question": "Питання 10. Що таке \"рівень прийняття рішення\" в теорії прийняття рішень?", "options": ["Метод визначення кращого варіанту", "Останній етап прийняття рішення", "Ступінь задоволення суб'єкта рішення", "Вагомість критеріїв"], "correct_option": "Ступінь задоволення суб'єкта рішення"},

{"question": "Питання 11. Що означає термін \"чутливість\" у теорії прийняття рішень?", "options": ["Властивість системи", "Ступінь важливості критерію", "Здатність системи реагувати на зміни", "Міра залежності альтернатив від критеріїв"], "correct_option": "Здатність системи реагувати на зміни"},

{"question": "Питання 12. Що включає в себе термін \"ієрархія\" в аналізі ієрархій?", "options": ["Система критеріїв", "Порядок важливості критеріїв", "Вагомість альтернатив", "Одиничний критерій"], "correct_option": "Порядок важливості критеріїв"},

{"question": "Питання 13. Що є основним завданням етапу \"Аналіз\" у теорії прийняття рішень?", "options": ["Зібрати інформацію", "Визначити альтернативи та критерії", "Вибрати оптимальний варіант", "Збалансувати чутливість критеріїв"], "correct_option": "Зібрати інформацію"},

{"question": "Питання 14. Як визначається поняття \"компроміс\" у теорії прийняття рішень?", "options": ["Заборонені альтернативи", "Найкращий вибір за всіма критеріями", "Середній вибір, що враховує чутливість", "Найгірший вибір за всіма критеріями"], "correct_option": "Середній вибір, що враховує чутливість"},

{"question": "Питання 15. Як називається метод визначення вагомості критеріїв в теорії ", "options": ["Метод сумарних балів", "Метод \\"вибір за кращим\\"", "Метод аналізу ієрархій", "Метод обрання альтернатив"], "correct_option": "Метод аналізу ієрархій"},

{"question": "Питання 16. Що означає термін \\"множник вагомості\" в теорії прийняття рішень?", "options": ["Загальна вагомість критеріїв", "Індивідуальна важливість критерію", "Загальна вагомість альтернатив", "Вагомість етапу прийняття рішень"], "correct_option": "Індивідуальна важливість критерію"},

{"question": "Питання 17. Що визначає поняття \\"вартість\" у теорії прийняття рішень?", "options": ["Витрати на впровадження рішення", "Затрати на вивчення альтернатив", "Вираз обраного варіанту у грошовому еквіваленті", "Вартість інформації для аналізу"], "correct_option": "Вираз обраного варіанту у грошовому еквіваленті"},

{"question": "Питання 18. Що включає в себе етап \\"Постановка задачі\" в теорії прийняття рішень?", "options": ["Вибір альтернатив", "Опис проблеми та цілей", "Збір інформації", "Визначення критеріїв"], "correct_option": "Опис проблеми та цілей"},

{"question": "Питання 19. Що визначає термін \\"розподіл вагомості\" у теорії прийняття рішень?", "options": ["Призначення вагомості критеріям", "Розподіл ваги критеріїв між альтернативами", "Розподіл важливості критеріїв", "Визначення вагомості альтернатив"], "correct_option": "Розподіл важливості критеріїв"},

{"question": "Питання 20. Що означає термін \\"системний аналіз\" в контексті теорії прийняття рішень?", "options": ["Аналіз взаємодії компонентів системи", "Загальний аналіз проблеми та цілей", "Аналіз тільки фінансових аспектів", "Детальний аналіз кожного критерію"], "correct_option": "Загальний аналіз проблеми та цілей"},

]

```

self.current_question = 0
self.score = 0

def start_quiz(self):
    self.start_button.pack_forget()
    self.display_question()

def display_question(self):
    question_data = self.questions[self.current_question]
    self.question_label = tk.Label(self.master,
text=question_data["question"])

    self.question_label.pack(pady=10)
    self.question_label.config(font=("Helvetica", 14))

    self.option_buttons = []
    for option in question_data["options"]:
        button = tk.Button(self.master, text=option, command=lambda
o=option: self.check_answer(o))

        button.pack(pady=5)
        button.config(font=(14))

        self.option_buttons.append(button)

def check_answer(self, selected_option):
    question_data = self.questions[self.current_question]

```

```

    if selected_option == question_data["correct_option"]:
        self.score += 1
        messagebox.showinfo("Вірно!", "Ваша відповідь правильна.")
    else:
        messagebox.showinfo("Невірно!", f"Правильна відповідь:
{question_data['correct_option']}")

    self.current_question += 1

    if self.current_question < len(self.questions):
        self.reset_question()
        self.display_question()
    else:
        self.show_final_score()

def reset_question(self):
    self.question_label.pack_forget()
    for button in self.option_buttons:
        button.pack_forget()

def show_final_score(self):
    messagebox.showinfo("Готово!", f"Ваш результат:
{self.score}/{len(self.questions)}")
    self.master.destroy()

if __name__ == "__main__":
    root = tk.Tk()
    app = QuizApp(root)
    root.mainloop()

```