



**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ДЗВО "УНІВЕРСИТЕТ МЕНЕДЖМЕНТУ ОСВІТИ"  
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ ІНСТИТУТ НЕПЕРЕРВНОЇ ПРОФЕСІЙНОЇ  
ОСВІТИ  
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ, ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ДИЗАЙНУ**

**ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ, ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ ТА  
БАЗИ ЗНАНЬ  
В ПРОФЕСІЙНІЙ ОСВІТІ**

**електронний навчальний курс**

Розробник: Нечипоренко Юрій Леонідович,  
доцент кафедри технології навчання, охорони праці та дизайну  
Білоцерківського інституту неперервної професійної освіти

Схвалено  
кафедрою технології навчання, охорони  
праці та дизайну  
протокол № 6 від " 16 " червня 2023 р.  
Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ О. В. Маслова

Біла Церква - 2023

Затверджено на засіданні кафедри технології навчання, охорони праці та дизайну. Протокол № 6 від " 16 " червня 2023 р.

Схвалено Вченою радою БІНПО ДЗВО "УМО" НАПН України  
Протокол № 6 від " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2023 р.

**Рецензенти:**

**Карпенко Андрій Володимирович**, доктор економічних наук, доцент, професор кафедри економіки та митної справи, Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя

**Самойленко Олександр Миколайович**, доктор педагогічних наук, доцент, професор кафедри технології навчання, охорони праці та дизайну Білоцерківського інституту неперервної професійної освіти ДЗВО "УМО" НАПН України

Нечипоренко Ю. Л. Штучний інтелект, експертні системи та бази знань в професійній освіті: електронний навчальний курс / Ю. Л. Нечипоренко, Біла Церква, БІНПО ДЗВО "УМО" НАПН України, 2023. 41 с.

В дослідженнях зі штучного інтелекту (ШІ) існує самостійний напрямок, що отримав назву експертні системи (ЕС). ЕС є різновидом систем ШІ. Мета досліджень в ЕС полягає в розробці програм, які при вирішенні завдань, важких для експерта-людини, отримують результати, що не поступаються за якістю та ефективності рішенням, одержуваним експертом-людиною.

Електронний навчальний курс “ Штучний інтелект, експертні системи та бази знань в професійній освіті” призначена для вивчення підходів та методів, які використовуються для створення ЕС та БЗ, можливості їх практичного застосування в професійній освіті.

*Актуальність курсу* визначається тим, що підготовка сучасного фахівця профтехосвіти на сучасному етапі ставить завдання привиття йому навичок використання комп'ютеризованих інтелектуальних технологій, доступних систем штучного інтелекту.

*Метою вивчення* електронного навчального курсу є ознайомлення здобувачів освіти з основами систем ШІ, основами побудови БЗ та ЕС на їх основі.

Електронний курс призначений для педагогічних працівників закладів професійної (професійно-технічної) освіти.

## ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ТИПОВА ОСВІТНЯ ПРОГРАМА ЕЛЕКТРОННОГО КУРСУ	6
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ВИКЛАДУ ТА ЗАСВОЄННЯ МАТЕРІАЛУ	9
ЗМІСТ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ ЗА ТЕМАМИ	10
ПЛАН ЛЕКЦІЇ	11
КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ	46
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ПРАКТИЧНОГО ЗАВДАННЯ ДЛЯ	47
САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ "ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ ТА БАЗИ ЗНАНЬ	
В ПРОФЕСІЙНІЙ ОСВІТІ"	
ВИСНОВКИ	66
ГЛОСАРІЙ КЛЮЧОВИХ СЛІВ	68
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	71

## АНОТАЦІЯ

Електронний навчальний курс “Штучний інтелект, експертні системи та бази знань в професійній освіті” призначений для вивчення засад штучного інтелекту (ШІ), застосування можливостей ШІ у навчальному процесі, підходів та методів, які використовуються для створення експертних систем (ЕС) та баз знань (БЗ), можливості їх практичного застосування в професійній освіті. Вивчаються основні поняття систем штучного інтелекту, засади та технології їх створення, представлення, подання при різних підходах у створенні БЗ – визначального складника ЕС. Увага приділяється здібностям ЕС набувати нових знань, пояснювати свої дії, автоматично формувати розв'язання задачі. Розглядаються етапи життєвого циклу ЕС, сутність етапів їх створення. Визначається сутність експертного аналізу, використання байєсового підходу для побудови логічного виведення в ЕС в умовах невизначеності.

*Актуальність курсу* визначається тим, що підготовка сучасного фахівця профтехосвіти на сучасному етапі ставить завдання привиття йому навичок використання комп'ютеризованих інтелектуальних технологій, доступних систем штучного інтелекту для розв'язання складних, погано формалізованих практичних задач. Саме тому передбачається вивчення передових інтелектуальних методів аналізу процесів, які ґрунтуються на принципах штучного інтелекту, застосуванні ЕС та БЗ.

Мета та цілі дисципліни

*Метою вивчення* електронного навчального курсу “Штучний інтелект, експертні системи та бази знань в професійній освіті” є ознайомлення здобувачів освіти з основами систем штучного інтелекту, основами побудови БЗ та ЕС на їх основі.

*Ціль* - засвоєння загального уявлення про будову та функціонування ЕС та БЗ; засвоєння початкових практичних навичок створення БЗ та ЕС.

Електронний курс призначений для педагогічних працівників закладів професійної (професійно-технічної) освіти.

Бюджет навчального часу становить 8 годин, з яких: лекція (2 год.), семінарське заняття (4 год.), самостійна робота (2 год.)

# ТИПОВА ОСВІТНЯ ПРОГРАМА ЕЛЕКТРОННОГО КУРСУ

## 1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Штучний інтелект (ШІ, англ. artificial intelligence, AI) — здатність інженерної системи обробляти, застосовувати та вдосконалювати здобуті знання та вміння.

Напрямами розвитку систем штучного інтелекту є:

подання знань;

вирішення задач;

експертні системи;

засоби спілкування з ЕОМ природною мовою;

системи самонавчання;

когнітивне моделювання;

робототехніка;

В дослідженнях зі штучного інтелекту (ШІ) існує самостійний напрямок, що отримав назву експертні системи (ЕС). ЕС є різновидом систем ШІ. Мета досліджень в ЕС полягає в розробці програм, які при вирішенні завдань, важких для експерта-людини, отримують результати, що не поступаються за якістю та ефективності рішенням, одержуваним експертом-людиною. Найчастіше експертні системи вирішують завдання, які важко формалізувати, чи завдання, які не мають алгоритмічного рішення. В даний час експертні системи знайшли застосування у різноманітних предметних галузях - медицина, обчислювальна техніка, геологія, математика, сільське господарство, управління, електроніка, юриспруденція тощо.

За завданням, що вирішуються, експертні системи класифікують на ті, що виконують:

інтерпретацію даних;

діагностику;

навчання;

прогнозування;

проектування;  
планування;  
моніторинг;  
керування;  
підтримка прийняття рішень.

Наразі спостерігається сплеск цікавості до застосування ШІ для вирішення практичних завдань у різних сферах, в тому числі для в освіті.

Актуальність курсу визначається тим, що підготовка сучасного фахівця профтехосвіти на сучасному етапі ставить завдання привиття йому навичок використання комп'ютеризованих інтелектуальних технологій, доступних систем штучного інтелекту для розв'язання складних, погано формалізованих практичних задач. Саме тому передбачається вивчення передових інтелектуальних методах аналізу процесів, які ґрунтуються на принципах штучного інтелекту, застосуванні ЕС та БЗ.

Метою вивчення електронного навчального курсу “Штучний інтелект, експертні системи та бази знань в професійній освіті” є ознайомлення здобувачів освіти з основами систем штучного інтелекту, основами побудови БЗ та ЕС на їх основі.

Ціль - засвоєння загального уявлення про системи ШІ, будову та функціонування ЕС та БЗ; засвоєння початкових практичних навичок застосування можливостей ШІ у навчальному процесі, створення БЗ та ЕС.

Досягнення зазначеної мети передбачає розв'язання сполуки завдань:  
ознайомлення з тенденціями і перспективами розвитку систем ШІ, їх застосуванням у навчальному процесі;  
принципами побудови та технологією розробки систем ЕС та БЗ;  
методами розв'язання задач у слабоформалізованих галузях;  
придбанням навичок використовувати ЕС для розв'язання прикладних задач у різних предметних галузях;  
проектувати ЕС, БЗ знань;  
застосовувати методи розв'язання слабоформалізованих задач.

Програма знайомить слухачів

з основними поняттями у галузі ШІ, ЕС, БЗ;

застосування можливостей ШІ у навчальному процесі,

компонентами і режимами функціонування ЕС;

класифікацією ЕС;

структурою будови ЕС;

дано порівняння людської і штучної компетенції;

критеріями вибору задач, які можуть бути реалізовані методами і засобами ЕС;

основними властивостями ЕС;

рекомендаціями щодо розробки експертної системи;

стадіями розробки експертних систем і характеристиками прототипів;

методологією побудови ЕС - деревом логічних висновків ЕС;

коефіцієнтом упевненості для ЕС;

використанням байєсового підходу для побудови логічного виведення в умовах невизначеності;

комп'ютерною програмою "Мала експертна система" версії 2.0;

прикладом створення БЗ та їх застосуванням в ЕС;

налаштуванням вподобань експерта при роботі з ЕС.

Програма містить

контрольні питання;

практичне завдання;

висновки до курсу;

рекомендовану літературу.

Практичні заняття курсу передбачають ознайомлення із простою за побудовою і експлуатацією "Малою експертною системою v.2", в якій реалізовано байєсовий підход для побудови логічного виведення в умовах невизначеності.

Електронний курс призначений для педагогічних працівників закладів професійної (професійно-технічної) освіти.



Бюджет навчального часу становить 8 годин, з яких: лекція (2 год.), семінарське заняття (4 год.), самостійна робота (2 год.)

## 2. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ВИКЛАДУ ТА ЗАСВОЄННЯ МАТЕРІАЛУ

№ з/п	Тематичний план	Форма заняття, кількість годин			
		лекції	семінарське заняття	самостійна робота	разом
1	Основні поняття у галузі ІІІ, ЕС, БЗ. Застосування можливостей ІІІ у навчальному процесі.	2	2		4
2	Методологія побудови ЕС - дерева логічних висновків ЕС		2		2
3	Створення БЗ та їх застосуванням в ЕС			2	2
	Разом:	2	4	2	8

## **ЗМІСТ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ ЗА ТЕМАМИ**

Тема 1. Основні поняття у галузі ШІ, ЕС, БЗ

Основні поняття у галузі ШІ, ЕС, БЗ.

Застосування можливостей ШІ у навчальному процесі.

Компоненти і режими функціонування ЕС.

Класифікація ЕС.

Структура будови ЕС.

Порівняння людської і штучної компетенції.

Критерії вибору задач, які можуть бути реалізовані методами і засобами ЕС.

Основні властивості ЕС.

Тема 2. Методологія побудови ЕС - дерева логічних висновків ЕС

Рекомендації щодо розробки експертної системи.

Стадії розробки експертних систем і характеристики прототипів.

Методологія побудови ЕС - дерево логічних висновків ЕС.

Коефіцієнт упевненості для ЕС.

Використанням байєсового підходу для побудови логічного виведення в умовах невизначеності.

Тема 3. Створення БЗ та їх застосуванням в ЕС

Комп'ютерна програма "Мала експертна система" версії 2.0.

Приклади створення БЗ та їх застосуванням в ЕС.

Налаштування вподобань експерта при роботі з ЕС.

Тестовий приклад застосування складеної бази знань,

Рекомендації для подальшого опанування редактором бази знань та Малої експертної системи.

Форма звіту про виконання практичної роботи.

## ПЛАН ЛЕКЦІЙ

### Тема 1. Основні поняття у галузі ШІ, ЕС, БЗ

Основні поняття у галузі ШІ, ЕС, БЗ.

Застосування можливостей ШІ у навчальному процесі.

Компоненти і режими функціонування ЕС.

Класифікація ЕС.

Структура будови ЕС.

Порівняння людської і штучної компетенції.

Критерії вибору задач, які можуть бути реалізовані методами і засобами ЕС.

Основні властивості ЕС.

### Штучний інтелект

Штучний інтелект (ШІ, англ. artificial intelligence, AI) — здатність інженерної системи обробляти, застосовувати та вдосконалювати здобуті знання та вміння

Напрямами розвитку систем штучного інтелекту є:

подання знань

вирішення задач

експертні системи

засоби спілкування з ЕОМ природною мовою

системи самонавчання

когнітивне моделювання

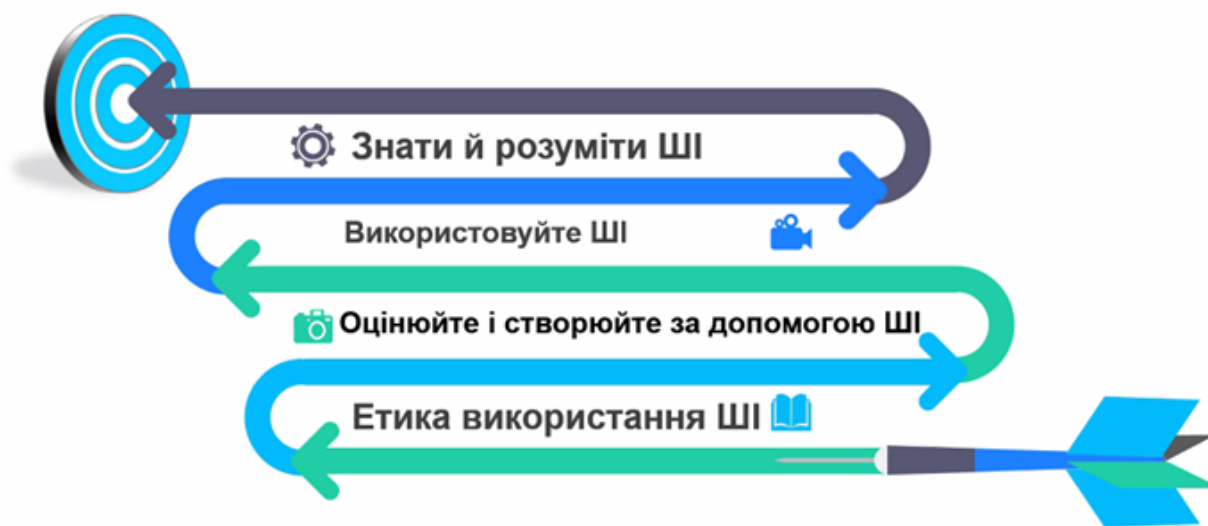
робототехніка

Експертні системи є різновидом систем ШІ.

Розпорядженням № 1556-р. від 02.12.2020 р. Кабмін України затвердив Концепцію розвитку штучного інтелекту в Україні. Концепція стверджує, що впровадження інформаційних технологій, частиною яких є технології штучного інтелекту, є невід'ємною складовою розвитку соціально-економічної, науково-

технічної, оборонної, правової та іншої діяльності у сферах загальнодержавного значення. Однією з цілей Концепції є надійне та безпечне функціонування систем штучного інтелекту протягом усього їх життєвого циклу та здійснення на постійній основі їх оцінки та управління потенційними ризиками.

## Грамотність у сфері штучного інтелекту



Останнім часом популярності набрало використання ChatGPT (Generative Pre-trained Transformer) – чат-боту, запущеного компанією OpenAI у листопаді 2022 року, який являє собою комбінацію великої статистичної моделі мови та штучного інтелекту. Він працює на основі використання алгоритмів машинного навчання для аналізу тексту, що йому вводиться.

Переваги ChatGPT: швидкий пошук інформації; планування уроків/лекцій викладачами; генерація запитань; виготовлення моделей для завдань.

Недоліки ChatGPT: несамостійність виконання робіт учнями/студентами; відсутність формування навичок аналітичного мислення; зниження зацікавленості у навчанні; залежність від технологій.



# ChatGPT та його використання

Я можу виконувати безліч завдань, пов'язаних із обробкою природної мови, пошуковими запитам, генерацією тексту, відповідями на запитання, аналізом даних та іншими галузями, пов'язаними зі штучним інтелектом.

Ось кілька прикладів завдань, які я можу виконувати:

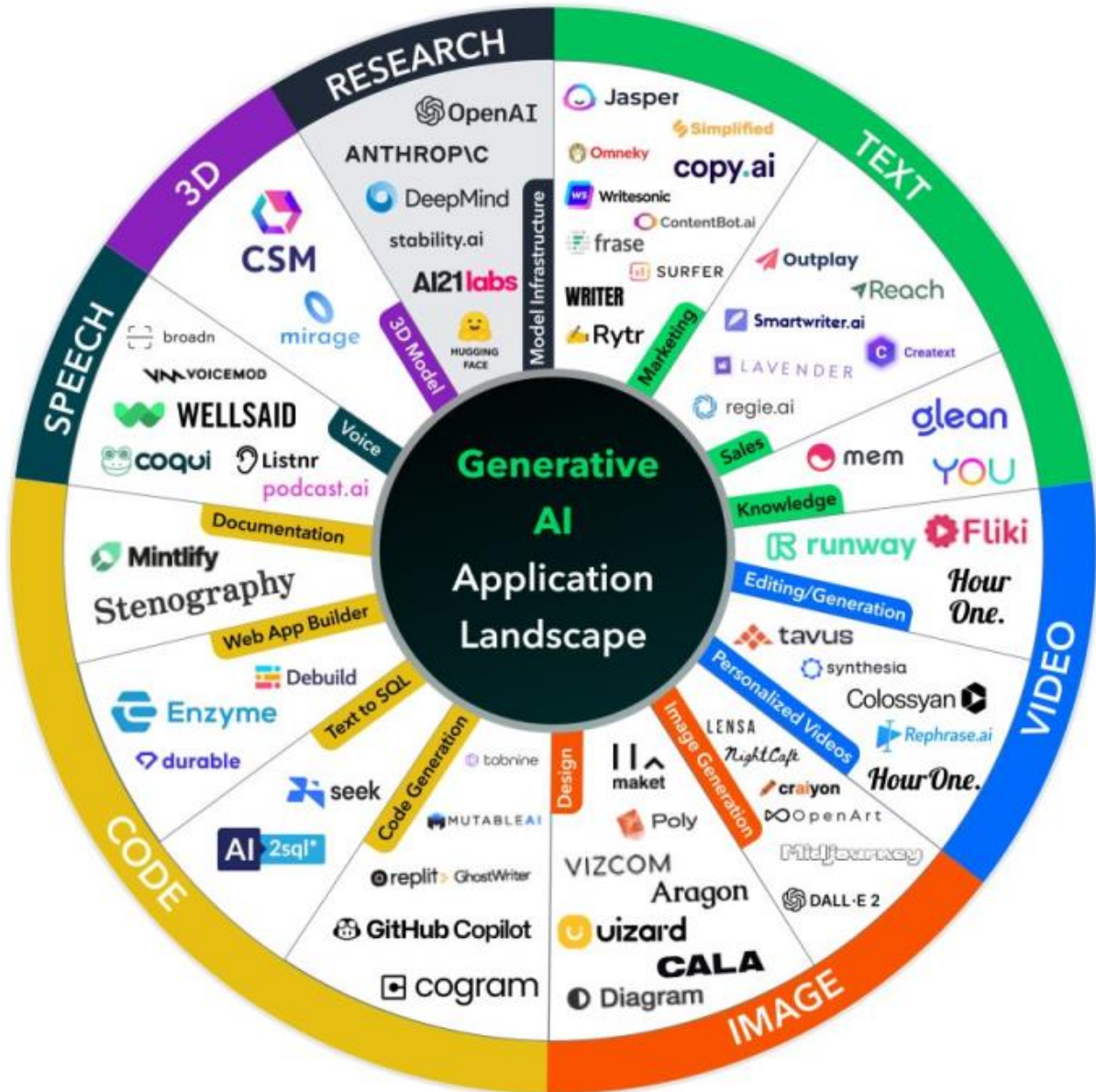
- **Відповідь на запитання:** Я можу відповідати на різні питання, пов'язані із загальними знаннями, математикою, фізикою, історією, літературою, географією тощо.
- **Пошук інформації:** Я можу допомогти у пошуку інформації в інтернеті та сортуванні результатів за певними критеріями.
- **Генерація тексту:** Я можу генерувати тексти на певну тему, наприклад, статті новин, звіти, резюме, листи і т.д.
- **Аналіз даних:** Я можу аналізувати дані та видавати зведення, статистику, прогнози та іншу інформацію, яка може бути корисною у бізнесі, науці, медицині та інших галузях.
- **Спілкування з людьми:** Я можу підтримувати розмову з людьми, відповідати на запитання та надавати поради у різних ситуаціях.
- **Допомога у повсякденних завданнях:** Я можу допомогти з перекладом текстів різними мовами, радити, що подивитися в кіно або де поїсти в місті, нагадувати про важливі події тощо.

Перспективним є застосування ШІ для організації персонального навчального середовища, тобто автоматизації рутинної роботи; застосування перекладачів, робота з аудіо, фото і відео; 3D-об'єкти; тестування; освітні платформи, тренажери, оцінювання тощо.

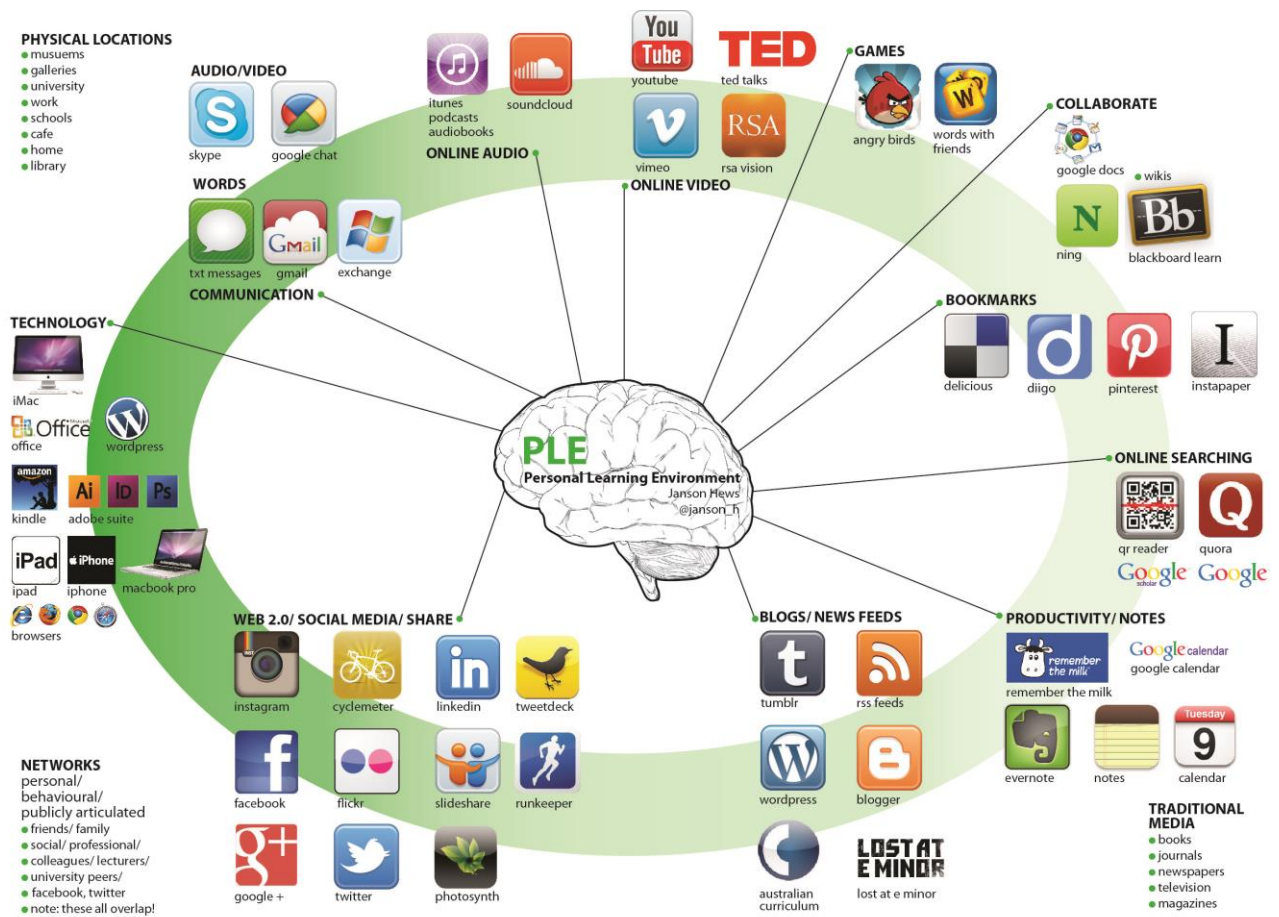
На офіційному вебпорталі Національного репозитарію академічних текстів (<https://nrat.ukrintei.ua/category/shtuchnyj-intelekt/>) є окрема рубрика «Штучний інтелект», де розміщено багато цікавої інформації про сучасні тенденції у сфері ML / AI, ознайомитись з етичними нормами використання ШІ в академічній сфері, а також порадами університетських викладачів з різних країн світу про техніки використання ШІ в освітньому процесі.

Відділ хмаро орієнтованих систем інформатизації освіти НАПН України впроваджує проект "Проектування і використання відкритого освітнього середовища з елементами ШІ для професійного розвитку педагогічних кадрів" у 2024-2026 р.р. і запрошує до участі у заходах, пов'язаних з тематикою застосування ШІ освіти.

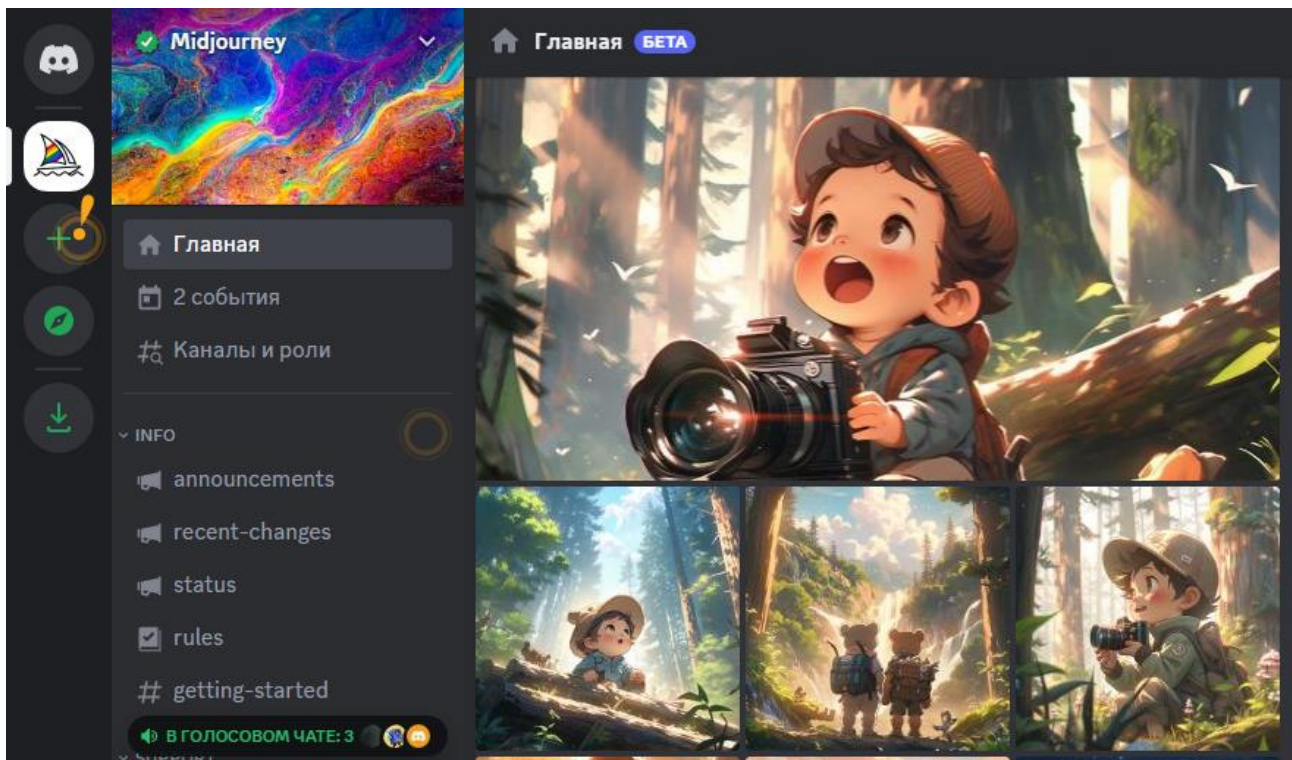
Наразі ШІ став розповсюдженим і доступним, зростає його використання в різних програмах та послугах. На сайті <https://semupdates.com/top-25-free-ai-tools-for-marketing-every-startup-must-use/> розміщено інформацію про 25+ найкращих безкоштовних інструментів штучного інтелекту для маркетингу.



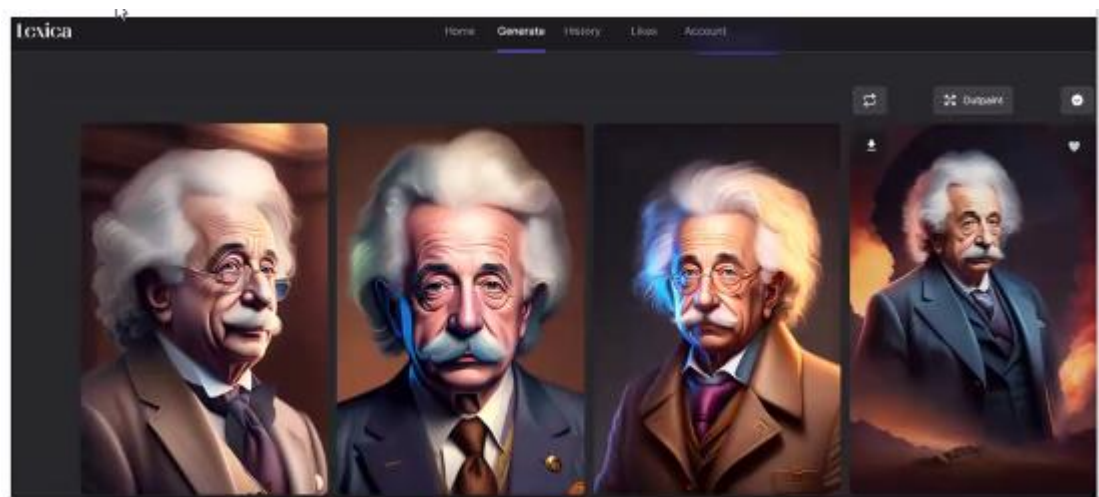
На сайті <https://flickr.com/photos/24823508@N04/6992313131/in/photostream/> запропоновано улаштування особистого навчального середовища на основі технологій ШІ.



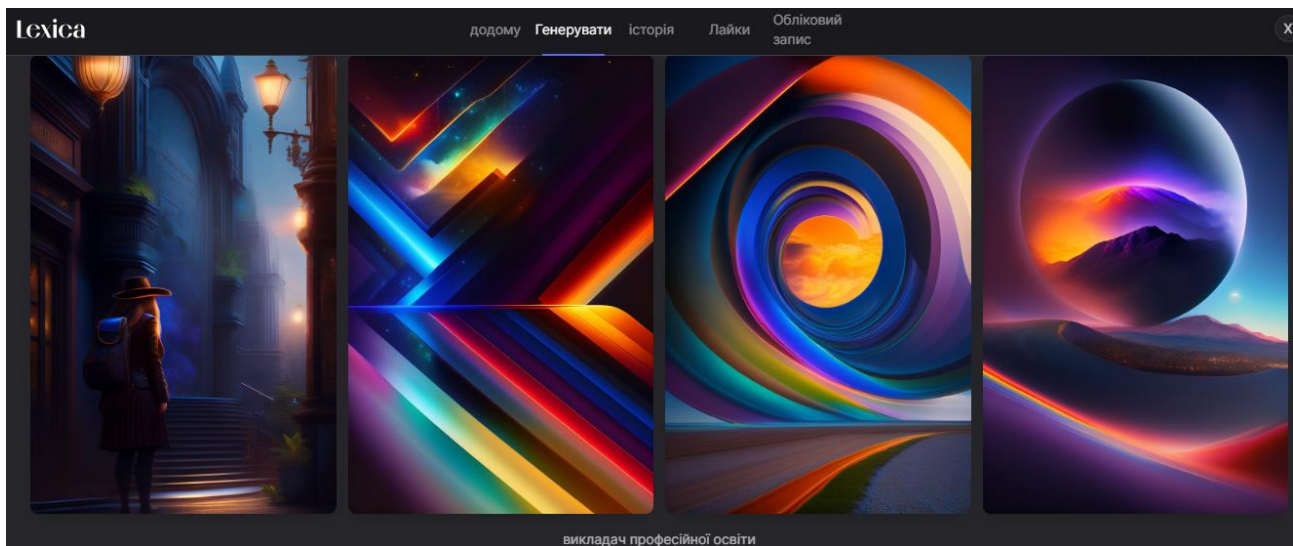
[https://discord.com/ Midjourney](https://discord.com/Midjourney) — це генеративна нейромережа, що може створювати зображення на основі текстового опису, наданого користувачем.



Генератор зображень <https://lexica.art/aperture> вміє створювати фотореалістичні зображення за текстовим описом.







<https://hotpot.ai/> допомагає створювати професійні графіки та зображення.



Stable Diffusion <https://stablediffusionweb.com/#demo> – це модель глибокого навчання з перетворенням тексту в зображення, випущена у 2022 році. В основному використовується для генерування детальних зображень на основі текстових описів або модифікації зображень. Приклади генерації фотографій на основі текстового опису англійською і українською мовами на двох наступних малюнках.

street

Generate image



вулиця

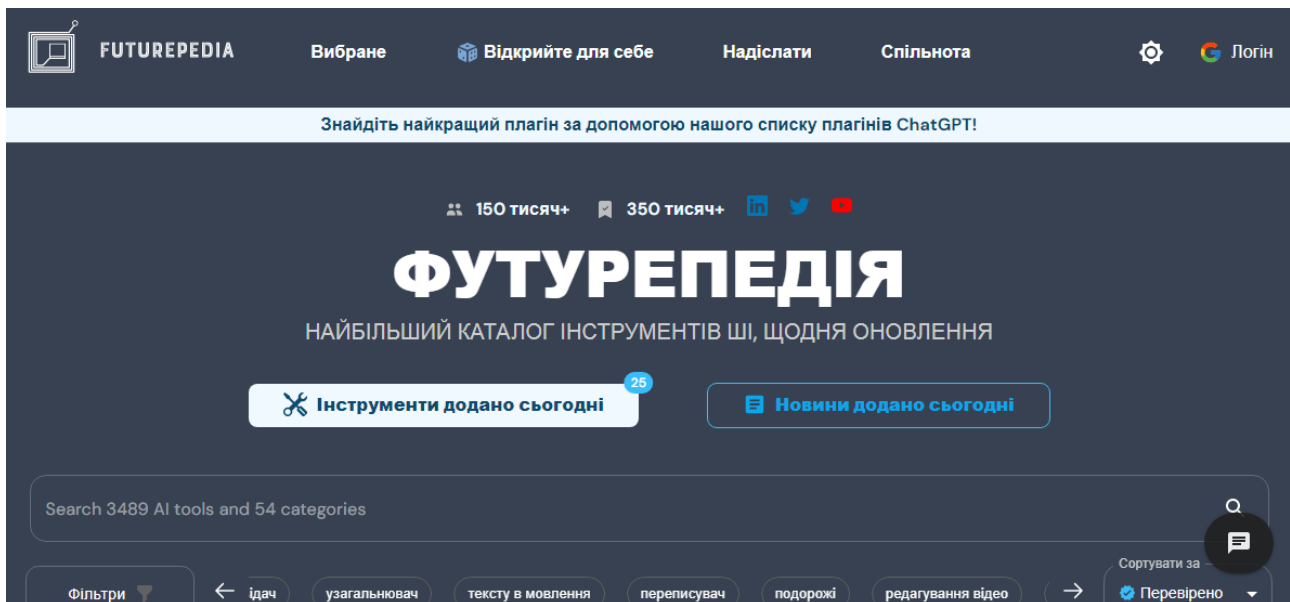
Generate image



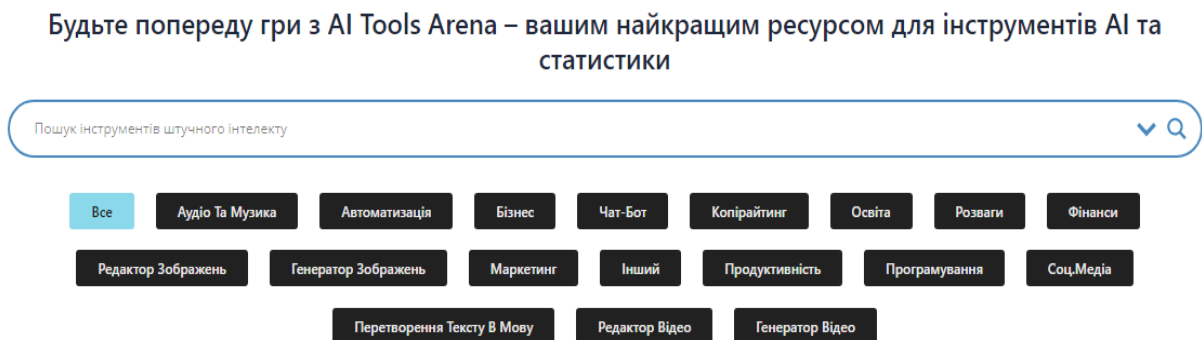
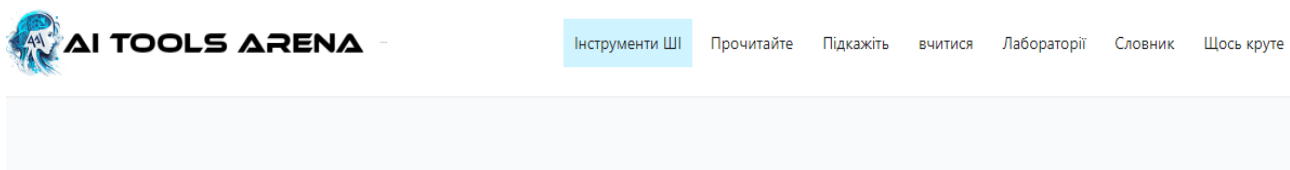
DALL-E, а також DALL-E 2 (<https://openai.com/dall-e-2>) — створені шляхом машинного навчання нейронні моделі, розроблені компанією OpenAI за фінансової підтримки Microsoft, призначені для створення цифрових зображень на основі описів природною мовою.



Futurepedia (<https://www.futurepedia.io/>) — найбільший каталог інструментів ШІ. Перегляньте понад 1500 інструментів AI у понад 50 категоріях, як-от копірайтинг, створення зображень і редагування відео.



AI Tools Arena: список інструментів AI <https://aitoolsarena.com> - потужний інструмент штучного інтелекту, який може допомогти створювати високоякісні рекламні матеріали та оптимізовані для конверсії публікації.



**Експертна система (ЕС)** — це методологія адаптації алгоритму успішних рішень однієї сфери науково-практичної діяльності в іншу.

ЕС з застосуванням комп'ютерних технологій — це **інтелектуальна комп'ютерна програма**, що містить знання й аналітичні здібності одного чи кількох експертів в деякій галузі застосування і здатна робити логічні висновки на основі цих знань.

Цим самим забезпечуючи вирішення специфічних завдань (консультування, навчання, діагностування, тестування тощо) без участі експерта (фахівця в конкретній проблемній галузі).

Інше визначення ЕС - **система, яка використовує базу знань (БЗ) для вирішення завдань** (видачі рекомендацій) у певній предметній галузі.

ЕС - це інформаційна система, заснована на знаннях визначеної предметної області, що виконує роль експерта-консультанта для кінцевих користувачів.

Компонентами ЕС є апаратні, програмні і людські ресурси.

ЕС функціонує у двох режимах:

1) режим введення знань (режим складання БЗ) - в цьому режимі експерт застосовуючи відомі йому відомості про визначену предметну область складає БЗ ЕС;

2) режим консультації ЕС - в цьому режимі користувач веде діалог з ЕС, відповідає на запитання ЕС що стосуються цієї визначеної предметної області і в результаті отримує висновки ЕС з вказанням рівня їх вірогідності.

## Класифікація експертних систем

За метою створення	За ступенем інтеграції з іншими програмами	За зв'язком з реальним часом
для навчання фахівців для вирішення завдань класифікації для автоматизації шаблонних робіт для тиражування знань експертів	автономні гібридні	статичні динамічні
<b>За завданням, що вирішуються</b>		
інтерпретація даних діагностика навчання	прогнозування проектування планування	моніторинг керування підтримка прийняття рішень

## Класифікація за типом задачі, що вирішується

*Інтерпретація даних.* Під інтерпретацією розуміється визначення значення даних, результати якого повинні бути узгодженими і коректними. Звичайно передбачається багатоваріантний аналіз даних. Це одна з традиційних задач для ЕС.

*Діагностика.* Під діагностикою розуміється виявлення несправності в деякій системі. Несправність – це відхилення від норми. Таке трактування дозволяє з єдиних теоретичних позицій розглядати і несправність устаткування в технічних системах, і захворювання живих організмів і всілякі природні аномалії. Важливою специфікою є необхідність розуміння функціональної структури системи діагностування.

*Навчання.* Системи навчання діагностують помилки при вивченні будь-якої дисципліни за допомогою ЕОМ і підказують правильні рішення. Вони акумулюють знання про гіпотетичного учня і його характерні помилки, потім в роботі здатні діагностувати слабкості в знаннях тих, кого навчають, і знаходити відповідні способи для їх ліквідації. Такі системи планують процес спілкування з учнем залежно від успіхів учня, з метою передачі знань.

*Прогнозування.* Системи прогнозування логічно виводять вірогідні наслідки із заданих ситуацій. У системі прогнозування звичайно

використовується параметрична динамічна модель, в якій значення параметрів підганяються під задану ситуацію. Наслідки, що виводяться з цієї моделі, складають основу для прогнозів з оцінками вірогідності.

*Проектування.* Підготовка специфікацій на створення об'єктів з наперед визначеними властивостями. Під специфікацією розуміється весь набір необхідних документів: креслення, записка пояснення і т.д. Основні проблеми тут – отримання чіткого структурного опису знань про об'єкт. Для організації ефективного проектування необхідно формувати не тільки самі проектні рішення, але і мотиви їх ухвалення. Таким чином, в задачах проектування тісно пов'язуються два основні процеси: процес виведення рішення і процес пояснення.

*Планування.* Під плануванням розуміється знаходження планів дій, що відносяться до об'єктів, здатних виконувати деякі функції. У таких ЕС використовуються моделі поведінки реальних об'єктів з тим, щоб логічно вивести наслідки планованої діяльності.

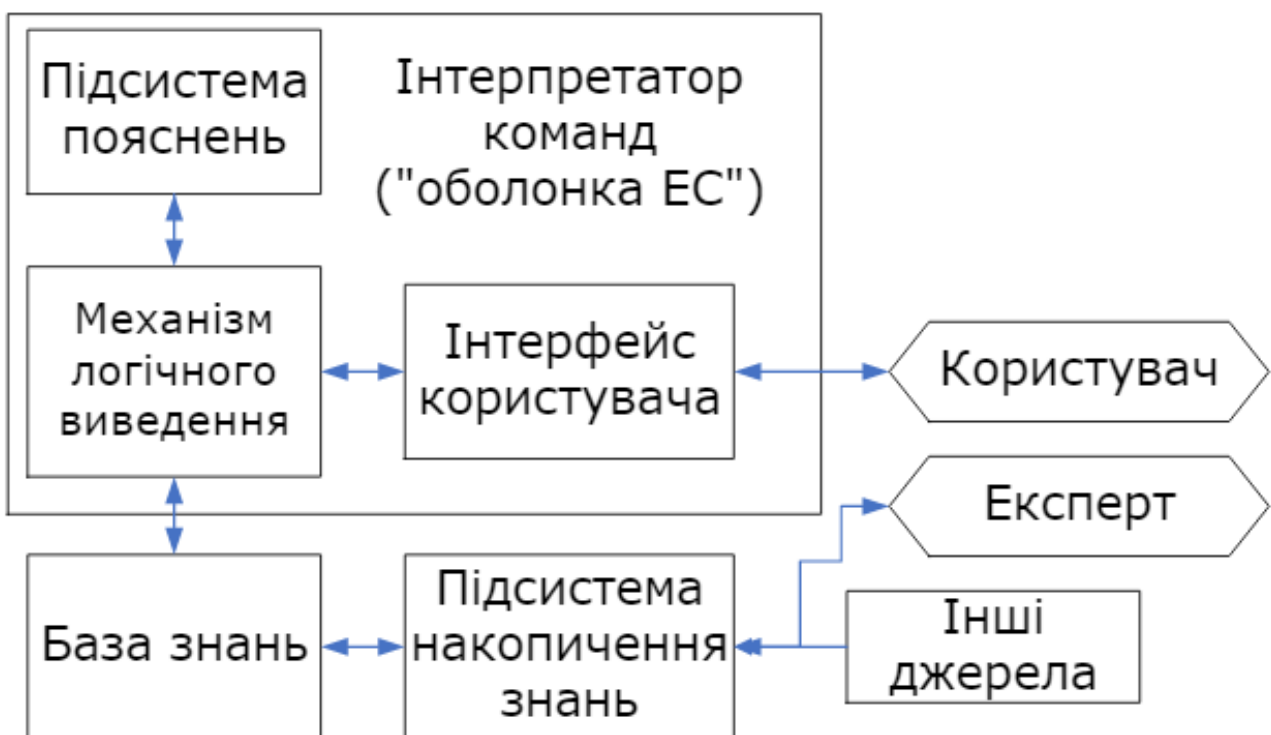


Рис. 1. Класична структура ЕС

Визначимо основні терміни приведеної структури ЕС.



*Користувач* – фахівець в певній предметній області, для якого призначена система. Його кваліфікація недостатньо висока, тому він потребує допомоги і підтримки з боку ЕС.

*Експерт* виступає в подвійній ролі – в ролі фахівця зі ШІ і ролі експерта.

*Інтерфейс користувача – підсистема спілкування*: комплекс програм, що реалізують діалог користувача з ЕС при введенні і отриманні інформації.

*Підсистема пояснень* - програма, яка дозволяє користувачу одержати відповіді на питання "Як була одержана рекомендація?" і "Чому система ухвалила таке рішення?" Відповідь на питання „Як?“ – показ всього процесу отримання рішення з вказанням використаних фрагментів БЗ. Відповідь на питання „Чому?“ - посилання на висновок, який безпосередньо передує одержаному рішенню.

*Підсистема накопичення знань* (інтелектуальний редактор) – програма, що представляє інженеру зі знань можливість створювати БЗ в діалоговому режимі.

*Механізм логічного виведення (МЛВ)* - програма, що моделює хід міркувань експерта на підставі знань, що є в БЗ.

*База знань (БЗ)* – ядро ЕС, сукупність знань предметної області, записана на машинний носій у формі, зрозумілій експерту і користувачу.

### **Класифікація ЕС за типом застосованої ЕОМ**

На сьогоднішній день можна виділити:

- ЕС для унікальних стратегічно важливих задач на Супер-ЕВМ (CRAY, CONVEX);
- ЕС на ЕОМ середньої продуктивності (mainframe);
- ЕС на символічних процесорах і робочих станціях (SUN, APOLLO);
- ЕС на міні- та суперміні ЕОМ (VAX, micro-VAX);
- **ЕС на ПК (IBM PC, MAC).**

## Порівняння людської і штучної компетенції

Таблиця 1. Переваги штучної компетенції над людською

Людська компетенція	Штучна компетенція
1. Нестійка, залежить від тренування	Стійка, не зменшується. Залежить тільки від стану техніки
2. Важко передається і тиражується	Передається як програмний продукт. Особливо ефективна як тиражування досвіду, що потрібний у декількох місцях одночасно
3. Важко документується	Документується як комп'ютерна програма
4. Іноді непередбачувана	Точно відповідає алгоритму
5. Дорога за вартістю	Може бути припустимою за вартістю
6. Неможливість роботи в умовах небезпечного середовища	Може використовуватися в умовах ядерних реакторів, хімічних виробництв і т. п.

Проте людська компетенція має й свої переваги. Вони виявляються при розв'язуванні задач, що вимагають інтуїції, творчого підходу. Існує умовна класифікація типів експертів:

- *ініціатор* – швидко відчуває перспективну проблему, один із перших її формулює;
- *діагност* – здатний до конструктивного оцінювання проблеми, її сильних і слабких сторін;
- *ерудит* – має виняткову пам'ять, схильний до визначення упорядкувань і класифікацій, виявлення уваги до деталей;
- *методолог* – виявляє здібності в теоретичних моделях, гіпотезах, іноді не маючи прямих обов'язків до застосування;
- *ремісник* – втілює ідеї інших. Іноді робить це краще, ніж самі ініціатори;
- *естет* – працює привабливо, але іноді не схильний до подробиць, до «нудної» технології;
- *незалежний* – схильний до суто індивідуального шляху дослідження. Іноді знаходить оригінальні розв'язки;

- *фанат* – самостверджуюча позиція, яка потребує натхнення від себе та інших. Іноді занадто заціплений одним напрямком дослідження;

Найкращий варіант – поєднання різних типів експертів, що дає змогу забезпечити глибину, різнобічність аналізу, достатні рівні теоретичного і практичної реалізації розробки.

Таблиця 2. Переваги людської компетенції перед штучною

Людська компетенція	Штучна компетенція
1. Творча	Запрограмована
2. Адаптується до зміни умов	Вимагає підказування при найменших змінах умов
3. Широка за охопленням предмета	Вузько спрямована
4. Відсікає явно помилковий пошук (здоровий глузд)	Діє завжди як педант (наприклад, чи є В.Шекспір у списку працівників?)
5. Спроможність реагування на різні види інформації (іноді не передбачені інструкцією)	Найчастіше як вхідна використовується символічна інформація

**Критерії вибору задач, які можуть бути реалізовані методами і засобами ЕС**

**Критерій** – це свого роду правило, за допомогою якого можна що-небудь оцінити.

До основних критеріїв вибору задач, які можуть бути реалізовані методами і засобами ЕС, можна віднести такі:

1. Дані і знання повинні бути **надійні, достовірні**, не змінюватись в процесі вирішення задачі, не повинні містити помилок і суперечностей.

2. Область можливих рішень відносно невелика. **Простір пошуку повинен бути невеликим**, оскільки необхідно зосередитися на вузькій предметній області, для якої характерний невеликий об'єм знань.

3. В процесі вирішення задачі повинні використовуватися **формальні міркування**, а задача повинна бути не дуже проста і не дуже важка для експерта (з розрахунку приблизно 30 хв. для експерта).

4. **Задача повинна бути поставлена чітко**, тобто визначені цілі (або мета), які ставляться перед експертною системою в процесі консультації, необхідний набір евристик, які використовуються в процесі вирішення задачі людиною.

5. Повинен бути, принаймні, один експерт, що вміє чітко виражати свої думки: явно формулювати свої знання і пояснювати методи застосування цих знань для вирішення задачі.

Істотно утруднене створення ЕС для предметної області, в якій має місце одна або декілька перерахованих нижче особливостей:

- думки експертів часто не збігаються;
- використовуються складні стратегії міркувань;
- знання включають просторові і тимчасові співвідношення;
- є дуже велике число об'єктів розгляду і дуже багато залежить від понять, що опираються на "здоровий глузд";
- експертам потрібен значний час для вирішення задачі.

Відповідно до вищевказаного, можна виділити клас задач, для яких розробка ЕС є найбільш придатною:

1. Задачі прогнозу і класифікації, які припускають велике число можливих відповідей (декілька десятків).

2. Багатопараметричні задачі, для яких важко, іноді і неможливо визначити відповідні строгі аналітичні залежності (тобто у вигляді формул типу  $y=ax+b$ ).

3. Задачі, для вирішення яких потрібна тривала професійна підготовка.

4. Задачі обробки недостовірної інформації.

Приступаючи до створення ЕС необхідно спочатку вирішити, чи є створення і застосування ЕС для задачі, що стоїть перед кінцевим користувачем, **доцільним (доречним), виправданим і можливим.**

Відповідно можна сформулювати **основні властивості ЕС:**

- наявність доступної БЗ;

- накопичення й зберігання високоякісного досвіду (інституціональна пам'ять);
- прогностичні можливості за рахунок включення відповідних моделей і алгоритмів обробки даних і знань;
- можливість навчання й тренування;
- здатність пояснення процесу прийняття рішень;
- наявність засобів редагування, що допомагають експертам модифікувати знання;
- наявність інтерфейсу.

Варто враховувати також **чинник спадної граничної ефективності**, коли кожен наступний крок підвищення якості системи дається з дедалі більшим зусиллям, Так, описується медична експертна система «PUFF», початкова продуктивність якої відповідала наборові 100 правил-продукцій. Довелось збільшити кількість правил до 400, щоб поліпшити якість роботи системи лише на 10 %.

Чинник спадної граничної ефективності в теорії споживання був сформульований у вигляді принципів Госсена (1810-1858): у міру задоволення потреб ступінь задоволення падає; при неможливості задовольнити всі потреби їх задоволення необхідно обмежити на тому рівні, на якому відчувається однаковий приріст задоволення від кожного виду потреб.

Основний принцип, який забезпечує успішний результат у створенні ЕС, – постійна готовність перегляду будь-якої її складової: для того, щоб побачити, як рухатися далі, необхідно виробити вміння повертатися до початку розробки й перевіряти відповідність знайденого рішення початковому задуму. **Гарантованому успіху передують, звичайно, створення діючого прототипу по всіх складових, від входу до виходу, реалізації системи.**

## **Тема 2. Методологія побудови ЕС - дерева логічних висновків ЕС**

Рекомендації щодо розробки експертної системи.

Стадії розробки експертних систем і характеристики прототипів.

Методологія побудови ЕС - дерева логічних висновків ЕС.

Коефіцієнт упевненості для ЕС.

Використанням байєсового підходу для побудови логічного виведення в умовах невизначеності.

### **Рекомендації щодо розробки експертної системи**

При виборі **експертів**, крім вимоги достатньої компетентності, необхідні: уміння чітко формулювати думки, зацікавленість у співпраці, розуміння корисності розробки. Інакше експерт обмежиться рекомендаціями, тоді як при розробці ЕС необхідна напружена взаємодія.

Щодо **розробників**, то вони, зазвичай, вибирають інструментальні засоби ті, які знають, а не ті, які підходять до справи. Цю обставину необхідно враховувати разом з орієнтацією на вибір перевірених засобів програмування. В іншому випадку виникає необхідність боротися з помилками самої системи, які важко виправляються.

**Користувач** не прийме систему, яка працює погано, але він також не прийме систему, яка хоч і дає високі результати, але його роздратовує, заганяє у сліпий кут незрозумілими питаннями або вимагає трудомісткого введення інформації.

### **Загальна характеристика інструментальних засобів розробки ЕС**

При розробленні ЕС використовується спеціальний інструментарій, який дозволяє значно скоротити час розробки. Такий інструментарій включає як програмні, так і апаратні засоби. До **апаратних засобів** відносяться: ПЕОМ, інтелектуальні робочі станції, послідовні символні ЕОМ (ЛІСП і ПРОЛОГ машини), ЕОМ загального призначення та паралельні символні ЕОМ. Загальну класифікацію **програмного інструментарію** можна показати так:

1) процедурні мови, орієнтовані на обробку символічної інформації (наприклад, ЛІСП тощо);

2) мови високого рівня інженерії знань, які орієнтовані на розробку ЕС (PROLOG тощо);

3) засоби автоматизації процесів конструювання, використання та модифікації ЕС (наприклад, RLL, HEARSAY-4 тощо);

**4) пусті (базові) ЕС або „оболонки”, які не містять знань ні про яку ПО** (наприклад, CODEX, EMYCIN, DECTOOLS, MEC тощо).

В цій класифікації інструментальні засоби (ІЗ) розташовані в порядку зменшення трудовитрат, необхідних при створенні за їх допомогою конкретних ЕС. При використанні інструментарію першого типу програміст вимушений самостійно програмувати всі компоненти ЕС на мові достатньо низького рівня. На другому рівні продуктивність різко зростає, однак за рахунок деякого падіння ефективності. ІЗ третього рівня дозволяють розробнику ЕС не розробляти всі або деякі компоненти ЕС, а обирати їх із заздалегідь сформованого набору. **При використанні ІЗ четвертого рівня розробник повністю звільняється від роботи зі створення програм**, оскільки він має в своєму розпорядженні пусту систему, яку необхідно наповнити знаннями з відповідної ПО.

Разом з тим, при використанні ІЗ третього та четвертого типів виникає і ряд проблем:

- реалізовані в них стратегії управління виведенням можуть не відповідати методам вирішення, які використовує експерт, наслідком чого можуть стати неефективні або взагалі неправильні рішення;

- мова подання знань може не підійти для даної ПО.

В наш час дуже широке розповсюдження отримали ІЗ, які називають оболонками, що налагоджуються. Вони дозволяють використовувати оболонку не в деякому «застиглому» вигляді, а генерувати її з деякої множини механізмів, які передбачені в ЕС (наприклад, ЕКО, ЕКСПЕРТИЗА, НЕКС).

**Під "оболонками" (Shells) розуміють "порожні версії" існуючих ЕС,** тобто **готові ЕС без розробленої БЗ.** Перевага оболонок у тому, що вони взагалі **не вимагають роботи програмістів** для створення готової ЕС. Потрібні тільки фахівці в предметній області для заповнення БЗ. Проте, якщо деяка предметна область погано вкладається в модель, яка використовується в деякій оболонці, заповнити БЗ в цьому випадку досить не просто або майже неможливо.

### **Стадії розробки експертних систем і інструментарію**

Після завершення розробки першого прототипу, експерт і інженер зі знань мають нагоду оцінити, що саме буде включено в розробку остаточного варіанта системи. Для цього іноді необхідно виділити додаткові етапи (стадії існування) при переході ЕС від прототипу до промислового зразка:

- демонстраційний прототип, дослідницький прототип, діючий прототип, промислова система, комерційна система.

Найчастіше реалізується плавний перехід від демонстраційного прототипу до промислової системи.

### **Характеристики прототипів**

*Демонстраційний прототип:* система вирішує частину задачі, демонструючи життєздатність підходу (декілька десятків правил або понять).

*Дослідницький прототип:* система вирішує більшість задач, але нестійка в роботі і не повністю перевірена (декілька сотень правил або понять).

*Діючий прототип:* система надійно вирішує всі задачі на реальних прикладах, але для складної задачі вимагає багато часу і обсягів пам'яті.

*Промислова система:* система забезпечує високу якість рішень при мінімізації необхідного часу і пам'яті; з використанням ефективніших засобів подання знань.

*Комерційна система:* промислова система, придатна до продажу, добре документована і забезпечена сервісом.



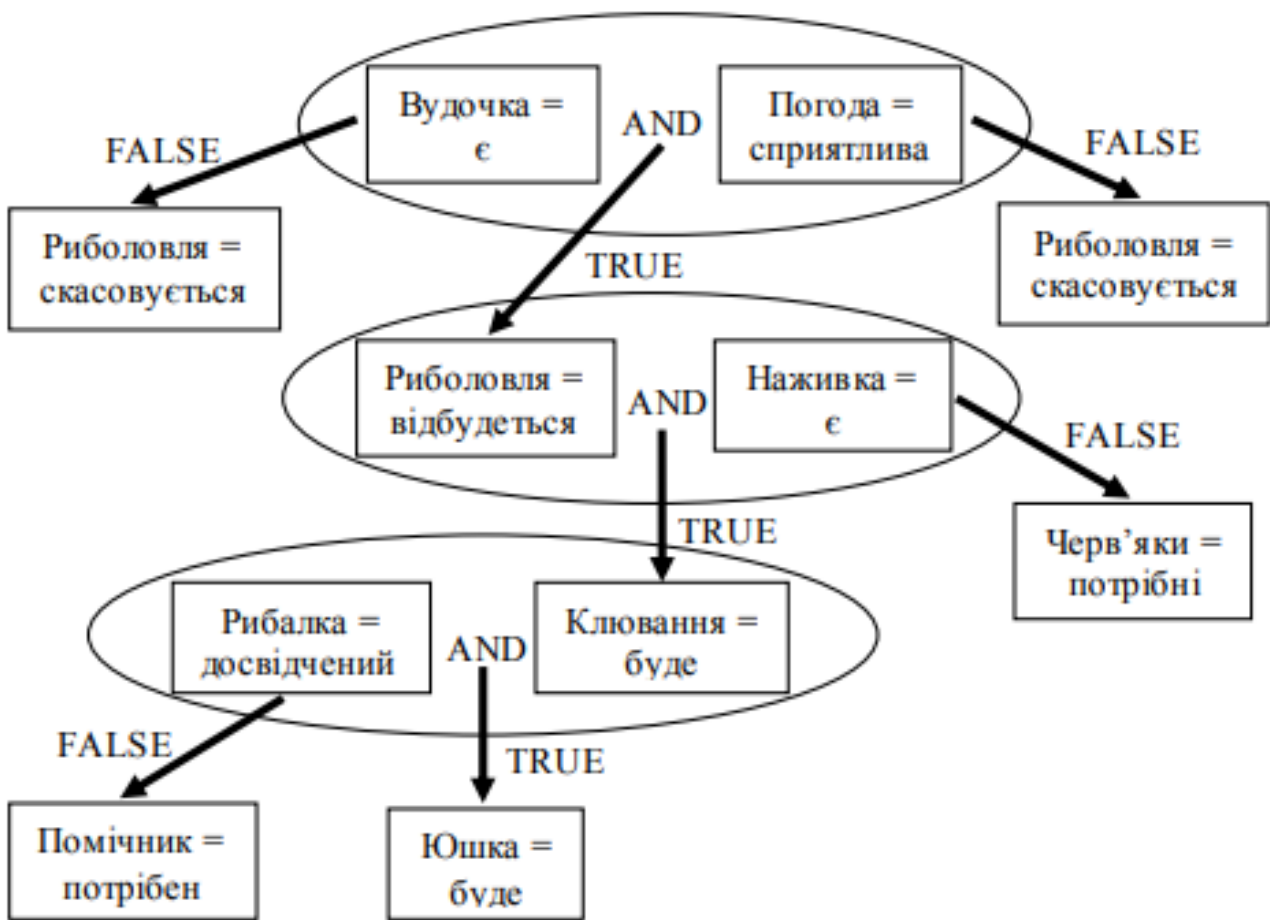


Рисунок 2. Методологія побудови ЕС - дерево логічних висновків ЕС



Рисунок 3. Методологія побудови ЕС - дерево рішень ЕС

## Коефіцієнти упевненості для експертної системи

Метод коефіцієнтів упевненості (КУ) був уперше застосований в експертній системі MYCIN. Він базується на евристичних міркуваннях, які були запозичені із практичного досвіду роботи експертів.

Коли експерт оцінює ступінь вірогідності деякого висновку, він використовує такі поняття, як «точно», «досить ймовірно», «можливо» і т.п.

Розроблювачі системи MYCIN вирішили відобразити ці розмиті поняття на шкалу коефіцієнтів упевненості, які змінюються в діапазоні від  $-1$  до  $+1$ . Якщо коефіцієнт упевненості набуває значення, яке дорівнює  $+1$ , то факт вважається «істиною». Якщо  $-1$ , то факт є «неправдою».

Шкала зміни значень коефіцієнтів упевненості зображена на рис. 4.

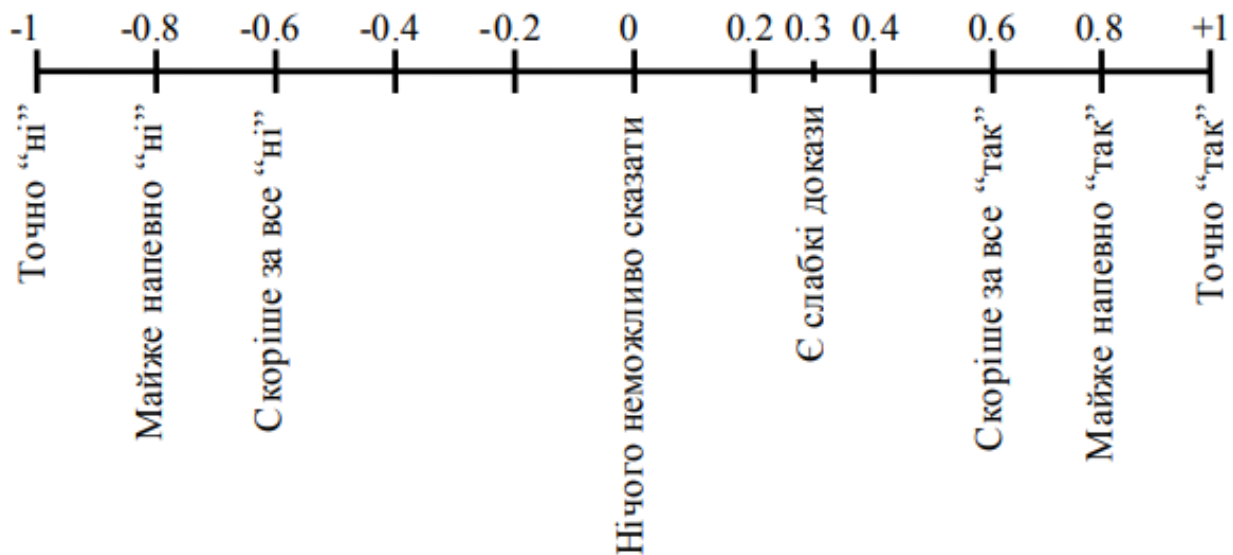


Рисунок 4. Приклад шкали коефіцієнтів упевненості

Оскільки евристичні правила продукційного типу ґрунтуються винятково на людському досвіді, з повною визначеністю ніколи не можна сказати, що вони правильні. Осць чому коефіцієнти упевненості КУ приписуються не тільки фактам, але й правилам. Таким способом забезпечується облік ненадійності правил.

У ході логічного виведення над фактами, виконуються логічні операції. У результаті цього утворюються складні висловлення.

Загальний алгоритм обчислення коефіцієнта упевненості висновку правила у випадку, коли фактам умовної частини правила присвоєні деякі коефіцієнти упевненості:

1) Вибрати мінімальне значення КУ для висловлень умовної частини правила, які зв'язані логічним оператором «І».

2) Вибрати максимальне значення КУ для висловлень умовної частини правила, які зв'язані логічним оператором «АБО».

3) Помножити обраний КУ на КУ правила, який експерт приписав даному правилу.

4) У процесі логічного виведення той самий висновок може підтверджуватися різними правилами, кожне з яких приписує висновку свій КУ. Очевидно, що коефіцієнт упевненості висновку, підтверджуваного декількома правилами, повинен збільшуватися. Чим більше є підтверджень на користь деякого висновку, тим ближче до одиниці повинен бути його КУ.

### **Використання байєсового підходу для побудови логічного виведення в умовах невизначеності**

У багатьох випадках механізму логічного виведення (МЛВ) експертної системи потрібно здійснювати висновок в умовах, коли вихідні дані не є абсолютно точними й достовірними. Ця невизначеність може мати всіляку природу: може породжуватися неповнотою опису ситуації, ймовірносним характером спостережуваних подій, неточністю подання даних та ін.

Основним поняттям, яке використовується при побудові моделей виведення в умовах невизначеності, є поняття вірогідності. Вірогідність висновків може бути визначена на основі різних підходів, з яких найбільш часто використовується імовірнісна методика Байєса.

**При байєсовому підході ступінь вірогідності кожного з фактів оцінюється ймовірністю, яка набуває значення в діапазоні від 0 до 1. Імовірності вихідних фактів визначають або методом статистичних**

випробувань, або опитуванням експертів. Імовірності висновків визначають на основі правила Байєса для обчислення апостеріорної умовної ймовірності

Формула Байєса містить повну ймовірність в знаменнику дроби, а в чисельнику умовну ймовірність і задається математично таким рівнянням:

$$P(A | B) = \frac{P(B | A) P(A)}{P(B)},$$

де  $A$  та  $B$  є подіями;

$P(A)$  та  $P(B)$  є ймовірностями  $A$  та  $B$  безвідносно одна до одної, тобто незалежними;

$P(A|B)$  умовна ймовірність, є ймовірністю спостереження події  $A$  за умови істинності  $B$ ;

$P(B|A)$  є ймовірністю спостереження події  $B$  за умови істинності  $A$

*Приклад застосування формули Байєса.*

Дві токаря роблять деталі, які складають на спільну полицю.

Ймовірність того, що брак в розмірах деталі зробить перший токар, становить 0,04, а другий-0,2.

Перший токар зробив 40 деталей, другий-30.

Навмання взята деталь з полиці виявилася з браком по розміру.

Визначити ймовірність того, що її зробив другий токар.

Рішення.

Позначимо через  $H_1, H_2$  гіпотези, що деталі виробляли перший ( $H_1$ ) та другий ( $H_2$ ) токар відповідно.

Подія  $A$  відповідає тому, що навмання взята деталь виявиться з браком.

Ймовірність взяти деталь першого та другого токаря рівні

$$P(H_1) = 30 / (30 + 40) = 3/7;$$

$$P(H_2) = 40 / 70 = 4/7.$$

Ймовірність, що токарі допустять брак рівні

$$P(A/H_1) = 0,04;$$

$$P(A/H_2) = 0,2.$$

Тоді ймовірність події  $A$ , тобто, що навмання взята деталь зі спільної полки виявиться з браком, знаходимо за формулою повної ймовірності

$$P(A) = P(H_1) \cdot P(A/H_1) + P(H_2) \cdot P(A/H_2) = 3/7 \cdot 0,04 + 4/7 \cdot 0,2 = 0,131$$

Ймовірність того, що деталь з браком зробив саме другий токар знайдемо за формулою Байєса

$$P(A/H_2) = P(H_2) \cdot P(A/H_2) / P(A) = 4/7 \cdot 0,2 / 0,131 = 0,87$$

Відповідь: ймовірність того, що деталь з браком зробив другий токар є рівною 0,87.

### Тема 3. Створення БЗ та їх застосуванням в ЕС

Комп'ютерна програма "Мала експертна система" версії 2.0.

Приклади створення БЗ та їх застосуванням в ЕС.

Налаштування вподобань експерта при роботі з ЕС.

Тестовий приклад застосування складеної бази знань,

Рекомендації для подальшого опанування редактором бази знань та Малої експертної системи.

Форма звіту про виконання практичної роботи.

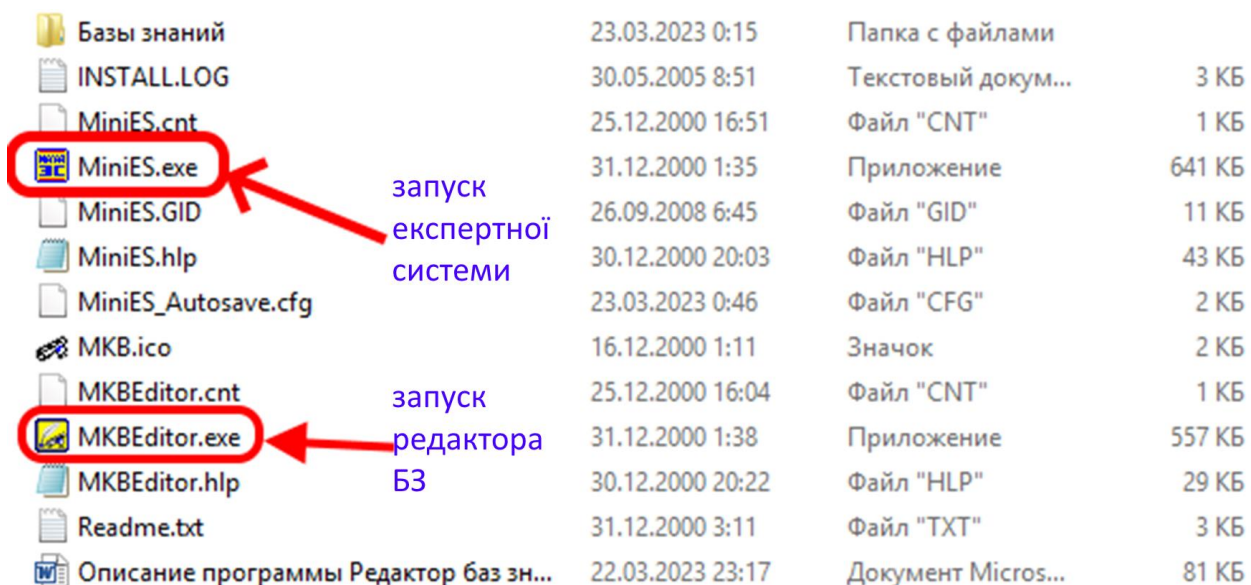
### Комп'ютерна програма "Мала експертна система" версії 2.0

Розглянемо, як працює комп'ютерна програма "Мала експертна система" (МЕС) версії 2.0.

Це є **ознайомча інформація** для виконання практичної роботи.

**Послідовність дій** виконання практичної роботи вказана в окремому документі "Методичні вказівки з виконання практичного завдання для самостійної роботи "Експертні системи та бази знань в професійній освіті".

Програма МЕС 2.0 відноситься до категорії простих ЕС, які засновані на байєсовській системі логічного висновку.



Базы знаний	23.03.2023 0:15	Папка с файлами	
INSTALL.LOG	30.05.2005 8:51	Текстовый докум...	3 КБ
MiniES.cnt	25.12.2000 16:51	Файл "CNT"	1 КБ
<b>MiniES.exe</b>	31.12.2000 1:35	Приложение	641 КБ
MiniES.GID	26.09.2008 6:45	Файл "GID"	11 КБ
MiniES.hlp	30.12.2000 20:03	Файл "HLP"	43 КБ
MiniES_Autosave.cfg	23.03.2023 0:46	Файл "CFG"	2 КБ
MKB.ico	16.12.2000 1:11	Значок	2 КБ
MKBEditor.cnt	25.12.2000 16:04	Файл "CNT"	1 КБ
<b>MKBEditor.exe</b>	31.12.2000 1:38	Приложение	557 КБ
MKBEditor.hlp	30.12.2000 20:22	Файл "HLP"	29 КБ
Readme.txt	31.12.2000 3:11	Файл "TXT"	3 КБ
Описание программы Редактор баз зн...	22.03.2023 23:17	Документ Micros...	81 КБ

Рисунок 5. Склад програмного пакету «Мала експертна система версія 2.0»

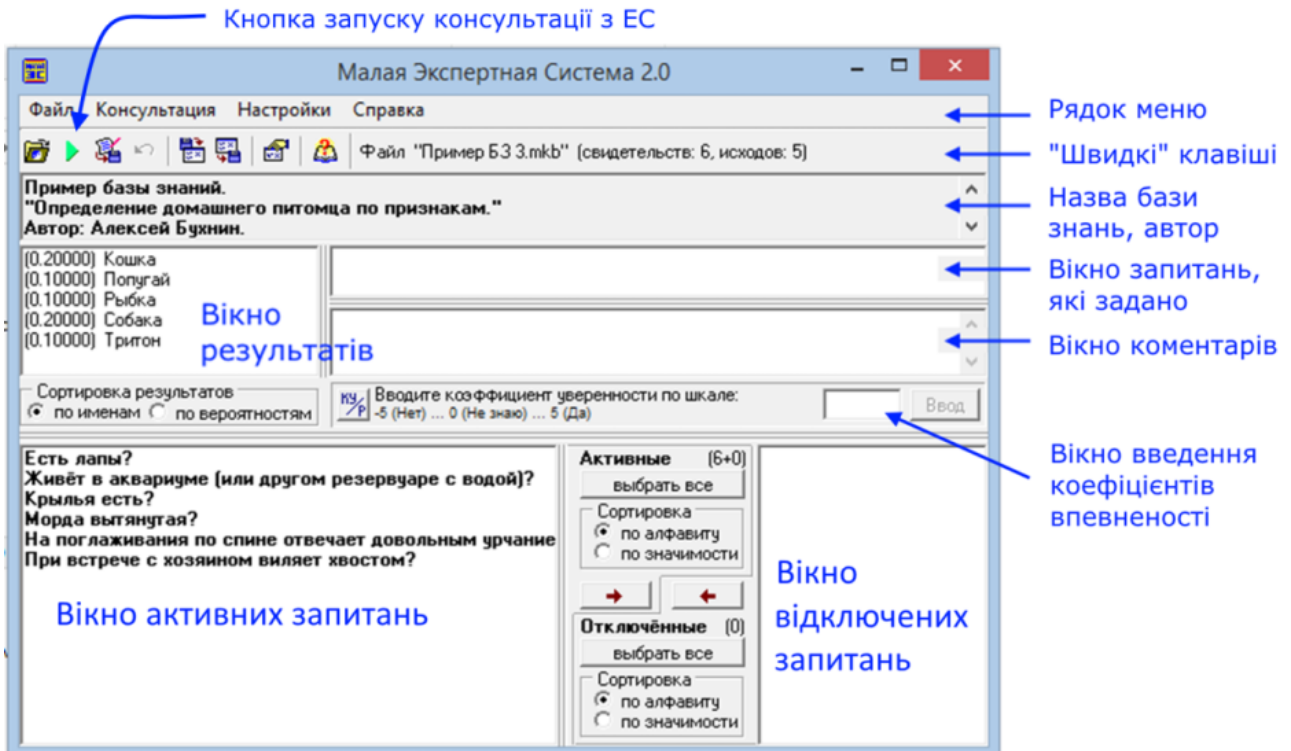


Рисунок 6. Інтерфейс програми «Мала експертна система 2.0»

Для завантаження БЗ необхідно натиснути кнопку "Загрузить базу знаний", або обрати відповідний пункт меню "Файл", або натиснути клавішу F2. Оберемо «Приклад БЗ 3.mkb».

Вид завантаженого вікна показано на рис.7.

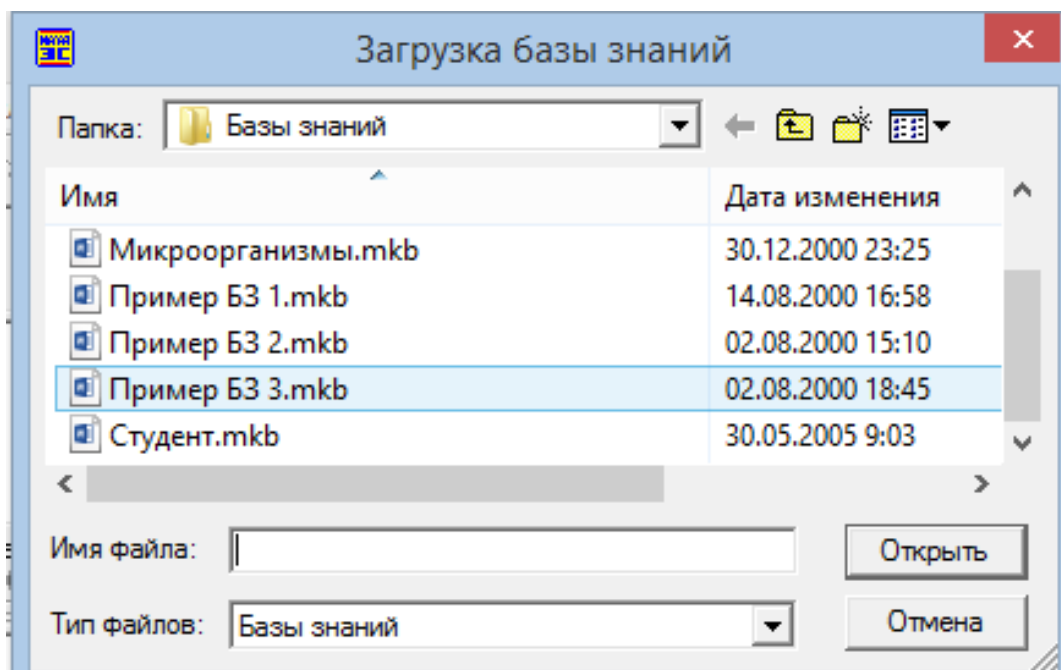


Рисунок 7. Вигляд вікна завантаження БЗ. Обрано БЗ «Пример БЗ №3»

Завантажилась БЗ «Визначення домашнього вихованця за признаками».

Щоб розпочати роботу з завантаженою БЗ необхідно натиснути кнопку "Начать консультацию" або натиснути клавішу F3.

Кнопка запуску консультації з ЕС

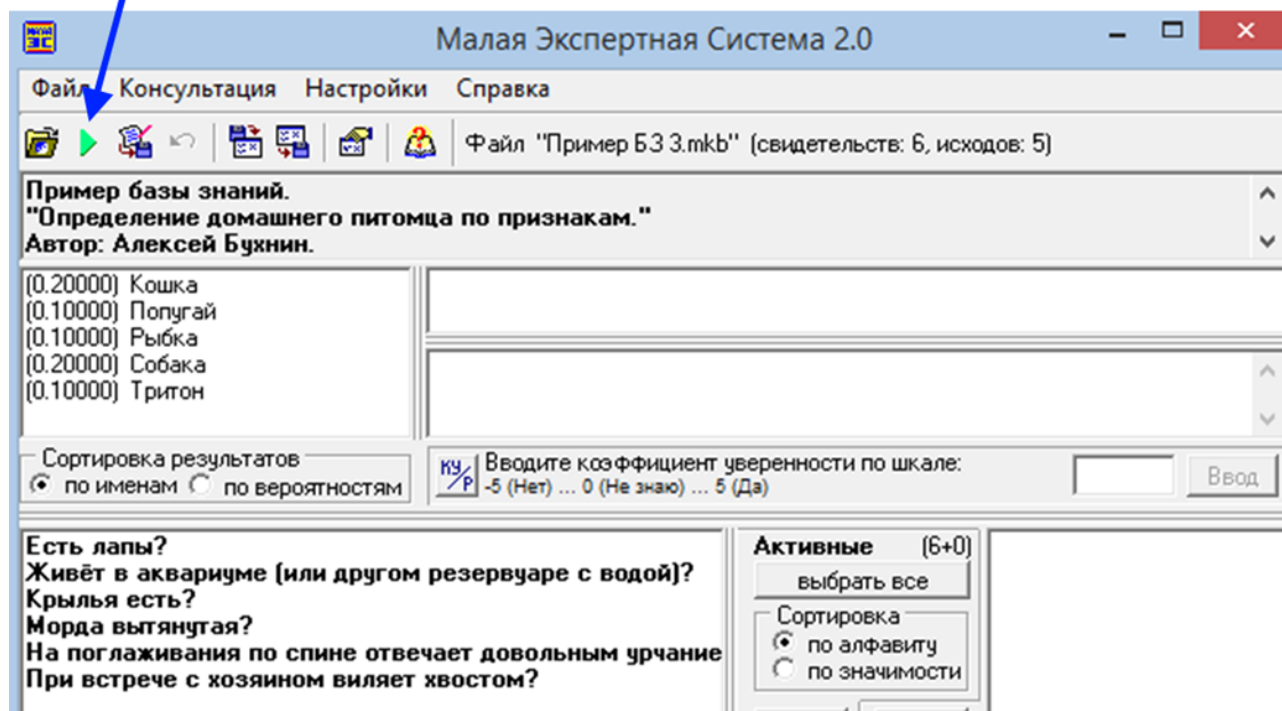


Рисунок 8. Вид відкритого вікна БЗ №3 «Визначення домашнього вихованця»

Натиснувши клавішу "Enter", користувач отримує на екрані перше запитання

"Живёт в аквариуме (или другом резервуаре с водой)?"

і має дати відповідь на це запитання, оцінивши свою впевненість у вікні введення коефіцієнтів впевненості за шкалою від "+5" (точно "так") до "-5" (точно "ні").

Оброблені свідчення переміщуються вище, у вікно запитань, які задано, з вказанням обраного коефіцієнта впевненості.

Після закінчення запитань, заданих програмою, у вікні результатів, жирним шрифтом буде виділено варіант (або кілька варіантів) відповіді і вірогідність правильності відповіді в інтервалі від 0,00000 до 1,00000.

Для з'ясування виявилось достатньо задати три питання з шести заготовлених у БЗ.

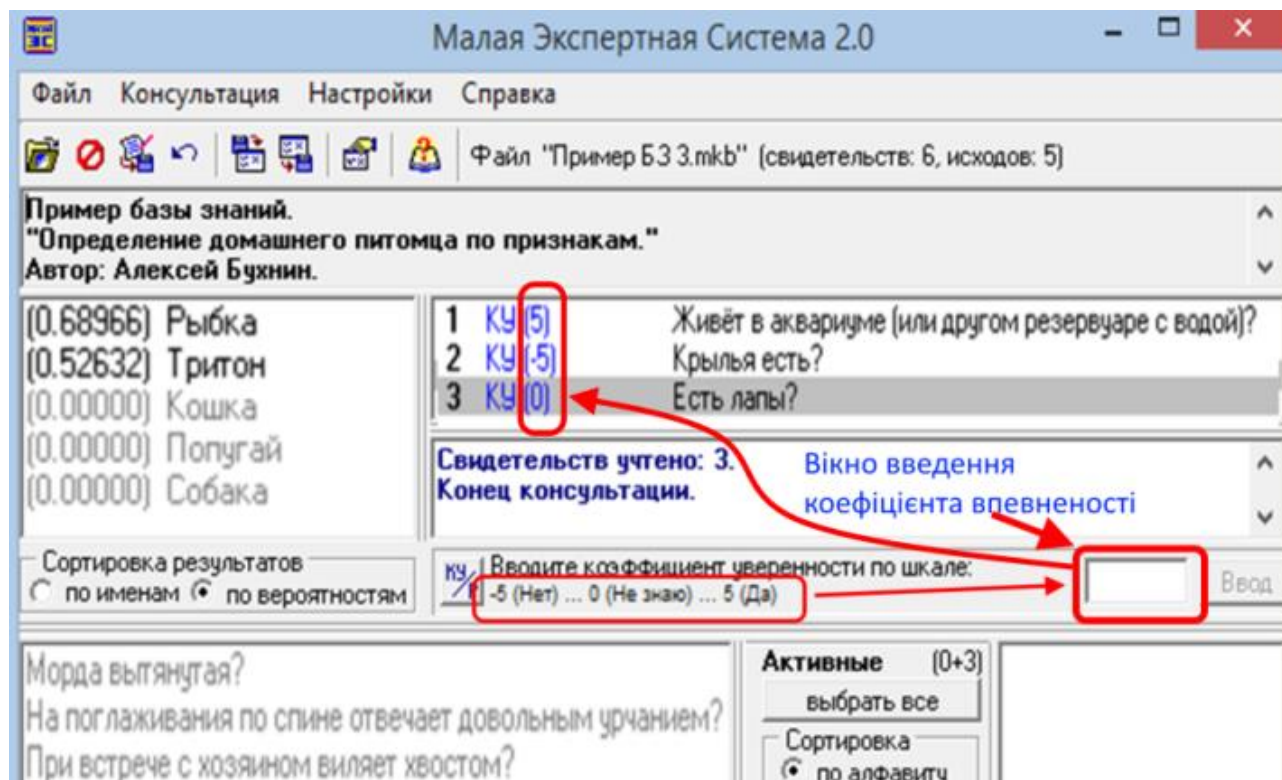


Рисунок 9. Результат работы ЕС с использованием БЗ №3 «Визначення домашнього вихованця»

БЗ це текстовий файл з трьома блоками: назва БЗ, автор; запитання; результати діагностики.



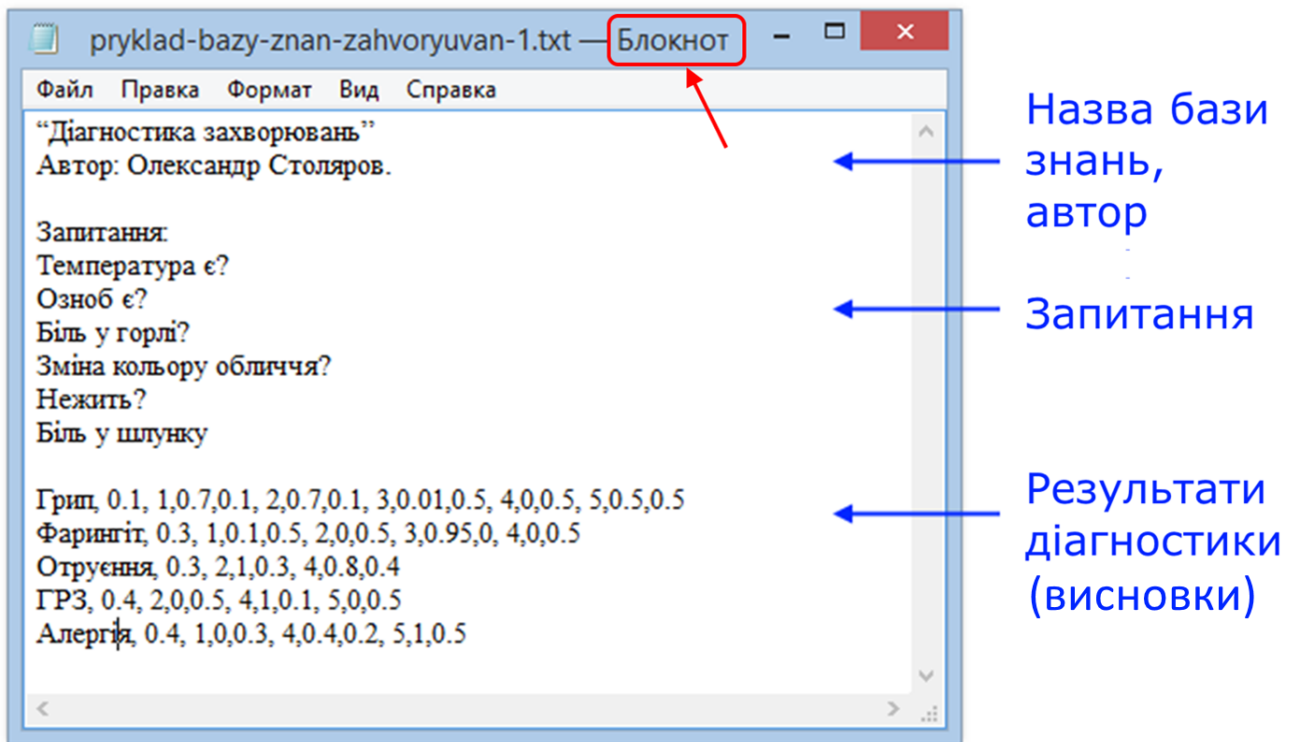


Рисунок 10. Приклад бази знань захворювань, складеної у Блокноті

Таблиця 3. Перелік варіантів результатів діагностики з вказанням апріорної вірогідності результату та вірогідностями наданих відповідей

Результат	Вірогідність результату	Номера запитань та задані експертом величини коефіцієнтів впевненості відповідей				
Грип,	0.1,	1,0.7,0.1,	2,0.7,0.1,	3,0.01,0.5,	4,0,0.5,	5,0.5,0.5
Фарингіт,	0.3,	1,0.1,0.5,	2,0,0.5,	3,0.95,0,	4,0,0.5	
Отруєння,	0.3,	2,1,0.3	4,0.8,0.4			
ГРЗ,	0.4,	2,0,0.5,	4,1,0.1,	5,0,0.5		
Алергія,	0.4,	1,0,0.3,	4,0.4,0.2,	5,1,0.5		

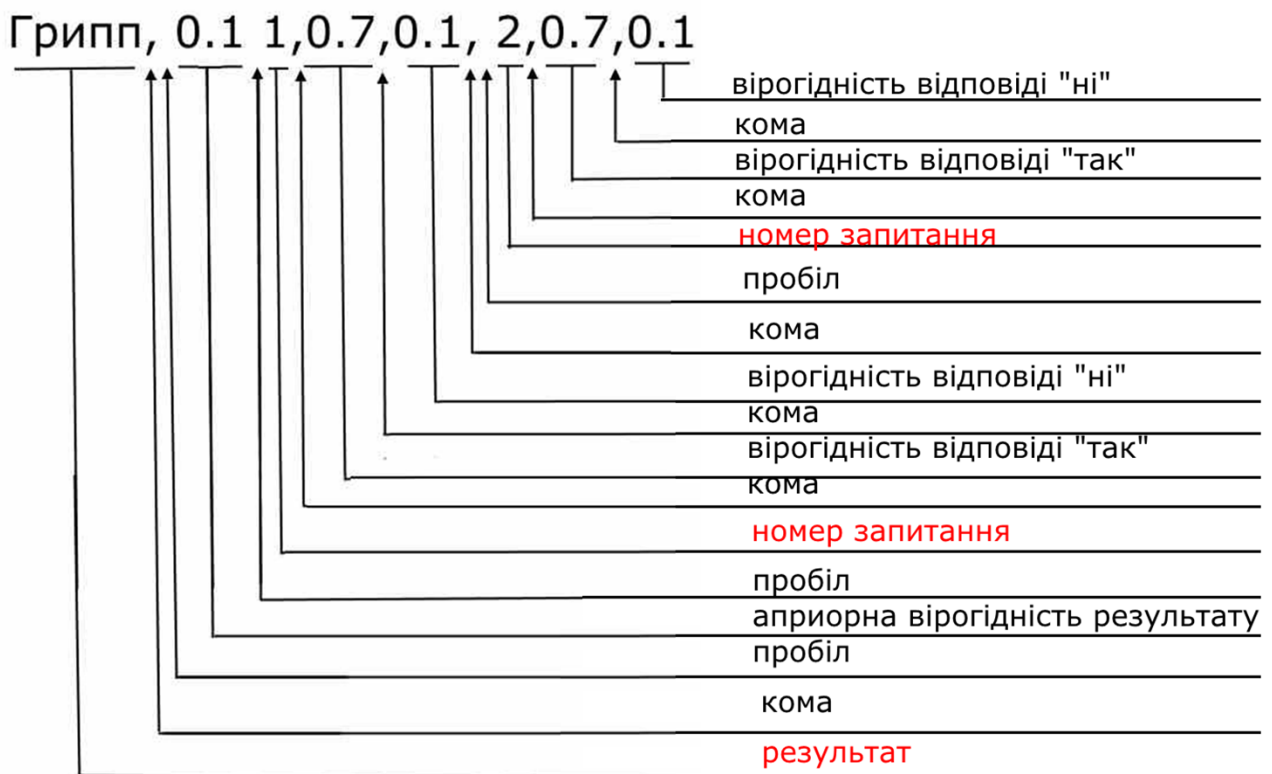


Рисунок 11. Структура запису результату діагностики з вказанням апріорної вірогідності результату та вірогідностями наданих відповідей

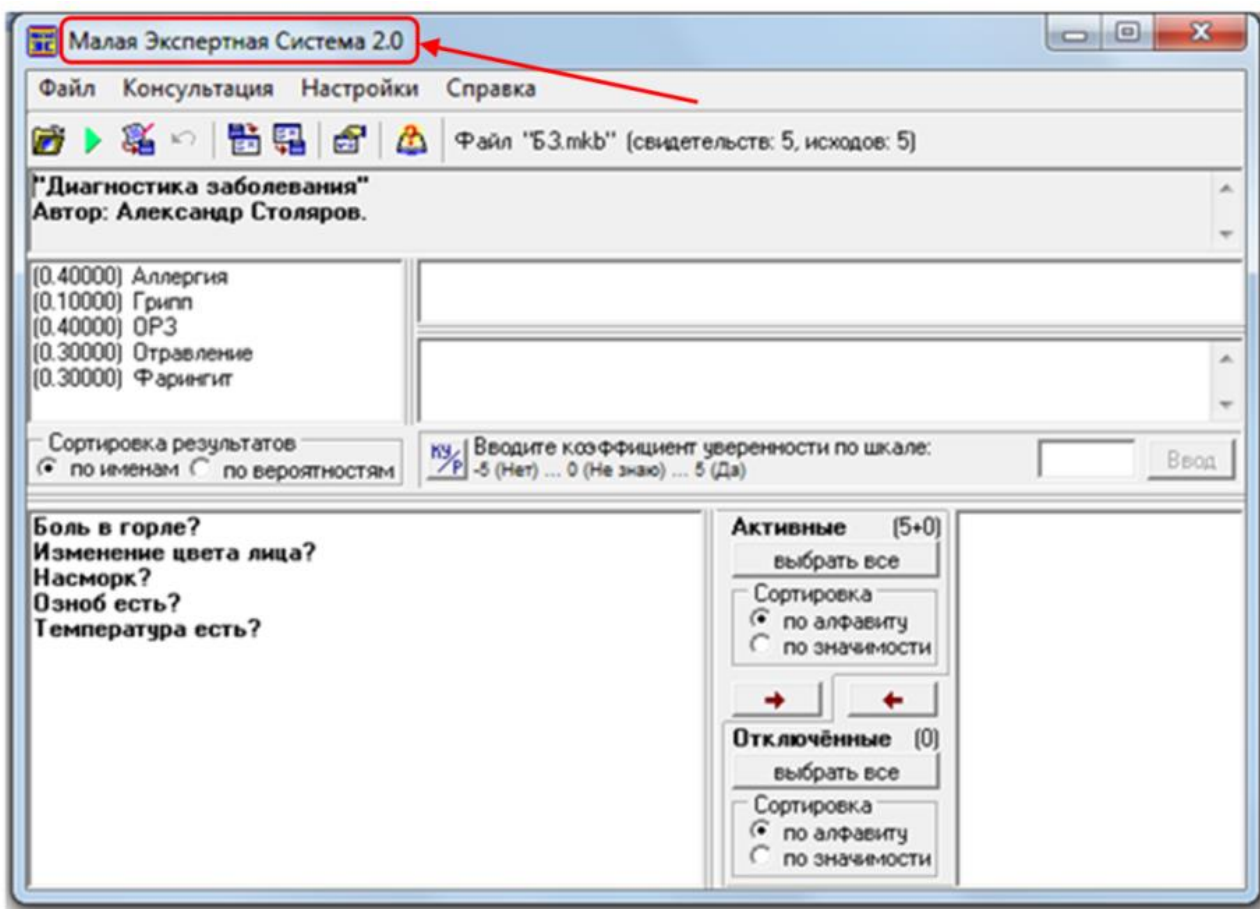


Рисунок 12. Створена база знань «Діагностика захворювань, що відкрита в експертній системі

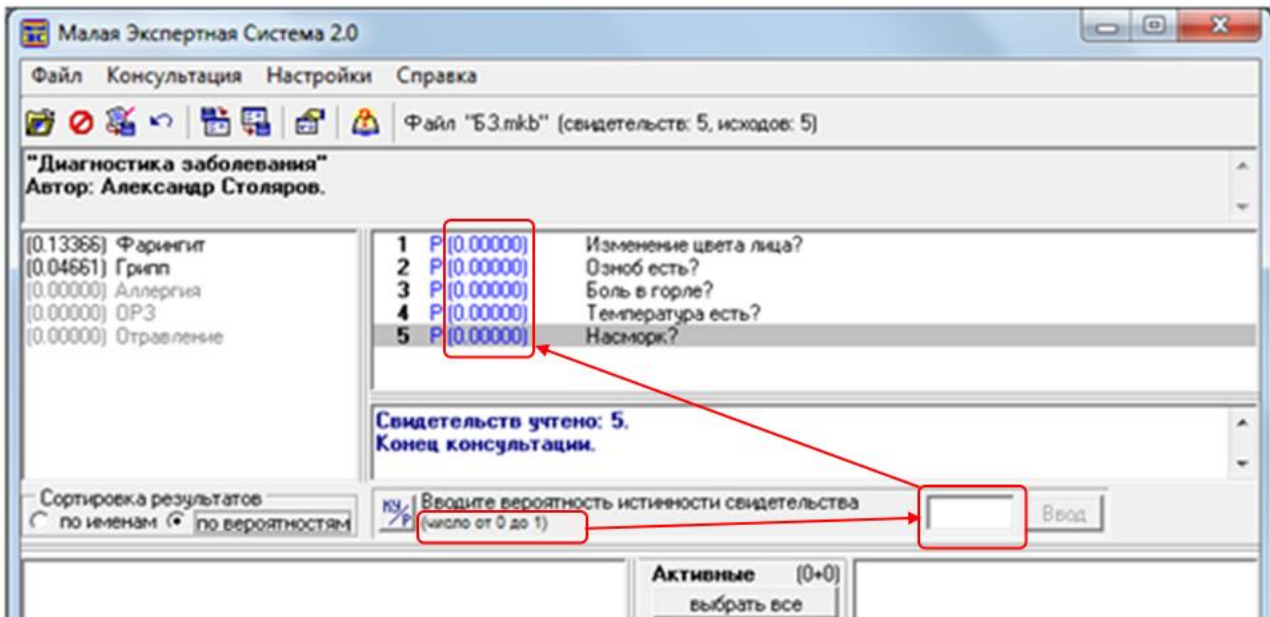


Рисунок 13. Приклад виконання діагностики експертною системою

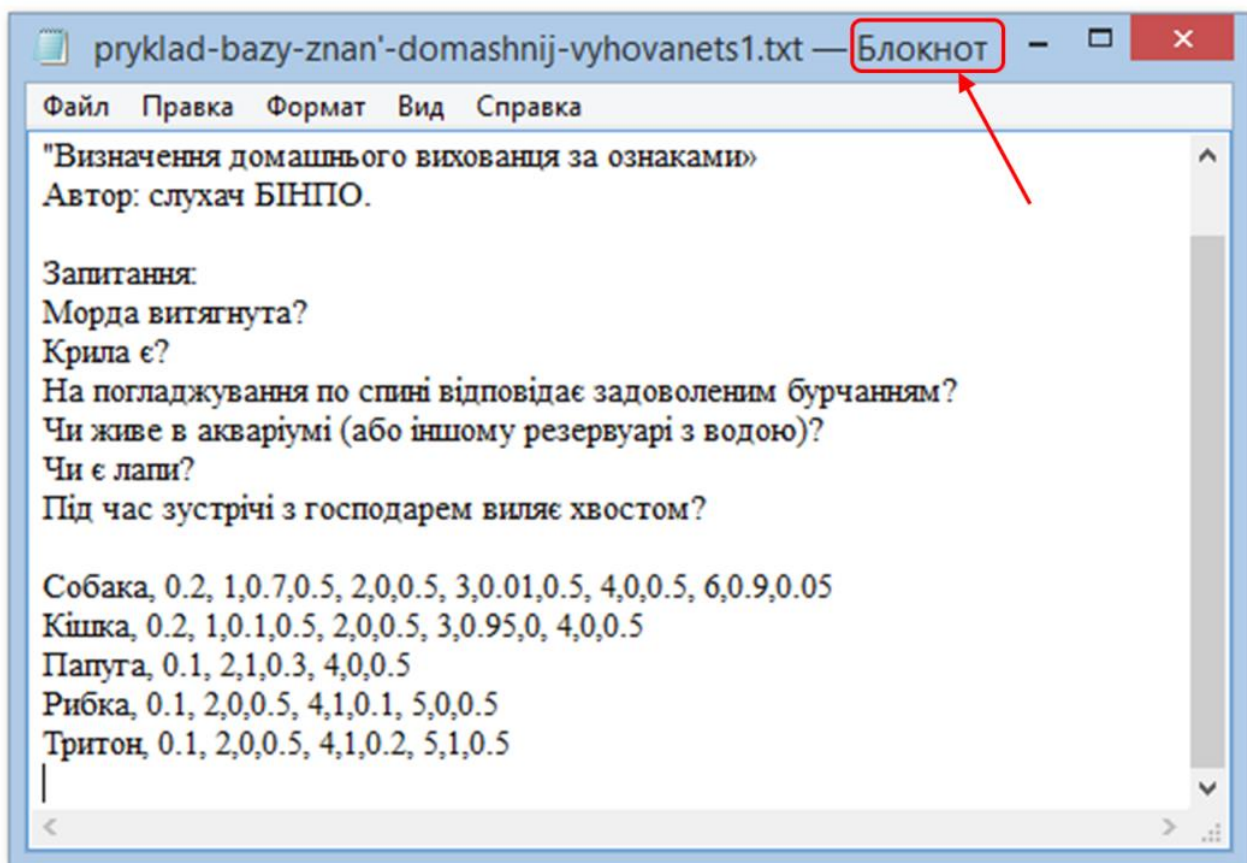


Рисунок 14. Приклад бази знань визначення домашнього вихованця за ознаками, складеної у Блокноті

Перед початком роботи з програмою користувачу надана можливість вказати власні вподобання (налаштування).

Цією можливістю доцільно скористуватися, коли робота з програмою виконується не у режимі "опитування пацієнта", а при наявності точних значень вірогідностей того чи іншого симптому.

Вікно вподобань викликається натисканням кнопки "Налаштування вподобань", або за допомогою відповідного пункту меню "Налаштування", або клавішею F7.

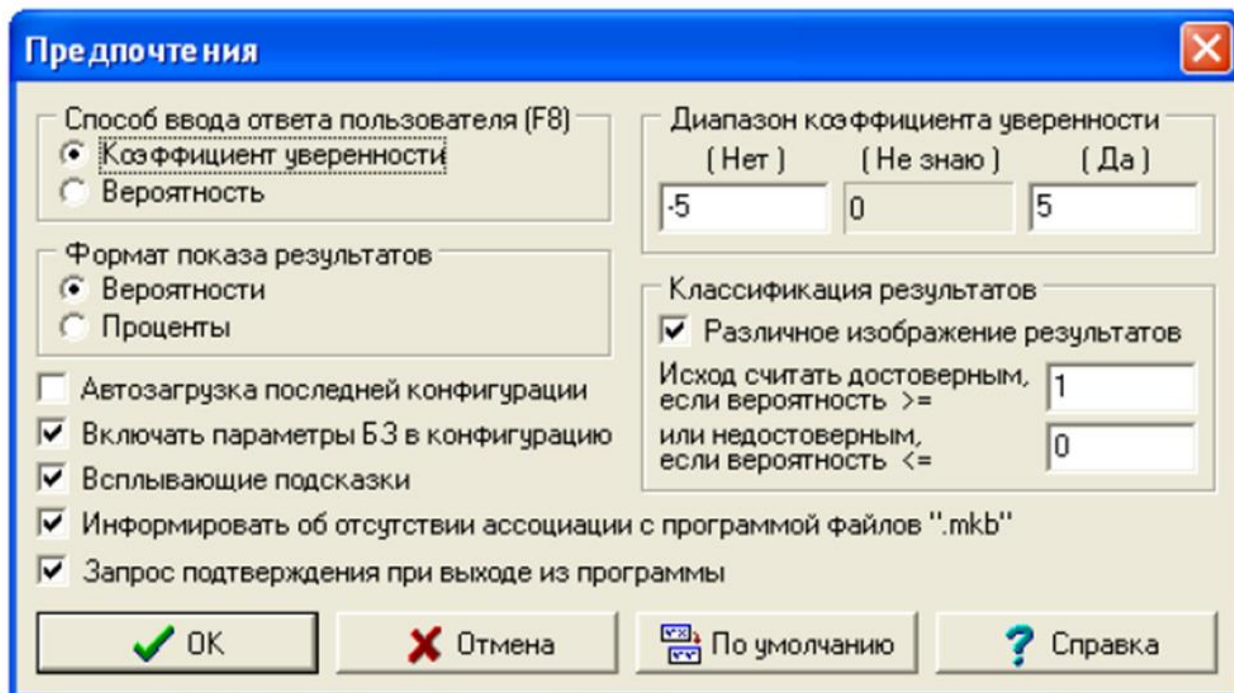


Рисунок 15. Меню налаштування вподобань експерта

Мала експертна система оснащена довідковим розділом, який включає зміст, предметний покажчик і пошуковий розділ

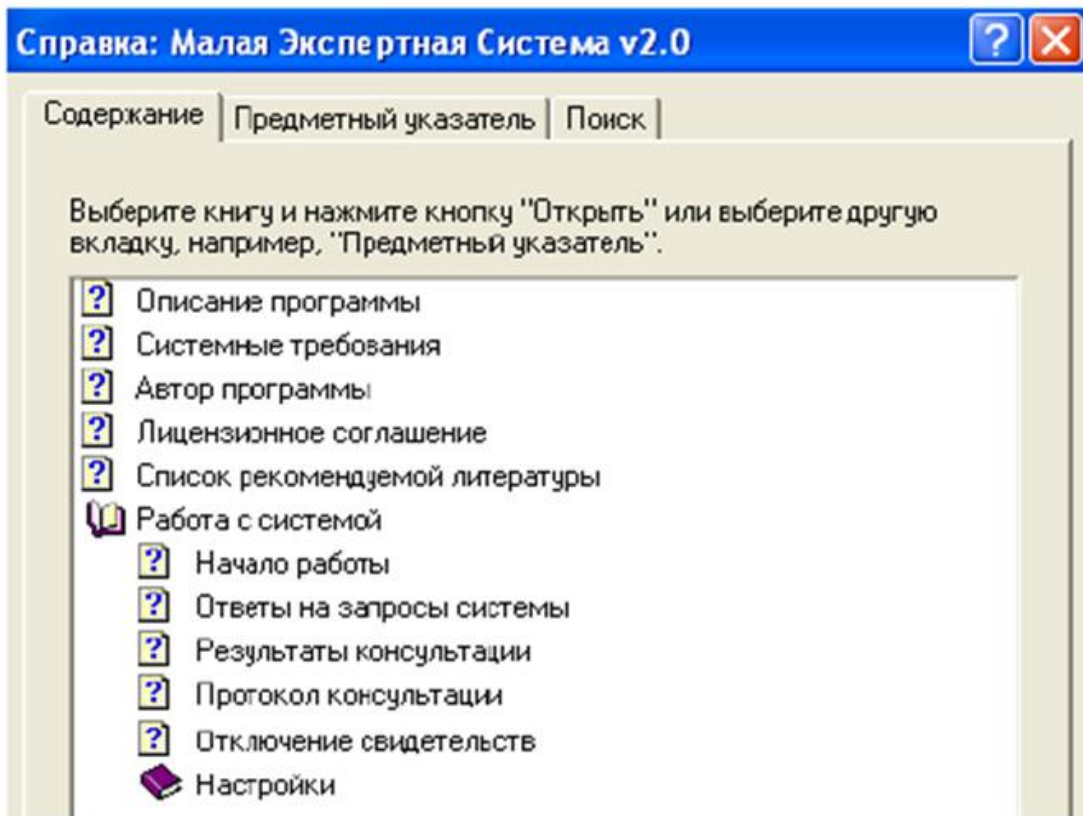


Рисунок 16. Вид вікна «Довідка МЕС»

## КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

Дайте поняття системи штучного інтелекту.

Поясніть переваги та недоліки ChatGPT та аналогічних ресурсів ШІ.

Поясніть можливості застосування ресурсів ШІ для створення персоналізованого освітнього середовища.

Розкажіть про можливості застосування нейромереж для створення графіки та зображень.

Взаємозв'язок ЕС та СШІ. Місце ЕС в структурі ШІ.

Визначте поняття експертної системи та її прикладне значення.

Визначте сутність експертного аналізу.

Дайте опис класичної структури ЕС.

Визначте переваги штучної компетенції над людською.

Визначте переваги людської компетенції над штучною.

Визначте, для вирішення яких типів задач рекомендується застосовувати ЕС.

Назвіть основні властивості експертної системи.

Назвіть рекомендації - як розробляти експертну систему.

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичного завдання для самостійної роботи "Експертні системи та бази знань в професійній освіті" за програмою підвищення кваліфікації педагогічних працівників ЗПО

(категорія слухачів: викладачі професійно-теоретичної підготовки та майстри виробничого навчання)

У методичних вказівках подано загальну інформацію про експертні системи і бази знань, наведено приклад створення експертної системи, тестовий приклад застосування складеної бази знань, рекомендації для подальшого опанування редактором бази знань та Малої експертної системи,

форму звіту про виконання практичної роботи

для майстрів виробничого навчання та викладачів професійно-теоретичної підготовки закладів професійної освіти, які підвищують кваліфікацію за заочною та очно-дистанційною формами навчання на базі Білоцерківського інституту неперервної професійної освіти ДЗВО «Університет менеджменту освіти» НАПН України.

Методичні вказівки можуть бути корисним для майстрів виробничого навчання та викладачів професійно-теоретичної підготовки закладів професійної освіти на дистанційному етапі підвищення кваліфікації при виконанні випускної роботи.

## 1. Загальні положення

Практичне завдання є рекомендованим, не є обов'язковим, виконується за бажанням слухача при можливості і необхідності впровадження ЕС в практику професійної діяльності слухача.

На основі прикладів, наведених у рис. 8-16 презентації ES+BZ-v-PO.ppt, побудуйте для Малої експертної системи базу знань засновану на байєсовській системі логічного висновку.

База знань має містити 4 – 10 запитань, які відображають причинно-наслідкові відношення між поняттями предметної області, в якій ви вважаєте себе фахівцем.

Якщо ви утрудняєтеся з вибором предметної області, то за прикладом бази знань "Пример БЗ 1.mkb" ("Ти геймер?") або "Пример БЗ 3.mkb" ("Определение домашнего питомца по признакам") МЕС побудуйте власну базу знань «Ви експерт?»

Як експерт в своїй предметній області присвойте усім відповідям на запитання деякі значення коефіцієнтів упевненості для відповіді "так" і для відповіді "ні" (наприклад, 0.8,0.1).

Здайте граничні значення коефіцієнтів упевненості для кожного правила (наприклад, 0,5).

За прикладом рис. 9 презентації ES+BZ-v-PO.ppt запишіть в БЗ результати діагностики з вказанням апріорної вірогідності результату та вірогідностями наданих відповідей

Перевірте роботу механізму логічного виведення на тестових прикладах.



## 2. Приклад створення експертної системи

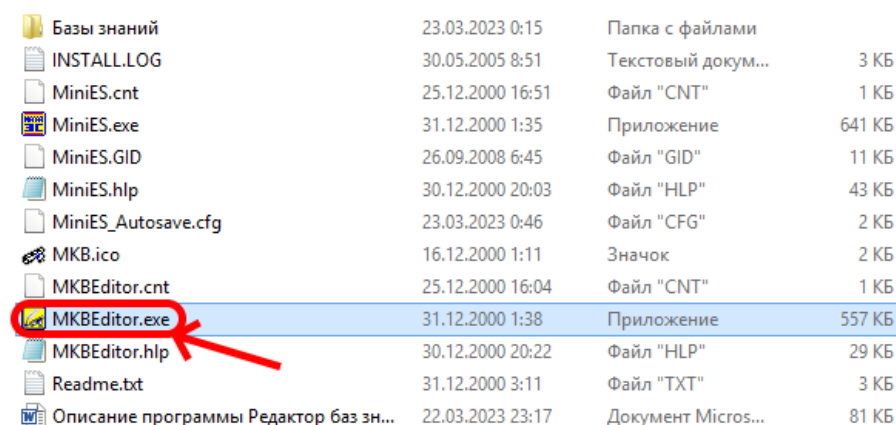
2.1. Байєсівська система логічного висновку, яка покладена в основу "Малої експертної системи", працює з самого початку створення бази знань. Тому вона вказує на синтаксичні та інші помилки, які вносяться користувачем при складанні бази знань.

Доки помилки не будуть виправлені складена база знань з "Редактора баз знань" в "Малу експертну систему" не буде внесена.

В зв'язку з цим користувачеві-початківцю на перших кроках складання своєї власної бази знань, щоби не занурюватися в тонкощі логічного висновку Байєса і тонкощі складання програмних кодів, кропіткий пошук внесених помилок, доцільно застосувати бази знань які є наявні в вихідній версії "Малої експертної системи". І на їх основі почати складати свою власну базу знань.

2.2. Запустимо редактор баз знань – виконавчий файл MKBEditor.exe, рис.

1.



Базы знаний	23.03.2023 0:15	Папка с файлами	
INSTALL.LOG	30.05.2005 8:51	Текстовый докум...	3 КБ
MiniES.cnt	25.12.2000 16:51	Файл "CNT"	1 КБ
MiniES.exe	31.12.2000 1:35	Приложение	641 КБ
MiniES.GID	26.09.2008 6:45	Файл "GID"	11 КБ
MiniES.hlp	30.12.2000 20:03	Файл "HLP"	43 КБ
MiniES_Autosave.cfg	23.03.2023 0:46	Файл "CFG"	2 КБ
MKB.ico	16.12.2000 1:11	Значок	2 КБ
MKBEditor.cnt	25.12.2000 16:04	Файл "CNT"	1 КБ
MKBEditor.exe	31.12.2000 1:38	Приложение	557 КБ
MKBEditor.hlp	30.12.2000 20:22	Файл "HLP"	29 КБ
Readme.txt	31.12.2000 3:11	Файл "TXT"	3 КБ
Описание программы Редактор баз зн...	22.03.2023 23:17	Документ Micros...	81 КБ

Рисунок 1. Запуск редактора бази знань

2.3. Відкриється робочий екран редактора баз знань, рис. 2.

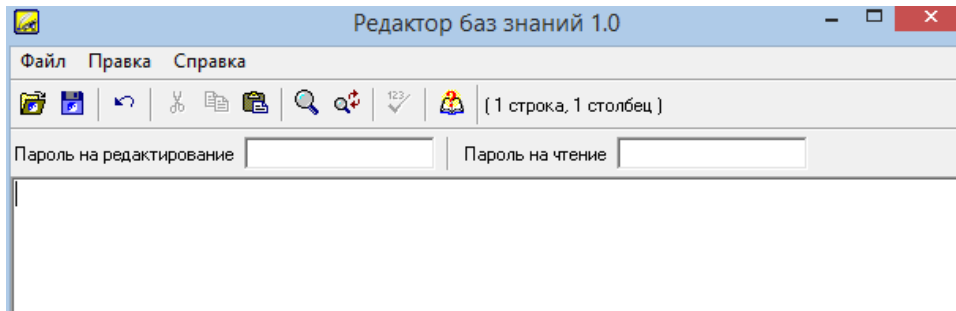


Рисунок 2. Рабочий экран редактора баз знаний

Натисніть кнопку виклику баз знань, рис. 3.

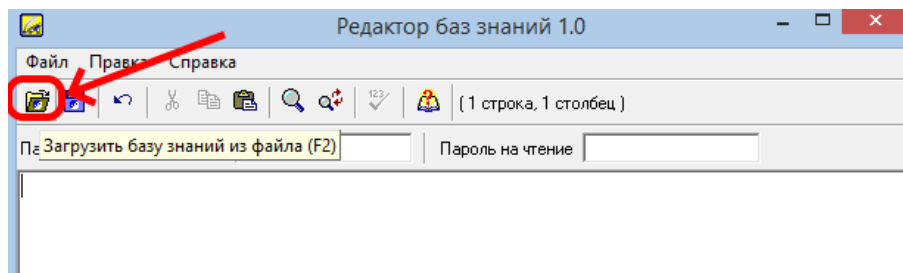


Рисунок 3. Кнопка виклику баз знань

2.4. У переліку наявних БЗ знайдіть файл "Пример БЗ 3" (приклад бази знань № 3) і викличте його.

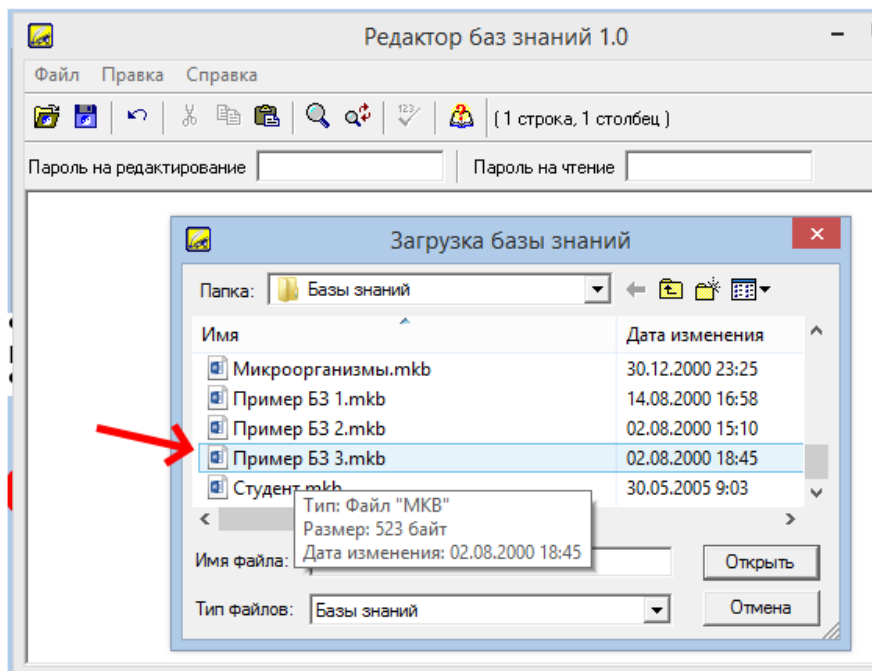


Рисунок 4. Виклик потрібної БЗ

2.5. У "Редакторі баз знань" відкриється текстовий файл "Пример БЗ 3".

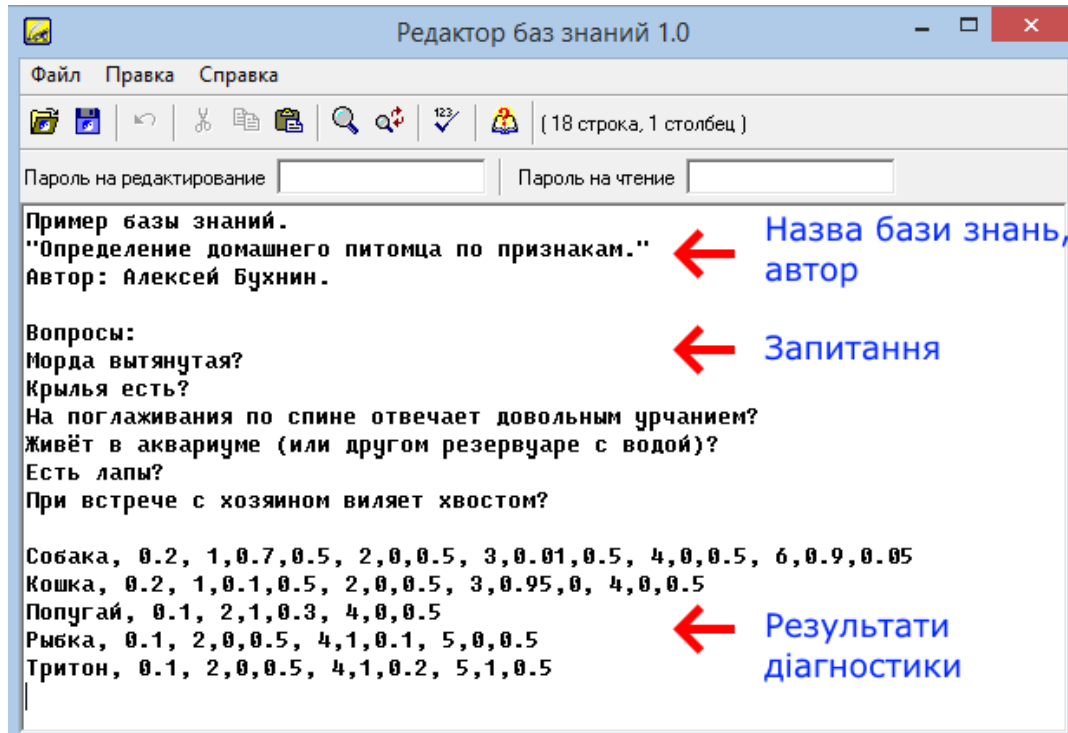


Рисунок 5. Вид текстового файлу "Пример БЗ 3"

2.6. Застосуємо його у якості заготовки для складання власної БЗ і відредагуємо його, внесемо власну інформацію. Приклад - БЗ "Ви експерт?".

Тобто збережено

кількість запитань - 6

кількість результатів діагностики – 5.

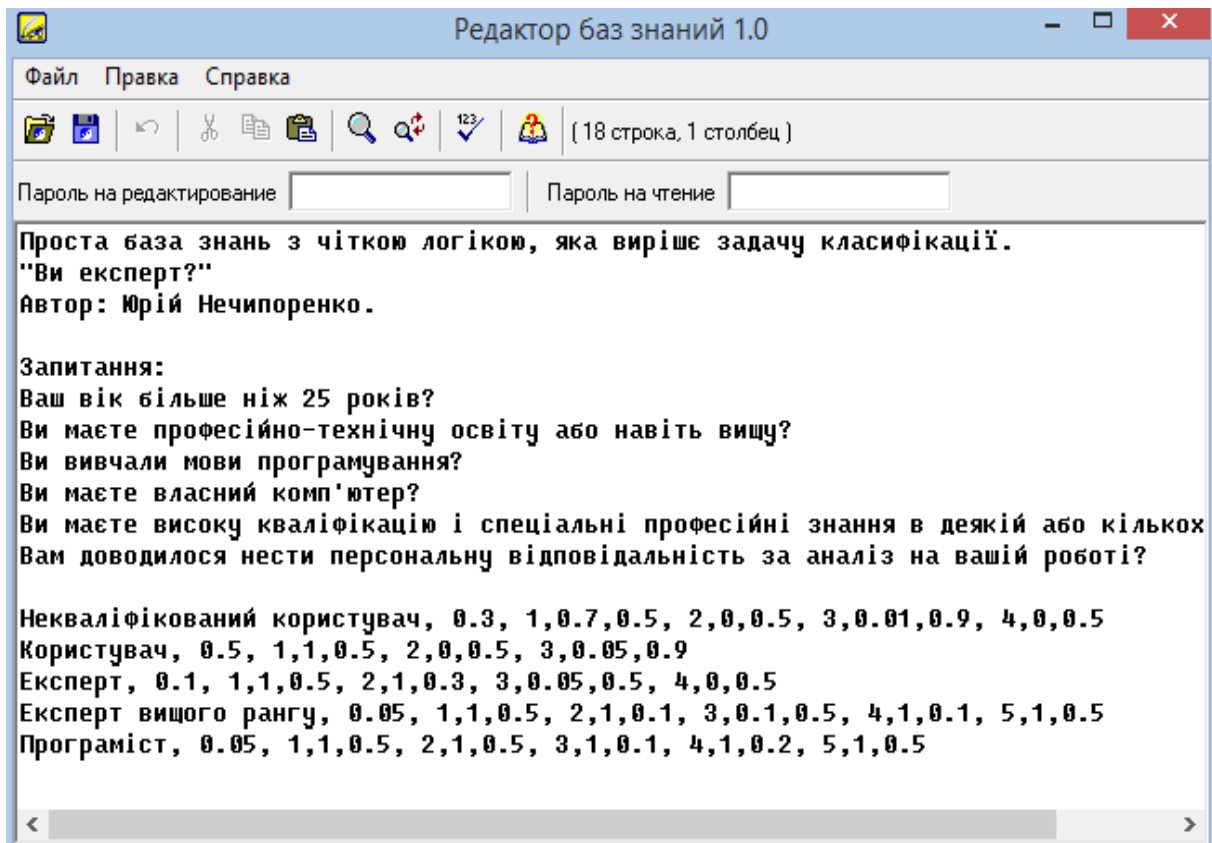


Рисунок 6. БЗ "Ви експерт?"

2.7. Головне – відредагувати відповідним чином структуру запису результату діагностики з вказанням апріорної вірогідності результату та вірогідностями наданих відповідей.

Приклад розшифровки фрагменту структури запису результатів довідково наведено на рис.7.

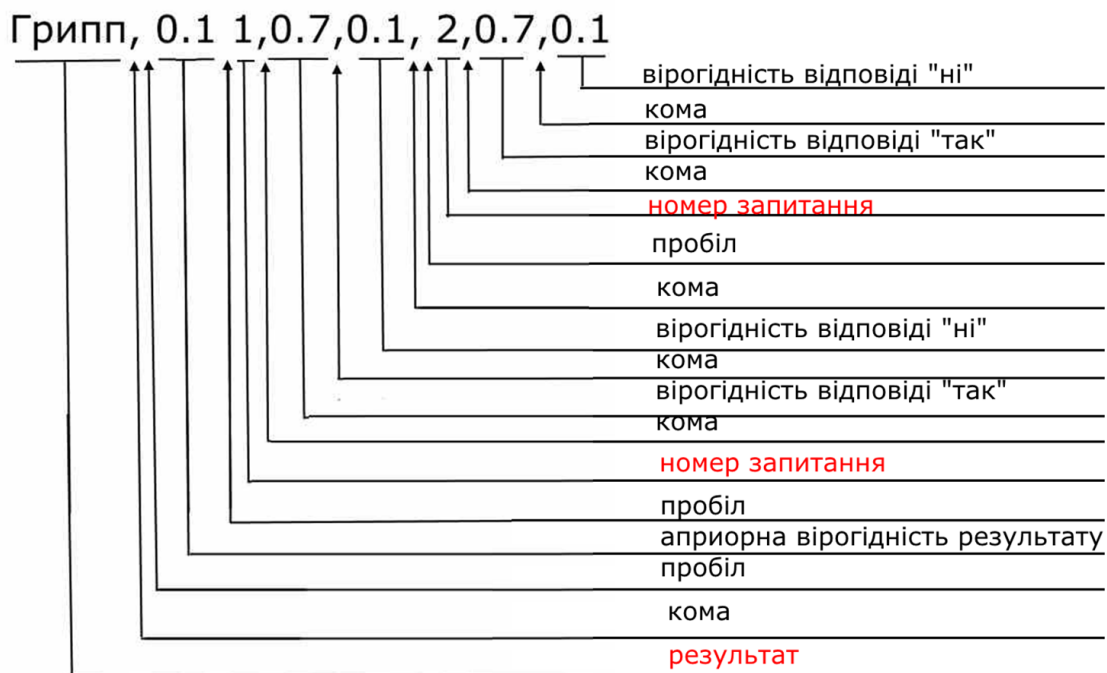


Рисунок 7. Фрагмент прикладу структури запису результату діагностики захворювання з вказанням апriorної вірогідності результату та вірогідностями наданих відповідей

2.8. Для перевірки правильності складеної бази знань натисніть кнопку перевірки. З'явиться повідомлення про результат перевірки.

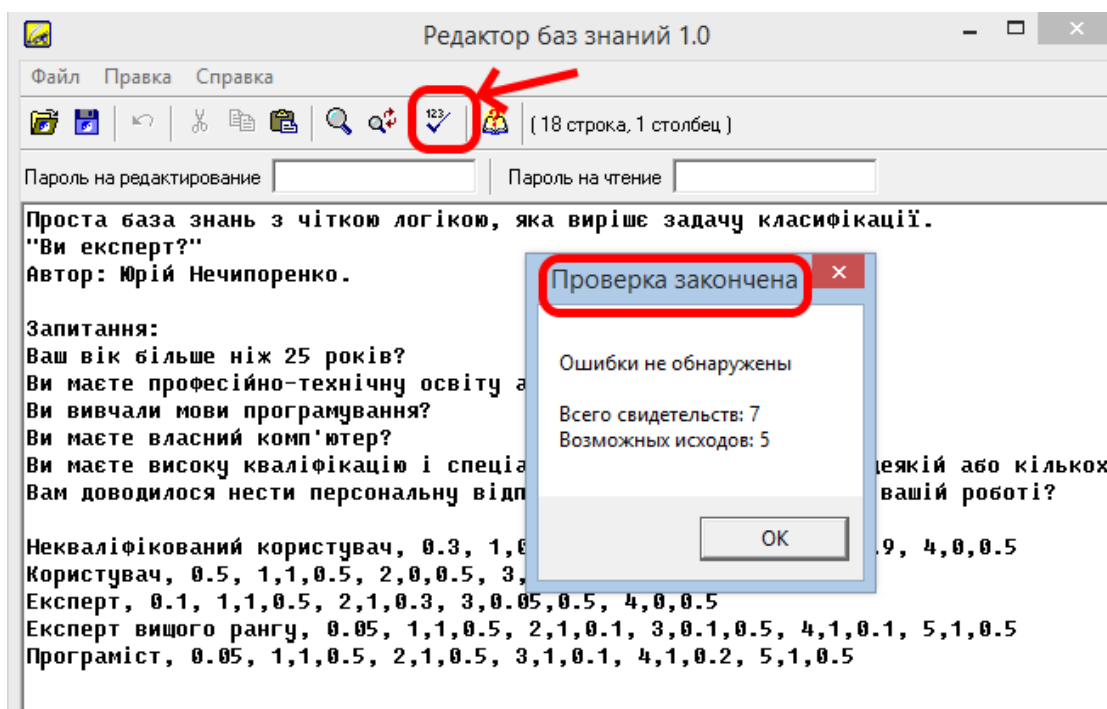


Рисунок 8. Перевірка правильності складеної бази знань

2.9. Якщо виявлено помилку, в повідомленні буде вказано місце її знаходження – номер рядка і номер стовпчика – в адресному рядку.

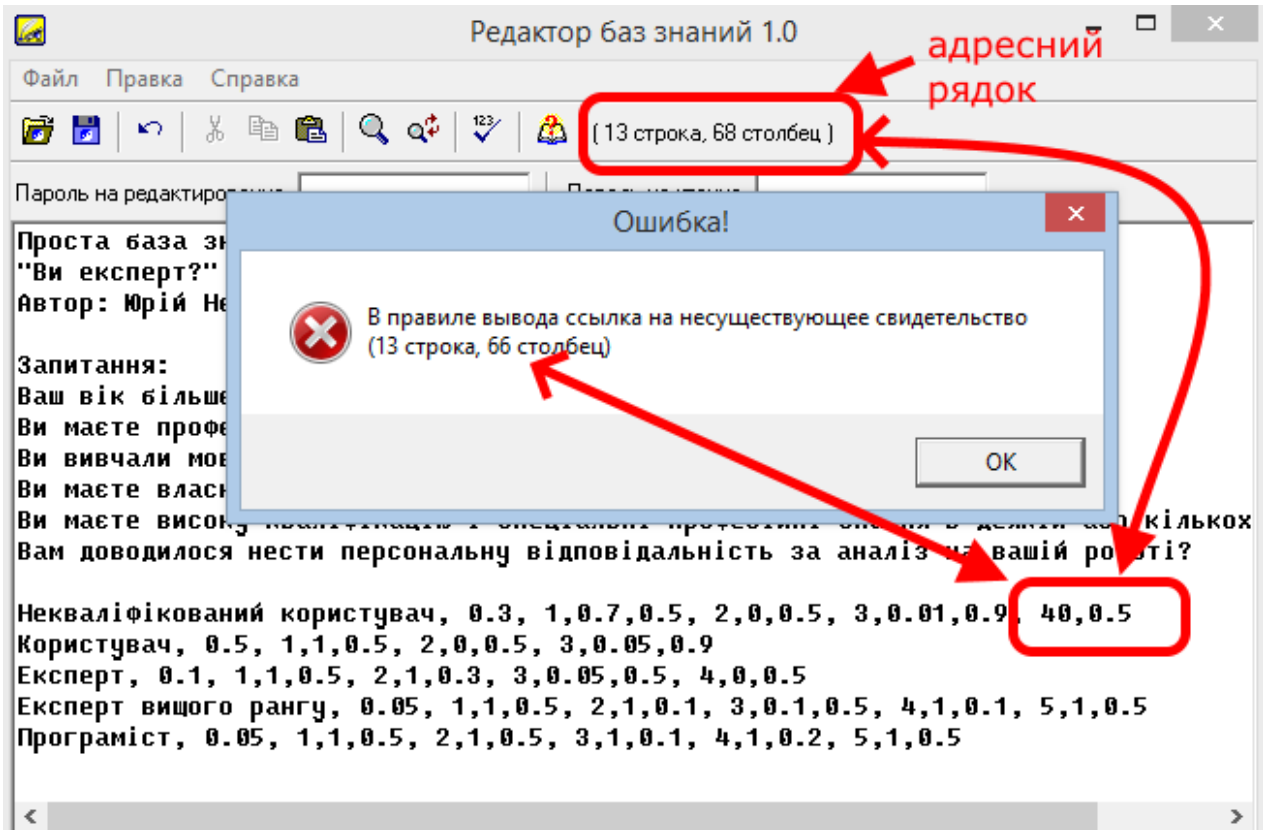


Рисунок 9. Повідомлення про виявлену помилку

2.10. Збережіть створену БЗ. Для цього натисніть кнопку "Сохранить базу знаній" або кнопку F4 і впишіть назву у віконце "Имя файла".

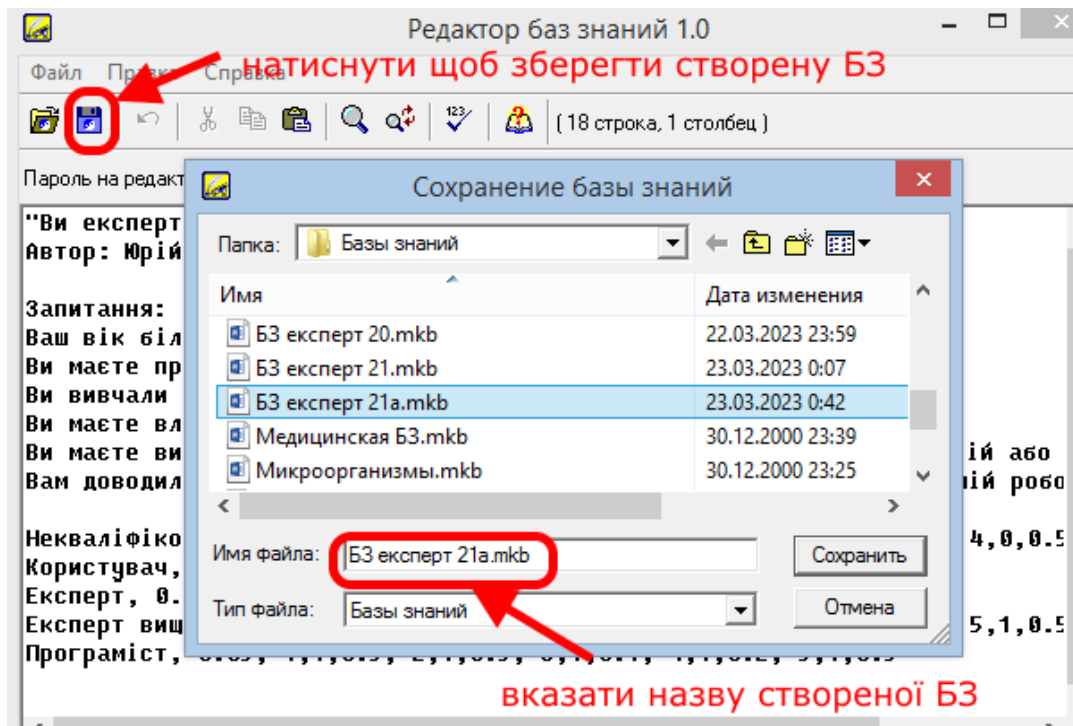


Рисунок 10. Збереження створеної БЗ

2.11. Тепер можливо розпочати роботу з експертною системою.

Запустимо виконавчий файл MiniES.exe (рис. 11).

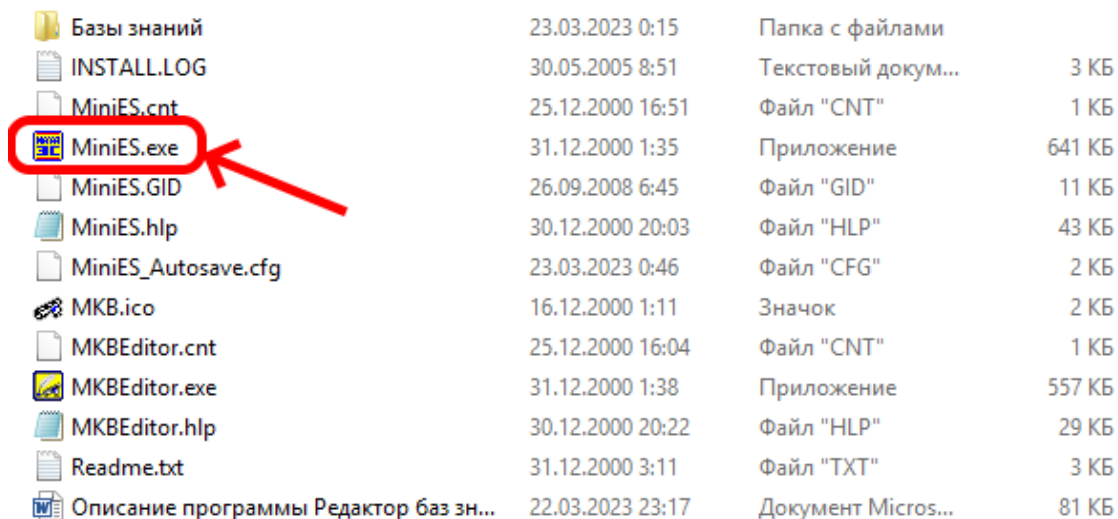


Рисунок 11. Початок роботи з МЕС

2.12. Відкриється стартове вікно "МЕС" з повідомленням "Внимание"",  
рис. 2.

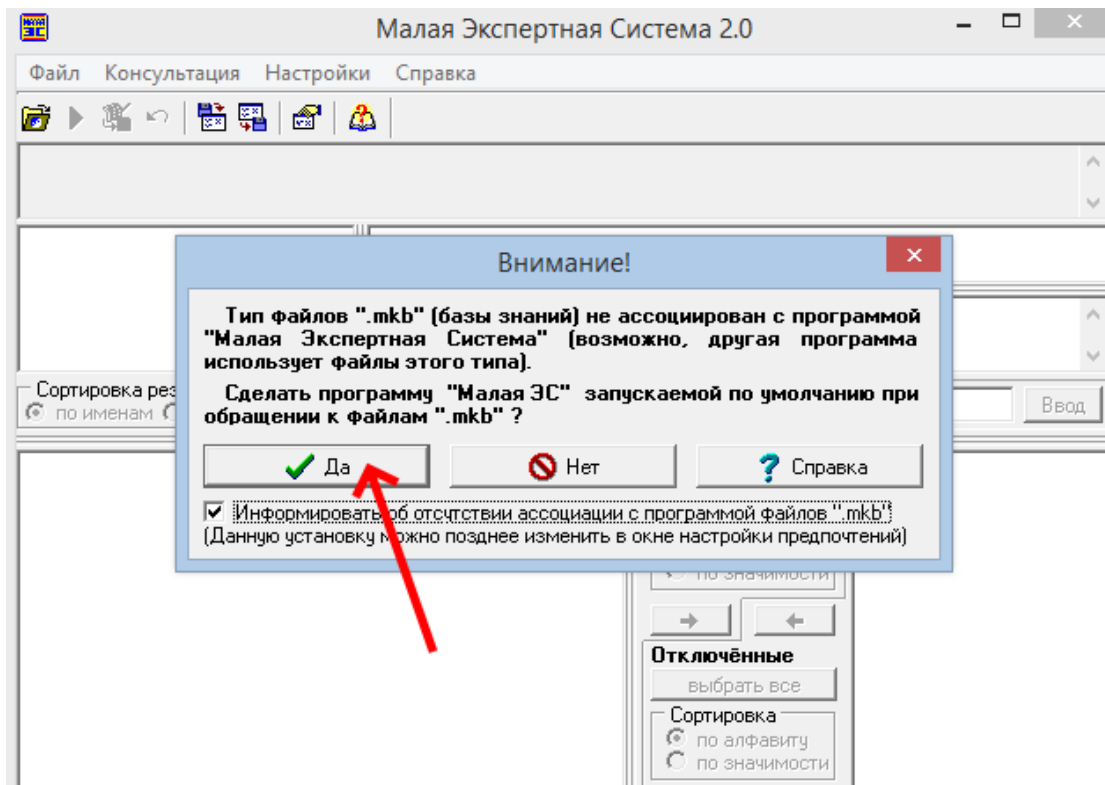


Рисунок12. Стартовое вікно "МЕС"

Натисніть кнопку "Да" на повідомленні.

2.13. Вибрати з переліку потрібну БЗ, натиснути кнопку "Відкрити".

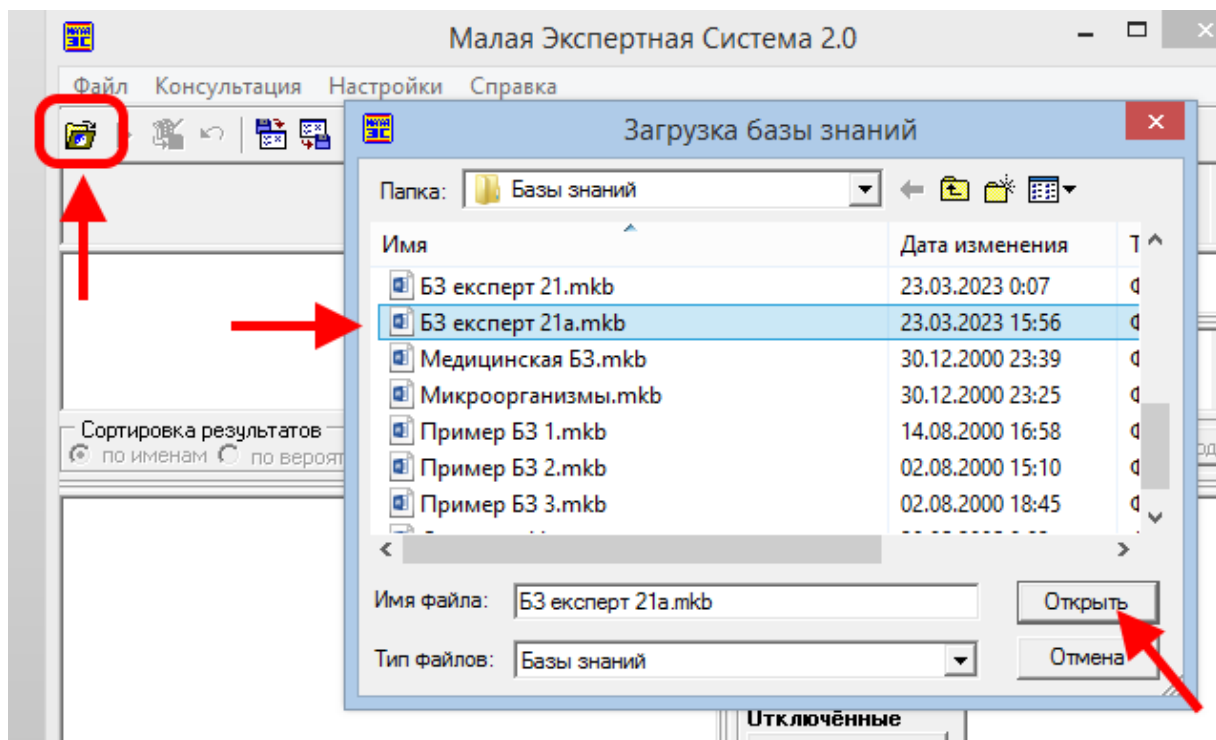


Рисунок 13. Виклик потрібної БЗ



## 2.14. Обрана БЗ завантажиться в ЕС.

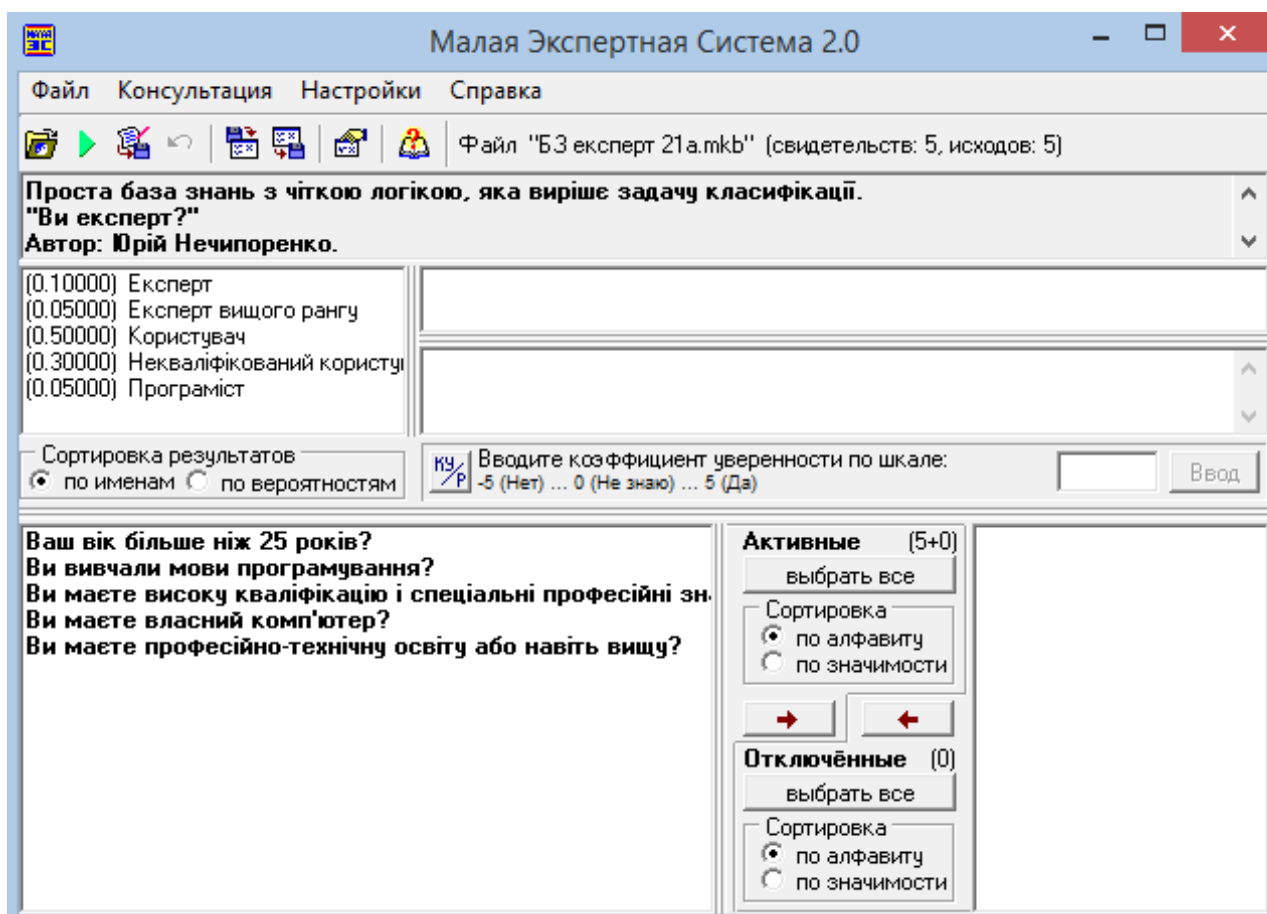


Рисунок 14. Видгляд робочих вікон МЕС с завантаженою БЗ

## 2.15. Проведіть пробну експертизу.

Натисніть кнопку "Начать консультацию" або клавішу F3.

На всі запитання дайте відповідь "Так", тобто у віконці введення коефіцієнту впевненості пишть "5".

Довідково: діапазон можливих відповідей знаходиться в інтервалі від "-5" ("ні") до "5" ("так"); середина діапазону - "0" (не знаю").

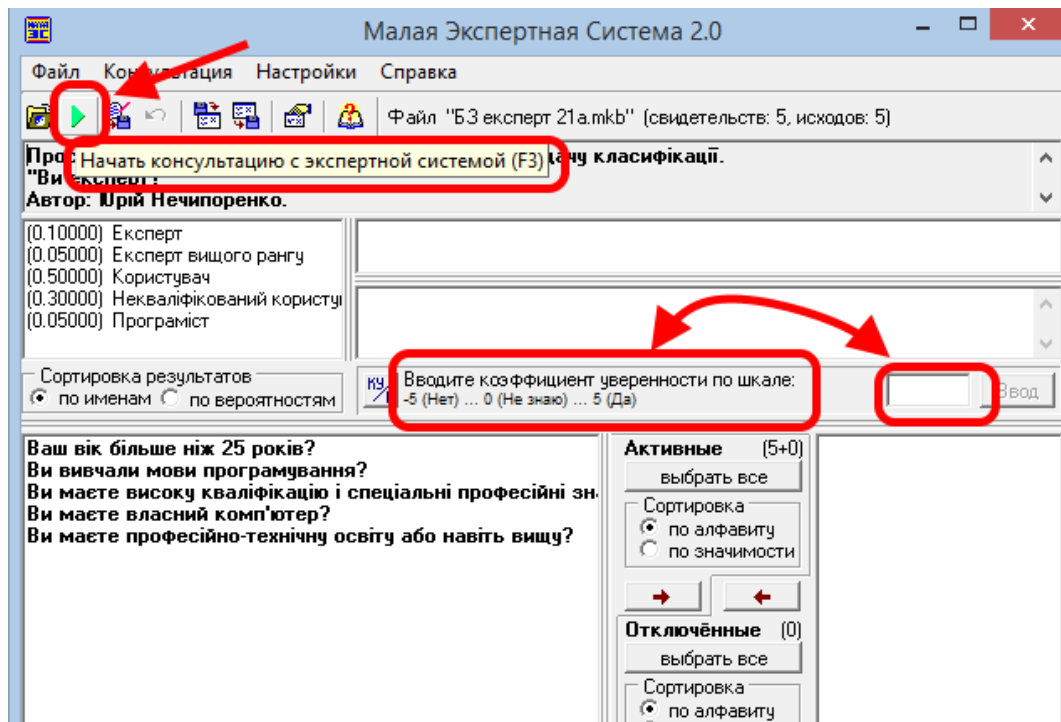


Рисунок 15. Проведення експертизи

2.16. У вікні запитань з'явиться перше питання. Введіть відповідний коефіцієнт впевненості у відповідне віконце і натисніть "Ввод".

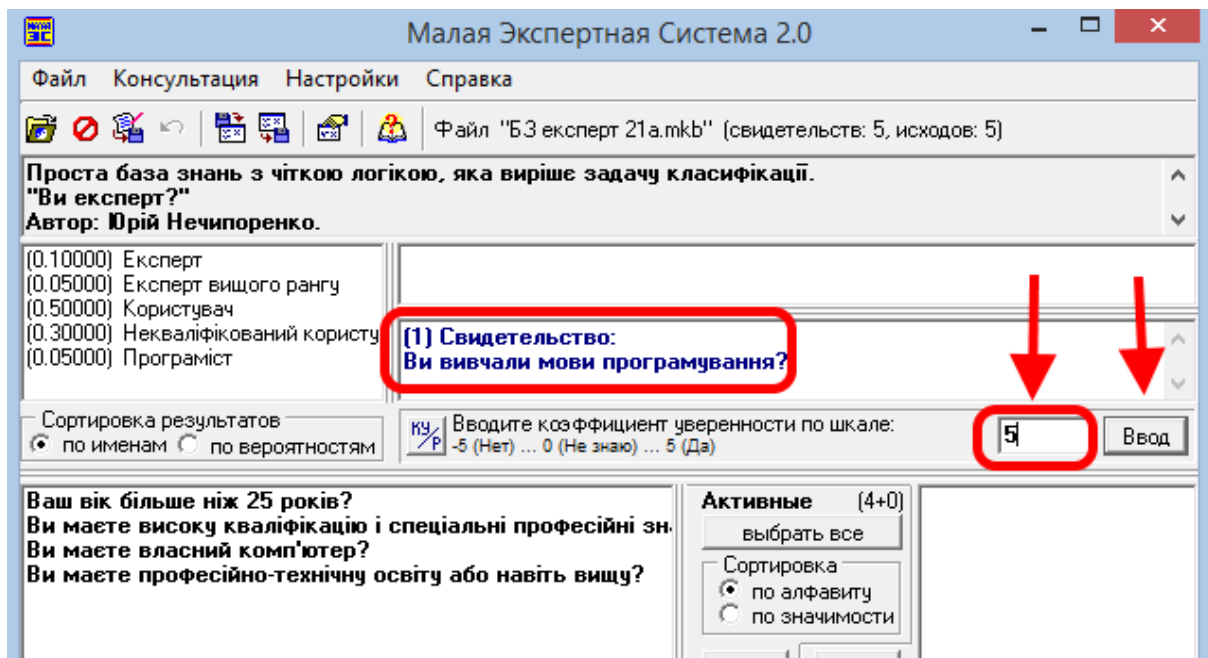


Рисунок 16. Введення коефіцієнтів впевненості

Введіть "5" і на решту запитань.

2.17. В ході опитування експертною системою було задано лише чотири запитання з можливих шести.

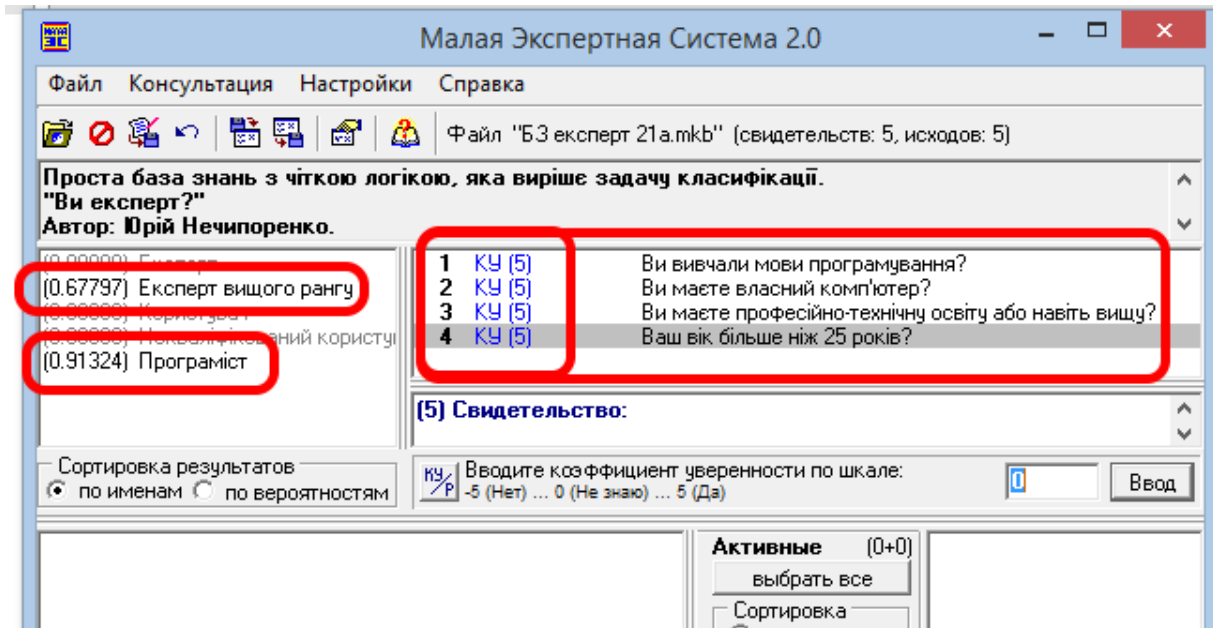


Рисунок 17. Результати проведення експертизи

Чотирьох відповідей вистачило експертній системі, щоб припустити, що особа, яку опитувала експертна система, з вірогідністю 0,91324 є програмістом, або з вірогідністю 0,67797 є експертом вищого рангу.

### 3. Тестовий приклад застосування складеної БЗ

3.1. За допомогою службової програми "Блокнот" відкрийте БЗ в файлі "БЗ експерт 21a.mkb".

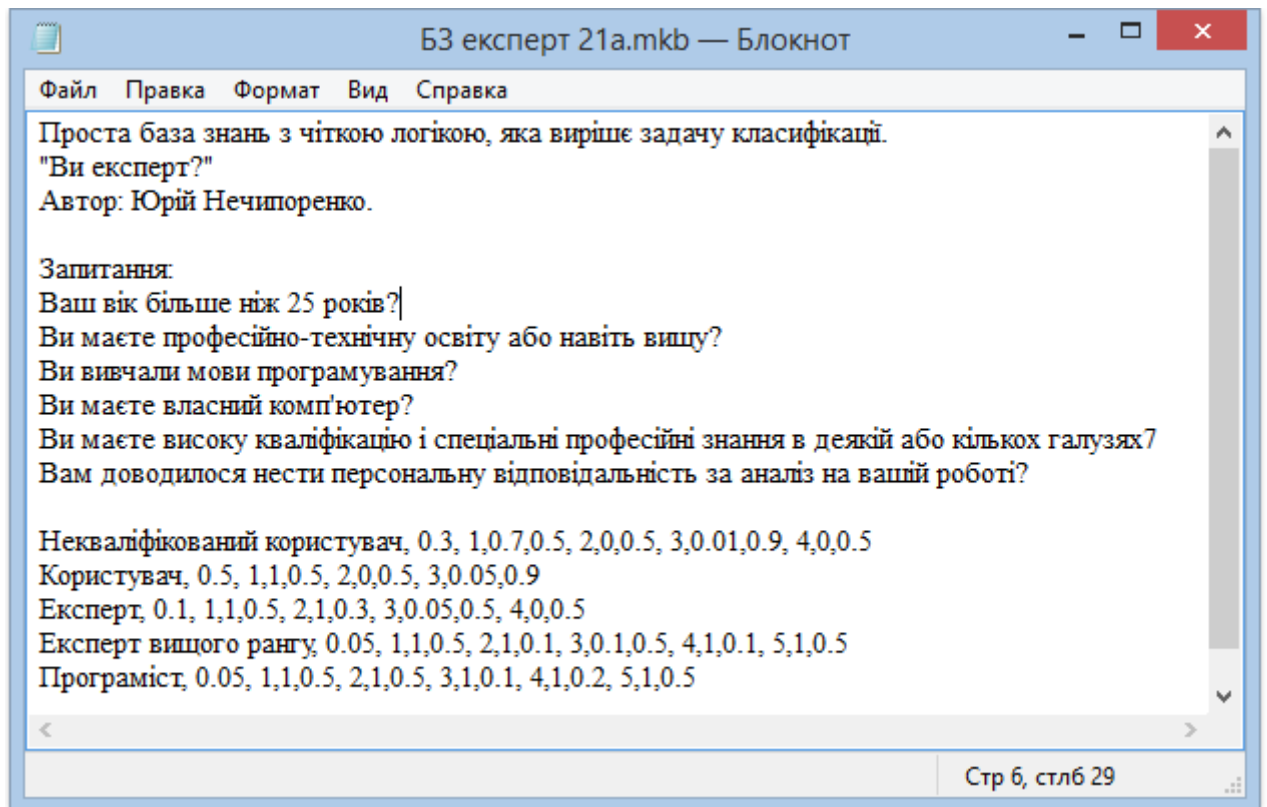


Рисунок 18. "БЗ експерт 21a.mkb".

3.2. Виділіть мишею весь текст БЗ і скопіюйте його.

3.3. Запустіть програму "Редактор баз знань 1.0", файл "МКВEditor.exe".

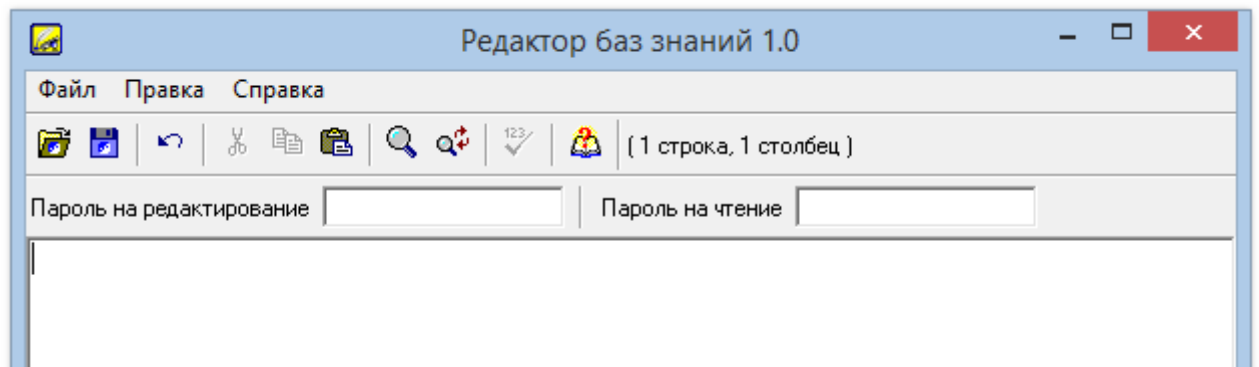


Рисунок 19. Робоче вікно програми МЕС.

3.4. Вставте з "Блокнота" скопійований текст БЗ в "Редактор баз знань 1.0".

3.5. Відредагуйте БЗ. Можливі варіанти редагування:

- вкажіть себе в якості автора БЗ (обов'язково);
- змініть назву БЗ (можливо);

- коригування блоку "Запитання" (можливо);
- коригування блоку "Результати діагностики" (можливо внести незначні

поправки в

- а) апріорну вірогідність результату,
- б) у величину вірогідності відповіді "так" і
- в) у величину вірогідності відповіді "ні".

3.6. Збережіть відкориговану БЗ під назвою "БЗ\_(ПІБ автора)\_(своя назва БЗ)", наприклад "БЗ\_Петренко\_Експерт-проба1".

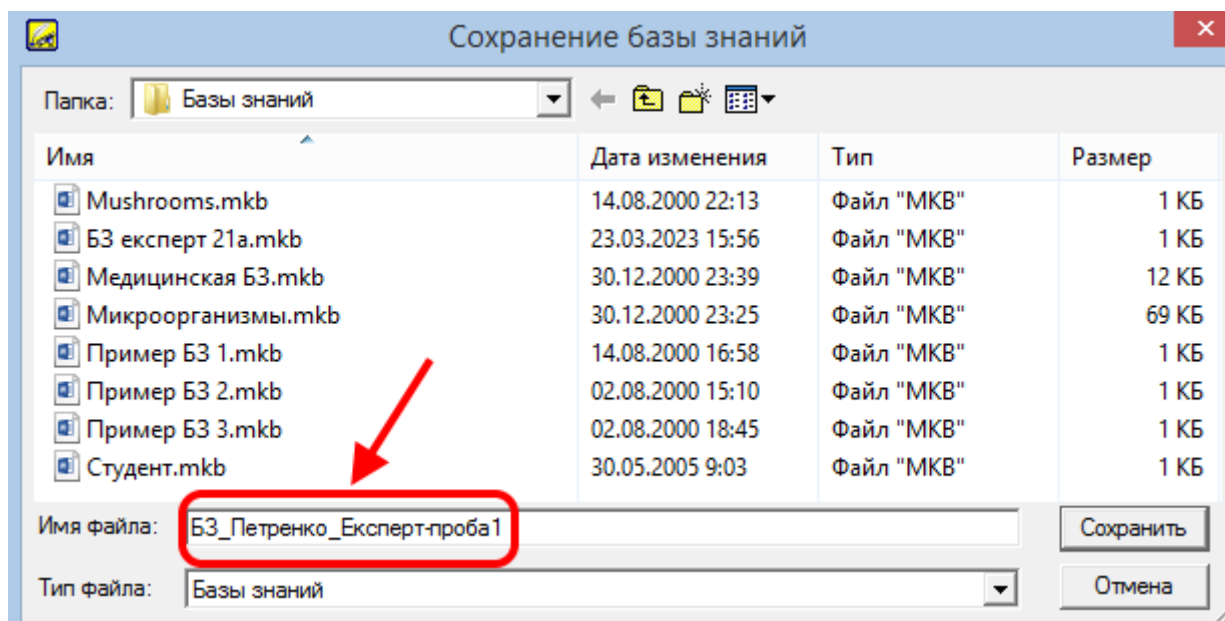


Рисунок 20. Збереження відкоригованої БЗ.

3.7. Запустимо виконавчий файл MiniES.exe (рис. 11).

3.8. Вибрати з переліку БЗ "БЗ\_Петренко\_Експерт-проба1", натиснути кнопку "Відкрити".

3.9. Проведіть пробну експертизу №1.

Натисніть кнопку "Начать консультацию" або клавішу F3.

На всі запитання дайте відповідь "Не знаю", тобто у віконці введення коефіцієнту впевненості пишiть "0".

Довідково: діапазон можливих відповідей знаходиться в інтервалі від "-5" ("ні") до "5" ("так"); середина діапазону - "0" (не знаю").

3.10. Зафіксуйте отриманий результат у вигляді знімку екрана у звіт про виконання практичної роботи.

3.11. Проведіть пробну експертизу №2.

Натисніть кнопку "Начать консультацію" або клавішу F3.

На всі запитання дайте відповідь "Так", тобто у віконці введення коефіцієнту впевненості пишiть "5".

3.12. Зафіксуйте отриманий результат у вигляді знімку екрана у звіт про виконання практичної роботи.

3.13. Проведіть пробну експертизу №3.

Натисніть кнопку "Начать консультацію" або клавішу F3.

На всі запитання дайте відповідь "Ні", тобто у віконці введення коефіцієнту впевненості пишiть "-5".

3.14. Зафіксуйте отриманий результат у вигляді знімку екрана у звіт про виконання практичної роботи.

3.15. За бажанням проведіть інші коригування БЗ. Для цього повторіть п. 3.5, бажано відповідно до предметної області, в якій ви можете виступати в якості експерта.

Зафіксуйте отриманий результат у вигляді знімку екрана у звіт про виконання практичної роботи.

#### **4. Рекомендації для подальшого опанування редактором БЗ та МЕС**

4.1. В переліку запитань спочатку пишiть, на вашу думку, більш вагомi, далі – менш вагомi.

4.2. Зi збільшенням запитань i кількості варіантів результатів експертизи збільшується складність логічних висновків i, відповідно, зростає ймовірність синтаксичних помилок, які можуть бути зроблені розробником БЗ. Найчастіше помилки виникають у структурі запису результату діагностики для останніх запитань. Тому відповідь на останнє запитання доцільно надавати **тільки для**

одного з результатів діагностики. Як це показано на прикладі – в структурі запису результатів діагностики відповідь на запитання № 6 надана лише для собаки, більш ні для якого іншого запитання.

Вопросы:  
Морда вытянутая?  
Крылья есть?  
На поглаживания по спине отвечает довольным урчанием?  
Живёт в аквариуме (или другом резервуаре с водой)?  
Есть лапы?  
При встрече с хозяином виляет хвостом?

Собака, 0.2, 1,0.7,0.5, 2,0,0.5, 3,0.01,0.5, 4,0,0.5, 6,0.9,0.05  
Кошка, 0.2, 1,0.1,0.5, 2,0,0.5, 3,0.95,0, 4,0,0.5  
Попугай, 0.1, 2,1,0.3, 4,0,0.5  
Рыбка, 0.1, 2,0,0.5, 4,1,0.1, 5,0,0.5  
Тритон, 0.1, 2,0,0.5, 4,1,0.2, 5,1,0.5




Рисунок 21. Останнє запитання

4.3. Якщо перевірці правильності бази знань синтаксичну помилку виправити не вдається, а це признак того, що порушена логіка байєсівського виводу, то спробуйте видалити фрагмент структури запису результатів діагностики де знаходиться помилка.

Після цього потрібно відредагувати певним чином інші елементи структури запису результату діагностики щоби уникнути очевидних помилок і зберегти певний ступінь впевненості (або невпевненості) в тому, що запропонований розв'язок є правильним.

4.4. Для подальшого вдосконалення БЗ для МЕС потрібна систематична практична робота з конструювання БЗ.

## 5. Форма звіту про виконання практичної роботи

5.1. ПІБ автора звіту, група.

5.2. Знімок екрана редактора БЗ з відкоригованим текстом БЗ (автор БЗ – Петренко) з власним пояснювальним текстом до нього.

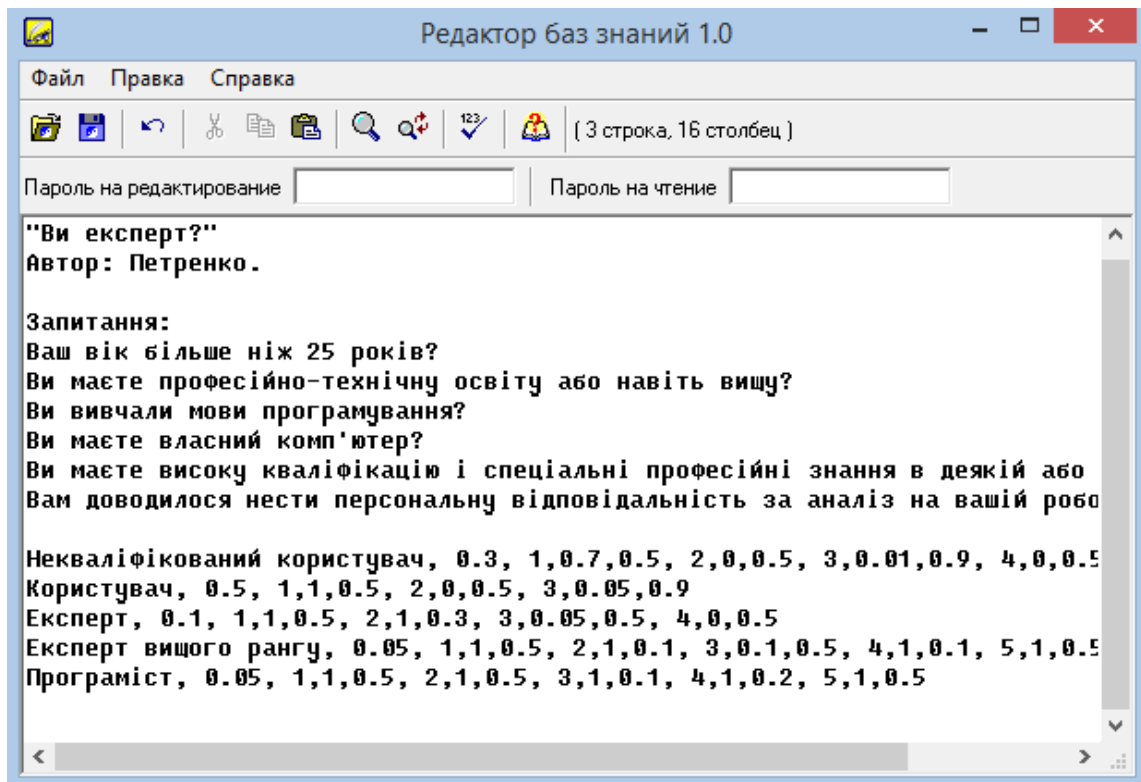


Рисунок 22. Знімок екрана редактора БЗ з відкоригованим текстом БЗ.

5.3. Знімок екрана результату пробної експертизи №1, коли всі відповіді були "0" ("не знаю"), КУ (0), з власним пояснювальним текстом до нього.

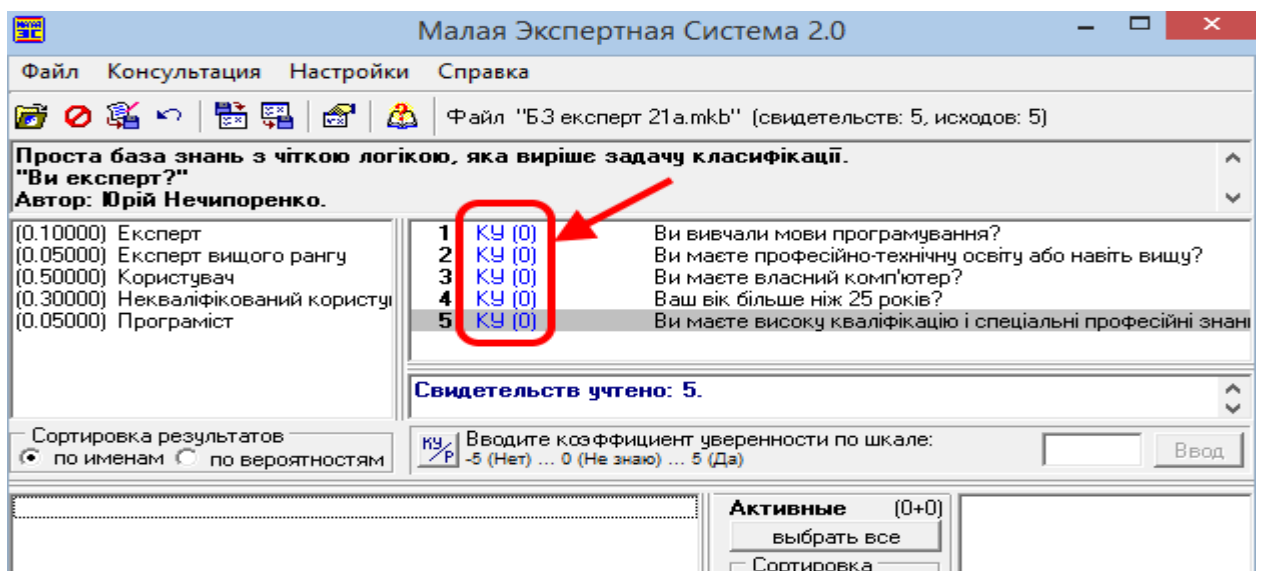


Рисунок 23. Знімок екрана результату пробної експертизи №1, коли всі відповіді були "0" ("не знаю"), КУ (0), з власним пояснювальним текстом до нього.



5.4. Знімок екрана результату пробної експертизи №2, коли всі відповіді були "5" ("так"), з власним пояснювальним текстом до нього.

5.4. Знімок екрана результату пробної експертизи №3, всі відповіді були "- 5" ("ні"), з власним пояснювальним текстом до нього.

5.5. Висновки про виконану роботу.

- які знання отримано в результаті виконання практичної роботи;
- які навички отримано в результаті виконання практичної роботи;
- загальний висновок:

теоретичний матеріал ясний – не зрозумілий;

практичне завдання ясне – не зрозуміле;

практичне завдання виконується легко – важко, не зрозуміло як.

5.6. Звіт в електронній формі направити в свою групу в Teams або на електронну пошту викладача.

## ВИСНОВКИ

Дано поняття про штучний інтелект, експертні системи як різновид систем ШІ. Наведено інформацію з Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні, приклади застосування можливостей ШІ у навчальному процесі. Відмічено переваги і недоліки властиві ШІ.

Надано посилання на офіційні джерела де розміщено багато інформації про сучасні тенденції у сфері ML/AI, етичні норми використання ШІ, а також поради університетських викладачів з різних країн світу про техніки використання ШІ в освітньому процесі, а також посилання на каталог з понад 1500 інструментів ШІ.

Наведено приклади улаштування особистого навчального середовища на основі технологій ШІ, приклади генеративних нейромереж, що можуть створювати зображення на основі текстового опису, наданого користувачем.

Надано класифікацію ЕС. Приведено класичну структуру ЕС. Дано порівняння людської і штучної компетенції.

Наведено критерії вибору задач, які можуть бути реалізовані методами і засобами ЕС, основні властивості ЕС.

Сформульовано рекомендації щодо розробки ЕС.

Дано загальну характеристику інструментальних засобів розробки ЕС.

Розглянуто стадії розробки ЕС і інструментарію.

Роз'яснено поняття про коефіцієнти упевненості для ЕС.

Дано поняття основ використання байєсового підходу для побудови механізму логічного виведення (МЛВ) експертної системи в умовах невизначеності.

Розглянуто на прикладах як працює комп'ютерна програма "Мала експертна система" (МЕС) версії 2.0, що відноситься до категорії простих ЕС, які засновані на байєсовській системі логічного висновку.

Надано контрольні питання за темою лекції.

Сформульовано практичне завдання для самостійної роботи розробити базу знань для Малої експертної системи. База знань має містити 4 – 10 запитань з предметної області, в якій ви вважаєте себе фахівцем.

## ГЛОСАРІЙ КЛЮЧОВИХ СЛІВ

*Інтелект (intelligence)* – здатність осмислено здобувати, відтворювати і використовувати знання, розуміти конкретні й абстрактні ідеї, досягати відношення між ідеями й об'єктами.

*Штучний інтелект* - організована сукупність інформаційних технологій, із застосуванням якої можливо виконувати складні комплексні завдання шляхом використання системи наукових методів досліджень і алгоритмів обробки інформації, отриманої або самостійно створеної під час роботи, а також створювати та використовувати власні бази знань, моделі прийняття рішень, алгоритми роботи з інформацією та визначати способи досягнення поставлених завдань/

*Штучний інтелект (artificial intelligence)* – ШІ (AI) зазвичай тлумачиться як властивість автоматичних систем брати на себе окремі функції інтелекту людини, наприклад, вибирати і приймати оптимальні рішення на основі раніше отриманого досвіду і раціонального аналізу зовнішніх впливів.

*Галузь штучного інтелекту* - напрям діяльності у сфері інформаційних технологій, який забезпечує створення, впровадження та використання технологій штучного інтелекту.

*Алгоритм* - точний припис про виконання у певному порядку системи операцій для вирішення будь-якої задачі з деякого заданого класу (множини) задач.

*Боти* — текстові програми, які допомагають автоматизувати спілкування. Зазвичай вони вбудовані в іншому додатку, що дозволяє обмінюватися повідомленнями, наприклад, Facebook Messenger, WhatsApp або Telegram.

*Машинне навчання (Machine Learning, ML)* - здатність комп'ютера навчатися за допомогою збору величезної кількості інформації та створення передбачуваних алгоритмів на її основі. Так як кількість даних постійно

зростає, комп'ютер коригує свою поведінку, що дозволяє ще ефективніше виконувати поставлені задачі.

*Оброблення природної мови (Natural Language Processing, NLP)* - підгалузь штучного інтелекту, яка зосереджена на здатності комп'ютерів вивчати, розуміти та відтворювати людську мову. NLP перетворює боти на більш складну систему, дозволяючи їм розуміти голосові команди або текст. При розмові з ботом, він трансформує голос в текст, проводить питання через пошукову систему і відповідає, використовуючи людську мову.

*Великі дані (Big Data)* - масивні набори даних (датамережі), які значно перевищують обсяг пам'яті домашніх комп'ютерів та допомагають поточним моделям ШІ підвищувати точність.

*Генеративний ШІ* - нейромережі, які генерують контент (текст, зображення, аудіо та відео) у відповідь на запити — промпти. Приклади генеративного ШІ — це ChatGPT, DALL-E 2 та Midjourney.

*Експертна система (ЕС)* — це методологія адаптації алгоритму успішних рішень однієї сфери науково-практичної діяльності в іншу.

**ЕС - система, яка використовує базу знань (БЗ) для вирішення завдань** (видачі рекомендацій) у певній предметній галузі.

*Користувач* – фахівець в певній предметній області, для якого призначена система. Його кваліфікація недостатньо висока, тому він потребує допомоги і підтримки з боку ЕС.

*Експерт* виступає в подвійній ролі – в ролі фахівця зі ШІ і ролі експерта.

*Інтерфейс користувача – підсистема спілкування*: комплекс програм, що реалізують діалог користувача з ЕС при введенні і отриманні інформації.

*Підсистема пояснень* - програма, яка дозволяє користувачу одержати відповіді на питання "Як була одержана рекомендація?" і "Чому система ухвалила таке рішення?" Відповідь на питання „Як?“ – показ всього процесу отримання рішення з вказанням використаних фрагментів БЗ. Відповідь на питання „Чому?“ - посилання на висновок, який безпосередньо передую одержаному рішенню.

*Підсистема накопичення знань* (інтелектуальний редактор) – програма, що представляє інженеру зі знань можливість створювати БЗ в діалоговому режимі.

*Механізм логічного виведення (МЛВ)* - програма, що моделює хід міркувань експерта на підставі знань, що є в БЗ.

*База знань (БЗ)* – ядро ЕС, сукупність знань предметної області, записана на машинний носій у формі, зрозумілій експерту і користувачу.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Рассел Стюарт, Норвіг Пітер. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2019. – 1408 с.
2. Субботін С. О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навч. посібник. – Запоріжжя, ЗНТУ, 2008. – 431 с.
3. Іванченко Г. Ф. Система штучного інтелекту: навч. посіб. – К. : КНЕУ, 2011. – 382 с.
4. Пітер Джексон. Введение в экспертные системы. М., Издательский дом “Вильямс”, 2001. - 624 с.
5. «Мала експертна система 2.0 Редактор баз знань 1.0». Керівництво користувача. Національний технічний університет України «Київський Політехнічний Інститут», Кафедра КЕВА, 2000 р.

### Додаткова література

6. Ручкин В.Н., Фулин В.А. Универсальный искусственный интеллект и экспертные системы. / СПб., «БХВ-Петербург», 2009. – 240 с.
7. Баклан І. В. Експертні системи. Курс лекцій/ Навчальний посібник. – К.: НАУ, 2012. – 132 с. (Тема № 1)
8. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Експертні системи». – Львів: ЛНУ, 2020. – 31 с. (Лекції №№ 1, 2) [https://financial.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/09/ES\\_konspekt-lektsiy.pdf](https://financial.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/09/ES_konspekt-lektsiy.pdf)
9. Експертні системи та бази знань. Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи для студентів за спеціальністю 7.050101102 «Інформаційні технології проектування» ОКР «Спеціаліст» [http://www.tsatu.edu.ua/kn/wp-content/uploads/sites/16/srs\\_esbz\\_2014.pdf](http://www.tsatu.edu.ua/kn/wp-content/uploads/sites/16/srs_esbz_2014.pdf)
10. Щербакова І. В. Работа с медицинской базой знаний в Малой экспертной системе v2.0: Руководство для преподавателей. Scientific Cooperation Center “Interactive plus”
11. Методичні вказівки до лабораторних занять з дисципліни “Експертні системи та бази знань” для студентів спеціальностей 7.080202 “Прикладна математика”, 7.080203 “Системний аналіз і управління” та 7.080201 “Інформатика” / уклад. Ю.І. Дорофєєв. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2009. – 28 с. <https://core.ac.uk/download/pdf/304679007.pdf>
12. Малая экспертная система 2.0 <http://bourabai.ru/alg/mes2.htm>  
Вихідний файл МЭС 2.0 з документацією знаходиться на ресурсах кафедри ТНОПтаД БІНПО