

ЛЕКЦІЯ №1

ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ ТА БАЗИ ЗНАНЬ. ВВЕДЕННЯ.

ПЛАН

- 1.1 Визначення. Призначення експертних систем (ЕС).**
- 1.2 Завдання, які вирішують ЕС. Приклади.**
- 1.3 Класифікація ЕС.**
- 1.4 Архітектура ЕС.**
- 1.5 Структура та робота експертних систем.**

Час: 4 години.

Література: [1-23]

1.1 Визначення. Призначення експертних систем (ЕС).

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ – це один з напрямків інформатики, метою якої є розробка комп'ютерних систем, здатних виконувати функції, що традиційно вважаються інтелектуальними, - розуміння мови, логічний висновок, використання накопичених знань, навчання, планування дій, розпізнавання образів, а також навчатися й пояснювати свої розв'язки. До таких систем відносять: експертні системи (expert systems), системи для чисельного обґрунтування ухвалення рішення (decision support systems), системи для розпізнавання образів (текстів, зображення, мови).

ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА – це обчислювальна система, у яку включені знання фахівців про деяку проблемну область і яка в межах цієї області здатна ухвалювати експертні рішення.

Під **експертною системою (ЕС)** розуміють набір програм, що виконує функції експерта при рішенні задач з деякої наочної області. ЕС видають ради, проводять аналіз, дають консультації, ставлять діагноз.

Головним достоїнством ЕС, що визначає порівняно високий інтерес до них як до методів штучного інтелекту, є можливість накопичення знань і збереження їх тривалий час. У відмінності від людини до будь-якої інформації ЕС підходять об'єктивно, що покращує якість експертизи, що проводиться. При рішенні задач, що вимагають обробки великого об'єму знань, можливість виникнення помилки при переборі дуже мала.

На початку восьмидесятих років в дослідженнях по штучному інтелекту сформувався самостійний напрям, що отримав назву "Експертні системи" (ЕС). Мета досліджень по ЕС полягає в розробці програм, які при рішенні задач, важких для експерта-людини, отримують результати, не поступливі за якістю і ефективністю рішенням, отримуваним експертом.

ЕС призначені, головним чином, для вирішення практичних завдань, що виникають в слабо структурованій наочній області, що важко формалізується.

ЕС були першими системами, які привернули увагу потенційних споживачів продукції штучного інтелекту.

З ЕС пов'язані деякі поширені помилки.

Помилка перша: ЕС робитимуть не більш того, чим може експерт, що створив дану систему. Для спростування даного постулату можна побудувати самонавчальну ЕС в області, в якій взагалі немає експертів, або об'єднати в одній ЕС знання декількох експертів, і отримати в результаті систему, яка може те, чого жоден з її творців не може.

Помилка друга: ЕС ніколи не замінить людини-експерта. Вже замінює, інакше навіщо б їх створювали?

Програмні засоби (ПС), що базуються на технології експертних систем, або інженерії знань, набули значного поширення в світі. Важливість експертних систем полягає в наступному:

- технологія експертних систем істотно розширює круг практично значущих завдань, що вирішуються на комп'ютерах, рішення яких приносить значний економічний ефект;

- технологія ЕС є найважливішим засобом у вирішенні глобальних проблем традиційного програмування: тривалість і, отже, висока вартість розробки складних застосувань;

- висока вартість супроводу складних систем, яка часто у декілька разів перевершує вартість їх розробки; низький рівень повторної використовуваної програм і т.п.;

- об'єднання технології ЕС з технологією традиційного програмування додає нові якості до програмних продуктів за рахунок: забезпечення динамічної модифікації застосувань користувачем, а не програмістом; більшої "прозорості" застосування (наприклад, знання зберігаються на обмеженому ЕЯ, що не вимагає коментарів до знань, спрощує навчання і супровід); кращої графіки; інтерфейсу і взаємодії.

На думку провідних фахівців, в недалекій перспективі ЕС знайдуть наступне застосування:

- ЕС гратимуть провідну роль у всіх фазах проектування, розробки, виробництва, розподілу, продажу, підтримки і надання послуг;

- технологія ЕС, що набула комерційного поширення, забезпечить революційний прорив в інтеграції застосувань з готових інтелектуально-взаємодіючих модулів.

ЕС призначені для так званих неформалізованих завдань, тобто ЕС не відкидають і не замінюють традиційного підходу до розробки програм, орієнтованого на рішення формалізованих задач.

Призначення експертних систем.

На початку 80-х рр. XX в. у дослідженнях зі створення штучного інтелекту сформувався новий самостійний напрямок, що одержав назва експертних систем.

Ціль цих нових досліджень по експертних системах полягає в розробці спеціальних програм, призначених для розв'язку особливих видів завдань. Що це за особливий вид завдань, що зажадав створення цілої нової інженерії знань? До цього особливого виду завдань можуть бути віднесені завдання з абсолютно будь-якої предметної області. Головне, що відрізняє їх від завдань звичайних, – це те, що людині-експертові розв'язати їх представляється дуже складним завданням. Тоді й була розроблена перша так звана експертна система (де в ролі експерта виступав уже не людей, а машина), причому експертна система одержує результати, що не уступають по якості й ефективності розв'язкам, одержуваною звичайною людиною – експертом. Результати роботи експертних систем можуть бути пояснені користувачеві на дуже високому рівні. Дана якість експертних систем забезпечується їхньою здатністю міркувати про власні знання й висновках. Експертні системи цілком можуть поповнювати власні знання в процесі взаємодії з експертом. Таким чином, їх можна з повною впевненістю ставити в один ряд зі штучним інтелектом, що цілком оформився.

Призначення експертних систем:

а) Медична діагностика.

Діагностичні системи використовуються для встановлення зв'язку між порушеннями діяльності організму і їх можливими причинами.

б) Прогнозування.

Прогнозуючі системи передбачають можливі результати або події на основі даних про поточний стан об'єкту.

в) Планування.

Плануючі системи призначені для досягнення конкретної мети при рішенні задач з великим числом змінних.

г) Інтерпретація.

Інтерпретуючі системи володіють здатністю отримувати певні висновки на основі результатів спостереження.

д) Контроль і управління.

Системи, засновані на знаннях, можуть застосовуються як інтелектуальні системи контролю і ухвалювати рішення, аналізуючи дані, що поступають від декількох джерел.

е) Діагностика несправностей в механічних і електричних пристроях. У цій сфері системи, засновані на знаннях, незамінні як при ремонті механічних і електричних машин

ж) Навчання. Системи, засновані на знаннях, можуть входити складовою частиною в комп'ютерні системи навчання. Система отримує інформацію про діяльність деякого об'єкту (наприклад, студента) і аналізує його поведінку.

Експертні системи і системи штучного інтелекту відрізняються від систем обробки даних тим, що в них в основному використовуються символічний (а не числовою) спосіб уявлення, символічний висновок і евристичний пошук рішення (а не виконання відомого алгоритму).

Експертні системи застосовуються для вирішення тільки важких практичних (не іграшкових) завдань. За якістю і ефективністю рішення експертні системи не поступаються рішенням експерта-людини. Рішення експертних систем володіють "*прозорістю*", тобто можуть бути пояснені користувачеві на якісному рівні. Це якість експертних систем забезпечується їх здатністю міркувати про свої знання і висновки. Експертні системи здатні поповнювати свої знання в ході взаємодії з експертом. Необхідно відзначити, що в даний час технологія експертних систем використовується для вирішення різних типів завдань (інтерпретація, прогноз, діагностика, планування, конструювання, контроль, відладка, інструктаж, управління) в найрізноманітніших проблемних областях, таких, як фінанси, нафтова і газова промисловість, енергетика, транспорт, фармацевтичне виробництво, космос, металургія, гірська справа, хімія, освіта, целюлозно-паперова промисловість, телекомунікації і зв'язок і ін.

Комерційні успіхи до фірм-розробників систем штучного інтелекту (ЦІ) прийшли не відразу. Впродовж 1960 - 1985 рр. успіхи ІІІ стосувалися в основному дослідницьких розробок, які демонстрували придатність ЦІ для практичного використання. Починаючи приблизно з 1985 р. (у масовому масштабі з 1988 - 1990 рр.), в першу чергу ЕС, а останніми роками системи, що сприймають природну мову і нейронні мережі (НС) стали активно використовуватися в комерційних застосуваннях.

Слід звернути увагу на те, що деякі фахівці (як правило, фахівці в програмуванні, а не в ІІІ) продовжують стверджувати, що ЕС і ЦІ не виправдали очікувань, що покладалися на них, і померли. Причини таких помилок полягають в тому, що ці автори розглядали ЕС як альтернативу традиційному програмуванню, тобто вони виходили з того, що ЕС наодинці (у ізоляції від інших програмних засобів) повністю вирішують задачі, що стоять перед замовником. Треба відзначити, що на зорі появи ЕС специфіка використовуваних в них мов, технології розробки застосувань і використовуваного устаткування (наприклад, Lisp-машини) давала підстави припускати, що інтеграція ЕС з традиційними, програмними системами є складною і, можливо, нездійсненним завданням при обмеженнях, що накладаються реальними застосуваннями. Проте в даний час комерційні інструментальні засоби (ИС) для створення ЕС розробляються в повній відповідності з сучасними технологічними тенденціями традиційного програмування, що знімає проблеми, що виникають при створенні інтегрованих застосувань.

1.2 Завдання, які вирішують ЕС. Приклади.

Технологія експертних систем використовується для розв'язку всіляких завдань. Перелічимо основні з подібних завдань.

1. Інтерпретація.

Експертні системи, що виконують інтерпретацію, найчастіше застосовують показання різних приладів з метою опису стану справ.

Інтерпретуючі експертні системи здатні обробляти всілякі види інформації. Прикладом може послужити використання даних спектрального аналізу й зміни характеристик речовин для визначення їх складу й властивостей. Також прикладом може служити інтерпретація показань вимірювальних приладів у котельні для опису стану казанів і води в них.

Інтерпретуючі системи найчастіше мають справу безпосередня з показаннями. У зв'язку із цим виникають утруднення, яких немає в інших видів систем. Що це за утруднення? Ці утруднення виникають через те, що експертним системам доводиться інтерпретувати засмічену зайвим, неповну, ненадійну або невірну інформацію. Звідси неминучі або помилки, або значне збільшення обробки даних.

2. Прогнозування.

Експертні системи, що здійснюють прогноз чого-небудь, визначають імовірнісні умови заданих ситуацій. Прикладами служать прогноз збитку, заподіяного врожаю хлібів несприятливими погодними умовами, оцінювання попиту на газ на світовому ринку, прогнозування погоди за даними метеорологічних станцій. Системи прогнозування іноді застосовують моделювання, тобто такі програми, які відображають деякі взаємозв'язки в реальному світі, щоб відтворити їх у середовищі програмування, і потім спроектувати ситуації, які можуть виникнути при тих або інших вихідних даних.

3. Діагностика різних приладів.

Експертні системи роблять таку діагностику, застосовуючи опису якої-небудь ситуації, поведінки або даних про будову різних компонентів, щоб визначити можливі причини несправне працюючої діагностуваної системи. Прикладами служать установлення обставин захворювання по симптомах, які спостерігаються у хворих (у медицині); визначення несправностей в електронних схемах і визначення несправних компонентів у механізмах різних приладів. Системи діагностики досить часто є помічниками, які не тільки ставлять діагноз, але й допомагають в усуненні неполадок. У таких випадках дані системи цілком можуть взаємодіяти з користувачем, щоб надати допомогу при пошуку неполадок, а потім привести список дій, необхідних для їхнього усунення. У цей час багато діагностичних систем розробляються в якості додатків до інженерної справи й комп'ютерним системам.

4. Планування різних подій.

Експертні системи, призначені для планування, проектують різні операції. Системи визначають практично повну послідовність дій, перш ніж почнеться їхня реалізація.

Прикладами такого планування подій можуть служити створення планів воєнних дій як оборонного, так і наступального характеру, визначеного на певний строк з метою одержання переваги перед ворожими силами.

5. Проектування.

Експертні системи, що виконують проектування, розробляють різні форми об'єктів, враховуючи сложившіся обставини й усі супутні фактори.

Як приклад можна розглянути генну інженерію.

6. Контроль.

Експертні системи, що здійснюють контроль, порівнюють справжню поведінку системи з її очікуваною поведінкою. експертні системи, Що спостерігають, виявляють контрольована поведінка, яка підтверджує їхній очікування в порівнянні з нормальною поведінкою або їх припущенням про потенційні відхилення. Контролюючі експертні системи по своїй суті повинні працювати в режимі реального часу й реалізовувати залежну як від часу, так і від контексту інтерпретацію поведінки контрольованого об'єкта.

Як приклад можна привести спостереження за показаннями вимірювальних приладів в атомних реакторах з метою виявлення аварійних ситуацій або оцінку даних діагностики пацієнтів, що перебувають у блоці інтенсивного лікування.

7. Керування.

Адже широко відомо, що експертні системи, що здійснюють керування, досить результативно керують поведінкою системи в цілому. Прикладом служить керування різними виробництвами, а також розподілом комп'ютерних систем. Керуючі експертні системи повинні містити в собі компоненти, що спостерігають, для того, щоб контролювати поведінка об'єкта протягом тривалого часу, але вони можуть бідувати й в інших компонентах із уже проаналізованих типів завдань.

Приклади.

Інтерпретація – аналіз спостережуваних даних і ситуацій з метою визначення їх змісту й опису.

Приклад:

виявлення й ідентифікація різних типів океанських судів - SIAP;

Діагностика – класифікація й пошук несправностей у живих і неживих системах, засновані на результатах інтерпретації.

Приклад:

- діагностика й терапія звуження коронарних посудин - ANGY;
- діагностика помилок в апаратурі й математичнім забезпеченні EOM - система GRIP і ін.

Моніторинг – порівняння спостережень із критичними крапками плану й видача повідомлень при відхиленні від плану, або – безперервний процес інтерпретації сигналів і видача повідомлень у ситуаціях втручання, що вимагають, системи більш високого рівня або людину.

Приклад:

- допомога диспетчерам атомного реактора - REACTOR;
- контроль аварійних датчиків на хімічному заводі - FALCON і ін.

Проектування – знаходження конфігурації компонентів системи, яка задовольняє цільовим умовам і безлічі проектних обмежень.

Приклад:

- проектування БІС - CADHELP;
- синтез електричних кіл - SYN і ін.

Прогнозування – проектування можливих наслідків даної ситуації.

Приклад:

- пророкування погоди - система WILLARD;
- прогнози в економіці - ECON і ін.

Планування – розробка послідовності дій для досягнення безлічі цілей при даних початкових умовах і тимчасових обмеженнях.

Приклад:

- планування промислових замовлень - ISIS;
- планування експерименту - MOLGEN і ін.

Інструктування (навчання) – допомога в освітньому процесі по вивченню технічної області. Системи навчання діагностують помилки при вивченні якої-небудь дисципліни за допомогою EOM і підказують правильні розв'язки. Крім того, вони планують акт спілкування з учнем залежно від успіхів учня з метою передачі знань.

Приклад:

- система PROUST - навчання мові Паскаль і ін.

Керування – керування поведінкою складного середовища або системи.

Тестування – перевірка якості роботи за допомогою спеціальних тестів.

Ремонт – виконання плану організації виправлення деякого виявленого дефекту.

Класифікація по зв'язку з реальним часом:

Квазідинамічні ЕС інтерпретують ситуацію, яка міняється з деяким фіксованим інтервалом часу.

Приклад:

Мікробіологічні ЕС, у яких знімаються лабораторні вимірювання з технологічного процесу один в 4 -5 ч (наприклад, виробництво лізину) і аналізується динаміка отриманих показників по відношенню до попереднього вимірювання.

Статичні ЕС розробляються в предметних областях, у яких база знань і інтерпретируємі дані не міняються в часі. Вони повністю стабільні.

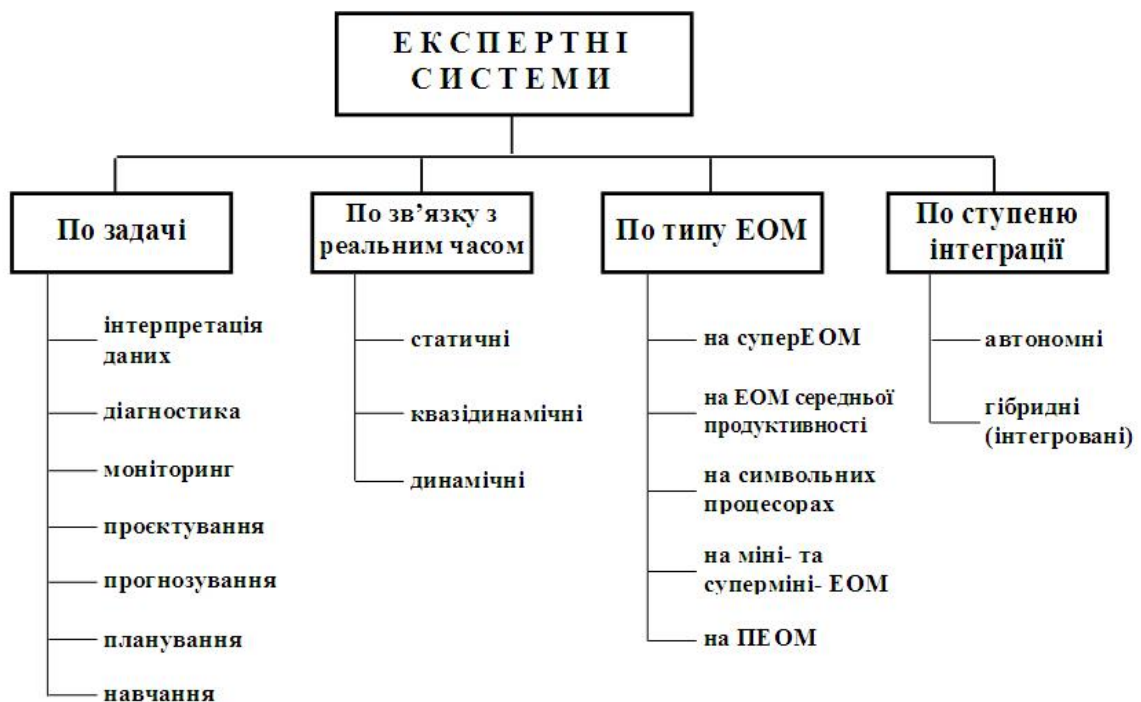
Приклад:

- Діагностика несправностей в автомобілях.

Динамічні ЕС працюють у сполученні з датчиками об'єктів у режимі часу з безперервною інтерпретацією поступаємих даних.

Приклад:

- управління гнучкими виробничими комплексами, моніторинг в реанімаційних палатах і т.ін.

1.3 Класифікація ЕС.**Класифікація по типу ЕОМ:**

На сьогоднішній день існують:

- ЕС для унікальних стратегічно важливих завдань на супер ЕОМ (Ельбрус, CRAY, CONVEX і ін.);
- ЕС на ЕОМ середньої продуктивності (типу ЕС ЕОМ, mainframe);
- ЕС на символічних процесорах і робочих станціях (SUN, APOLLO);
- ЕС на міні- і суперміні- ЕОМ (VAX, micro- VAX і ін.);
- ЕС на персональних комп'ютерах (IBM PC, MAC II і подібні).

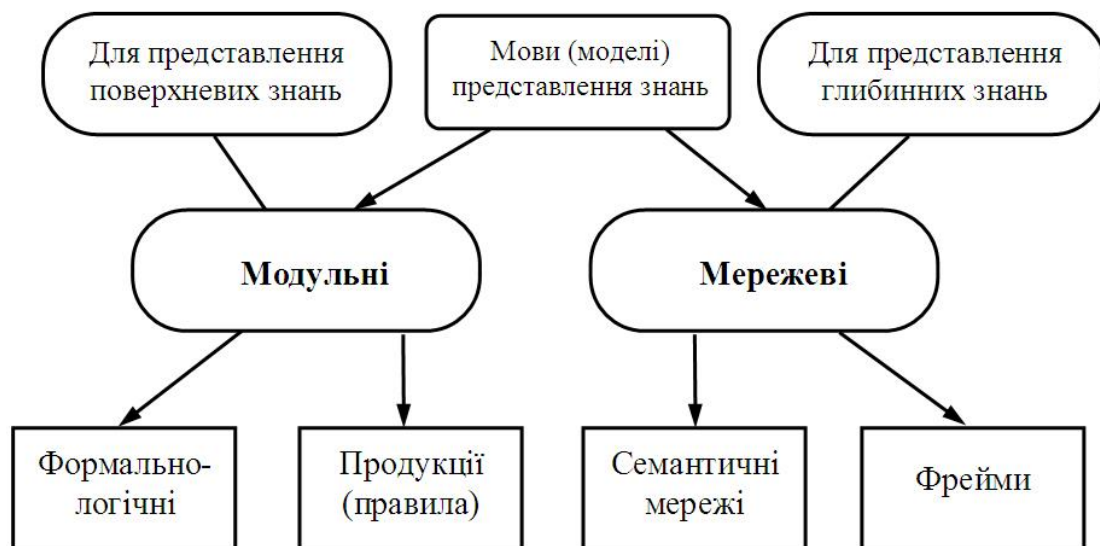
Класифікація по ступеню інтеграції з іншими програмами:

Автономні ЕС працюють безпосередньо в режимі консультацій з користувачем для специфічно "експертних" завдань, для розв'язку яких не потрібно залучати традиційні методи обробки даних (розрахунки моделювання і т.ін.)

Гібридні ЕС представляють програмний комплекс, агрегуючий стандартні пакети прикладних програм (наприклад, математичну статистику, лінійне програмування або системи керування базами даних) і засобу маніпулювання знаннями.

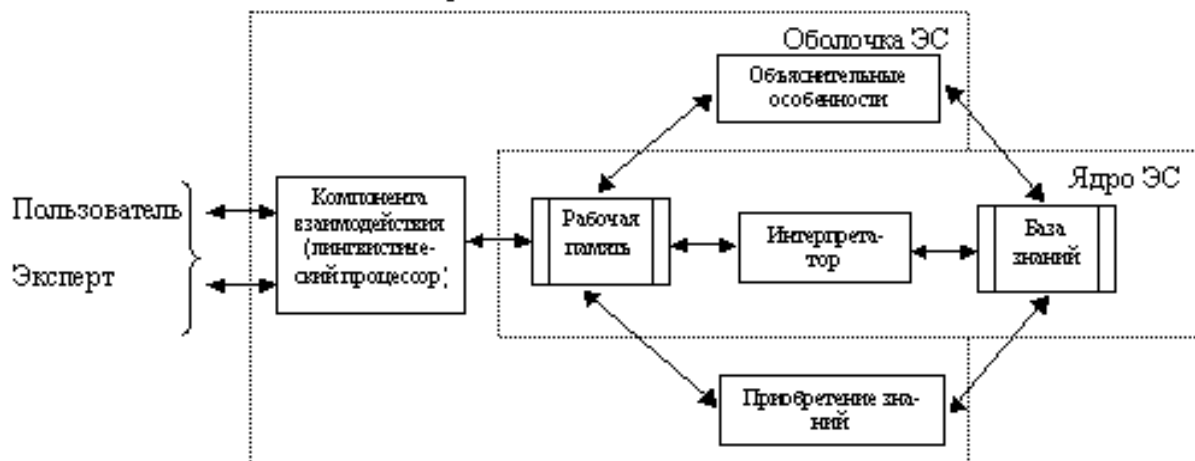
Незважаючи на більшу вигідність гібридних ЕС їх створення й розробка є більш складним завданням ніж автономних ЕС. Деякі інструментальні засоби побудови експертних систем.

Класифікація моделей представлення знань.



1.4 Архітектура ЕС.

Схема узагальненої експертної системи має такий вигляд (див. рисунок):



де

1. Лінгвістичний процесор (інтерфейс із користувачем) – здійснює діалогова взаємодія з користувачем (експертом) на природній для нього мові (природня мова, професійна мова, мова графіки і т.ін.). В експертних системах застосовуються різні варіанти реалізації інтерфейсу: меню-орієнтований. Графічний, командний, мовний.

1. База знань – забезпечує зберігання знань, представлених за допомогою однієї з моделей: логічної, продукционной, фреймової, мережний.

2. Робоча пам'ять (база даних) – зберігає дані, що мають відносини до аналізованою системою ситуації.

3. Інтерпретатор (машина виведення) – на основі вхідних даних, продукционных правил і загальних фактів про проблемну область формує розв'язок завдання.

4. Компонента придбання знань використовується як з метою автоматизації процесу наповнення ЕС знаннями, так і при коректуванні бази знань, при її відновленні, поповненні або виключенні елементів знань.

5. Пояснювальний компонент, що дає пояснення дій системи, що й відповідає на запитання про те, чому деякі висновки були зроблені або відкинуті.

1.5 Структура та робота експертних систем.

Структура традиційною **статичною** ЕС включає наступні основні компоненти (малюнок 1):

- вирішувач (інтерпретатор);
- робочу пам'ять;
- базу знань;
- компонент придбання знань;
- пояснювальний компонент;
- діалоговий компонент.

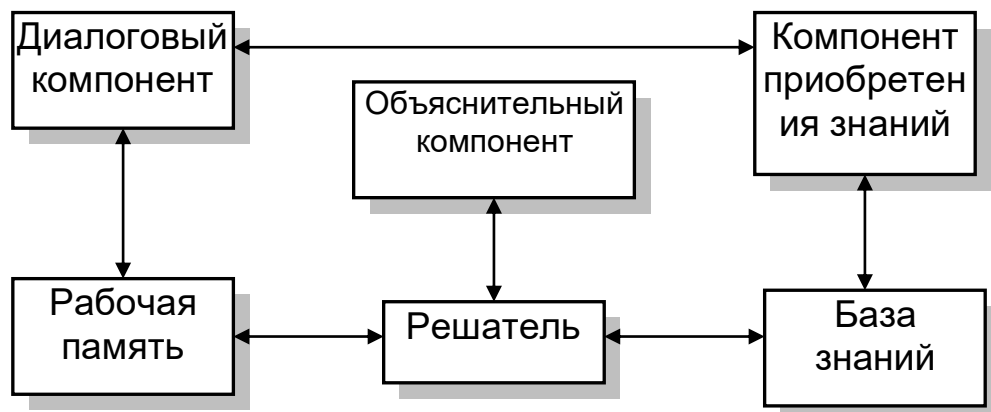


Рисунок – Структура ЕС

База даних (робоча пам'ять) призначена для зберігання початкових і проміжних даних вирішуваної у нинішній момент задачі. Цей термін співпадає по назві, але не по сенсу з терміном, використовуваним в інформаційно-пошукових системах (ІПС) і системах управління базами даних (СУБД) для позначення всіх даних (в першу чергу довгострокових), що зберігаються в системі.

База знань (БЗ) в ЕС призначена для зберігання довгострокових даних, що описують дану область (а не поточних даних), і правил, що описують доцільні перетворення даних цієї області.

Вирішувач, використовуючи початкові дані з робочої пам'яті і знання з БЗ, формує таку послідовність правил, які, будучи застосованими до початкових даних, приводять до рішення задачі.

Компонент придбання знань автоматизує процес наповнення ЕС знаннями, здійснюваний користувачем-експертом.

Пояснювальний компонент пояснює, як система отримала рішення задачі (або чому вона не отримала рішення) і які знання вона при цьому використовувала, що полегшує експертові тестування системи і підвищує довіру користувача до отриманого результату.

Діалоговий компонент орієнтований на організацію дружнього спілкування з користувачем як в ході рішення задач, так і в процесі придбання знань і пояснення результатів роботи.

Робота експертних систем.

У **базі знань** містяться факти, на основі яких проводиться вироблення рішення. **Вирішувач** – алгоритм, програма, набір правил, по яких здійснюється рішення задачі. Процес міркувань реалізується на основі бази знань і робочої пам'яті. Вирішувач виконує дві функції: по-перше, проглядання існуючих фактів з робочої пам'яті і правил з бази знань і додавання (в міру можливості) в робочу пам'ять нових фактів і, по-друге, визначення порядку перегляду і застосування правило. На **діалоговий компонент** покладено завдання ведення діалогу про вирішувану задачу на мові користувача (експерта). **Компонент придбання знань** як програмний модуль може в ЕС бути відсутнім. Його завдання – набувати в ході діалогу нових знань. Наявність **пояснювального компоненту** дає ЕС здатність при рішенні задачі слідувати лінії міркувань, зрозумілій користувачеві (експертові), і пояснювати хід міркувань.

У розробці ЕС беруть участь представники наступних спеціальностей:

Експерт в проблемній області, задачі якої вирішуватиме ЕС;

Інженер по знаннях - фахівець з розробки ЕС (використовувані їм технології, методи називають технологією (методами) інженерії знань);

Програміст по розробці інструментальних засобів (ІС), призначених для прискорення розробки ЕС.

Експерт визначає знання (дані і правила), що характеризують проблемну область, забезпечує повноту і правильність введених в ЕС знань.

Інженер по знаннях допомагає експертові виявити і структурувати знання, необхідні для роботи ЕС; здійснює вибір того ИС, яке найбільш підходить для даної проблемної області, і визначає спосіб представлення знань в цьому ИС; виділяє і програмує (традиційними засобами) стандартні функції (типові для даної проблемної області), які використовуватимуться в правилах, що вводяться експертом.

Програміст розробляє ИС (якщо ИС розробляється наново), що містить в межі всі основні компоненти ЕС, і здійснює його сполучення з тим середовищем, в якому воно буде використано.

Система функціонує в наступному циклічному режимі:

1. Діалоговий компонент запрошує дані або результатів аналізів, спостережень (цей етап може бути реалізований у вигляді системи питань до користувача) і поміщає їх в робочу пам'ять.

2. Вирішувач інтерпретує результати за допомогою правил, витягнутих з бази знань.

У разі браку інформації для остаточного вирішення процес продовжується до тих пір, поки не поступить достатня кількість інформації.

У будь-який момент часу в системі існують три типи знань:

- статичні знання про наочну область, після того, як ці знання виявлені, вони вже не змінюються;

- динамічні знання про наочну область, вони оновлюються у міру виявлення нової інформації;

- робочі знання - знання, вживані для вирішення конкретного завдання або проведення консультації.

Всі перераховані вище знання зберігаються в базі знань. Для її побудови потрібно провести опит фахівців, що є експертами в конкретній наочній області, а потім систематизувати, організувати і забезпечити ці знання показниками, щоб згодом їх можна було легко витягнути з бази знань.

Динамічна ЕС відрізняється від статичної наявністю двох додаткових компонентів:

- підсистеми моделювання зовнішнього світу;

- підсистеми зв'язку із зовнішнім оточенням, що здійснює зв'язок із зовнішнім світом за допомогою датчиків і контроллерів.

В даний час існують такі покоління ЕС:

1) Статичні поверхневі

2) Статичні глибинні

3) Динамічні, глибинні, гібридні

Створювати експертну систему потрібно, якщо це :

- можливо;

- виправдано;
- методи відповідають рішенням задачі.

Визначення можливості створення ЕС:

- є експерти, які вирішують задачу краще, ніж фахівці, що починають;
- експерти сходяться в оцінці пропонованого рішення;
- рішення вимагає тільки міркувань, а не дій;
- не дуже важке завдання;
- структурована область;

Виправданість:

- рішення приносить істотний ефект;
- не можна використовувати людину-експерта оскільки його немає поряд;
- не можна обмінюватися інформацією з людиною-експертом із-за часу;
- або потрібно вирішувати задачу в оточенні, ворожому людині.

Відповідність методам експертної системи:

- вирішується роботою символами, а не з числами;
- має евристическую, а не алгоритмічну природу;
- повинне бути достатньо складне завдання;
- достатньо вузьке завдання, щоб було практично значуще рішення.

Концепція створення «Швидкого прототипу» ЕС.

Суть концепції – вона не намагається відразу створити кінцевий продукт.

Прототип вирішує типові задачі, але час і трудомісткість його створення повинні бути при цьому незначні.

