

Експертни системи

1. ЕС – въведение.

ЕС е програма, която извършва експертиза (решава задачи на експертно ниво) по определен кръг от проблеми.

ЕС се характеризира със следното:

- а) използва знания, както основани на формални теореми, така и на евристика и опит на експерти;
- б) гъвкавост – непрекъснато включва нови знания в базата си от знания.
- в) възприема конкретния проблем.
- г) разбираема – дава обяснения за начина си за разсъждаване и отговаря на въпроси относно своите знания.

Кога се разработват ЕС?

- алгоритмично решение на проблема не е известно или е неефективно;
- решаването на проблема е сложно и е от компетенцията на високо квалифицирани експерти;
- икономически и технически е изгодно да се репродуцират знания чрез компютри (достатъчен брой потребители, достатъчно често използване на знания, знанията са от съществено значение);

Най-вече социалният ефект от използването на ЕС е положителен (т.е. тя се възприема добре от множеството потребители).

Кои са основните свойства на ЕС?

- възможност за реализиране на логически извод с използване на експертни знания;
- възможност да се обясни конкретното решение;
- възможност за корекция на знанията и натрупване на нови знания;
- наличие на приемлив диалог с потребителя;

- възможност да се документират решенията.

Типични задачи за решаване с ЕС:

- а) Класификация – разделяне на обектите на класове в съответствие с техни характерни признаци; класовете могат да се подразделят на подкласове.
- б) Интерпретация – анализ на данни и придаване на определен смисъл на данните.
- в) Диагностика – откриване на неизправности в сложна система чрез наблюдение на самата система или въз основа на данни за работата на системата.
- г) Управление – даване на препоръки за ръководство на сложна система.
- д) Обучение – посочване на начини за решаване на конкретни проблеми от зададена област.
- е) Проектиране – конфигуриране на система, която се състои от различни обекти (зададени са изискванията към системата).
- ж) Прогнозиране – извод за възможните последствия при задаване на различни ситуации.
- з) Планиране – построяване на последователност от действия за постигане на определена цел.

Основни области за приложение на ЕС

1. Научни изследвания
2. Икономика и управление
3. Проектиране
4. Диагностика (на първо място медицинска)
5. Образование и др.

2. Класификация на ЕС

Разграничават се два типа:

- специализирани (проблемно зависими) ЕС.
- проблемно независими ЕС.

Специализираните са предназначени да решават определен проблем в конкретна предметна област.

Проблемно независимите ЕС представляват набор от програмни средства (инструментариум), чрез който експертът въвежда своите знания по определен проблем и ги структурира по подходящ начин.

В развитието си ЕС преминават през два етапа:

- ЕС от първо поколение,
- ЕС от второ поколение.

ЕС от второ поколение имат следните нови възможности:

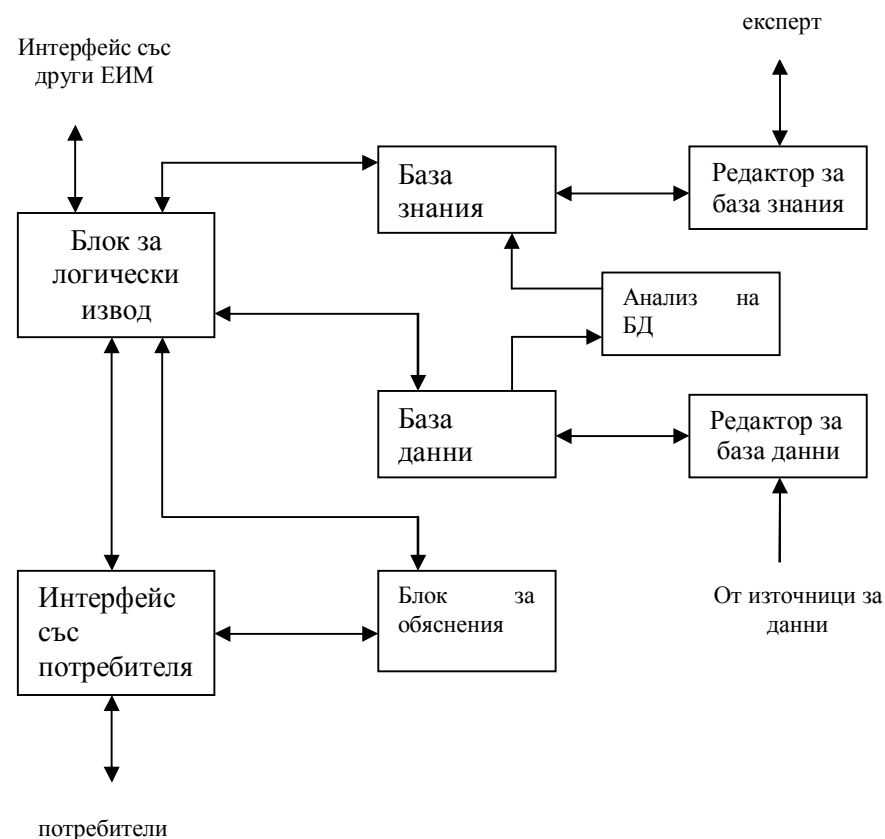
- а) знанията могат да се представят чрез различни модели (логически, семантични, фреймови, продукционни и др.)
- б) възможност в ЕС да се формира модел на проблемната област въз основа на предварителен анализ и избор на най-подходящи средства за представяне на знанията.
- в) използване на няколко различни механизма за логически извод (“здрав смисъл”, не монотонност, прав ход и др.)
- г) възможност за работа с противоречиви и непълно определени знания.
- д) автоматизирано извличане на знания както от експерта, така и от наличните и получавани данни.
- е) развит механизъм за обучение.

3. Структура на ЕС.

Състои се от:

- | | |
|--------------------------------|-----------------|
| - База от знания | Основни блокове |
| - База от данни | |
| - Блок за логически извод | |
| | |
| - Интерфейс с потребителя | |
| - Блок за обяснения | |
| - Редактор за базата от знания | |

- Редактор за базата от данни
- Блок за анализ на базата от данни



Предназначение на блоковете:

БЗ – знания за предметната област, знания за стратегията за решението и за логическия извод, знания за езика на общуване (лингвистични знания), знания за диалога, метазнания за извличане на нови знания, поддържащи знания за обяснение, за анализ и т.н. Знанията се представят чрез различни модели.

Общата блокова схема може да се реализира чрез различни архитектури.

- обособените в системата блокове
- функционирането на отделните блокове
- начина за подреждане на знанията
- възможност за паралелизъм при функционирането
- реализация и наличните интерфейси

```
graph TD; A[Дъска за обяви (обща памет)] <--> B[Блок за решаване на...]; A <--> C[Източници на знания]; A <--> D[Блок за обяснения]; A <--> E[Интерфейс с потребител]; A <--> F[Блок за планиране];
```

- модулност на базата от знания,
- възможен паралелизъм в работата на отделните блокове,
- възможност за представяне на разнотипни знания.

Формулировка на задачата за класификация

класове $P_1, P_2, \dots, P_n$

атрибути $Q_1, Q_2, \dots, Q_m$
$$Q = Q_1 \times Q_2 \times \dots \times Q_m$$
 - декартово

произведение.

$q = (q_1, q_2, \dots, q_m)$ - вектор от атрибути.

Идеята е да се определи конкретен вектор на който от класовете принадлежи.

УИНСТЪН, ИИ, Москва, 1980г.

Леопард Тигър Жираф Зебра Щраус Пингвин

и и и и и и

Бозайник Хищник Копитно Птица

или или или или

и и и и

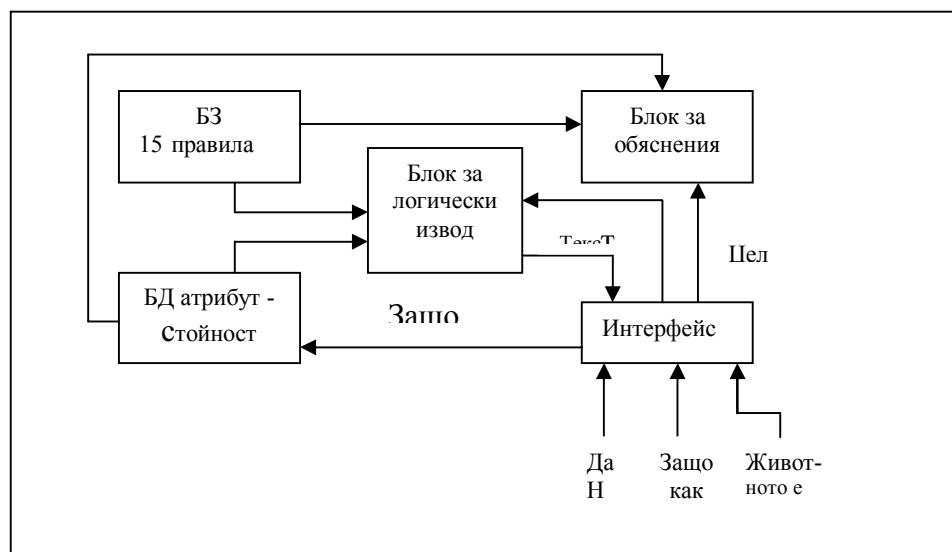
к о з и н а с в е т л о о с т р и з ъ б и г л е д а н а п р е н о к т и к о п и т а я д е т р е в а д љ л г а д љ л г и н е л е т и ч е р н о и б љ л о и м а п е р а л е т и

дава мляко кафяво тъмни петна яд месо

Съдържание на база данни от вида атрибут-стойност

Атрибут	Стойности
вид	Бозайник, птица, хищник, копитно
животното е	Леопард, тигър, жираф, зебра, щраус, пингвин, албатрос
цвят	Светлокафяв, чернобял
белези	Тъмни петна, черни ивици
яде	Месо, трева
покрито_тяло	Козина, пера
дава	Мляко
движение	Лети, плува, не лети
снася	Яйца
ходило	Копита, нокти
очи	Гледащи напред
крака	Дълги
шия	Дълга

Структура



Съдържание на базата от знания:

Правило 1: *Ако:* Животното има козина
 То: **Животното е бозайник**

Правило 2: *Ако:* Животното дава мляко
То: **Животното е бозайник**

Правило 3: Ако: Животното яде месо
То: *Животното е хищник*

Правило 4: *Ако:*

1. Животното има остри зъби
2. Животното има нокти
3. Животното има напред гледащи очи

То: Животното е хищник

Правило 5:

<i>Ако:</i>	1. Животното е бозайник
	2. Животното има копита
<i>То:</i>	3. <i>Животното е копитно</i>

Правило 6:

<i>Ако:</i>	1. Животното е бозайник 2. Животното е преживно
<i>То:</i>	<i>Животното е копитно</i>

Правило 7: *Ако:*

1. Животното е бозайник
2. Животното е хищник
3. Животното има светлокафяв цвят
4. Животното има тъмни петна

То: Животното е леопард

Правило 8:

Ако:

1. Животното е бозайник
2. Животното е хищник
3. Животното е на черни ивици
4. Животното има светлокафяв цвят

То: **Животното е тигър**

- Правило 9:** *Ако:* 1. Животното е копитно
2. Животното има дълга шия
3. Животното има дълги крака
4. Животното има тъмни петна
То: **Животното е жираф**
- Правило 10:** *Ако:* 1. Животното е копитно
2. Животното има черни ивици
То: **Животното е зебра**
- Правило 11:** *Ако:* 1. Животното е птица
2. Животното има дълга шия
3. Животното има дълги крака
4. Животното не може да лети
То: **Животното е щраус**
- Правило 12:** *Ако:* 1. Животното е птица
2. Животното не лети
3. Животното е черно-бяло
4. Животното може да плува
То: **Животното е пингвин**
- Правило 13:** *Ако:* 1. Животното е птица
2. Животното може да лети
То: **Животното е албатрос**
- Правило 14:** *Ако:* 1. Животното има пера
То: **Животното е птица**
- Правило 15:** *Ако:* 1. Животното може да лети
2. Животното снася яйца
То: **Животното е птица**

Това е само пример. Възможни са друг набор от свойства и друго групиране.

Редът на правилата е без значение.

Логическият извод може да се извърши в:

- прав ход – въвеждат се стойностите и се получава отговор за животното.

- обратен ход – пита се дали животното е еди какво си. Системата пита за условията, които трябва да са изпълнени.

Обяснения в експертните системи

Фактори обуславящи необходимостта от обяснения в ЕС:

1. Не всички потребители знаят възможностите и разбират действията на ЕС.

2. За да се убедят потребителите в достоверността на методите и знанията използвани от ЕС за решаване на задачи в случаите в които няма теория и алгоритъм за решаване на задачите.

Общоприето определение за термина “обяснение” не съществува. Най-общо обяснението се приема като процес, разкриващ същността на разглеждания обект, чрез установяване на тези връзки и отношения, които определят неговите съществени черти. Обяснението предполага описание на обект и анализа му от гледна точка на неговите връзки, отношения и зависимости.

Основни характеристики на обяснението са:

1. **Двусъставност** → всяко обяснение трябва да съдържа две части различаващи се по тяхната функция:

I-част – това, което предстои да се обясни (S).

II-част – съвкупност от всички положения, подлежащи на обяснения (R).

По форма обяснението се явява извод на “S” от съвкупността (R).

2. Наличие на отношение на логическо следствие

Параметри на обяснението:

1. **Цел** → различават се следните цели:

* да се локализируют грешките на експертните системи по пътя на изследване метода на извод.

* да се повиши доверието на потребителя към системата чрез обяснение на начина за получаване на резултата.

* достигане на взаимно разбиране между ЕС и потребителя: чрез обяснение на непознатите термини, отговори и ситуации.

* обучение на потребителя.

2. Обект

* обяснение на интерпретация (предметна област, система, потребител, език)

* ниво на общност (конкретни факти, абстрактни факти, метафакти)

* тип (процес, обект и др.)

* свойства и значение на обекта (статични, динамични, точни приблизителни, пълни или непълни).

3. Начин (способ) → съществени са следните три аспекта:

* тип на обяснението

* ниво на детайлност на обяснението

* език за обяснение

4. Адресът – при определяне на адрес се има предвид вида на потребителя и степените на неговото разбиране за ЕС.

* потребители, които не са експерти в областта на експертизата.

* потребители, специалисти в областта.

* “студенти” т.е. обучаващи се чрез ЕС потребители.

* експерти

* инженери по знания

Подходи за реализация на обяснението

1. Записани обяснения – предварително обяснени текстове на естествен език.

2. Генериране на обяснения от програмните кодове или по време на работа на програмата, чрез обяснителна компонента на ЕС.

Недостатъци на обяснителните способности на машината:

1. Не всички действия на системата могат да се обяснят.

2. При всяко изпълнение на управляващата програма на ЕС, трябва да се променя и обяснителната програма.

3. Обясненията могат да не са достатъчно.

8. Обяснения в ЕС

Същност – разкриват основанията за своите действия.

Цел – да се повиши и поддържа доверието на потребителя към системата.

Могат да се постигнат и:

- Подобряване на разбирането между потребител и ЕС.
- Обучение на потребителя
- Откриване на грешки при функционирането на ЕС.

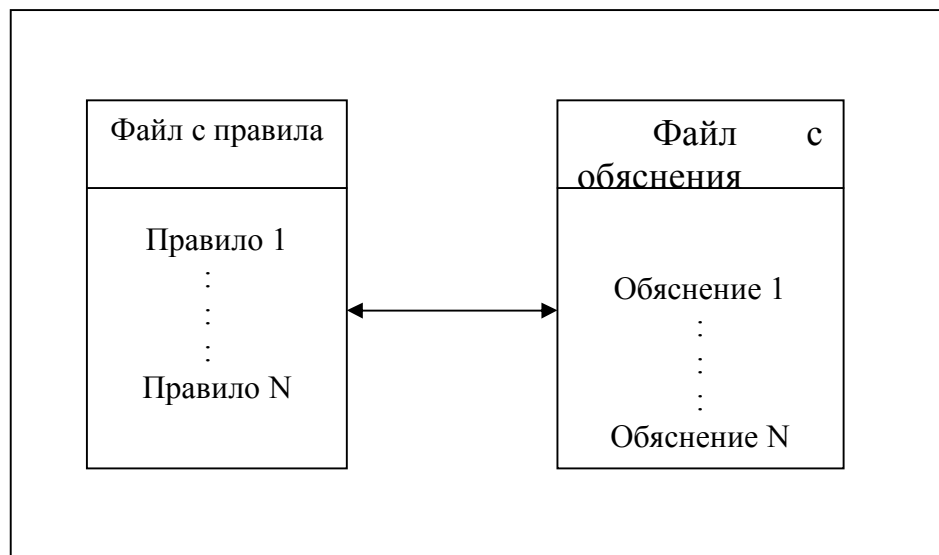
Предмет на обяснението може да бъде:

- знания за проблемната област
- начин за достигане до решението, т.е. интерпретация на знанията
- връзка между отделни елементи в БЗ на различни равнища на общност.

Методи за реализиране на обяснения:

- чрез използване на специално подготвени тестове от вида причина-следствие,
- Чрез подвеждане към обща закономерност,
- Функционално обяснение (т.е. на начина на функциониране),
- Чрез извеждане на генетични зависимости (генетично обяснение).

Реализация (пример)



използвани, се извеждат в прав /от условието към заключението/ вид, Как? – обратно.

Обяснението може да се организира:

- като изчерпващо,
- стъпка по стъпка.

9. Проектиране на ЕС – участници и етапи

Проектирането на ЕС съществено се различава от проектирането на една програма:

- невъзможност да се формализират задачите, както решава ЕС,
- подходите се изменят в процеса на самото проектиране на ЕС,

Участници:

- Експерт в проблемната област (1 или няколко),
- Инженери по знания (минимум двама),

- Програмисти (1 или няколко) с висока квалификация,

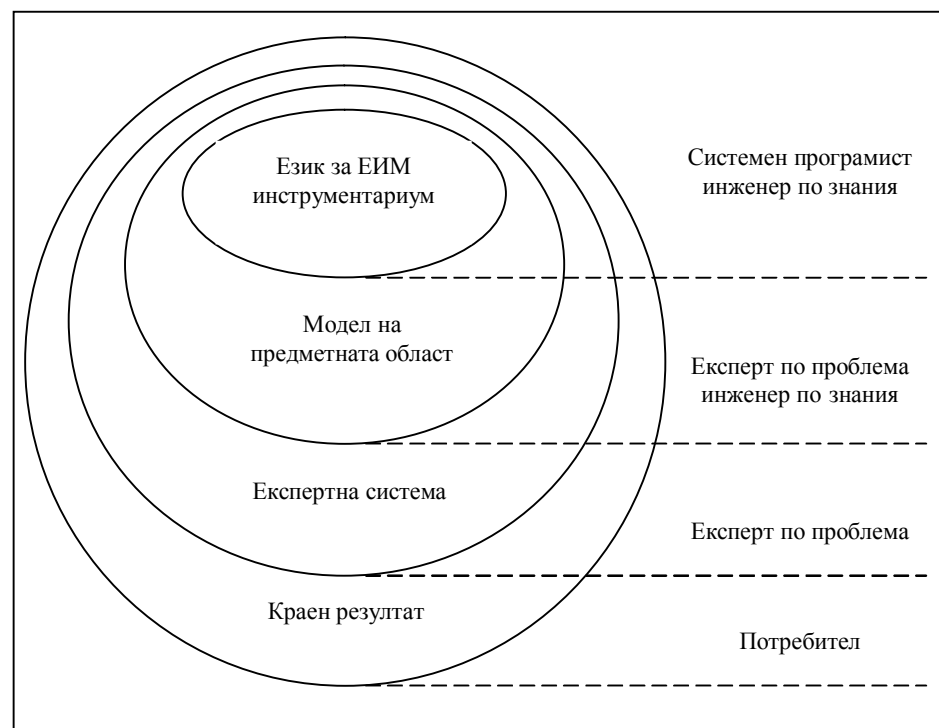
Участие на потребители – допринасят за доброто възприемане на ЕС.

Комуникация между участниците

Основни задачи на:

*** инженера по знания:**

- дефинира задачата в подходящ за реализация вид,
- избира модел за представяне на знанията и метод за обработка на знанията,



- проектира ЕС на равнище функционални модули и връзки между тях,
- тества изградената ЕС

Основни етапи при проектирането на ЕС



- цели пред ЕС,
- възможности за решаване на задачи,
- прогнози за данни и знания,

- икономическа и социална ефективност на ЕС,
- готовност на потребителите да възприемат ЕС.

Отговор на въпроса - Целесъобразно ли е да се създава ЕС ?

Концептуализация

- набор от основни понятия, отношения и характеристики,
- източници и вид на данните,
- структуриране на програмната област,
- какви хипотези и стратегии могат да се използват,
- какви ограничения се налагат,
- начин за комуникация с потребителите,
- обем и начин за обяснения и др.

Формализация

- избор на средства за представяне на знания
- избор на средства за построяване модели на предметната област
- избор на механизми за логически извод,
- представяне на този механизъм чрез формален език,
- избор на метод за търсене на решение,
- реализация на метода за търсене чрез формален език.

Реализация

- реализация чрез език за програмиране от високо ниво,
- чрез програма ЕС (инструментариум),
- чрез използване на готов прототип.

Проверка (тестване)

- извод на подходящи примери,
- проверка на ЕС чрез тези примери,
- да се излявят възможностите на ЕС,
- да се установят възможни недостатъци,

Проверка на всички модули и при всички режими на работа.

Проектирането на ЕС е итеративен процес

Създават се няколко прототипа:

- прототип – начален вариант, (ЕС - 0)
- работен прототип, (ЕС –1)
- усъвършенстван прототип (ЕС –2) и т.н.

Създаване на “образ прототип” – формулира се задачата

- като се използват готови средства (инструментариум) с минимум усилия и труд се създава система, която решава типични задачи в проблемната област. След като се уверим в работоспособността на построения “образ прототип” се действа нататък.

Обучение в ЕС

Обучението в ЕС е процес на придобиване на нови знания.

- създаване на базата от данни,
- развитие на БЗ.

Основни методи на обучение в ЕС:

- **обучение чрез задаване на правила,**
Правилата се задават от експерта.
ЕС автоматично реструктурира системата от правила.
- **обучение по аналогия,**
Аналогия – сходство между различни неща
Въз основа на съвпадение на група свойства на два обекта, следва преминаване на свойства от по-познатия обект към по-непознатия.
Проста аналогия.
- **обучение по примери**
От няколко примера по заложи в системата правила, тя извежда нови знания.
- **обучение чрез открития (без наставник)**

Откритието е процес на придобиване на знания за нещо непознато (нови свойства, нови класове).

- **обучение чрез инструктор**

Поддава се към ЕС въздействие. Тя изработва реакция. Инструкторът казва на ЕС дали реакцията е правилна. ЕС коригира своите знания.

- **генетични алгоритми**

Съществува набор от индивиди (решения),
Съчленяване – чрез кръстосване на индивиди се получават нови индивиди,

Избор – отделят се най-добрите индивиди (решения) натрупва се “доброто” и се отхвърля “лошото”.

- **запомняне на изключенията**

таблица на изключенията.

- **обучение чрез “забравяне”**

Отстраняване на погрешните правила от БЗ.

- **обучение чрез компилация (конкретизация)**

Специализацията преобразува по-общ запис в по-конкретен.

Специализацията е обучение чрез ограничаване.

11. Извличане на знания в диалог с експерта.

Диалог инженер по знания – експерт.

Инженерът по знания анализира начина по който експерта решава задачата и формулира правилата за ЕС.

Извличането на знания от експерта може да се автоматизира.

Алгоритъм:

1. Експертът въвежда всички атрибути, техните възможни стойности и накрая целите, които се постигат.
2. ЕС комбинира атрибутите и техните стойности, а експерта посочва за всяка комбинация в каква степен се постигат целите.
3. Отстраняват се всички противоречия.

Системата за извличане на знания от експерта трябва да има:

- стратегия за водене на диалога,
- правила за съкращаване броя на въпросите.

Аранжиране на атрибутите по отношение на целите (чрез теглови коефициенти).

Аранжиране на състоянията.

Програмите за извличане на знания от експерта имат:

- модел на експерта
- знания за представянето на знанията в БЗ,
- знания за предметната област,
- възможности за обучение.