



# Експертни системи

## Лекция 8



**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

- **Научни изследвания**
- **Икономика и управление**
  - **Проектиране**
- **Диагностика (на първо място медицинска)**
  - **Образование и др.**



## 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:**

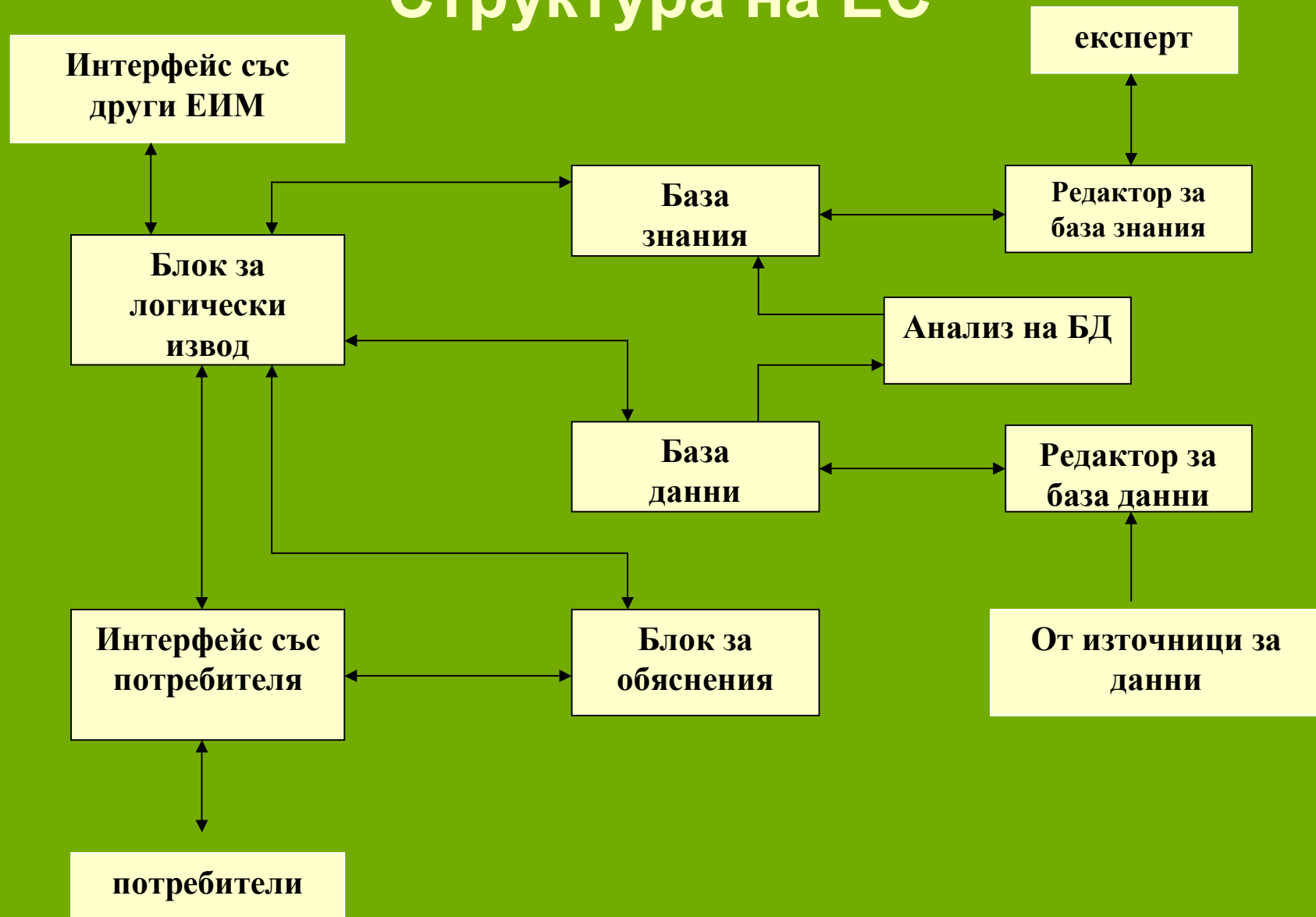
- **ЕС от първо поколение,**
- **ЕС от второ поколение.**

**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.**



# Структура на ЕС





## ЕС се състои от:


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



## **БЗ съдържа:**

- **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.**

**Отделните архитектурни решения могат да се различават по:**

- **обособените в системата блокове**
- **функционирането на отделните блокове**
- **начина за подреждане на знанията**
  - **ВЪЗМОЖНОСТ ЗА ПАРАЛЕЛИЗЪМ ПРИ ФУНКЦИОНИРАНЕТО**
- **реализация и наличните интерфейси**

## Примерна архитектура – дъска за обяви.



### Характерни особености на тази архитектура:

**модулност на базата от знания,**

**възможен паралелизъм в работата на отделните блокове,**

**възможност за представяне на разнотипни знания.**



## **ЕС за класификация – пример за илюстрация**

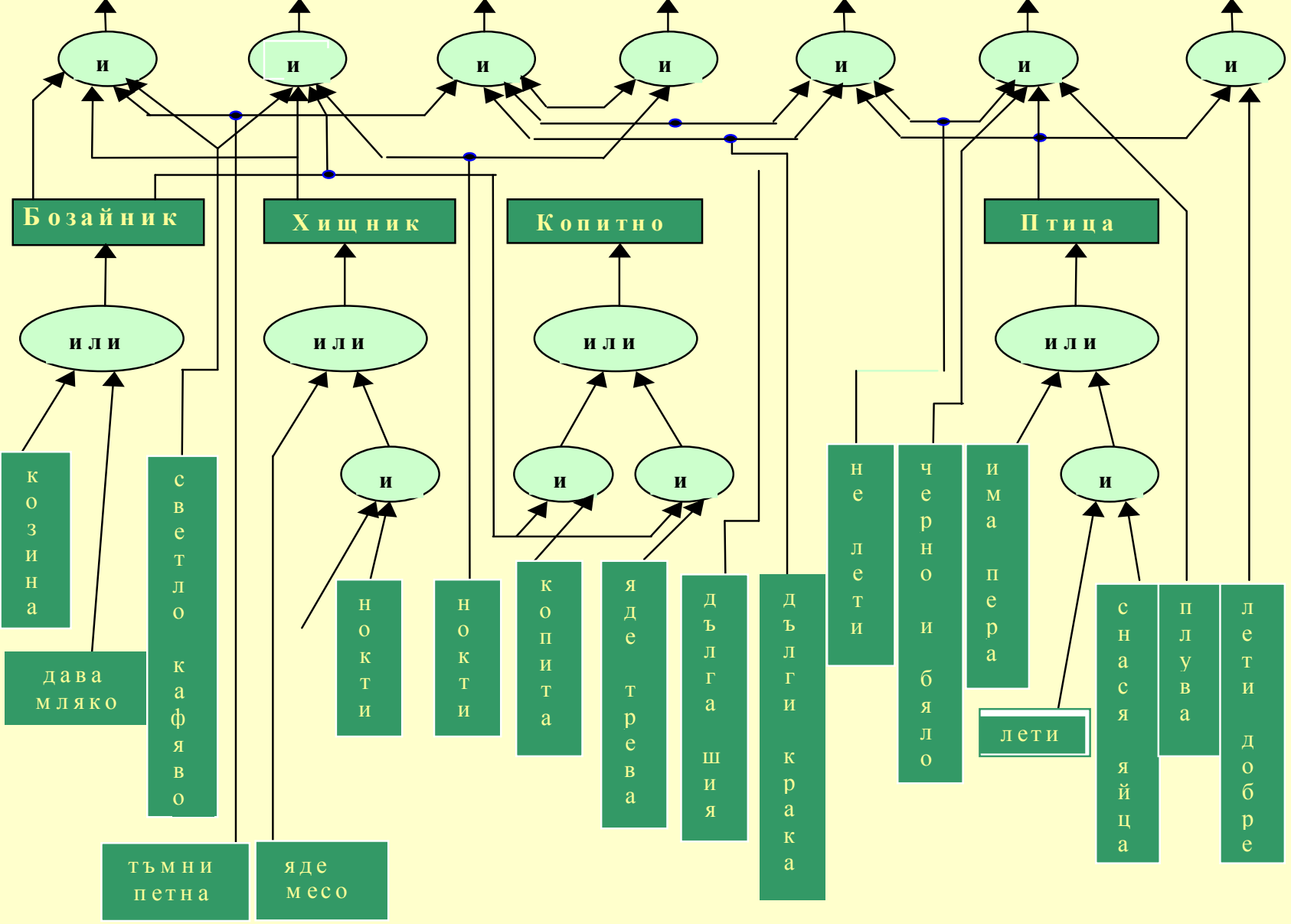
**(Ще разгледаме набор от свойства, стойности и групиране на правила за разпознаване на седем животни.**

**Това е само един пример и разбира се са възможни друг набор от свойства и друго групиране на предпоставките.**

**Редът на правилата, които ще представим е без значение.)**

**Знанията относно разпознаването на 7 животни могат да се представят чрез класификационно дърво:**

Леопард    Тигър    Жираф    Зебра    Щраус    Пингвин    Албатрос

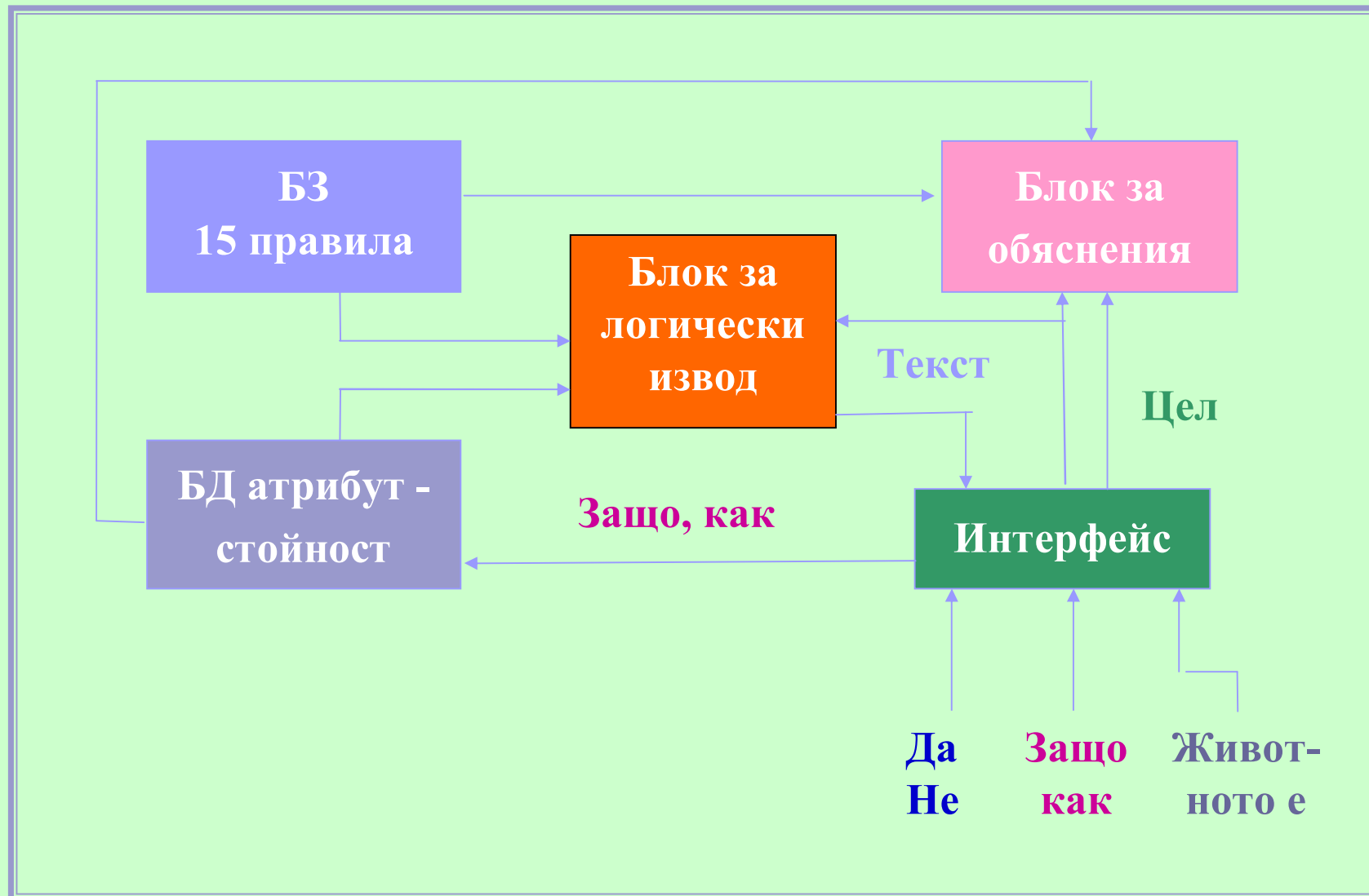


## Съдържание на база данни от вида атрибут-стойност

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



# Структура





Правило 6: *Ако:* 1. Животното е бозайник  
2. Животното е преживно

*То:* Животното е копитно

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

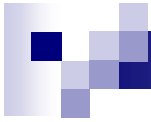


**Правило 12:** *Ако:* 1. Животното е птица  
2. Животното не лети  
3. Животното е черно-бяло  
4. Животното може да плува  
*То:* **Животното е пингвин**

**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**



**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.**



## Обяснението е двусъставно:

**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).





## Цел на обяснението:

- \* 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.



**Предмет на обяснението може да бъде:**


**знания за проблемната област**

**функционално обяснение (т.е. на начина на функциониране),**

**начин за достигане до решението, т.е.  
интерпретация на знанията**

**връзка между отделни елементи в БЗ на  
различни равнища на общност. (конкретни  
факти, абстрактни факти, метафакти...)**

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



**Адресът на обяснението— при определяне за кого са предназначени обясненията 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 всяка промяна на ЕС, трябва да се променя и обяснителната програма.**
3. **Обясненията могат да не са достатъчно.**



## Проектиране на ЕС

– **участници** и **етапи**

### ■ **Участници:**

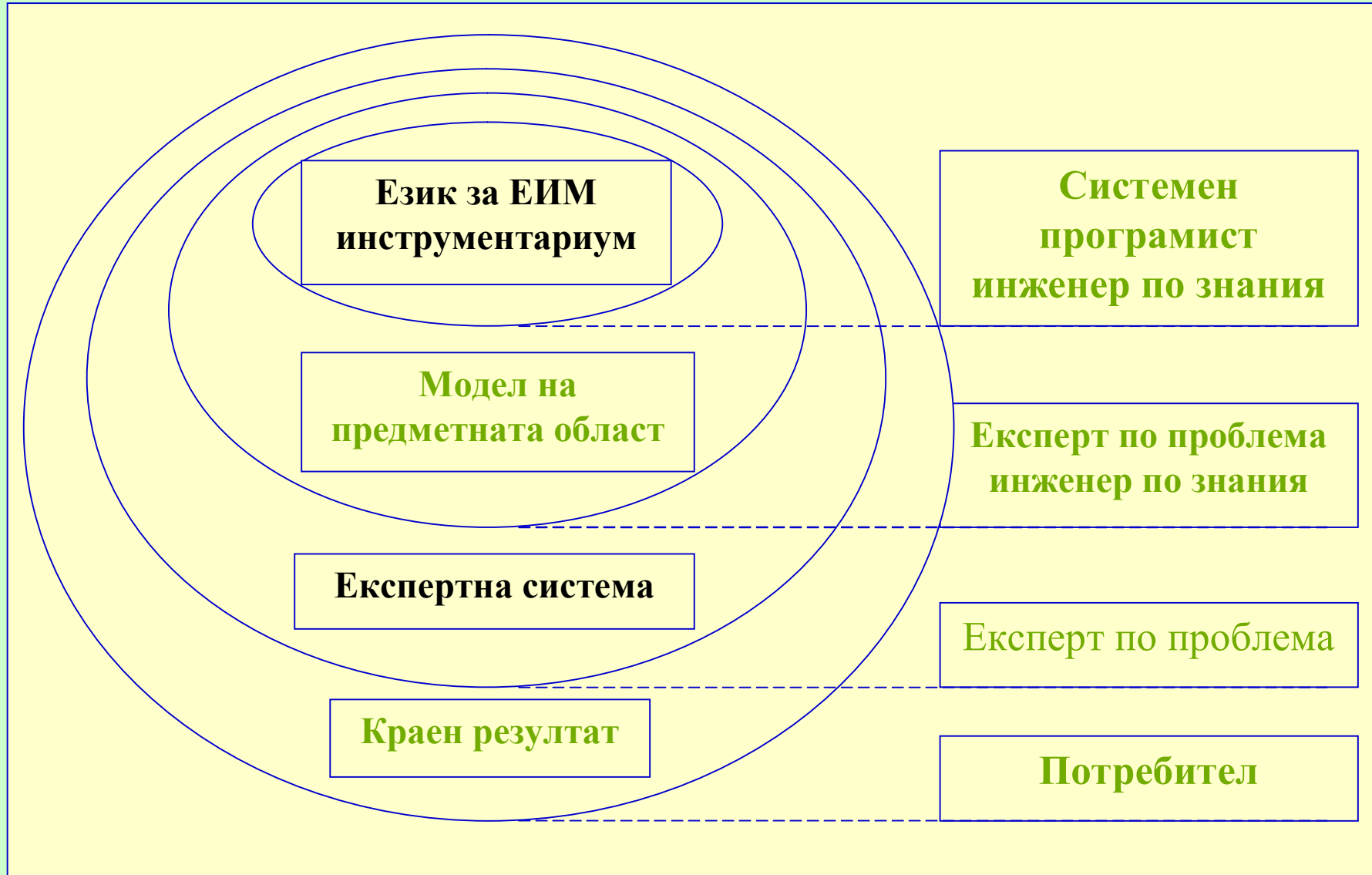
- **Експерт в проблемната област**  
(1 или няколко),
- **Инженери по знания** (минимум двама),
- **Програмисти** (1 или няколко) с висока квалификация.



## Инженерът 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

# Комуникация между участниците





## **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.**



## Основни етапи при проектирането на ЕС





## Идентификация

- 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 изявят 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:

- **образ 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**

Подава 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 конкретизация**

Специализацията преобразува по-общ запис в по-конкретен.

Специализацията е обучение чрез ограничаване.