

---

# КОМПЬЮТЕРЫ В ДИАГНОСТИКЕ

---

---

# Диагностический алгоритм

- С точки зрения кибернетики, диагностика – это поэтапный процесс переработки информации в системе “врач – больной”.
-

- 
- **первый этап** диагностического процесса – сбор информации о состоянии больного;
  - **второй этап** – отбор из нее наиболее существенных данных и систематизация их в определенный симптомокомплекс;
  - **третий этап** – сопоставление его с данными об известных заболеваниях.
-

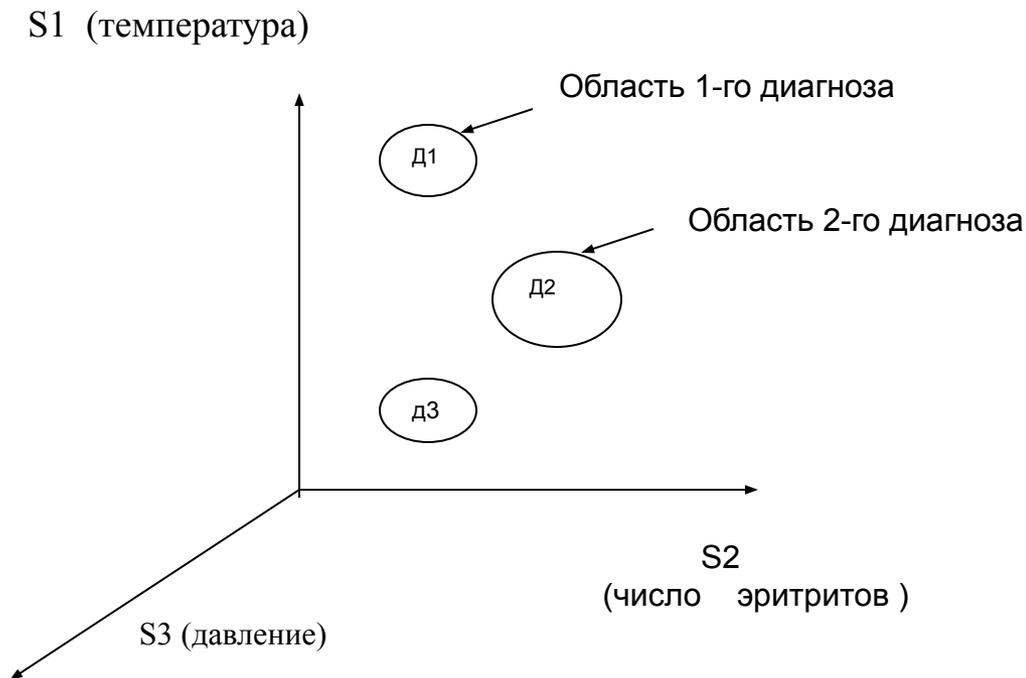
- 
- Логическая последовательность правил, в которой информация о состоянии больного сопоставляется с комплексом признаков типичных заболеваний, называется **диагностическим алгоритмом.**
-

# Основные виды врачебной логики

- 1) **Детерминистская логика** – это наиболее простой диагностический приём, основанный на прямых связях между наличием у больного определенных симптомов и диагнозом заболевания. Есть симптом – 1, нет – 0. И затем количество “единичек” у больного сравнивается с количеством их у эталона диагноза.

- 
- 2) **Метод фазового интервала** – это приём, при котором в многомерном пространстве симптомов заранее строятся области различных заболеваний. Сущность диагностического процесса состоит в том, чтобы определить, к какой выделенных областей ближе всего находится точка, представляющая симптомокомплекс данного больного.
-

# Алгоритм фазового интервала



- 
- 3) **Информационно-вероятностная логика** – это диагностический приём, в котором при вычислении вероятностей нескольких диагнозов при данном симптомокомплексе учитывается разная **вероятность** каждого симптома при разных заболеваниях (а не просто “да – нет”, как в детерминистской логике).
-

- 
- 4) **Метод экспертных систем** – это такой диагностический алгоритм, при котором знания опытных специалистов экспертов представлены в виде программы с ветвлениями типа “если..., то...”, а на концах этих ветвей расположены диагнозы. Компьютер при опросе больного проходит по той или иной ветви и в завершение выставляет диагноз. Такие программы при постановке диагноза в трудных случаях действуют на уровне специалиста высшей медицинской категории.
-

---

# Информационно - вероятностная диагностика

- Метод предложен М.Л.Быховским. В основе метода лежит диагностическая таблица, составленная для определённого класса заболеваний.
-

- 
- Составление таких таблиц – сложная задача. Для её решения изучается и обрабатывается большое количество историй болезней с проверенными диагнозами, что стало возможным только благодаря применению для этих целей компьютера.
-

- на компьютере вычисляются условные вероятности наличия симптомов  $S_i$  при заболевании  $D_j$ , которые обозначаются  $P(S_i/D_j)$  ( читается: “Вероятность  $S_i$  при  $D_j$ ”). Условная вероятность  $P(S_i/D_j)$  означает, что если у больного установлено заболевание с диагнозом  $D_j$ , то симптомы  $S_i$ , относящиеся к данному заболеванию, имеют вероятность  $P(S_i/D_j)$

- 
- В диагностическую таблицу, входит: набор симптомов  $S_i$ , относящихся к определенному классу заболеваний (по вертикали), болезни данного класса (по горизонтали), и набор  $P(S_i/D_j)$  для различных заболеваний.
-

# Диагностическая таблица

№	Симптомы	Диагнозы			
		Инфаркт	Перитонит	Пневмония	Тромбоэмболия
1.	Боли в грудной клетке	0,9	0,05	0,9	0,5
2.	Боли в животе	0,3	0,95	0,4	0,01
3.	Повышение температуры	0,95	0,8	0,9	0,05
4.	Понижение температуры	0,01	0,9	0,95	0,1
5.	Лейкоцитоз	0,95	0,83	0,92	0,04
6.	Нарушение сердечного ритма	0,92	0,01	0,05	0,1
7.	Повышение артериал. давления	0,5	0,03	0,05	0,02
8.	Снижение артериал. давления	0,1	0,95	0,78	0,85
9.	Шум трения перикарда	0,86	0,07	0,05	0,01
10.	Изменение кардиограммы	0,98	0,17	0,15	0,6
11.	Бледность кожи	0,98	0,83	0,78	0,9
12.	Общая заторможенность	0,08	0,5	0,3	0,1
13.	Учащение пульса	0,5	0,96	0,99	0,94
14.	Учащение дыхания	0,03	0,07	0,91	0,95
15.	Угнетение рефлексов	0,01	0,02	0,1	0,83
16.	Напряжение брюшной стенки	0,02	0,8	0,1	0,04
17.	Вздутие живота	0,2	0,95	0,13	0,15
18.	Общая слабость	0,5	0,88	0,95	0,8
19.	Расширение сердца	0,1	0,01	0,1	0,01
20.	Шум трения плевры	0,1	0,01	0,95	0,1

- 
- Диагноз ставится не по одному, а по нескольким симптомам, обнаруженным у больного. Например,  $S_2, S_7, S_9, S_{14}, S_{19}$  - ЭТОТ набор симптомов называется **СИМПТОМОКОМПЛЕКСОМ**.
  - Будем обозначать его  **$Sc_i$** .
-

- 
- Первое, что делается при рассматриваемом диагностическом методе – это выборка вероятностей всех симптомов для предполагаемых заболеваний. Так как одни и те же симптомы могут с разной вероятностью проявляться при разных диагнозах, то должно появиться четыре группы чисел, если заболеваний четыре:
-

- 
- $P(S_2/D_1), P(S_2/D_2), P(S_2/D_3), P(S_2/D_4)$
  - $P(S_7/D_1), P(S_7/D_2), P(S_7/D_3), P(S_7/D_4)$
  - ..... .....
  - $P(S_{19}/D_1), P(S_{19}/D_2), P(S_{19}/D_3), P(S_{19}/D_4)$
-

- 
- Второе: Условную вероятность симптомокомплекса вычисляют по формуле

$$P(S_{c_i}/D_J) = P(S_1/D_J) \cdot P(S_2/D_J) \cdot \dots \cdot P(S_n/D_J),$$

то есть перемножают вероятности симптомов последовательно во всех четырех группах чисел.

---

- 
- Третье: задача диагностики заключается в том, чтобы на основании симптомокомплекса, установленного у больного, и данных диагностической таблицы определить вероятности  $P(D_J/Sc_i)$  каждой из имеющихся в таблице болезней  $D_J$ , т.е. по сути дела нужно перейти от  $P(Sc_i/D_J)$  к  $P(D_J/Sc_i)$ .
-

---

Этот переход осуществляется по известной в теории вероятностей формуле Байеса:

$$P(D_j / S_{C_i}) = \frac{P(S_{C_i} / D_j) \cdot P(D_j)}{P(S_C)}$$

---

- 
- В эту формулу входит  $P(D_j)$ , которую называют априорной вероятностью некоторого заболевания. Вероятность  $P(D_j)$  характеризует распределение болезней в данной группе населения.
-

- 
- Смысл введения в диагностику величины  $P(D_j)$  состоит в том, что она непостоянна и зависит от географических, сезонных, эпидемиологических и других факторов, которые должны быть учтены при постановке диагноза.
-

- 
- Например, в какой-либо больнице наугад было выбрано 100 больных, 70 из них оказались больны гриппом. Значит, вероятность заболевания гриппом у всех пациентов в данной больнице будет равна  $70/100 = 0,7$ . Когда эпидемия гриппа будет ликвидирована, естественно и  $P(D_j)$  для гриппа в этой больнице будет другой.
-

---

**Знаменатель формулы Байеса представляет полную вероятность наличия симптомокомплекса при всех болезнях:**

- $P(S_c) = \sum [P(S_{c_i}/D_J) \cdot P(D_J)]$
  - **Суммирование здесь производится по индексу J (номер диагноза). В нашем примере в этой сумме окажется четыре слагаемых.**
-

- 
- Диагноз, имеющий наибольшую вероятность, и будет рассматриваться как искомый диагноз. Оценить достоверность результата и поставить окончательный диагноз может только врач.
-

---

# Экспертные системы, их особенности

- **Экспертная система (ЭС)** – это набор программ или программное обеспечение, которое выполняет функции эксперта при решении какой-либо задачи в области его компетенции.
-

- 
- **ЭС** выдают советы, проводят анализ, выполняют классификацию, дают консультации и ставят диагноз. Они ориентированы на решение задач, обычно требующих проведения экспертизы человеком-специалистом.
-

- 
- Главное достоинство **ЭС** – возможность накапливать знания, сохранять их длительное время, обновлять и тем самым обеспечивать относительную независимость конкретной организации от наличия в ней квалифицированных специалистов.
-

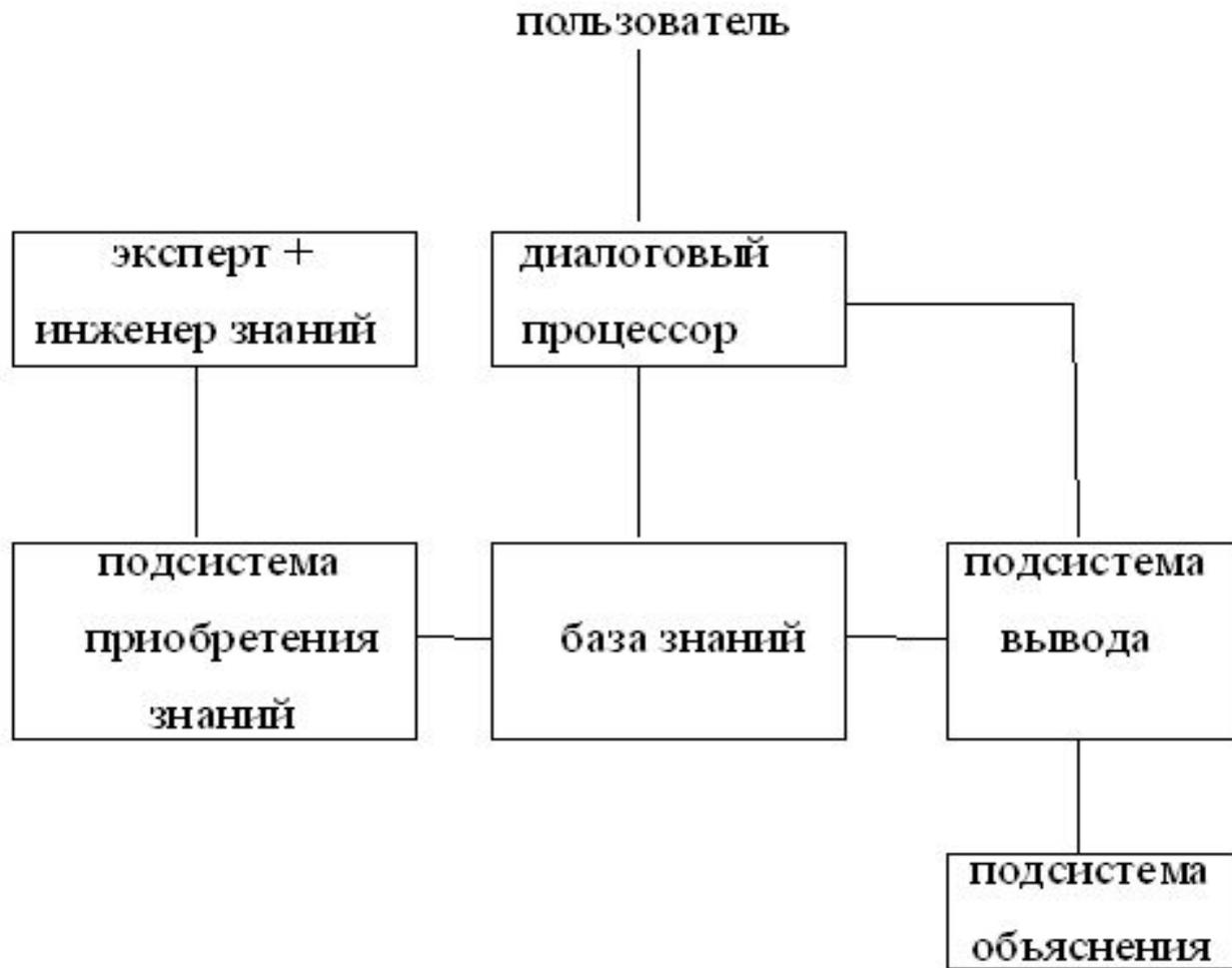
---

# Пример простейшей экспертной системы:

- Вопрос: Крылья есть?
  - Ответ - Да. –Нет
  - Если – Да,
  - Вопрос: Клюв есть?
  - Ответ Да, Нет.
  - Заключение: Если да, то это птица, если нет, то самолет.
-

- 
- Экспертная система состоит из базы знаний (части системы, в которой содержатся факты), подсистемы вывода (множества правил, по которым осуществляется решение задачи), подсистемы объяснения, подсистемы приобретения знаний и диалогового процессора.
-

# Структура экспертной системы



---

# *Области применения экспертных систем*

- а) Медицинская диагностика.
  - б) Прогнозирование.
  - в) Планирование.
  - г) Интерпретация.
  - д) Контроль и управление.
  - е) Обучение.
-

---

# Медицинская диагностика

- Диагностические системы используются для установления связи между нарушениями деятельности организма и их возможными причинами. Наиболее известна диагностическая система MUCIN, которая предназначена для диагностики и наблюдения за состоянием больного при менингите и бактериальных инфекциях.
-

---

# Медицинская диагностика

- Ее первая версия была разработана в Стенфордском университете в середине 70-х годов. В настоящее время эта система ставит диагноз на уровне врача-специалиста. Она имеет расширенную базу знаний, благодаря чему может применяться и в других областях медицины.
-

---

# Прогнозирование

- Прогнозирующие системы предсказывают возможные результаты или события на основе данных о текущем состоянии объекта. Программная система “Завоевание Уолл - стрита” может проанализировать конъюнктуру рынка и с помощью статистических методов алгоритмов разработать для вас план капиталовложений на перспективу.
-

---

# Планирование

- компания Boeing применяет ЭС для проектирования космических станций, а также для выявления причин отказов самолетных двигателей и ремонта вертолетов.
-

# Интерпретация

- Интерпретирующие системы обладают способностью получать определенные заключения на основе результатов наблюдения. Система PROSPECTOR, одна из наиболее известных систем интерпретирующего типа, объединяет знания девяти экспертов. Используя сочетания девяти методов экспертизы, системе удалось обнаружить залежи руды стоимостью в миллион долларов, причем наличие этих залежей не предполагал ни один из девяти экспертов.

# Контроль и управление

- Системы, основанные на знаниях, могут применяться в качестве интеллектуальных систем контроля и принимать решения, анализируя данные, поступающие от нескольких источников. Такие системы уже работают на атомных электростанциях, управляют воздушным движением и осуществляют медицинский контроль.

---

# Обучение

- Системы, основанные на знаниях, могут входить составной частью в компьютерные системы обучения. Система получает информацию о деятельности некоторого объекта (например, студента) и анализирует его поведение. База знаний изменяется в соответствии с поведением объекта. Примером этого обучения может служить компьютерная игра, сложность которой увеличивается по мере возрастания степени квалификации играющего.
-

---

# *Критерий использования ЭС для решения задач*

- 1. Данные и знания надежны и не меняются со временем.
  - 2. Пространство возможных решений относительно невелико.
  - 3. В процессе решения задачи должны использоваться формальные рассуждения.
  - 4. Должен быть по крайней мере один эксперт, который способен явно сформулировать свои знания и объяснить свои методы применения этих знаний для решения задач.
-

# *Ограничения в применение экспертных систем*

- 1. Большинство ЭС не вполне пригодны для применения конечным пользователем. Если вы не имеете некоторого опыта работы с такими системами, то у вас могут возникнуть серьезные трудности. Многие системы оказываются доступными только тем экспертам, которые создавали их базы знаний.
- 2. Вопросно-ответный режим, обычно принятый в таких системах, замедляет получение решений. Например, без системы MYCIN врач может (а часто и должен) принять решение значительно быстрее, чем с ее помощью.

- 
- 3. Навыки системы не возрастают после сеанса экспертизы.
  - 4. Все еще остается проблемой приведение знаний, полученных от эксперта, к виду, обеспечивающему их эффективную машинную реализацию.
-

- 
- 5. ЭС не способны обучаться, не обладают здравым смыслом. Домашние кошки способны обучаться даже без специальной дрессировки, ребенок в состоянии легко уяснить, что он станет мокрым, если опрокинет на себя стакан с водой, однако если начать выливать кофе на клавиатуру компьютера, у него не хватит “ума” отодвинуть ее.
-

- 
- 6. ЭС неприменимы в больших предметных областях. Их использование ограничивается предметными областями, в которых эксперт может принять решение за время от нескольких минут до нескольких часов.
  - 7. В тех областях, где отсутствуют эксперты (например, в астрологии), применение ЭС оказывается невозможным.
-

- 
- 8. Имеет смысл привлекать ЭС только для решения когнитивных задач. Теннис, езда на велосипеде не могут являться предметной областью для ЭС, однако такие системы можно использовать при формировании футбольных команд.
-

- 
- 9. Человек-эксперт при решении задач обычно обращается к своей интуиции или здравому смыслу, если отсутствуют формальные методы решения или аналоги таких задач.
-

---

## *Преимущества ЭС перед человеком - экспертом*

- 1. У них нет предубеждений.
  - 2. Они не делают поспешных выводов.
  - 3. Эти системы работают систематизировано, рассматривая все детали, часто выбирая наилучшую альтернативу из всех возможных.
-

- 
- 4. База знаний может быть очень и очень большой. Будучи введены в машину один раз, знания сохраняются навсегда. Человек же имеет ограниченную базу знаний, и если данные долгое время не используются, то они забываются и навсегда теряются.
-

- 
- 5. Системы, основанные на знаниях, устойчивы к “помехам”. Эксперт пользуется побочными знаниями и легко поддается влиянию внешних факторов, которые непосредственно не связаны с решаемой задачей. ЭС, не обремененные знаниями из других областей, по своей природе менее подвержены “шумам”.
-