

Экспертные системы

Докладчик: Кулагин Илья

ВМК МГУ
2012

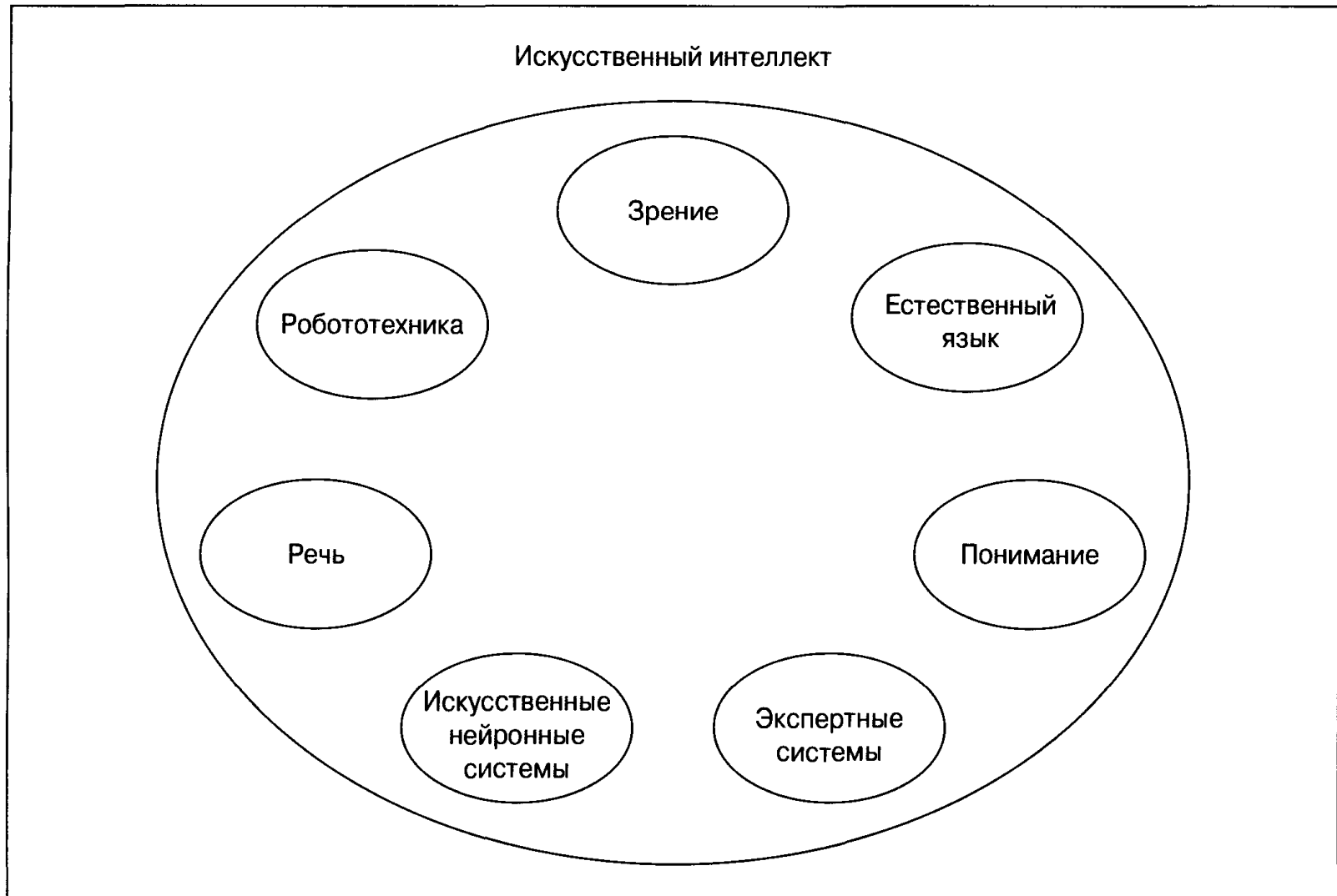
Определение

Экспертная система – интеллектуальная компьютерная программа, в которой используются знания и процедуры логического вывода для решения задач, достаточно трудных для того, чтобы требовать для своего решения значительного объема экспертных знаний человека.

(профессор Эдвард Фейгенбаум)

экспертная система = система, основанная на знаниях

Место ЭС в сфере ИИ



Краткая история

- 1957 – GPS(General Problem Solver); продукционные правила Ньюэлла и Саймона
- 1970 - PROLOG
- 1973 – экспертная система MYCIN; отделение базы знаний от машины логического вывода
- 1977 – OPS (предшественник CLIPS)
- 1978 – экспертная система XCON/R1 (DEC)

Предметная область и область знаний



Предметная область – это специальная проблемная область, в которой может решать задачи лишь определенный эксперт (медицина, наука).

Область знаний – знания эксперта, касающиеся решения конкретных задач (область работы ЭС).

Преимущества ЭС

Человеческая компетентность	Искусственная компетентность
Непрочная	Постоянная
Трудно передаваемая	Легко передаваемая
Трудно документированная	Легко документированная
Непредсказуемая	Устойчивая
Дорогая	Приемлемая по затратам

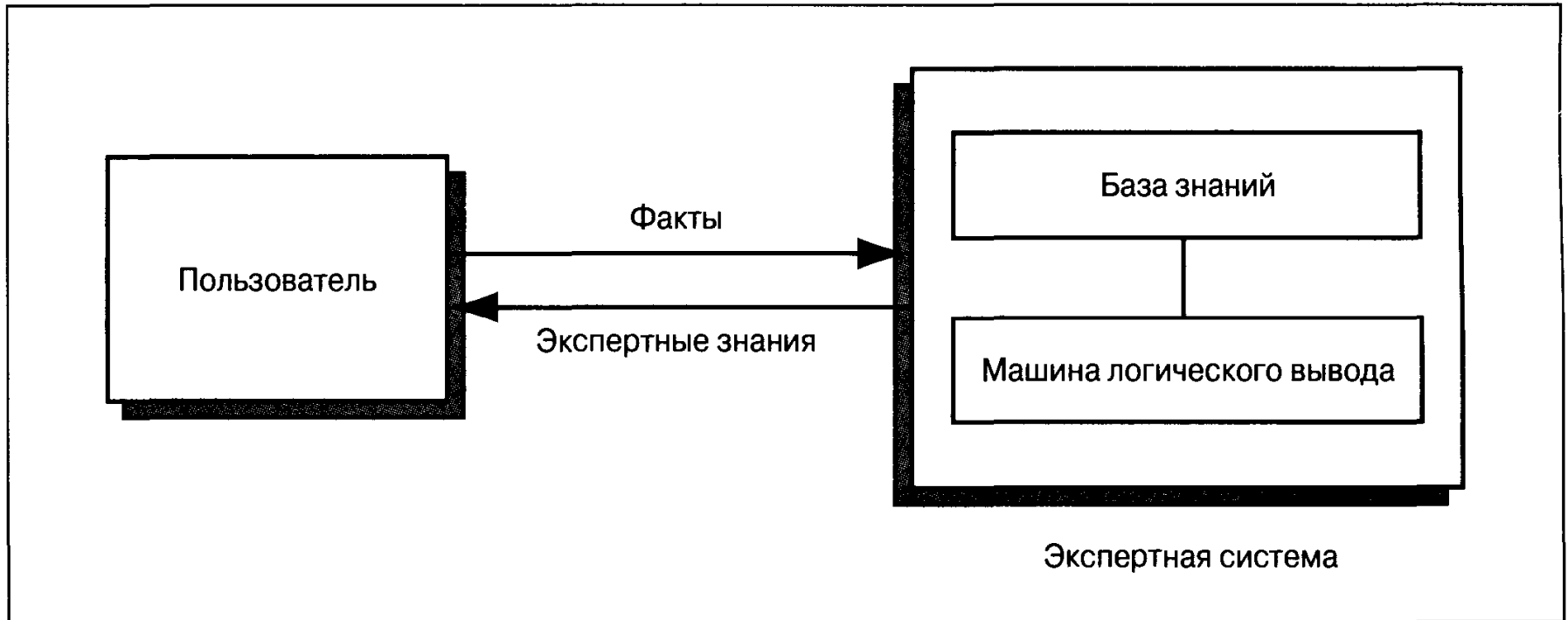
Недостатки ЭС

Человеческая компетентность	Искусственная компетентность
Творческая	Запрограммированная
Приспосабливающаяся	Нуждается в подсказке
Использует чувственное восприятие	Использует символичный ввод
Широкая по охвату	Узконаправленная
Использует общедоступные знания	Использует специализированные знания

Характеристики ЭС

- Высокая эффективность
- Приемлемое время отклика
- Высокая надежность
- Доступность для понимания
- Гибкость
- Обоснованность гипотезы
- Список гипотез

Основные принципы функционирования ЭС



Продукционные правила

IF *антецедент* **THEN** *консеквент*

IF *двигатель не запускается и
бензиномер остановился на нуле*
THEN *закончился бензин*

IF *наблюдается дым*
THEN *где-то может происходить пожар*

MYCIN – диагностика менингита и бактеремий

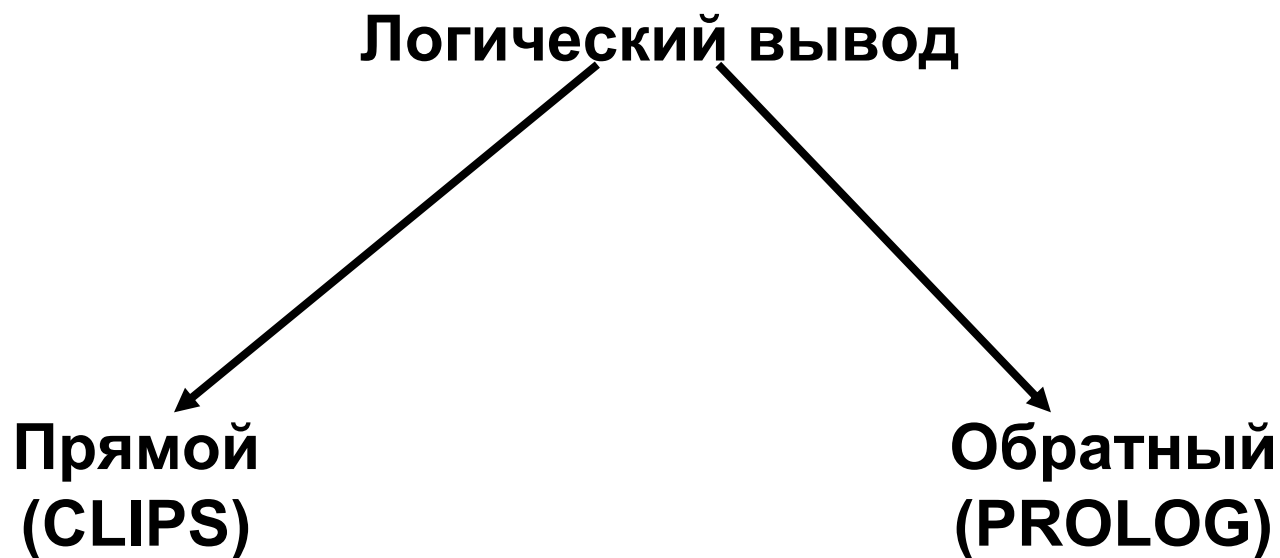
IF

The site of the culture is blood, and
The identity of the organism is not known with
certainty, and
The stain of the organism is gramneg, and
The morphology of the organism is rod, and
The patient has been seriously burned

THEN

There is weakly suggestive evidence (.4) that
the identity of the organism is pseudomonas

Логический вывод



Цикл

«распознавание – действие»

WHILE работа не закончена

Разрешение конфликтов. Если имеются активизированные правила, то выбрать правило с наивысшим приоритетом; в противном случае работа закончена.

Действие. Последовательно осуществить действия, указанные в правой части выбранного активизированного правила. В данном цикле проявляется непосредственное влияние тех действий, которые изменяют содержимое рабочей памяти. Удалить из рабочего список правил только что запущенное правило.

Согласование. Обновить рабочий список правил путем проверки того, выполняется ли левая часть каких-либо правил. В случае положительного ответа активизировать соответствующие правила. Удалить активизированные правила, если левая часть соответствующих правил больше не выполняется.

Проверка условий останова. Если осуществлено действие halt или дана команда break, то работа закончена.

END-WHILE

Принять новую команду пользователя

Современные ЭС, основанные на правилах

Продукционные правила, позволяющие моделировать процесс решения задач человеком

Разделение средств представления знаний и машины логического вывода; командный интерпретатор

Накопление знаний как основа для приобретения экспертных знаний

```
graph TD; A[Продукционные правила, позволяющие моделировать процесс решения задач человеком] --- B[Разделение средств представления знаний и машины логического вывода; командный интерпретатор]; B --- C[Накопление знаний как основа для приобретения экспертных знаний]; B --> D[ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ];
```

ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ

Элементы ЭС

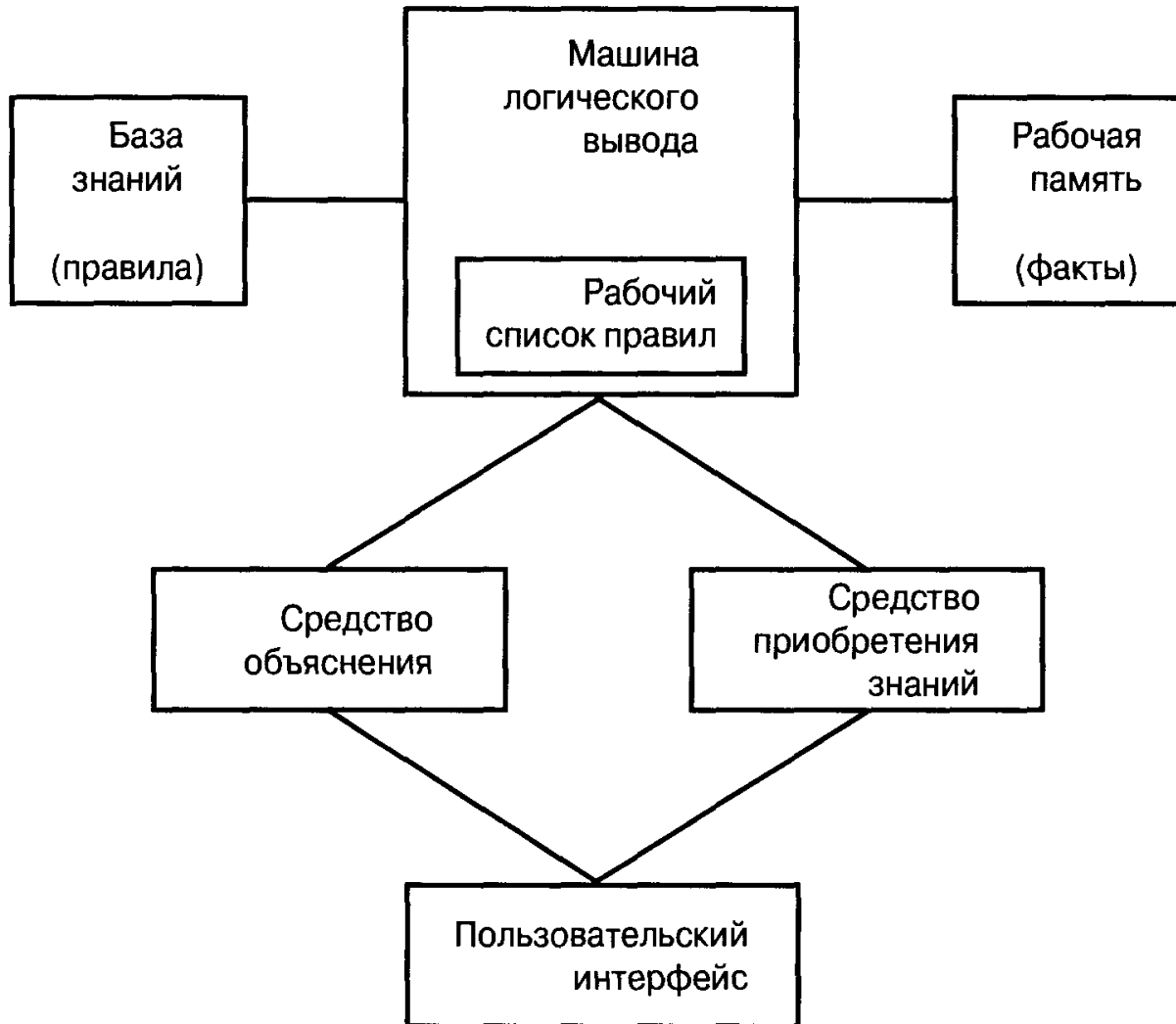
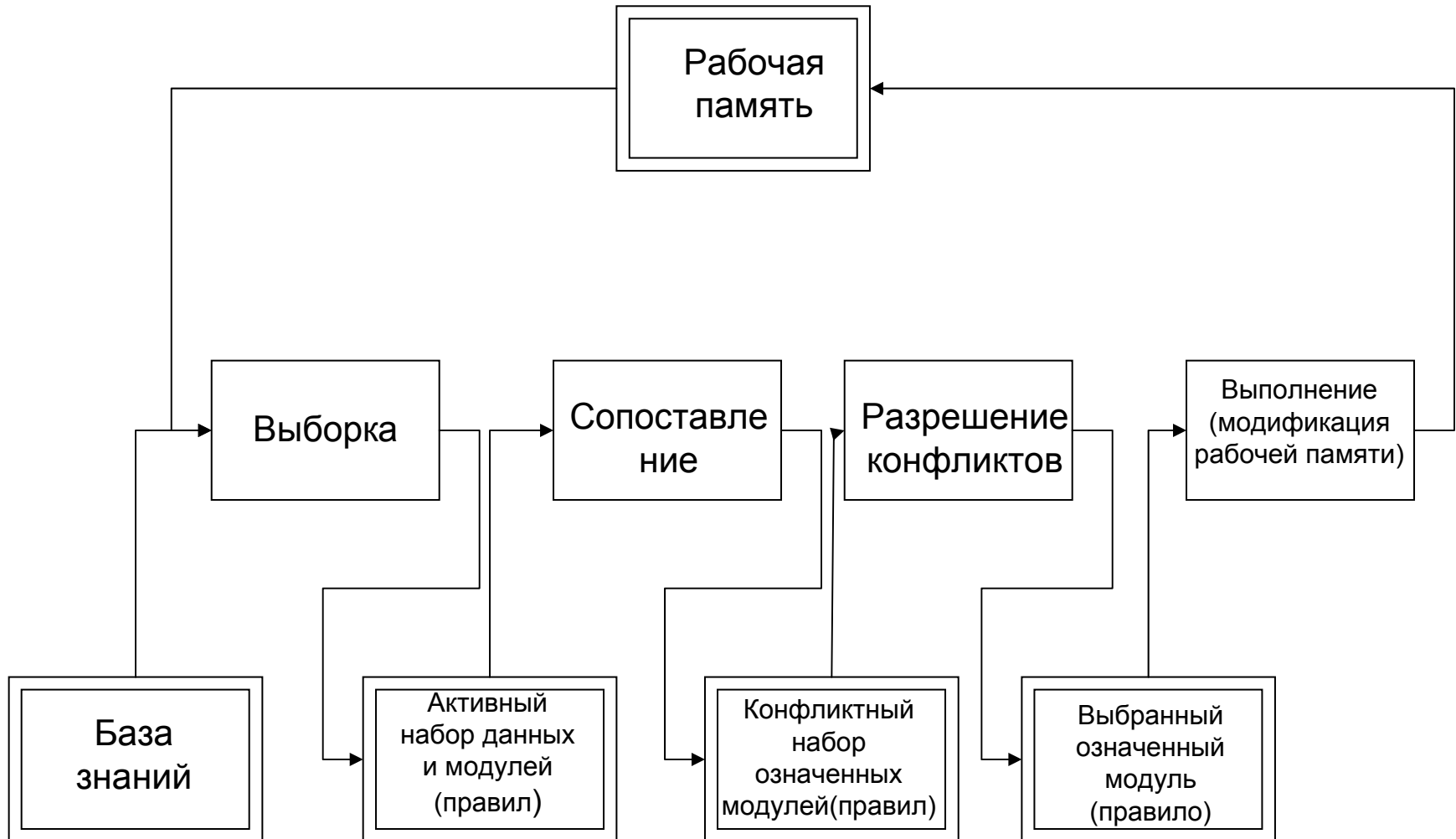


Схема функционирования управляющей компоненты ЭС



Цикл работы интерпретатора



Классы ЭС

Класс	Основная область применения
Определение конфигурации	Сборка наиболее подходящих компонентов системы надлежащим способом
Диагностика	Выявление основополагающих причин проблем на основе наблюдаемых свидетельств
Инструктаж	Интеллектуальное обучение, в ходе которого учащийся может задавать вопросы “почему”, “как” и “что, если”, по такому же принципу, как и при обучении с участием преподавателя-человека
Интерпретация	Подготовка объяснений для наблюдаемых данных
Текущий контроль	Сравнение наблюдаемых данных с ожидаемыми для оценки производительности
Планирование	Выработка плана действий, позволяющего достичь желаемого результата
Прогнозирование	Предсказание того, к чему приведет указанная ситуация
Устранение нарушения в работе	Поиск способа устранения проблемы
Управление	Обеспечение выполнения процесса. Может потребовать интерпретации, диагностирования, текущего контроля, планирования, прогнозирования и исправления нарушений

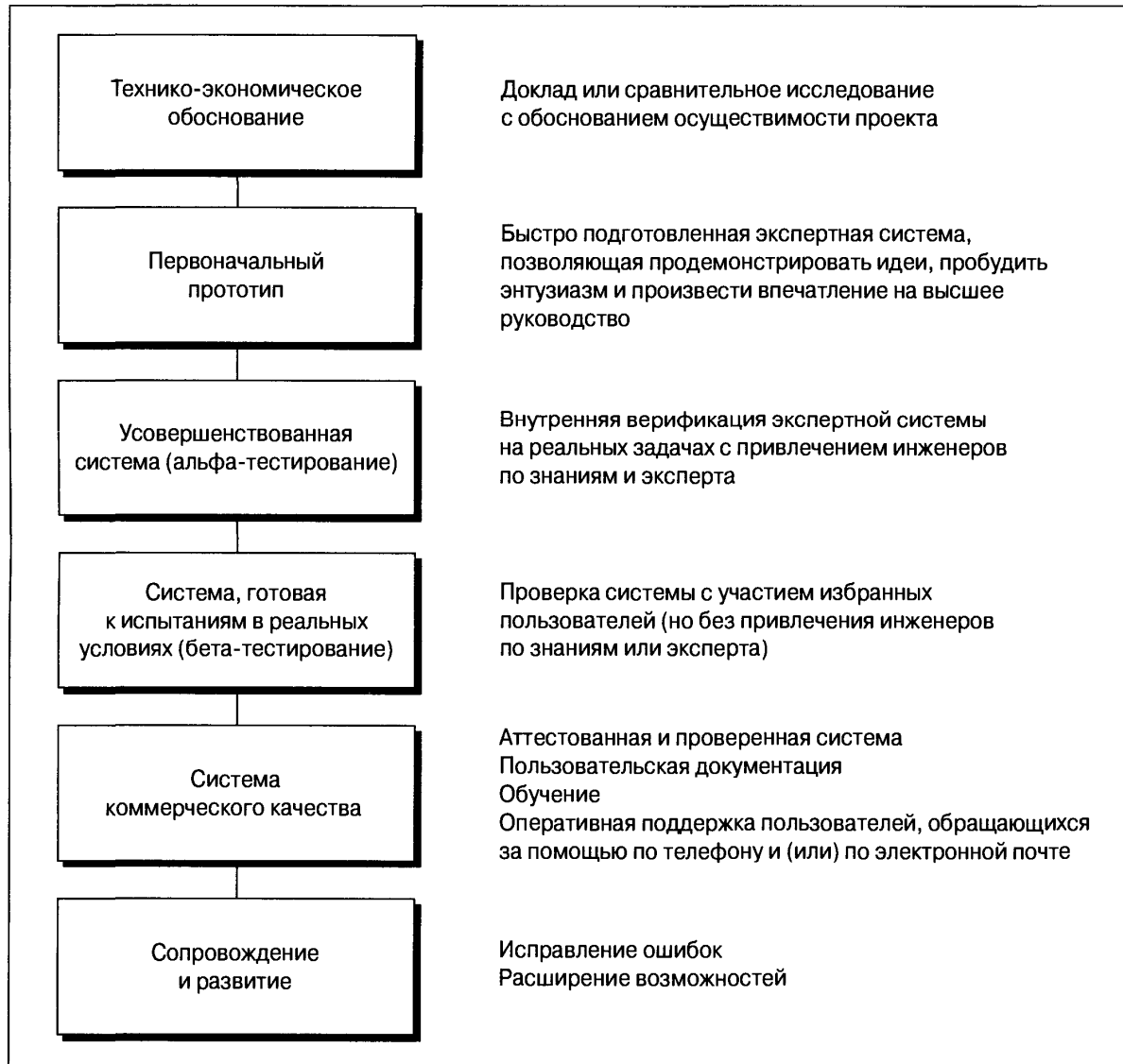
Область применения ЭС

- Химия (CRYSALIS, SPEX)
- Электроника (ACE, SOPHIE)
- Медицина (MYCIN, PUFF)
- Техника (REACTOR, STEAMER)
- Геология (DIPMETER, PROSPECTOR)
- Компьютеры (PTRANS, TIMM)

ЭС в медицине

Название	Назначение
PUFF	Диагностирование легочных заболеваний
VM	Текущий контроль над состоянием пациентов в палатах интенсивной терапии
ABEL	Диагностирование характеристик кислотных и щелочных электролитов
AI/COAG	Диагностирование заболеваний крови
AI/RHEUM	Диагностирование ревматических заболеваний
CADUCEUS	Диагностирование заболеваний внутренних органов
ANNA	Текущий контроль над терапевтическим лечением с применением препаратов наперстянки
BLUE BOX	Диагностирование и лечение депрессии
MYCIN	Диагностирование и лечение заболеваний, вызванных бактериальными инфекциями
ONCOCIN	Лечение и наблюдение над пациентами, проходящими курс химиотерапии
ATTENDING	Подготовка инструктивных указаний по проведению анестезирования
GUIDON	Подготовка инструктивных указаний по борьбе с бактериальными инфекциями

Этапы разработки ЭС



Основные ошибки, возникающие при разработке ЭС



Показатели оценки качества ПО для ЭС

Правильные выходные данные при наличии правильных входных данных

Полный объем выходных данных при наличии правильных входных данных

Неизменные выходные данные при повторном поступлении одних и тех же входных данных

Достаточно высокая надежность, благодаря которой не происходит отказ из-за ошибок (или, по крайней мере, происходит редко)

Удобство в эксплуатации, а также, желательно, дружелюбность

Удобство в сопровождении

Расширяемость

Соответствие потребностям и запросам пользователя, подтвержденное путем проведения аттестации

Правильность и полнота, подтвержденные в результате проверки

Показатели оценки качества ПО для ЭС (2)

Экономическая эффективность

Наличие кода, применимого для создания других приложений

Обеспечение переносимости в другую аппаратную и (или) программную среду

Возможность сопряжения с другим программным обеспечением

Удобство кода для чтения и понимания

Правильность

Точность

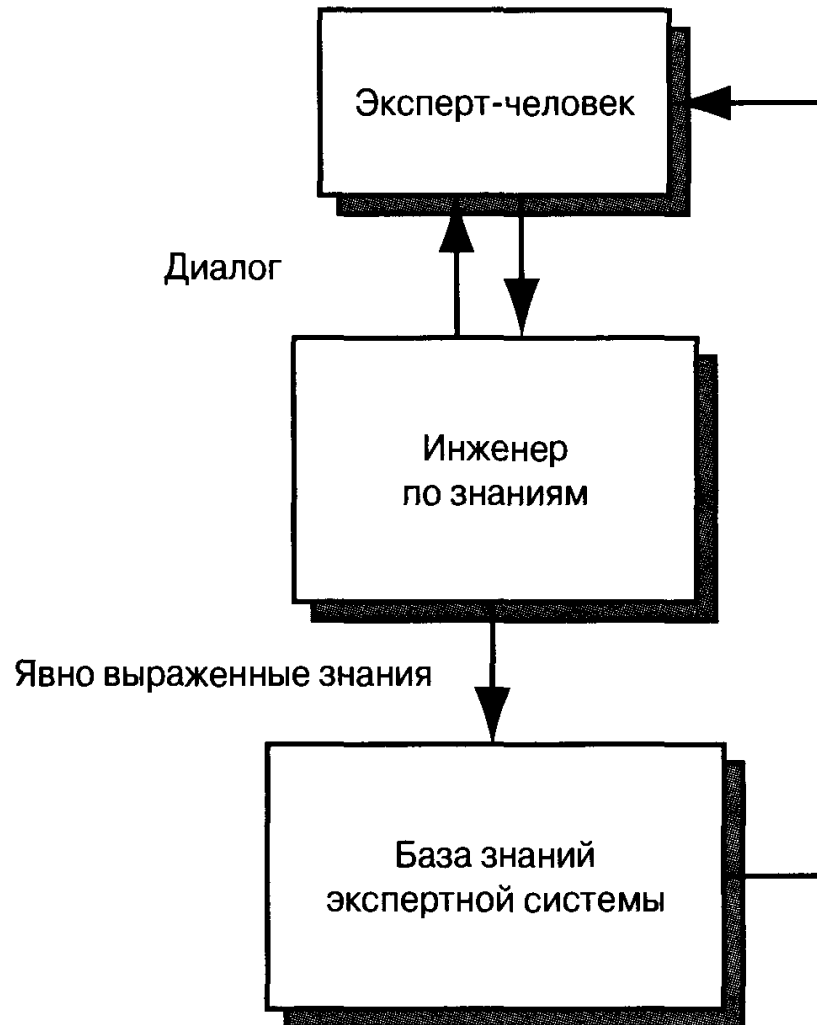
Корректное снижение качества результатов по мере приближения к границам незнания

Встроенные возможности взаимодействия с другими языками

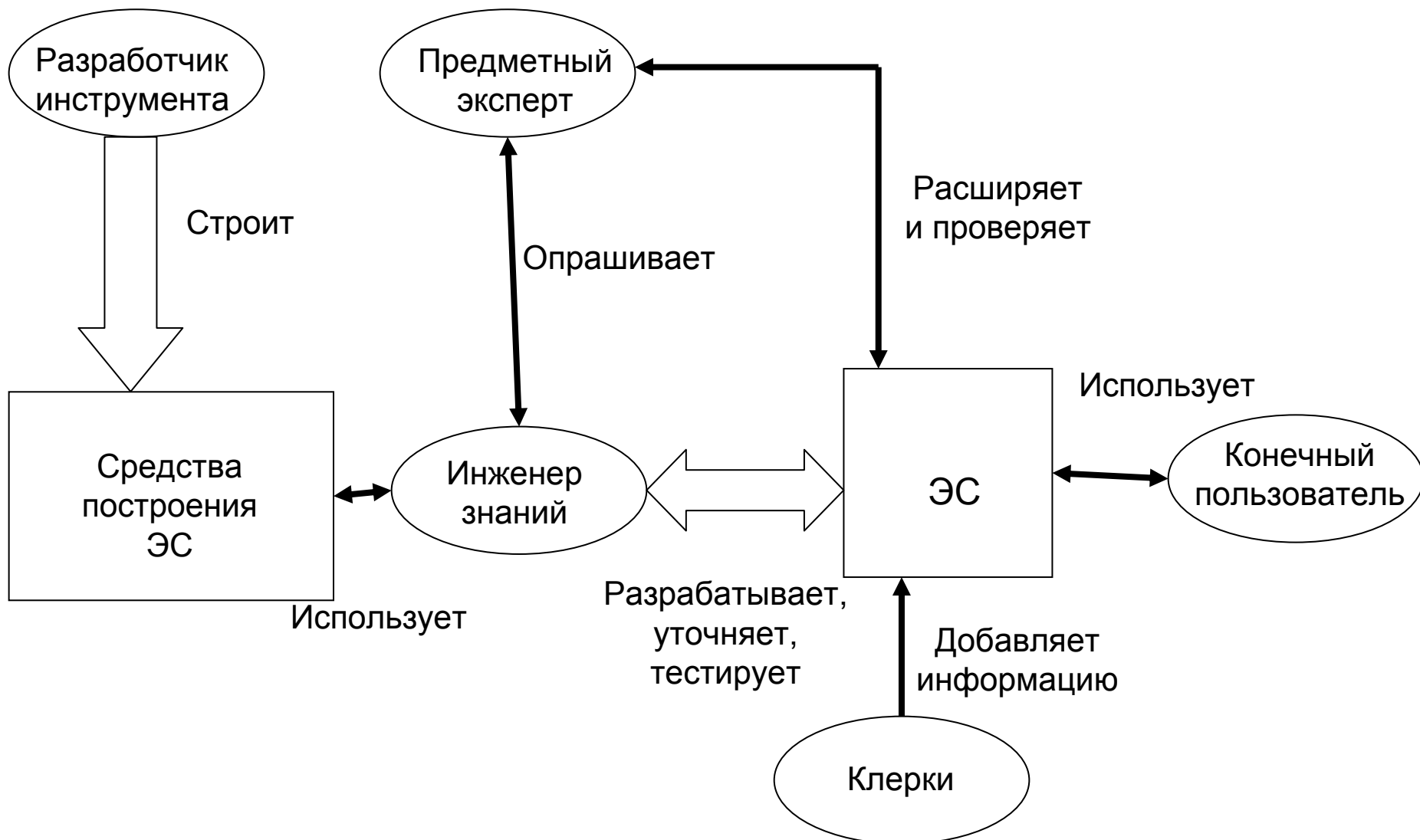
Аттестованная база знаний

Наличие средства объяснения

Процесс разработки ЭС



Участники создания ЭС



Методы извлечения знаний из предметного эксперта

- Наблюдение на рабочем месте
- Обсуждение задач
- Описание задач
- Анализ задачи
- Доводка системы
- Оценивание системы
- Проверка системы

Определение знаний

- Идентификация и выбор источника знаний
- Приобретение, анализ и извлечение знаний

Задачи идентификации и выбора источника знаний

Задача	Назначение
Идентификация источника знаний	Поиск ответа на вопрос о том, кто и что должно явиться источником знаний; при решении этой задачи проблема доступности источника знаний не рассматривается
Оценка важности источника знаний	Распределение источников знаний по приоритетам, отражающим их значимость для разработки
Оценка доступности источника знаний	Составление списка источников знаний, упорядоченного с учетом их доступности. Как правило, Web, книги и другие документы позволяют получить к ним доступ намного проще, чем эксперты-люди
Выбор источника знаний	Окончательный выбор источников знаний с учетом их важности и доступности

Задачи приобретения, анализа и извлечения знаний

Задача	Назначение
Определение стратегии приобретения знаний	Регламентация процедур приобретения знаний с указанием методов получения интервью у экспертов, обработки документов, вывода правил методом индукции, создания устойчивых решеток (как способа представления знаний) и т.д.
Идентификация элементов знаний	Выборка из источников знаний конкретных знаний, которые потребуются на данной итерации жизненного цикла
Создание системы классификации знаний	Классификация и упорядочение знаний в целях упрощения операций верификации и усвоения знаний, выполняемых разработчиками. По возможности при решении этой задачи следует использовать способы классификации с помощью иерархических групп
Разработка подробной функциональной компоновки	Составление подробной спецификации функциональных возможностей системы. Этот уровень в большей степени относится к компетенции технических специалистов, тогда как задача разработки предварительной функциональной компоновки решается на уровне руководящих работников

Задачи приобретения, анализа и извлечения знаний (2)

Задача	Назначение
Предварительное планирование процессов передачи управления	Описание общих этапов, реализуемых в ходе эксплуатации экспертной системы. Этапы соответствуют логическим группам правил, которые одновременно активизируются и (или) переходят в неактивное состояние, в связи с чем в системе осуществляется передача управления от одного компонента к другому
Предварительное составление руководства пользователя	Подготовка описания системы с точки зрения пользователя. Эта задача в составе задач создания системы часто игнорируется, но является чрезвычайно важной. Пользователей абсолютно необходимо привлекать к работе как можно раньше, чтобы можно было скорее ознакомиться с их откликами. Если систему никто не использует, она ничего не стоит
Определение требований к системе	Точное определение требований к системе. На основании этих требований должна проводиться аттестация экспертной системы
Определение базовой структуры знаний	Выявление того, какие знания являются для системы наиболее важными. После определения базовой структуры любые изменения в нее вносятся только по формальному запросу, поскольку это определение знаний высокого уровня теперь должны стать основой следующей стадии проектирования знаний

Проектирование знаний

- Определение знаний
- Составление подробного проекта

Задачи определения знаний

Задача	Назначение
Выбор способа представления знаний	Определение формы представления знаний, такой как правила, фреймы или логические формулы, с учетом того, какую форму представления поддерживает используемое инструментальное средство разработки экспертных систем
Подробная разработка структур управления	Создание трех общих структур управления: во-первых, структур, определяющих способ вызова системы, если код системы входит в состав процедурного кода; во-вторых, структур, обеспечивающих управление взаимосвязанными группами правил в ходе эксплуатации системы; в-третьих, структур метауровня, под управлением которых действуют правила
Регламентация внутренней структуры фактов	Определение единообразной внутренней структуры фактов, позволяющей упростить понимание смысла фактов и добиться применения хорошего стиля программирования
Предварительная подготовка пользовательского интерфейса	Определение предварительных требований к пользовательскому интерфейсу. Получение от пользователей отзывов об интерфейсе
Составление начального плана проверки	Определение способов проверки кода. Регламентация состава проверочных данных, подготовка вспомогательных программ, применяемых в процессе проверки, и выбор способа анализа результатов проверки

Задачи этапа подробного проектирования знаний

Задача	Назначение
Разработка структуры проекта	Регламентация способов логической организации знания в базе знаний и определение того, что должно находиться в базе знаний
Выбор стратегии реализации	Определение того, как должна осуществляться реализация системы
Подробная разработка пользовательского интерфейса	Подробное определение пользовательского интерфейса на основании изучения отзывов пользователей в отношении предварительного проекта пользовательского интерфейса
Подготовка спецификаций проекта и составление отчетов	Документальное оформление результатов проекта
Составление подробного плана проверки	Точное определение того, как должна осуществляться проверка и аттестация кода

Литература

- Джарратано Дж., Райли Г. «Экспертные системы. Принципы разработки и программирования»
- Уотермен Д. «Руководство по экспертным системам»
- Попов. Э.В. «Экспертные системы»

Спасибо за внимание!!!