

## О МЕТОДОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

А. С. Бердышев, К. А. Калиева, М. А. Кантуреева\*

Казахский национальный педагогический университет им. Абая,  
050010, Алма-Ата, Республика Казахстан

\* Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева,  
010000, Астана, Республика Казахстан

---

---

УДК 004.891.3

Рассмотрены методология проектирования экспертных систем, структура основных компонент, изучаются этапы создания экспертных систем, приводятся основные сведения о способах представления знаний в экспертных системах.

**Ключевые слова:** экспертные системы, база знаний, программные средства, интеллектуальный интерфейс.

In this article is considered design methodology of expert systems, structure of the base components, are studied stages of expert system's creation, are resulted basic data on ways of representation of knowledge in expert systems.

**Key words:** expert systems, knowledge base, software, intellectual interface.

В настоящее время не существует единых методов, моделей и средств создания экспертных систем. Требуется доступные инструментальные средства, способные поддерживать стандартную технологию проектирования прикладных экспертных систем, что позволило бы проводить детальный анализ на этапе проектирования систем. Целью настоящего исследования является разработка программ, которые по качеству и эффективности не уступают решениям, получаемым экспертом. Предпринята попытка построения общей методологии проектирования экспертных систем, позволяющей создавать кластерные экспертные системы для решения задач в различных предметных областях. Основная идея заключается в создании теоретических, технологических и организационных методов разработки экспертных систем.

**1. Основные проблемы технологии создания экспертных систем.** Экспертная система — это система искусственного интеллекта, построенная на основе специальных знаний о некоторой предметной области, полученных от экспертов-специалистов этой области. Экспертные системы — один из немногих видов систем искусственного интеллекта, которые получили широкое распространение и нашли практическое применение. Экспертные системы являются прогрессирующим направлением в области искусственного интеллекта. Повышенный интерес к таким системам определяется возможностью их применения при решении задач в различных областях деятельности человека. Процесс разработки экспертных систем существенно отличается от процесса разработки обычных программных продуктов.

Программные средства, основанные на технологии и методах искусственного интеллекта, существенно расширяют круг практически значимых задач, которые можно решать с

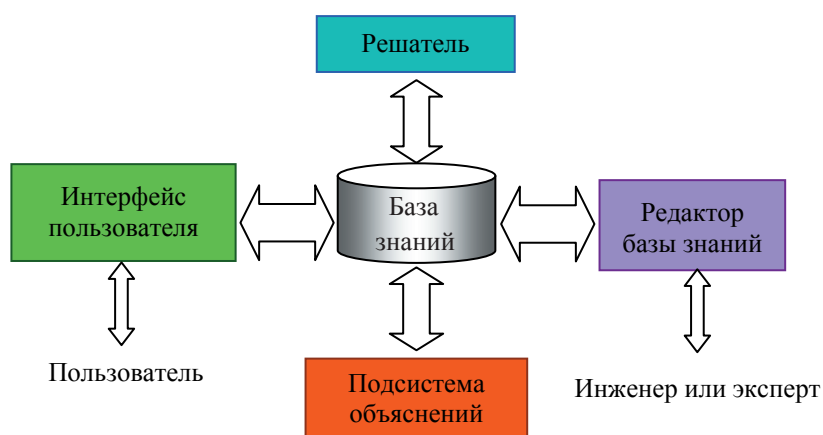


Рис. 1. Типовая структура экспертной системы

использованием компьютеров. Однако существует проблема объединения различных методов и технологий в единую согласованную систему, оптимально использующую все средства и инструменты. На рис. 1 показана типовая структура экспертной системы. Кроме того, остаются нерешенными проблемы единого представления знаний в интегрируемой среде, отсутствуют методы организации процессов обмена данными между экспертными системами, входящими в ее состав, не существует методов обработки запросов к экспертным системам и методологии проектирования экспертной системы в целом. Большинство экспертных систем, разработанных в соответствии с классической архитектурой, являются интегрируемыми. Поэтому возникает ситуация, когда необходимо вносить изменения в состав экспертной системы, перепроектировать экспертные системы, изменять методы обработки запросов и т. д., для чего зачастую требуется изменение системы, что может привести к тупиковой ситуации. Опыт создания экспертных систем показывает, что использование методологии, принятой в традиционном программировании, затягивает этот процесс. Необходимо также отметить отсутствие четкой методики проектирования экспертных систем.

**2. Технология создания экспертных систем.** Экспертные системы являются одним из разделов искусственного интеллекта (artificial intelligence). Исследования в этой области сконцентрированы на разработке и внедрении компьютерных программ, способных эмулировать (имитировать, воспроизводить) те области деятельности человека, которые требуют мышления, определенного мастерства и накопленного опыта, в частности, задачи принятия решений [1], распознавания образов и понимания человеческого языка.

Разработка экспертных систем возможна для приложений, удовлетворяющих следующим требованиям:

- 1) наличие экспертов в данной области, решающих задачу значительно лучше, чем начинающие специалисты;
- 2) наличие единой оценки предлагаемого решения, что позволяет оценить качество разработанной экспертной системы;
- 3) способность экспертов выразить на естественном языке и объяснить используемые ими методы, что позволяет формализовать знания экспертов и вложить в экспертную систему;
- 4) решение задачи только путем рассуждений, а не действий;
- 5) умеренная сложность задачи (время, затраченное на решение, не должно превышать нескольких часов или дней);

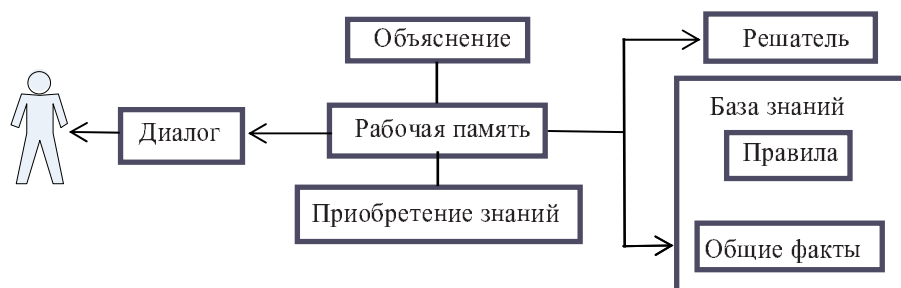


Рис. 2. Схема экспертной системы

б) ясность и структурированность задачи (должны быть выделены основные понятия, отношения и способы получения решения задачи, известные эксперту).

Использование экспертных систем целесообразно в следующих случаях:

- решение задачи должно принести значительный эффект, например экономический;
- недостаточное количество экспертов (например, в случае необходимости выполнения экспертизы одновременно в нескольких местах);
- недопустимая потеря времени или информации при передаче информации эксперту.

Кроме того, решаемая задача должна иметь следующие характеристики:

- 1) возможность решения посредством символических рассуждений, а не манипуляций с числами, как принято в математических методах и традиционном программировании;
- 2) эвристический, а не алгоритмический характер (для получения решения необходимо использовать эвристические правила);
- 3) экономический эффект от решения задачи должен оправдывать затраты на разработку экспертной системы, однако задача не должна быть чрезмерно сложной (решение занимает у эксперта часы, а не недели), чтобы экспертная система могла ее решать;
- 4) практическая значимость.

**3. Схема проектирования экспертной системы.** В общем виде экспертная система состоит из следующих типовых подсистем: подсистемы приобретения знаний, управляющей их классификацией по принадлежности к локальным экспертным системам; подсистемы управления выводом знаний, управляющей их выводом в кластерной экспертной системе с помощью математической модели построения дерева логического вывода; подсистемы формирования заключений и рекомендаций; набора локальных экспертных систем, полученных на основе декомпозиции знаний выбранной предметной области (рис. 2). Особенностью экспертных систем является их способность накапливать знания и опыт наиболее квалифицированных специалистов (экспертов) в какой-либо узкой предметной области. С помощью этих знаний пользователи экспертных систем, имеющие обычную квалификацию, могут решать различные задачи столь же эффективно, как если бы это сделали сами эксперты. Такой эффект достигается за счет того, что экспертная система воспроизводит практически ту же схему рассуждений, которую обычно применяет эксперт при анализе какой-либо проблемы. Тем самым экспертные системы позволяют копировать и распространять знания, делая уникальный опыт нескольких высококвалифицированных профессионалов доступным широким кругам рядовых специалистов. Профессиональный уровень пользователей экспертных систем может быть весьма различным. От вида деятельности пользователей зависят также функции, которыми наделяются создаваемые для них экспертные системы.

Экспертные системы строятся на основе знаний, полученных от экспертов; способа отображения в базе знаний; методов использования баз знаний для логического вывода [2].

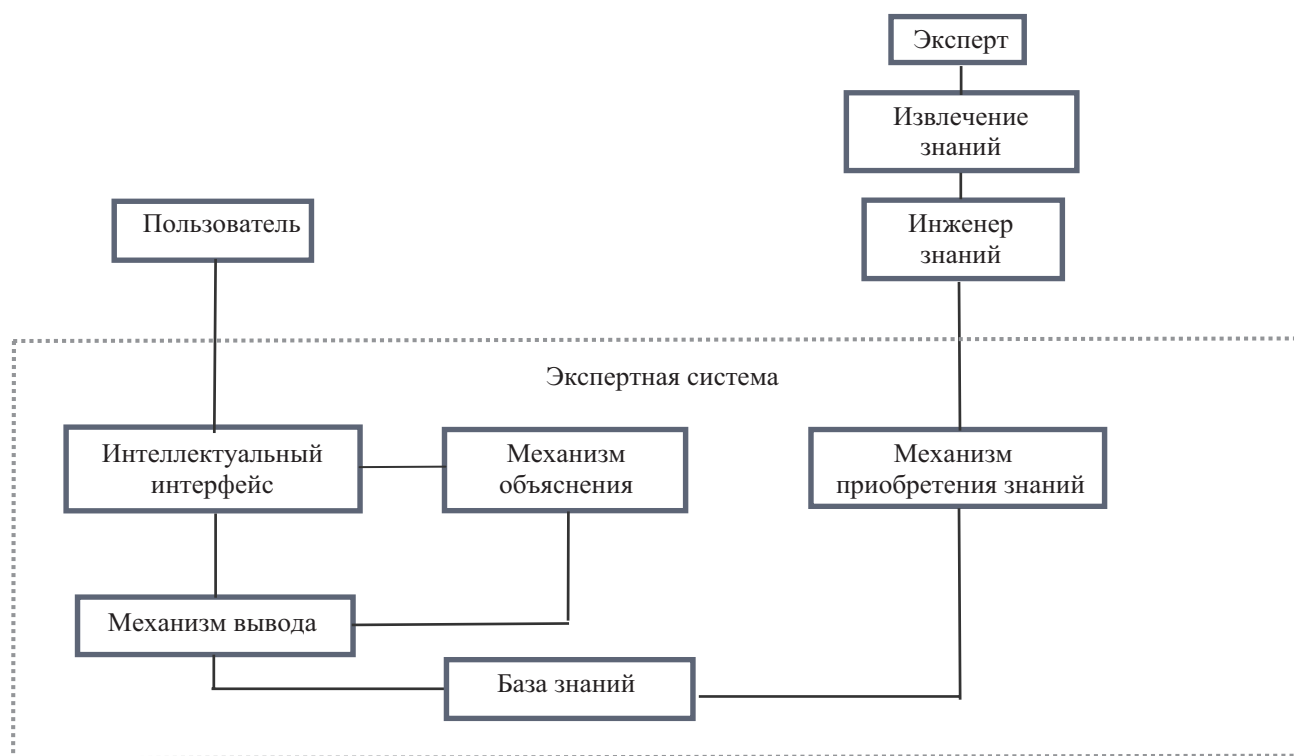


Рис. 3. Архитектура экспертной системы

К числу типовых задач, решаемых экспертными системами, относятся следующие задачи [3]:

- извлечение информации из первичных данных (таких, как сигналы от гидролокатора);
- диагностика неисправностей (как в технических системах, так и в человеческом организме);
- структурный анализ сложных объектов (например, химических соединений);
- выбор конфигурации сложных многокомпонентных систем (например, распределенных компьютерных систем).

Рассмотрим архитектуру экспертной системы, построенной на основе базы знаний (рис. 3).

*База знаний.* База знаний — особого рода база данных, разработанная для управления метаданными, т. е. сбором, хранением, поиском и выдачей знаний. Обычно базы знаний используются в контексте экспертных систем, в которых с их помощью представляются навыки и опыт экспертов, занятых практической деятельностью в соответствующей области (например, в медицине или математике).

*Механизм вывода.* Механизм вывода — это программный инструмент, преобразующий во внутреннее представление запрос, полученный от интеллектуального интерфейса; формирующий конкретный алгоритм решения задачи с применением базы знаний; выполняющий алгоритм; передающий полученный результат через интеллектуальный интерфейс для выдачи ответа на запрос.

*Механизм приобретения знаний.* База знаний отражает знания экспертов (специалистов) в данной области о действиях в различных ситуациях или процессах решения характерных задач. Выявлением подобных знаний и последующим их представлением в базе знаний занимаются специалисты, называемые инженерами знаний.

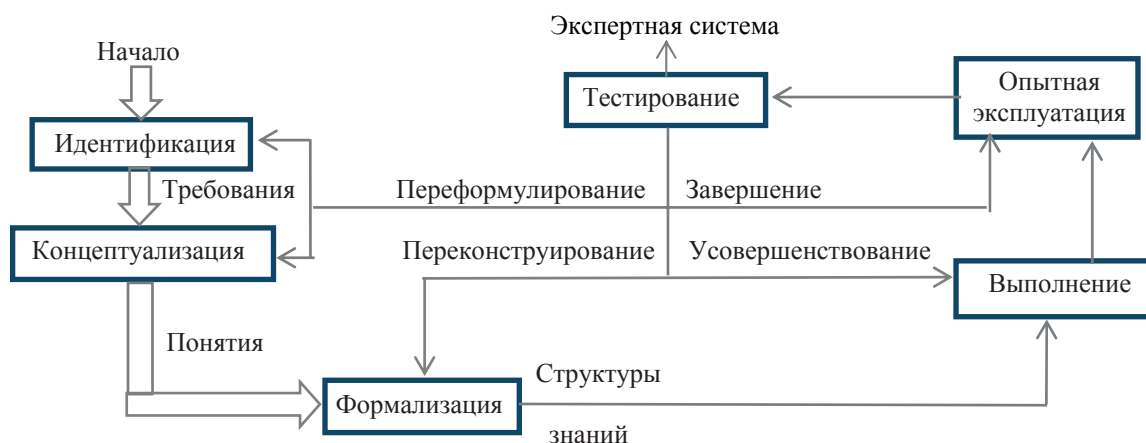


Рис. 4. Методика разработки экспертных систем

*Механизм объяснения знаний.* В процессе или в результате решения задачи пользователь может запросить объяснение или обоснование хода решения. С этой целью экспертная система должна предоставить соответствующий механизм объяснения.

*Интеллектуальный интерфейс.* Интеллектуальный интерфейс — это интерфейс пользователя, дополнительно снабженный программным обеспечением, способным выполнять элементарные функции анализа, синтеза, сравнения, обобщения, накопления, обучения всех элементов, участвующих в процессе взаимодействия с пользователем.

**4. Технология разработки экспертных систем.** Технология разработки экспертных систем включает следующие шесть этапов (рис. 4): идентификацию, концептуализацию, формализацию, выполнение, тестирование, опытную эксплуатацию (рис. 5).

На этапе идентификации планируется процесс разработки прототипа системы [2]: определяются источники знаний (книги, эксперты, методики), цели (распространение опыта, автоматизация рутинных операций), классы решаемых задач и т. д. Результатом идентификации является ответ на вопрос: что нужно сделать и какие ресурсы необходимы.

На этапе концептуализации проводится содержательный анализ проблемной области, выявляются используемые понятия и их взаимосвязи, определяются методы решения задач. Этот этап завершается созданием модели предметной области, включающей основные концепты и отношения. На этапе концептуализации определяются следующие особенности задачи:

- типы доступных данных;
- исходные и выводимые данные, подзадачи общей задачи;
- применяемые стратегии и гипотезы;
- виды взаимосвязей между объектами предметной области, типы используемых отношений (например, иерархия, причина — следствие, часть — целое и т. п.);
- процессы, применяемые в ходе решения;
- знания, используемые при решении задачи;
- типы ограничений, накладываемых на процедуры, примененные в ходе решения;
- знания, используемые для обоснования решений.

На этапе формализации выбираются информационные системы и определяются способы представления всех видов знаний, формализуются основные понятия, определяются способы

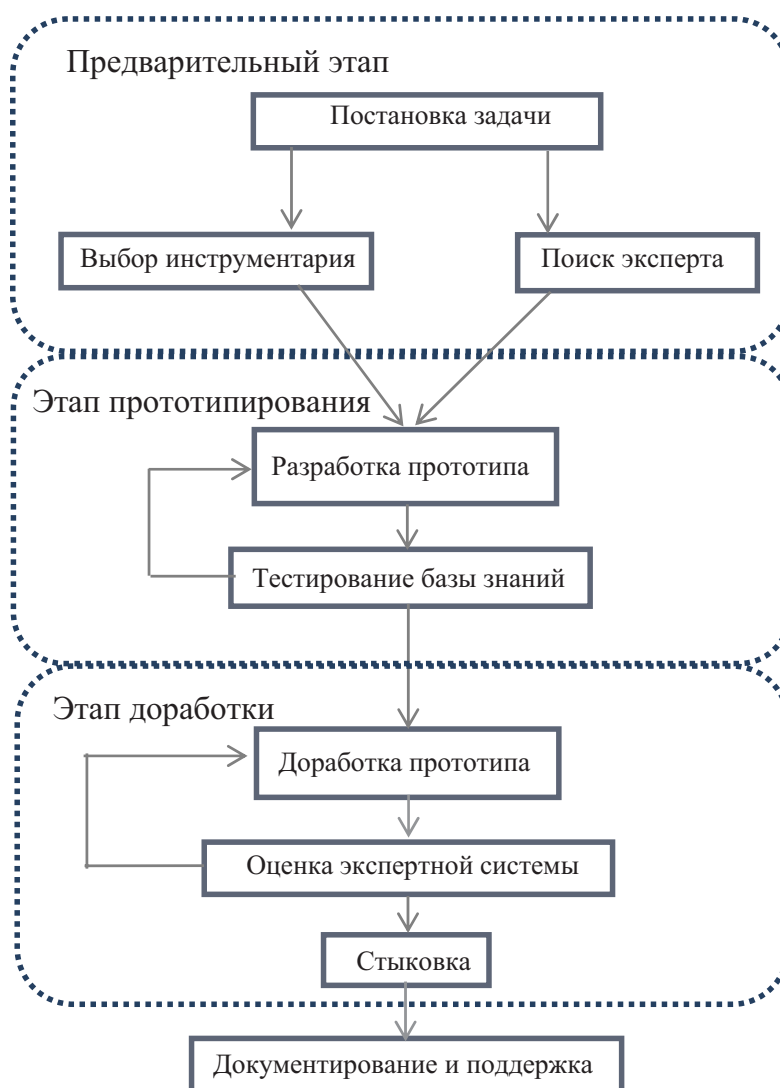


Рис. 5. Этапы разработки экспертных систем

интерпретации знаний, моделируется работа системы, оценивается адекватность зафиксированных понятий, методов решений, средств представления и манипулирования знаниями целям системы. Результатом этапа формализации являются описание того, каким образом рассматриваемая задача может быть представлена в выбранном или разработанном формализме (фреймы, сценарии, семантические сети и т. д.), и определение способов манипулирования имеющимися знаниями (логический вывод).

На этапе выполнения осуществляется наполнение экспертом базы знаний. Процесс приобретения знаний осуществляется инженером по знаниям на основе анализа деятельности эксперта по решению реальных задач. Цель этого этапа — создание одного прототипа экспертной системы. Затем на данном этапе по результатам тестирования и опытной эксплуатации создается конечный продукт, пригодный для промышленного использования. Разработка прототипа состоит в программировании его компонентов или в выборе их из известных инструментальных средств и наполнении базы знаний.

Таким образом, в настоящее время процесс оценки ситуации и принятия решения является наиболее трудоемким процессом, поэтому при разработке экспертной системы наиболее важными и актуальными являются:

- 1) правильная постановка задачи;
- 2) систематизация знаний для передачи компьютерной системе;
- 3) разработка средств управления базой знаний, логического вывода и упрощенного диалогового взаимодействия.

## Список литературы

1. ЛЮГЕР Д. Ф. Искусственный интеллект: Стратегии и методы решения сложных проблем. 4-е изд. М.: Издат. дом “Вильямс”, 2005.
2. ДЕВЯТКОВ В. В. Системы искусственного интеллекта: Учеб. пособие для вузов / Под ред. И. Б. Федорова. М.: Изд-во МГТУ, 2001.
3. РАССЕЛ С. Искусственный интеллект: современный подход. 2-е изд. / С. Рассел, П. Норвиг. М.: Издат. дом “Вильямс”, 2007.

*Бердышев Абдумавлен Сулейменович — д-р физ.-мат. наук, проф., зав. кафедрой  
Казахского национального педагогического университета им. Абая;  
тел.: +7(727) 261-15-76; e-mail: berdyshhev@mail.ru;*

*Калиева Куляш Абиловна — канд. физ.-мат. наук, доц.  
Казахского национального педагогического университета им. Абая;  
тел.: +7(727) 261-15-76; e-mail: kklara\_09@mail.ru;*

*Кантуреева Мансия Арынбековна — ст. преп. Евразийского  
национального университета им. Л. Н. Гумилева;  
тел.: +770-115-29-52; e-mail: Monsiko@mail.ru*

Дата поступления — 11.11.12