

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АЛЬ-ФАРАБИ

А.Т. Агишев

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

**Сборник лекций для студентов магистратуры,
обучающихся по образовательной программе
«7М07125 - Электроника и системы управления»**

Алматы, 2025

Лекция 2. Экспертные системы: структура и области применения

Цель лекции

Ознакомить студентов с концепцией экспертных систем (ЭС) как одной из ключевых форм интеллектуальных систем обработки данных. Показать их структуру, принципы функционирования, типовые методы представления знаний и логического вывода, а также рассмотреть примеры использования экспертных систем в инженерных и управленческих задачах.

Основные вопросы:

1. Понятие и назначение экспертных систем.
2. Ключевые элементы архитектуры ЭС.
3. Типы знаний и методы их представления.
4. Механизмы логического вывода и принятия решений.
5. Средства разработки и языки описания знаний.
6. Примеры и области применения ЭС в электронике и системах управления

Краткие тезисы:

1. Понятие экспертной системы. Экспертная система - это интеллектуальная программа, имитирующая рассуждения эксперта-человека в конкретной предметной области (Норгоод, гл. 3). Цель ЭС - решение плохо формализуемых задач: диагностика, прогнозирование, проектирование, контроль. ЭС отличается от классических алгоритмических систем тем, что *оперирует знаниями*, а не только данными.

2. Структура экспертной системы. Типовая архитектура ЭС включает (Норгоод, гл. 4):

- **Базу знаний (Knowledge Base)** - содержит факты, правила, эвристики, описывающие опыт эксперта.
- **Механизм вывода (Inference Engine)** - управляет процессом рассуждения, используя прямой или обратный вывод.
- **Рабочую память (Working Memory)** - хранит текущие данные о задаче, промежуточные выводы.
- **Подсистему объяснения (Explanation Facility)** - обосновывает сделанные выводы и решения.
- **Интерфейс пользователя** - обеспечивает взаимодействие между пользователем и системой.

3. Представление знаний. Знания в ЭС могут быть представлены:

- **Правилами (IF-THEN)** - основа продукционных систем (например, MYCIN).
- **Фреймами и семантическими сетями** - для представления объектов и их свойств.
- **Логическими моделями** - через предикаты и рассуждения по правилам логики. Норгоод подчеркивает важность выбора формы представления знаний для обеспечения *прозрачности* и *объяснимости* решений.

4. Механизмы вывода. Основные подходы:

- **Прямой вывод (Forward Chaining)** - от фактов к заключениям (используется в системах мониторинга).
- **Обратный вывод (Backward Chaining)** - от цели к подтверждающим фактам (эффективен в диагностике).
- **Комбинированные и вероятностные методы** - с использованием байесовских сетей, нечеткой логики.

5. Реализация и вычислительная основа. Современные ЭС интегрируются с НРС-средами (Sterling et al., гл. 6–7):

- Использование многопроцессорных архитектур для ускорения вывода.
- Применение параллельных алгоритмов поиска и сопоставления шаблонов.
- Хранение базы знаний в распределенных системах или облачных хранилищах.

6. Примеры и области применения.

- **Инженерная диагностика:** анализ отказов оборудования, прогноз износа элементов.
- **Системы управления:** интеллектуальные контроллеры и адаптивные регуляторы.
- **Медицина:** диагностика заболеваний (MYCIN, DENDRAL).
- **Энергетика:** экспертные системы для мониторинга энергосетей.
- **Астрономия и физика:** автоматическое распознавание объектов и анализ данных наблюдений.

Норгоод выделяет ключевое свойство ЭС - *объяснимость решений*, что особенно важно в системах управления, где человек должен понимать логику рекомендаций.

Вопросы для контроля, изучаемого материал:

- 1) В чем заключается основное назначение экспертных систем?
- 2) Назовите основные компоненты архитектуры ЭС и их функции.
- 3) Чем различаются прямой и обратный механизмы вывода?
- 4) Какие формы представления знаний применяются в ЭС?
- 5) Приведите примеры использования ЭС в инженерных и производственных задачах.
- 6) Как технологии НРС повышают производительность и масштабируемость ЭС?

Рекомендуемый список литературных источников:

1. Hopgood A. A. Intelligent Systems for Engineers and Scientists. — 3rd ed. — Boca Raton : CRC Press / Taylor & Francis, 2012. — 682 p.
2. Sterling T., Anderson M., Brodowicz M. High Performance Computing: Modern Systems and Practices. — Amsterdam : Elsevier / Morgan Kaufmann, 2017. — 728 p.
3. Russell, S., Norvig, P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th Edition. Pearson, 2021.