

Справочник министерств	
№ ГР.	НАИМЕНОВАНИЕ
▶ 01	МИНПРОМ
02	БЕЛЛЕСБУМПРОМ
03	БЕЛЛЕГПРОМ
04	МИНСТРОЙАРХИТЕКТУРЫ
06	БЕЛНЕФТЕХИМ
07	БЕЛБИОФАРМ
08	МИНСЕЛЬХОЗ
09	БЕЛМЕСТПРОМ
10	ДРУГИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ
12	СЕЛЬХОЗОРГАНИЗАЦИИ
13	МИНЖИЛКОМХОЗ
14	БЮДЖЕТНЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ

Рис.4. Справочник министерств

УДК612.9.06-529, 681

## ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

**Новичихин Р.В., Лобовкин М.И., Новичихина Е.Р.**  
*Белорусский национальный технический университет*  
*Минск, Беларусь*

### **Актуальность проблемы.**

При подготовке специалистов в области автоматизации производства и робототехники возникает необходимость в программах, реализующих концепцию искусственного интеллекта, в частности, оперирующих знаниями (эвристикami) экспертов. Такие экспертные системы (ЭС) позволяют, во-первых, автоматически получить проектные решения, во-вторых, в процессе самостоятельного заполнения ее знаниями лучше понять предметную область, и, в-третьих, уяснить, что собой представляет и как работает сам искусственный интеллект.

### **Объект исследования и разработки.**

На кафедре робототехнических систем БНТУ разработана и применяется оболочка ЭС, специализированная для учебных целей. Будучи заполнен-

ной конкретными знаниями, такая «пустая заготовка» превращается в готовый инструмент автоматизированного решения практически любых задач.

### Цель и задачи разработки.

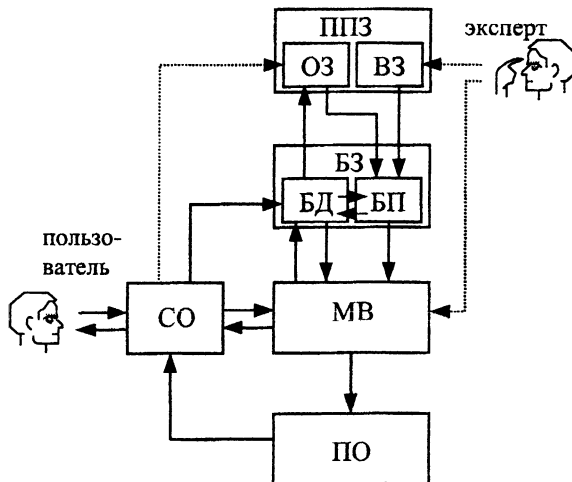
При разработке оболочки ставилась цель сделать ее пригодной для самостоятельного использования студентами в различных дисциплинах и видах занятий. Для этого она должна быть максимально дружественной, легко настраиваемой, наглядной и с обучающим эффектом. Известные оболочки набором таких качеств не обладали.

Для достижения поставленной цели оболочка должна отвечать следующим требованиям:

1. Простота и интуитивность интерфейса.
2. Учет достоверности и случайностей.
3. Учет приоритетов и исключений.
4. Гибридность (объединение экспертных и вычислительных задач).
5. Интегрированность и распределенность (возможность включения в себя другие учебные программы и наоборот).
6. Настройка параметрическая и диалоговая (только с помощью меню).
7. Наличие режима полного и обзорного отображения структуры, состояний и процесса функционирования системы.
8. Реализация на доступных и наиболее распространенных технических и программных средствах.

### Принципиальные решения.

Структура ЭС представлена на рисунке.



Основой ЭС является база знаний (БЗ). Из множества известных способов представления знаний (фреймы, семантические сети, исчисление предикатов, матрица примеров) был выбран продукционный способ, т.е. основанный на правилах, как наиболее естественный для восприятия (соответствие требованиям по пп. 1,7). БЗ состоит из базы правил (БП) и базы данных (БД).

Каждое правило БП может содержать до 5 условий, снабжается коэффициентом достоверности и приоритетом (пп. 2,3). При этом, как в условной (антецеденте), так и в констатирующей (консеквенте) части правила могут использоваться вычисления по формулам (п.4). Количество правил ограничивается только наличием свободной памяти.

БД или рабочая память содержит исходные и полученные значения факторов, т.е. факты, а так же список непроинициализированных факторов, имеющих в правилах. Значения, как и правила, снабжаются коэффициентами достоверности, а численные — дополнительно параметрами закона распределения (п.2).

В механизме логического вывода (МВ) используется монотонный вывод в ширину, т.е. правила не меняются, факты из БЗ не удаляются, вначале просматриваются все правила на одном уровне без углубления на сработавшем, затем на другом уровне и т.д.

Коэффициент достоверности каждого заключения рассчитывается по коэффициентам участвующих факторов и самого правила. При этом можно выбрать одно из 4-х правил: меньше меньшего (простая вероятность или ф.Байеса), по меньшему (логическое пересечение), по большему (логическое объединение), больше большего (теория достоверности Демпстера-Шейфера).

Механизм вывода может работать в 4-х режимах: прямая цепочка рассуждений (от фактов к цели); обратная цепочка рассуждений (от гипотезы к подтверждающим фактам); прямая с верификацией (с подтверждением); прямая со статистикой (с определением вероятностей различных результатов).

Вывод с верификацией предусматривает поиск альтернативных цепочек рассуждения, ведущих к тому же результату. Решается обычная прямая задача, осуществляется переключение на обратную с блокированием уже сработавших правил последовательно на первом, втором и т.д. уровнях.

Вывод со статистикой предусматривает многократный вывод с изменением факторов по заданному случайному закону и определение вероятностей возможных исходов результата (метод Монте-Карло).

В учебной программе важное место занимает средство общения (СО) и интерфейс пользователя. В идеале СО интеллектуальной системы должно включать речевой ввод, синтезатор речи, систему распознавания и грамматического разбора рукописного текста и т.п. Для практических ЭС это пока не-

реально и противоречит п.8 требований. Поэтому СО оболочки решена традиционными и общепринятыми средствами графического интерфейса. Подсистема приобретения знаний (ППЗ) состоит из подсистемы ввода знаний (ВЗ), т.е. интерфейса эксперта, и подсистемы обучения (ОЗ). Интерфейс решен теми же средствами и из тех же соображений, что и СО. Он представляет собой диалоговый ввод и редактор БД и БП с элементами тестирования на непротиворечивость.

Для подсистемы обучения из нескольких возможных способов обучения (обобщением опыта, по аналогии, стратегическое) был выбран наиболее простой и понятный — заучиванием (п.7,8).

Выведенные заключения по согласованию с экспертом или пользователем автоматически оформляются в виде правил и включаются в БЗ. Подсистема объяснения (ПО) предназначена для внушения доверия к результату и для вскрытия механизма вывода. Она отвечает на вопросы «как» и «почему», т.е. как получен результат и почему запрашиваются те или иные данные (п.7). Для этого оболочка располагает следующими средствами:

- постоянное графическое отображение на экране состояния ЭС и иллюстрация процесса вывода мультипликацией;
- строка сообщений — пояснения по содержанию выполняемого этапа или операции, смыслу и причине задаваемого вопроса;
- распечатка протокола с исходными данными, последовательностью сработавших правил, запрашиваемыми и выведенными фактами, промежуточными и окончательными результатами.

#### **Программная реализация.**

Оболочка реализована в среде Pascal с использованием принципов объектно-ориентированного программирования. Такое решение было продиктовано необходимостью унификации и «стыковки» оболочки с другими созданными на кафедре учебными программами (п.5,8).

ЭС работает в 2-х режимах: приобретение знаний (создание экспертом); консультации (эксплуатация пользователем).

Работа диспетчера вывода заключений визуализируется мультипликацией. В любой момент процесс вывода и его отображение может быть приостановлен для анализа.

#### **Пример использования.**

Оболочка была использована для создания ЭС «ManufSys», рекомендуемой целесообразный тип производственной системы. ЭС применяется в качестве лабораторной работы, при курсовом и дипломном проектировании.

ЭС рекомендует тип станочного оборудования и один из 8 возможных вариантов производственной системы:

- участок универсальных станков с ручным управлением;
- участок одноцелевых станков с ЧПУ;
- участок обрабатывающих центров;
- участок автономных модулей;
- гибкий автоматизированный участок;
- гибкая автоматизированная линия;
- переналаживаемая автоматическая линия;
- автоматическая линия.

ЭС учитывает следующие факторы: обрабатываемость материала и технологичность конструкции детали, средний размер партии запуска, годовая программа выпуска, номенклатура, время обработки и переналадки.

#### **Эффективность.**

Использование нескольких ЭС в учебном процессе более трех лет показало их эффективность. Они надежно выдают проектные решения с учетом качества исходных данных и специфичных условий. Работа с ЭС не вызывает никаких затруднений у неподготовленного пользователя. Результаты интерпретируются однозначно. Значительно возрастает интерес студентов к занятию и удовлетворение от самостоятельного применения современных информационных технологий.

Был достигнут и ожидаемый обучающий эффект в области самого искусственного интеллекта.

Вместе с тем, вскрылись и отрицательные моменты в применении ЭС. Во-первых, при обучении в предметной области ЭС делает всю работу за студента автоматически. И хотя при этом ЭС достаточно наглядно отражает, чем она руководствовалась, такое пассивное восприятие материала приводит к плохому его усвоению. Быстро получив готовый результат, студенту психологически трудно проходить путь повторно и вникать в логику получения этого уже известного результата.

Во-вторых, база знаний любой более-менее адекватной, т.е. профессиональной, ЭС становится очень громоздкой и плохо обозримой. При этом резко падает уровень восприятия и понимания предметной области.

#### **Выводы.**

1. Опыт использования искусственного интеллекта в учебном процессе показал его эффективность. Он позволяет повысить интенсивность обучения, степень усвоения материала и заинтересованность студентов.

2. Нецелесообразно предоставлять студенту для работы уже готовую ЭС. Базу знаний он должен формировать и заполнять самостоятельно.

3. Профессиональные ЭС для учебного процесса не годятся. Необходима их упрощенная модификация, но с обязательным указанием, в чем это упрощение заключается.