

УДК 681.3(007)

doi:10.18720/SPBPU/2/id23-93

*Речинский Александр Витальевич*¹,
проректор по экономике и финансам, канд. техн. наук;
*Станкевич Лев Александрович*²,
доцент, канд. техн. наук, доцент;
*Черенькая Людмила Васильевна*³,
профессор, д-р техн. наук, профессор

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

^{1, 2, 3} Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого,
² Россия, Санкт-Петербург, ЦНИИ РТК,
² stankevich_lev@inbox.ru, ³ ludmila@qmd.spbstu.ru

Аннотация. Рассмотрены основы построения экспертных систем, этапы развития систем и особенности реализации таких систем для повышения качества деятельности предприятий. Введены базовые понятия и рассмотрена архитектура статических экспертных систем, описаны алгоритмы работы основных компонентов таких систем, особенности использования экспертных систем для консультаций, диагностики и поиска информации. Приведен пример разработанной консультационной экспертной системы.

Ключевые слова: экспертная система, база знаний, принятие решений, качество, консультационная экспертная система.

*Aleksandr V. Rechinskiy*¹,
Vice-Rector on Economy and Finances, candidate of Technical Science;
*Lev A. Stankevich*²,
Associate Professor, Candidate of Technical Sciences;
*Ludmila V. Chernenkaya*³,
Professor, Doctor of Technical Sciences

USING EXPERT SYSTEMS TO IMPROVE THE QUALITY OF ENTERPRISES' ACTIVITIES

^{1, 2, 3} Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia,
² Central Research and Development Institute of Robotics and Technical
Cybernetics, St. Petersburg, Russia,
² stankevich_lev@inbox.ru, ³ ludmila@qmd.spbstu.ru

Abstract. The basics of building expert systems, the stages of development of systems and the features of the implementation of such systems to improve the quality of enterprises are considered. The basic concepts are introduced and the architecture of

static expert systems is considered, the algorithms of the main components of such systems are described, the features of using expert systems for consultations, diagnostics and information retrieval are described. An example of a developed consulting expert system is given.

Keywords: expert system, knowledge base, decision-making, quality, consulting expert system.

Введение

В настоящее время классическая концепция экспертных систем, сложившаяся в 1970-80-х годах, несколько устарела, поскольку формальные логики предикатов или продукций, которые использовали разработчики ранних экспертных систем, уже не могут обеспечить новые потребности пользователей [1, 2]. Фактически, формальные логики перестали удовлетворять требования сегодняшних технологий. Большинство описанных в литературе экспертные системы относятся к 1980-90-м годам и в настоящее время либо не существуют, либо устарели. Поэтому разработчики современных экспертных систем уходят от «чистых» формальных логик к гибридным интеллектуальным средствам, построенным, например, на нейро-нечеткой логике, или к нейронным сетям с глубоким обучением, которые стали основой современных интеллектуальных систем [3–6]. Такие экспертные системы стали принципиально обучаемыми, способными накапливать знания в процессе функционирования, анализируя и обобщая результаты действий экспертов. Фактически, экспертные системы постепенно приобретают когнитивные способности, связанные с познанием, прогнозированием и человекоподобными способами принятия решений [7–9].

В плане совершенствования человеко-машинного интерфейса экспертных систем предпринимаются попытки объединить «классические» подходы к разработке экспертных систем с современными подходами к построению пользовательского интерфейса (проекты CLIPS Java Native Interface, CLIPS.NET и др.) [10–13]. Однако в экспертных системах общего пользования (консультационных, диагностических, прогнозирующих и пр.) начинают широко использоваться, так называемые, интеллектуальные чат-боты для диалогового общения с пользователем на естественном языке, что значительно повысило качество диалога.

Кроме того, сегодня экспертные системы могут интегрироваться с реляционной моделью данных, которая доминирует сегодня в информатике, что делает возможным эффективное использование современных промышленных СУБД для организации баз знаний таких систем. На сегодняшний день существуют системы интеграции экспертных систем и нейронных сетей как вид гибридной интеллектуальной системы. Такие

системы соединяют в себе как формализуемые знания (в логических системах), так и неформализуемые знания (в нейронных сетях).

Экспертные системы на сегодняшний день являются одним из самых крупных направлений в искусственном интеллекте, однако они требуют постоянного совершенствования, например, путем объединения нескольких областей искусственного интеллекта, с целью создания гибридной экспертной системы с когнитивными способностями, которая сможет работать не хуже, а возможно и лучше, группы экспертов-людей. Оснащение экспертных систем интеллектуальными чат-ботами позволит значительно улучшить их взаимодействие с экспертами и пользователями.

1. Архитектура экспертных систем

Экспертные системы можно разделить на статические и динамические. В данной работе рассмотрены статические экспертные системы, в процессе работы не изменялись знания, сформированные экспертами. Структура статической ЭС представлена на рисунке 1.

Главными компонентами являются База знаний системы и Подсистема вывода на знаниях. Подсистема приобретения знаний позволяет сформировать Базу знаний при создании экспертных систем. Подсистема вывода на знаниях использует связанные между собой Базу знаний и Рабочую память. Подсистема объяснения вывода информирует пользователя при необходимости о цепочках вывода, приводящих систему к решению.

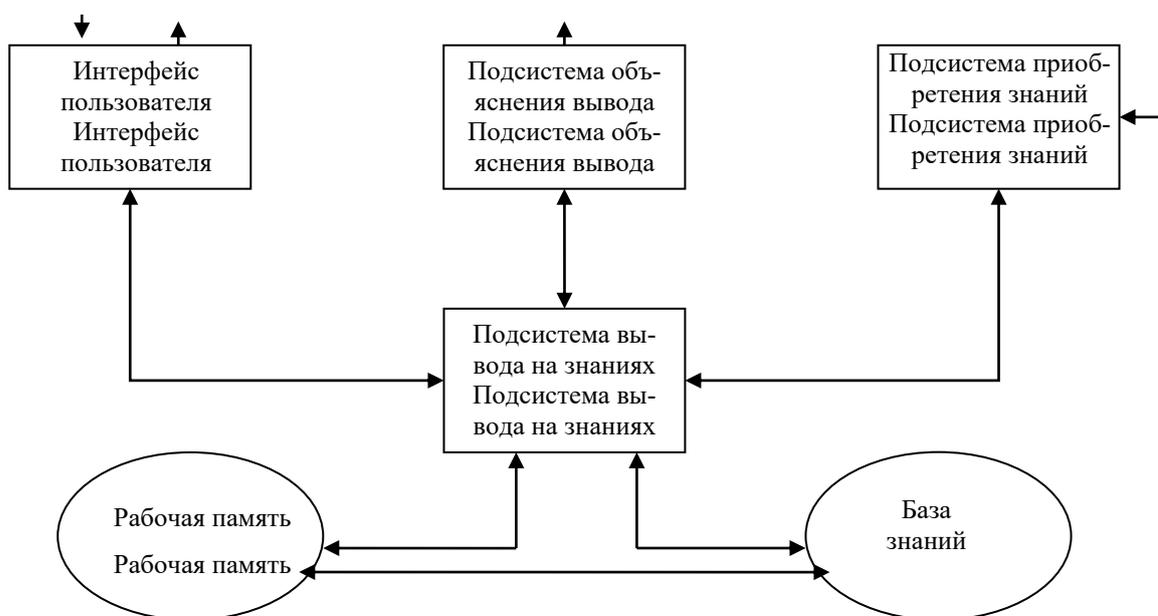


Рис. 1. Структура статической экспертной системы

Традиционно в разработке статических экспертных систем участвуют эксперты, инженеры по знаниям и программисты.

2. Применение экспертных систем на предприятиях

В настоящее время получили широкое использование экспертные системы на предприятиях. Процессы деятельности предприятия характеризуются многими параметрами, имеющими как числовую, так и нечисловую природу. Для повышения конкурентоспособности предприятия недостаточно автоматизировать его деятельность, необходимо обеспечить управление качеством продукции и качеством процессов деятельности. С другой стороны, недостаточно зафиксировать несоответствия, требуется определить причины низкого качества и разработать рекомендации по их устранению. Эту задачу решают квалифицированные специалисты, однако целесообразно и эффективно использовать экспертные системы, аккумулирующие знания специалистов и позволяющие решать поставленную задачу.

Можно выделить два варианта взаимодействия специалистов с системой: 1) консультирование, 2) принятие решения без редактирования специалистом. Консультирующие экспертные системы получили широкое распространение, поскольку система помогает специалисту принять решение.

Основные задачи экспертной системы в данном случае:

- аккумуляция исходных данных о показателях, характеризующих качество продукции или параметры технологического процесса;
- обработка данных;
- анализ данных с целью выявления возможных несоответствий на основе накопленных данных специалистов,
- подготовка необходимой информации для принятия решений.

Экспертные системы для повышения качества деятельности предприятий могут использоваться для решения самых разных задач, возникающих при управлении процессами деятельности.

3. Пример разработки экспертной системы

В качестве примера рассмотрим экспертную систему, нацеленную на повышение качества процесса выбора наилучшего поставщика комплектующих, сырья и расходных материалов [14], что непосредственно влияет на эффективность закупочной деятельности любого производственного комплекса. Стоимость сырья и комплектующих, используемых для производства, является одной из главных составляющих себестоимости конечного продукта и непосредственно влияет на ценообразование, а также на валовую прибыль и показатели экономической эффективности предприятия.

В то же время оценку того или иного поставщика нельзя производить исключительно на основании принципа наименьшей стоимости предлагаемого им товара. Необходимо учитывать организацию управления качеством у поставщика, удаленность от потребителя, сроки выполнения текущих и экстренных заказов, наличие резервных мощностей, наличие складских запасов, стоимость доставки, финансовое положение поставщика, его кредитоспособность, историю сотрудничества и т. д. Таким образом, задача подбора оптимального поставщика из нескольких имеющихся сводится к задаче многокритериального выбора. Сложность оптимального выбора по многим критериям заключается в том, что при потенциально бесконечном множестве эффективных решений стандартные процедуры многокритериальной оптимизации имеют тенденцию сходимости только в нескольких из них (в том числе и в одном). Особенно сложным является случай с несвязными множествами Парето. Помимо всего, в условиях коммерческой конкуренции и оперативно меняющихся исходных данных, процедуры многокритериальной оптимизации требуют постоянной подстройки, например, путем изменения приоритетов частных критериев, что требует привлечения опытных менеджеров (экспертов). Поэтому создание экспертной системы, позволяющей принимать оптимальные решения и экономить ресурсы, является крайне актуальной задачей.

В работе [14] описана разработанная экспертная система, позволяющая эффективно решать задачу выбора поставщика при многих критериях в производственных условиях изменяющихся приоритетов. Приводится анализ методов, используемых в многокритериальной оптимизации, определяется методика для проектирования системы, рассматриваются алгоритмы, основные блоки и этапы разработки программного обеспечения, описывается систем и ее работа, приводится инструкция для пользователя. Проведенный машинный эксперимент подтверждает эффективность работы системы и возможность ее практического применения в производственных целях. Созданная гибридная экспертная система для оптимального выбора поставщиков комплектующих, обеспечивает квалифицированные консультации с достаточной степенью точности.

Для решения многокритериальной задачи выбора поставщиков комплектующих с учетом специфики решаемой практической задачи был выбран метод, в основе которого лежит сочетание минимизации взвешенных сумм критериев и заданных линий предпочтения экспертов.

В процессе проектирования системы был применен принцип шкалирования для приведения к единым условным единицам разнотипных данных: количественных и качественных. Также реализовано внутреннее представление данных в виде динамических списков, что позволило, во-первых, решить проблему универсального подхода для различных видов комплектующих и количества номиналов, а, во-вторых, использовать установленную на предприятии форму тендерных таблиц поставщиков без дополнительных настроек со стороны пользователя. Помимо этого, был разработан синтаксис представления базы знаний экспертных систем, позволяющий с помощью формулировок на языке, близком к естественному, формализовать логику построения экспертных выводов и вносить изменения и дополнения пользователям и экспертам без обязательных навыков программирования.

По результатам проведенного машинного эксперимента на реальных выборках данных из тендерных таблиц за два года можно сделать вывод, что после обучения и настройки разработанная экспертная система показала неправильные результаты только в 3 % тестовых случаев.

Заключение

Рассмотрены основы построения экспертных систем, этапы развития систем и особенности реализации таких систем для повышения качества деятельности предприятий. Приведен пример разработанной консультационной экспертной системы позволяющая эффективно решать задачу выбора поставщика при многих критериях в производственных условиях изменяющихся приоритетов.

Разработанная экспертная система способна обучаться, т. е. запоминать новые факты и правила построения решений, обеспечивает оптимальный выбор поставщиков с учетом изменяющихся условий и позволяет решить проблему аккомодации и сохранения знаний, которая была выявлена в ходе процедуры извлечения знаний и консультаций с экспертами. Таким образом, в базе знаний может накапливаться и сохраняться опыт квалифицированных специалистов, что позволяет использовать экспертные системы в отсутствие эксперта или после смены кадров. Разработанная экспертная система не имеет прямых аналогов.

Список литературы

1. Попов Э.В. Экспертные системы: Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987.
2. Статические и динамические экспертные системы: Учебное пособие / Э.В. Попов И.Б. Фоминых, Е.Б. Кисель, М.Д. Шапот. – М.: Финансы и статистика, 1996. – 320 с.

3. Станкевич Л.А. Интеллектуальные системы и технологии: Учебник. – М.: Издательство «Юрайт», 2016. – 450 с.
4. Станкевич Л. А. Представление знаний и интеллектуальные системы: учебное пособие. — СПб.: Издательство Политехнического университета, 2008. – 157 с.
5. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. — СПб.: Издательство Питер, 2000. – 382 с.
6. Рутковская Д. и др. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы/ Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. Пер. с польского И.Д. Рудинского. – 2-е изд. – М.: Горячая линия – Телеком, 2013. – 383 с.
7. Куни Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.
8. Лотов А.В., Поспелова И.И. Конспект лекций по теории и методам многокритериальной оптимизации: учебное пособие. – М.: 2005. – 127 с.
9. Черноруцкий И.Г. Методы принятия решений. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
10. Соболев И.М. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями. – М.: Драфа, 2016. – 175 с. – ISBN 5-7107-7989-X.
11. Джурратано Д., Райли Г. Экспертные системы: принципы разработки и программирования / Пер. с англ. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2001. – 1152 с.
12. Нейлор К. Как построить свою экспертную систему / Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1991.
13. Сойер Б., Фостер Д.Л. Программирование экспертных систем на Паскале. – М.: Финансы и статистика, 1990.
14. Речинский А.В., Станкевич Л.А., Черненькая Л.В. Экспертные системы. Архитектура и примеры реализации: учебное пособие / Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. – 162 с.