

УДК 669.02/.09.004.67:681.518.54

к.т.н. Вишневский Д. А.,
Коробов Р. Ю.
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ И РЕМОНТА НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ С ПОЛНЫМ ЦИКЛОМ

Проведен анализ и рассмотрены перспективы применения экспертных систем на предприятиях с полным металлургическим циклом, цель которого — увеличить надежность работы оборудования.

Ключевые слова: экспертные системы, информационные технологии, автоматизация, металлургия, машиностроение, производство, прогнозирование, диагностика, проектирование, планирование, мониторинг, управление.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Практическое применение искусственного интеллекта на металлургических и машиностроительных предприятиях, основанных на экспертных системах (ЭС), позволяет повысить качество и сохранить время на принятие решений, а также способствует росту эффективности работы.

Анализ исследований и публикаций.

Сложность создания автоматизированных систем управления объясняется тем, что технологические процессы протекают, как правило, в высокотемпературных и химически агрессивных средах, в агрегатах большой единичной мощности, слабо оснащенных системами автоматического контроля основных технологических параметров, что не позволяет оперативно

контролировать изменение этих параметров по ходу процесса.

Набор компьютерных программ, которые позволяют выполнять функции эксперта при решении задач из некоторой предметной области, и есть экспертная система (рис. 1). ЭС выдают рекомендации, проводят анализ, ставят диагноз. Практическое применение ЭС на предприятиях способствует эффективности работы и повышению квалификации специалистов (рис. 2).

Главным достоинством ЭС является возможность накопления информации и сохранение ее длительное время. В отличие от человека ЭС подходят объективно к оцениванию независимо от вида информации, что улучшает качество проводимой экспертизы [1].



Рисунок 1 Экспертные системы как системы, основанные на знаниях

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

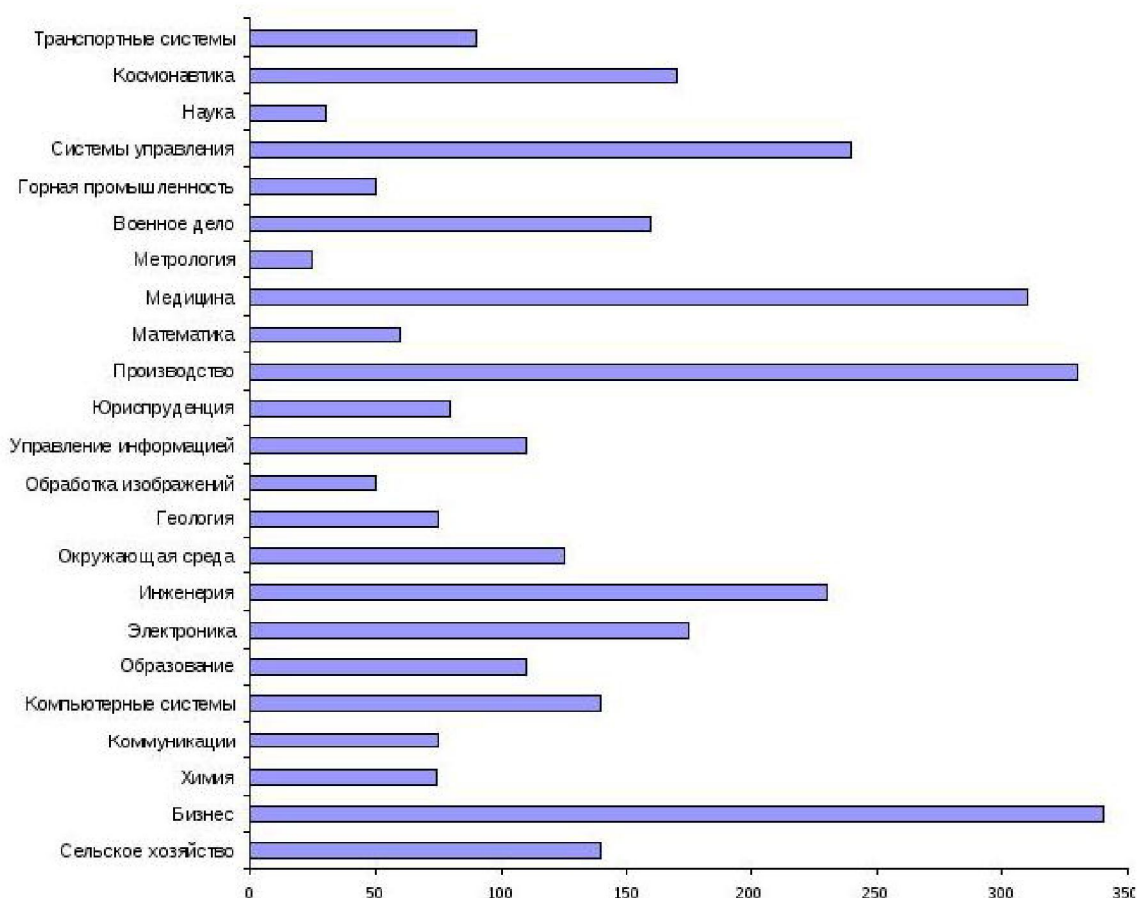


Рисунок 2 Области применения экспертных систем

Цель (задачи) исследований.

Выполненный анализ показывает необходимость исследования возможности применения ЭС на предприятиях с полным металлургическим циклом с целью повышения качества и увеличения надежности металлургического оборудования.

Изложение материалов исследований.

Применение ЭС позволяет:

- повысить производительность труда в 3–6 раз, при этом выполнение отдельных операций ускоряется в 10–15 раз;
- ускорить поиск неисправностей в устройствах в 5–10 раз;
- повысить производительность труда программистов в 5 раз;
- в процессе профессиональной подготовки сократить в 8–12 раз затраты на индивидуальную работу с обучаемым персоналом.

ЭС строятся для решения широкого круга проблем в таких областях, как:

- прогнозирование — проектирование возможных последствий данной ситуации;
- диагностика — определение причин неисправностей в сложных ситуациях на основе наблюдаемых симптомов;
- проектирование — нахождение конфигурации компонентов системы, которая удовлетворяет целевым условиям и множеству проектных ограничений;
- планирование — разработка последовательности действий для достижения множества целей при данных начальных условиях и временных ограничениях;
- мониторинг — сравнение наблюдаемого поведения системы с её ожидаемым поведением;
- инструктирование — помощь в образовательном процессе по изучению технической области;
- управление — управление поведением сложной среды.

В отличие от машинных программ, использующих процедурный анализ, ЭС решают задачи в узкой предметной области на основе дедукции (рис. 3). Такие системы часто оказываются способными найти решение задач, которые неструктурированы и некорректно определены.

На проектирование и создание одной ЭС раньше требовалось 20–30 чел. лет. В настоящее время имеется ряд средств, ускоряющих создание ЭС. Эти средства назы-

ваются инструментальными (ИС), или инструментарием. Использование ИС сокращает время разработки ЭС в 3–5 раз [2].

Типичная ЭС состоит из следующих основных компонентов: решателя (интерпретатора, механизма логического вывода), рабочей памяти (РП), называемой также базой данных (БД), базы знаний (БЗ), компонентов приобретения знаний, объяснительного и диалогового компонентов (рис. 4).

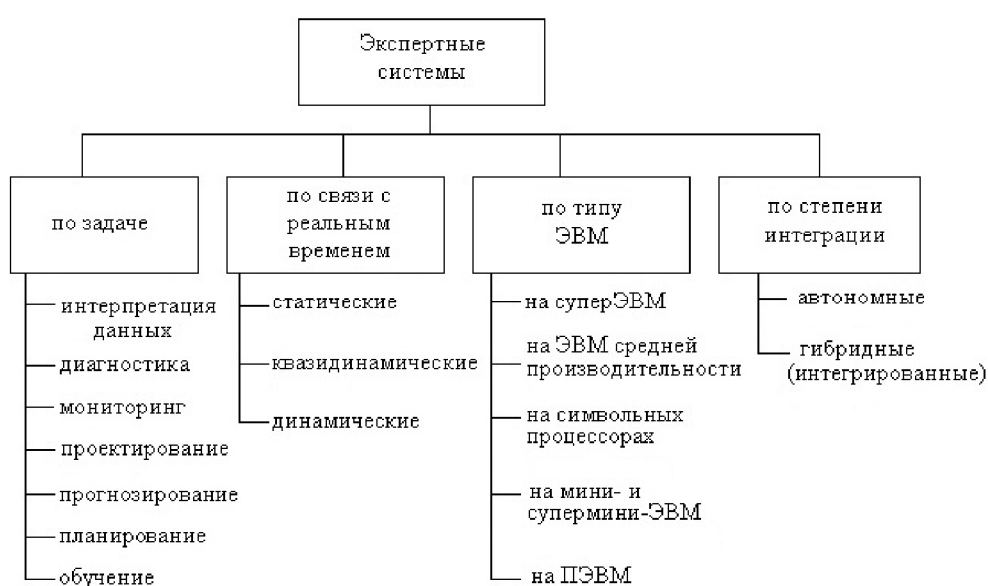


Рисунок 3 Классификация экспертных систем

ЭС выполняются на ЭВМ следующих типов: общего назначения; ПЭВМ; интеллектуальные рабочие станции (то есть рабочие станции типа San, Apollo и др., снабжённые эффективными ИС для создания ЭС); последовательные символьные ЭВМ типа Лисп-машин (Symbolic-3670, Alpha, Explorer, Xerox 1100 и другие) и Пролог-машин; параллельные символьные ЭВМ (Connection, Dado, Faun, Nuper Cube и другие) [3].

По типу инструментальных средств ЭС классифицируются следующим образом:

– символьные языки программирования, ориентированные на создание ЭС и систем искусственного интеллекта (например, LISP, INTERLISP, SMALLTALK);

– языки инженерии знаний, т. е. языки высокого уровня, ориентированные на построение ЭС (например, OPS-5, LOOPS, KES, ПРОЛОГ);

– системы, автоматизирующие разработку (проектирование) ЭС, (например, KEE, ART, TEIRESIAS, AGE, TIMM); их часто называют окружением (environment) для разработки систем ИИ, ориентированных на знания;

– оболочки ЭС (или пустые) – ЭС, не содержащие знаний ни о какой проблемной области (например, ЭКСПЕРТИЗА, ЕМУСИН, ЭКО, ЭКСПЕРТ).

В приведённой классификации ИС перечислены в порядке убывания трудозатрат, необходимых на создание с их помощью конкретной ЭС.

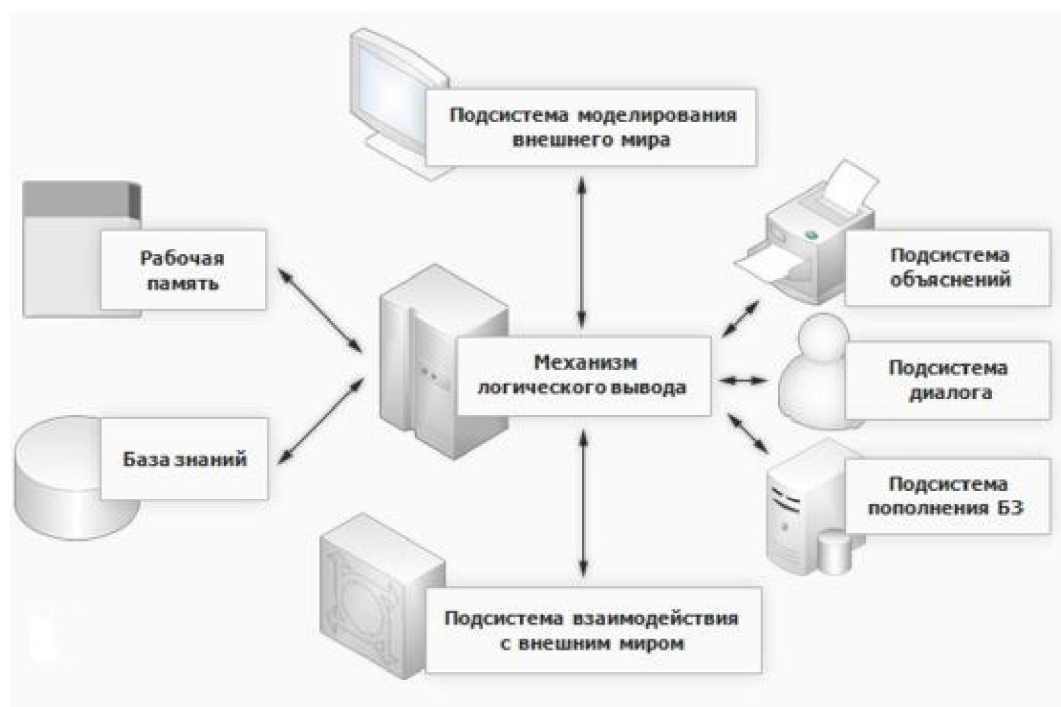


Рисунок 4 Основные элементы экспертных систем

Действительно, при использовании ИС первого типа в задачу разработчика входит программирование всех компонентов ЭС на языке довольно низкого уровня. Использование ИС второго типа позволяет значительно повысить уровень языка, что, как правило, приводит к некоторому снижению эффективности. Инструментальные средства третьего типа позволяют разработчику не программировать все или часть компонентов ЭС, а выбирать их из заранее составленного набора. При применении ИС четвертого типа разработчик полностью освобождается от работ по созданию программ, так как берет готовую пустую ЭС.

На данный момент, применение ЭС в металлургическом и машиностроительном производстве позволило разработать и внедрить следующие ЭС:

1. Технологический комплекс "Живучесть" — ЭС, позволяющая получить рекомендации для принятия компетентного решения в конкретной проблемной ситуации, в том числе и при определении и контроле наиболее опасных изгибов паропроводов с заключением о категориях опасности и сроках службы [4].

2. ЭС управления процессом рудно-термической плавки позволяет при проектировании и отладке АСУ сократить время разработки на 15–20 %, а также исследовать влияние технологических параметров на показатели эффективности процесса; повысить эффективность обучения и снизить время обучения при подготовке технологического персонала и студентов различных металлургических специальностей [5].

3. ЭС управления нагревом доменной печи содержит программные средства поддержки на базе языка Лисп и машину выводов, интерпретирующую знания. На основе информации от датчиков и базы знаний в системе делается вывод о текущем уровне нагрева с периодом 20 мин. и об увеличении или уменьшении нагрева; по результатам вывода с помощью правил управления определяются объем дутья и другие параметры управления [6].

4. ЭС проектирования технологий механизированной электродуговой наплавки решает следующие основные задачи: выбор наплавочных материалов в зависимости от условий работы и видов изнашивания деталей; выбор режимов и техники наплавки в

зависимости от способа наплавки, типа и геометрии наплавляемой детали, расположения наплавляемой поверхности [7].

5. ЭС прогнозирования состояния (срока службы) электрических двигателей на основе математической модели прогнозирования наработки до отказа асинхронных двигателей, позволяющая оценить остаточный срок службы изоляции электродвигателя при дестабилизирующем воздействии внешних факторов, а также учитывающая качество проведенных восстановительных мероприятий.

6. ЭС в обработке металлов давлением – технология сортовой прокатки, которая может быть использована в НИИ и на металлургических заводах при совершенствовании действующих и проектировании

новых технологических процессов сортовой прокатки [8].

Выводы.

Выполненный анализ применения ЭС в металлургическом и машиностроительном производствах позволяет сделать ряд выводов. При внедрении ЭС на предприятиях с полным металлургическим циклом можно будет добиться повышения показателей надежности и долговечности деталей металлургического оборудования, сократить время на принятие сложных решений, связанных с технологией производства или аварийными ситуациями, увеличить скорость обучения персонала, повысить качество выпускаемой продукции. С помощью ЭС возможен новый количественный и качественный скачок в развитии металлургического производства.

Библиографический список

1. Гаскаров, Д. Б. *Интеллектуальные информационные системы [Текст]* / Д. Б. Гаскаров. — М. : Высшая школа, 2003. — 433 с.
2. Ясницкий, Л. Н. *Введение в искусственный интеллект [Текст]* / Л. Н. Ясницкий. — М. : Академия, 2005. — 176 с.
3. Острейковский, В. А. *Информатика [Текст]* / В. А. Острейковский, И. В. Полякова. — М. : Высшая школа, 2008. — 608 с.
4. *Технологический комплекс “Живучесть” [Электронный ресурс]*. — Режим доступа: <http://www.sciteclibrary.ru/texts/rus/techn/tec366.htm>. (10.08.2016)
5. Гоненная, О. Е. *Экспертная система управления процессом рудно-термической плавки [Электронный ресурс]*. — Режим доступа: <http://tekhnosfera.com/ekspertnaya-sistema-upravleniya-protsessom-rudno-termicheskoj-plavki>. (16.08.2016)
6. *Экспертная система управления нагревом печи [Электронный ресурс]*. — Режим доступа: http://stu.alnam.ru/book_pfuzzy-17. (28.09.2016)
7. Махненко, В. И. *Экспертная система проектирования технологий механизированной электродуговой наплавки [Электронный ресурс]*. — Режим доступа: <http://paton.kiev.ua/ru/razrabotki-ies/5024/595>. (03.10.2016)
8. Шилов, В. А. *Применение экспертных систем в обработке металла давлением / В. А. Шилов, С. П. Куделин, Ю. В. Инатович [Электронный ресурс]*. — Режим доступа: http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/37275/1/978-5-9907151-1-0_2015_035.pdf. (12.10.2016)

© Вишневский Д. А.

© Коробов Р. Ю.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. каф. СИиИГ ЛГУ им. Даля Харламовым Ю. А., к.т.н., проф. каф. ММК ДонГТУ Ульяницким В. Н.

Статья поступила в редакцию 26.01.17.

к.т.н. Вишневський Д. О., Коробов Р. Ю. (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

**АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ТА
РЕМОНТУ НА МЕТАЛУРГІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ З ПОВНИМ ЦИКЛОМ**

Проведено аналіз і розглянуто перспективи застосування експертних систем на підприємствах з повним металургійним циклом, мета якого підвищити надійність роботи обладнання.

Ключові слова: експертні системи, інформаційні технології, автоматизація, металургія, машинобудування, виробництво, прогнозування, діагностика, проектування, планування, моніторинг, управління.

PhD Vishnevskii D. A., Korobov R. Yu. (DonSTU, Alchevsk, LPR, dimavish.79@mail.ru)

**ANALYSIS OF EXPERT SYSTEMS APPLICATION FOR DIAGNOSING AND REPAIRING
AT METALLURGICAL FACTORIES WITH FULL CYCLE**

The analysis has been made and the prospects have been studied for application of expert systems in enterprises with full metallurgical cycle, which aim is to increase reliability of the equipment.

Key words: expert systems, information technology, automation, metallurgy, engineering, production, prediction, diagnosis, design, planning, monitoring, management.