

УДК 004.891:55

## АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО СЕКТОРА

Марыина А. В., студент группы ПГс-221, II курс

Смирнова А. Д., ассистент кафедры маркшейдерского дела и геологии,  
аспирант группы ГМа-211, III курс

Научный руководитель: Михайлова Т. В., к.т.н., доцент,  
заведующий кафедрой маркшейдерского дела и геологии  
Кузбасский Государственный технический университет

имени Т. Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Современный мир стал настолько динамичным и стремительно развивающимся, что использование искусственного интеллекта (ИИ) становится неотъемлемой частью многих сфер деятельности, играя всё более важную роль. ИИ способен намного быстрее и эффективнее человека обрабатывать большие объемы данных, положительно влияя на оптимизацию работы, повышение эффективности исследований и принятие рациональных решений. В свою очередь, одними из составляющих искусственных интеллектуальных систем являются экспертные. Экспертные системы (ЭС), к которым в актуальных исследованиях по автоматизированной обработке геологических данных наблюдается повышенный интерес, предназначены для осуществления диагностических и консультационных задач [1].

В соответствии с распоряжением Правительства РФ о стратегическом направлении в области цифровой трансформации топливно-энергетического комплекса [2] разработка отечественных ЭС для угольной отрасли является актуальной задачей. Помимо этого, в горнодобывающей отрасли ресурс человеческого опыта крайне ценен, и внезапный уход ключевого эксперта из организации может привести к серьезным потрясениям. Поэтому недостаточная обеспеченность отрасли высококвалифицированными кадрами также обуславливает перспективность разработки ЭС российского производства. Таким образом, техническое перевооружение геологической службы за счет разработки и внедрения ЭС на предприятия не только обеспечит цифровую трансформацию, но и снизит зависимость от кадровых ограничений.

Упоминание термина «ЭС» следует рассматривать в контексте его связи с ИИ и программированием. Эксперт, в свою очередь, представляет собой личность, обладающую глубокими знаниями или специальными навыками в определенной области, которые часто неизвестны и недоступны для большинства людей. Следовательно, ЭС объединяют вычислительные возможности компьютера с экспертными знаниями и опытом специалиста, позволяя им решать требующие обоснованных решений задачи [3].

ЭС были разработаны как научно-исследовательские инструментальные средства в середине XX века и рассматривались в качестве искусственной системы специального типа, а их коммерческое внедрение произошло в начале 1980-х годов, которое с того времени получило широкое распространение [4]. Привлекательность таких разработок обусловлена их способностью реализовывать одну или несколько версий принятия решений.

Областями применения ЭС, например, являются медицина, техническое оборудование и финансы. В медицине ЭС позволяют диагностировать и выявлять причины болезней пациентов, а также выбирать стратегии их лечения, рекомендуя соответствующие процедуры и лекарства. В технической сфере системы применяются для обнаружения причин неисправностей оборудования, управления аварийными ситуациями и подбора подходящих технологий, материалов, комплектующих. В рамках финансовой области ЭС используются для анализа рынка и финансовых показателей компаний, управления рисками и разработки оптимальных стратегий инвестирования. Однако в топливно-энергетическом комплексе они занимают скромное распространение, несмотря на тот факт, что первые разработки и успешное внедрение ЭС связаны именно с геологией (ЭС PROSPECTOR) [5].

В общем случае архитектура ЭС состоит из нескольких основных компонентов (рис. 1). Ключевым элементом ЭС является база знаний, содержащая информацию о конкретной предметной области и правилах логического вывода [6]. Другими словами, база знаний выступает в качестве механизма для представления знаний и управления ими. Не менее важным компонентом служит база данных, которая хранит однажды введенную пользователем информацию для ее использования в логических выводах. Специалист, извлекающий знания у одного или нескольких экспертов в некоторой предметной области для проектирования и заполнения базы знаний, является разработчиком самой ЭС или, так называемым, инженером по знаниям. Сам пользователь ЭС не является экспертом и обращается к системе за принятием рациональных решений на основе анализа больших объемов информации в базе данных.

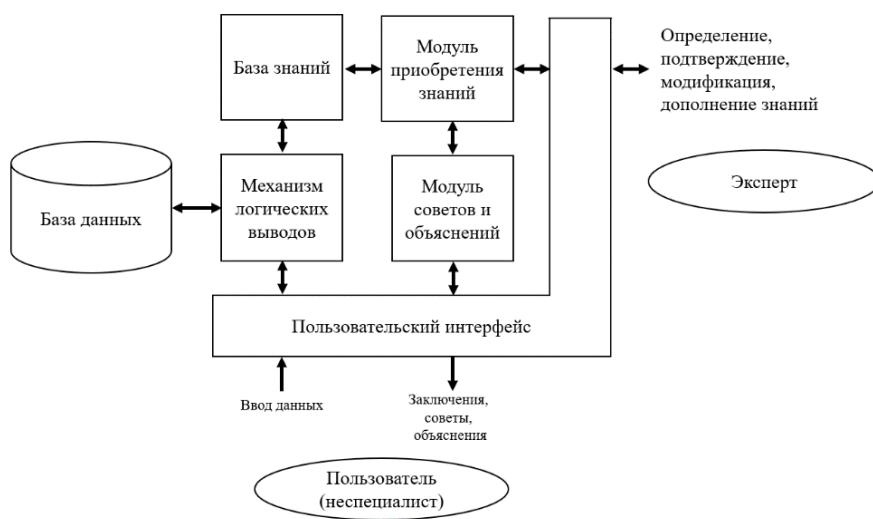


Рисунок 1. Архитектура экспертных систем [7]

Помимо баз знаний и данных архитектура ЭС состоит из нескольких модулей [6]. Модуль приобретения знаний обеспечивает пополнение базы знаний новыми данными и правилами в целях последующего оперативного анализа ситуации и принятия решений. Модуль логических выводов способен делать логически обоснованные рекомендации в рамках своей предметной области на основе имеющихся знаний и правил. Модуль советов и объяснений играет важную роль в обеспечении прозрачности работы системы и помогает пользователям понимать логику и механизмы, лежащие в основе принятых решений. Пользовательский интерфейс является средством обмена информацией между системой и пользователем в удобной и понятной форме. Важно отметить, что для разработки эффективной ЭС необходимо тщательно продумать архитектуру системы, методы представления знаний и механизмы логического вывода.

Как упоминалось ранее, ЭС PROSPECTOR является одной из применяемых в геологии ЭС, которая была разработана для решения задач в области прогнозирования рудных месторождений. Характерной чертой системы является интеграция множества данных в базу данных, в числе которых данные полевых журналов, геологической документации колонковых скважин и результаты геофизических, геологических и геохимических исследований керна [8]. На основании геологических принципов по формированию рудных моделей, а также на классификации пород и минералов, занесенных в базу знаний, система учитывает множество критериев для определения областей возможной локализации оруденения, его размеров и качества [7].

Проведенный анализ зарубежной ЭС PROSPECTOR показал ее эффективность в оценке потенциала геологических районов с точки зрения наличия промышленных типов руд. Однако, несмотря на утверждения о высокой эффективности зарубежной ЭС, авторами не найдены актуальные исследования о применении подобных ЭС на отечественном рынке. В частности, не было найдено информации о существующих ЭС, разработанных для прогнозирования и оценки угольных месторождений.

Таким образом, существует необходимость разработки ЭС для угольной отрасли в контексте стратегии цифровой трансформации и важности уменьшения рисков, связанных с возможными потерями ключевых специалистов-экспертов. Продолжение исследований в рамках работы будет направлено на анализ применяемых в настоящее время в угледобывающей отрасли зарубежных ЭС, а также на детальное изучение их архитектуры, алгоритмов работы и функциональных возможностей.

Исследование выполнено при финансовой поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№ 075-03-2024-082-2).

#### **Список литературы:**

1. Кузнецов В. В. Опыт разработки и применения интеллектуально-графических компьютерных систем / В. В. Кузнецов, И. А. Чижова // Руды и металлы. – 2021. – № 1. – С. 26-41. DOI: 10.47765/0869-5997-2021-10002.

2. Стратегическое направление в области цифровой трансформации топливно-энергетического комплекса до 2030 года. – Москва: Правительство Российской Федерации, 2024.
3. Культин Н. Б. Искусственный интеллект: как создать свою экспертную систему? / Н. Б. Культин. – Москва: SelfPub, 2023. – 66 с.
4. Брызгалин В. В. Современные экспертные системы / В. В. Брызгалин, А. В. Вечкина, Е. В. Грачева // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 6. – С. 85-86.
5. Gaschnig J. Prospector: An expert system for mineral exploration / J. Gaschnig // Introductory Readings in Expert Systems. – 1982. – № 3. – Р. 47-65.
6. Акимцев В. А. Экспертная система – инструмент прогнозирования стратиграфического полиметаллического оруденения / В. А. Акимцев, Е. П. Вострокнутов, В. Г. Пономарев. – Новосибирск: СО РАН НИЦ ОИГГМ, 1991. – 119 с.
7. Хрущев Д. П. Целевые экспертные системы геологической направленности / Д. П. Хрущев, А. П. Лобасов, М. С. Ковальчук, Е. А. Ремезова, Л. П. Босевская, Ю. В. Кирпач // Геологический журнал. – 2012. – № 2. – С. 87-99.
8. A Platform for Software Engineers. Available at: <https://www.scmgalaxy.com/tutorials/> (accessed 11.03.2024).