

А.В. АЗАРЯН, аспирант, А.И. КУПИН, д-р техн. наук, доц.,
Криворожский технический университет

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ГОРНОГО ДЕЛА

В данной статье приведены наиболее известные экспертные системы для поддержки принятия решений в области горного дела, их основные характеристики и сферы применения.

У даній статті наведені найбільш відомі експертні системи для підтримки прийняття рішень в області гірничої справи, їх основні характеристики та сфери застосування.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. По некоторым оценкам в мире насчитывается более 10 тыс. горно-металлургических компаний и около 20 тыс. рудников и перерабатывающих предприятий. Растущий мировой спрос на полезные ископаемые в сочетании с благоприятным экономическим и политическим климатом для инвестиций привели к тому, что районы ранее недоступные для крупномасштабных разработок сегодня становятся все более доступными и привлекательными в инвестиционном плане [1].

Экспертные системы (ЭС) для поддержки принятия решений в области горного дела предназначены для решения основных задач, возникающих на каком-либо этапе производства, а именно: оптимизации процесса обогащения, уменьшения потери концентрата в хвостах, стабилизации качества выходного продукта относительно заданного значения и т.д. Прежде всего, их использование производится для информационного обслуживания работников предприятий, связанных с принятием управленческих решений. В этом случае информация представляется в виде регулярных или специальных управленческих отчетов и содержит сведения о прошлом, настоящем и возможно будущем предприятия. Автоматизация предполагает организацию и поддержку коммуникационных вопросов как внутри производства, так и с внешней средой на базе компьютерных сетей и других современных средств передачи и работы с информацией.

Анализ исследований и публикаций. В настоящее время технология ЭС используется для решения различных типов задач: интерпретация, предсказание, диагностика, планирование, конструирование, контроль, отладка, инструктаж и управление в любых сферах, в том числе и в области горного дела. Примером ЭС может служить широко известная и эффективно используемая в горном деле система PROSPECTOR.

Функциональность ЭС позволяет создавать системы для поддержки принятия решений при:

- экологическом мониторинге горнопромышленных регионов;
- анализе и прогнозе освоения месторождений;

- управлении горной компанией;
- оценке геомеханических условий разработки месторождений;
- геологическом моделировании и планировании горных работ;
- прогнозе газодинамических явлений;
- оперативном управлении открытыми горными работами с использованием систем спутниковой навигации.

Кроме того, ЭС используются во многих других случаях при решении сложных многофакторных проблем освоения месторождений полезных ископаемых и дальнейшей их рекультивации.

Постановка задачи. Целью данной статьи является проведение обзора существующих экспертных систем для поддержки принятия решений в области горного дела, а также определение их основных функциональных возможностей.

Изложение основных материалов статьи и результаты. Основными технологическими этапами создания ЭС в горном деле являются:

- сбор цифровой информации и заполнение баз данных;
- создание графического отображения плана рекультивации горных работ;
- установление связи объектов изображения с атрибутивными базами данных.

В горном деле современная система использования ЭС представляет собой комплекс со следующими основными подсистемами обеспечения:

- информационное обеспечение – система классификации информации, технологическая схема обработки данных, нормативно-справочная информация, система документооборота, создание различного вида документации;
- организационное обеспечение – совокупность мер и мероприятий, регламентирующих функционирование системы управления, наличие связи между структурами предприятия;
- техническое обеспечение – комплекс используемых в системе технических средств, включающий ЭВМ и средства связи;
- математическое обеспечение – совокупность методов, правил, математических моделей и алгоритмов решения задач;
- программное обеспечение – совокупность программ, необходимых на всех этапах деятельности предприятия [2].

Рассмотрим примеры ЭС, которые применяются в горном деле.

ЭС PROSPECTOR действует как консультант, помогающий геологам в поисках залежей руд. Получив данные о геологии района, система оценивает вероятность обнаружить в нем определенные виды минеральных отложений. Она может оценить перспективность района в отношении различных видов ископаемых. Компетентность системы основана на геологических правилах, образующих модели рудных отложений, и на таксономии пород и минералов. PROSPECTOR использует для представления знаний сочетание форма-

лизма правил и формализма семантических сетей и основывает механизм вывода на применении коэффициентов уверенности и распространении вероятностей, ассоциированных с данными. Разработана компанией SRI International, реализована на языке Интерлисп и доведена до уровня промышленной эксплуатации.

ЭС MUD помогает инженерам обеспечивать оптимальные свойства бурового раствора, диагностируя причины затруднений, связанных с применением раствора, и предлагает способы их устранения. Возможные причины включают примеси, высокие температуры или давления и неправильное использование химических добавок. Содержит приобретенные от экспертов знания о буровых растворах и о диагностике трудностей, встречающихся при буровых работах. Это основанная на правилах система с прямой цепочкой рассуждений, в которых для представления субъективной убежденности экспертов в том или ином утверждении применены коэффициенты уверенности. Кроме того, она может давать объяснения своих рекомендаций по устранению затруднений. MUD реализована на языке OPS5. Разработана в Университете Карнеги-Меллон в сотрудничестве с компанией NL Varoid и доведена до уровня опытной эксплуатации.

ЭС LITHO помогает геологам интерпретировать данные каротажа нефтяных скважин. Эти данные включают кривые, отражающие измерения плотности, электрического сопротивления, звукопроводности и радиоактивности пород. Кроме данных каротажа, система использует знания геологической обстановки района, чтобы охарактеризовать породы, через которые проходит скважина. В ней применена отдельная программа распознавания образов для извлечения признаков прямо из инструментальных данных. Знания представлены в виде правил, доступ к которым осуществляется обратной цепочкой рассуждений. LITHO реализована на языке EMYCIN. Система разработана компанией Schlumberger и доведена до уровня исследовательского прототипа.

ЭС ELAS дает советы по интерпретации результатов и управлению работой программы INLAN, большой интерактивной системы анализа данных каротажа и их представления, разработанной компанией Amoco. ELAS помогает пользователю, рекомендуя методы анализа, предупреждая о противоречиях или неперспективных направлениях анализа, а также подытоживая и интерпретируя результаты диалога пользователя с программой INLAN. Пользователь управляет как математическим анализом системы INLAN, так и интерпретирующим анализом системы ELAS, изменяя параметры или вызывая процедуры с помощью сложного графического интерфейса. Система в целом основана на правилах и реализована на языке EXPERT. Разработана в Rutgers University в сотрудничестве с Amoco Production Research и доведена до уровня исследовательского прототипа [3].

Еще одним примером использования систем поддержки принятия решений в области горного дела выступает лабораторная информационно-управляющая система (Laboratory Information Management Systems, LIMS).

Промышленная LIMS-система является важным компонентом комплексного решения по управлению качеством, которое зачастую включает: систему управления производственной информацией (PIMS), исполнительную систему производства (MES) и систему управления ресурсами предприятия (ERP). Совместная работа данных систем направлена на непрерывный мониторинг и контроль производственных процессов.

Использование LIMS-системы ведет к снижению затрат за счет централизации и консолидации IT-персонала и специалистов технической поддержки, благодаря чему IT-отделы получают более полную информацию о конкретной LIMS-системе, что позволяет оперативно устанавливать, разрешать, а также заранее предвидеть возможные проблемы, тем самым повышая эффективность работы персонала. Использование промышленной LIMS-системы снижает простой и увеличивает производительность конечных пользователей. Стандартизация упрощает отношения с поставщиками и увеличивает покупательную способность. Система SampleManager LIMS внедрена в крупнейших компаниях металлургической и горнодобывающей отраслей, среди которых: Codelco (Чили), Minera San Cristóbal (Боливия), Doña Inés de collahuasi (Чили), Arcelor Brazil и другие[1].

Выводы. Применение экспертных систем для поддержки принятия решений в горном производстве необходимо на любом этапе проектирования, строительства, эксплуатации, санации и основано на подборе и формировании технического и информационного, математического, программного и организационно-правового обеспечения. Их применение обеспечивает стабильность процесса контроля качества, что позволяет быстрее и эффективнее отслеживать тенденции и проводить мониторинг качества продукции. Применение комплексного подхода к обеспечению качества на предприятии позволяет повысить достоверность и надежность информационных потоков, уменьшить количество избыточной информации, исключить ошибки переписывания, повысить эффективность при соблюдении стандартов качества.

Список литературы

1. Металлургическая и горная промышленность [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.thermolims.ru/MetalIndustries.aspx>
2. Применение экспертных систем в горном деле [Электронный ресурс] / **Е.В. Чекушина, К. Дребенштедт** // Журнал "Маркшейдерия и Недропользование" № 4-2009. -Режим доступа к статье: <http://www.vipstd.ru/journal/content/view/435/157/>
3. Home&Pro Robotics - экспертные системы. Система PROSPECTOR. Информационный ресурс о робототехнике [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.prorobotics.ru/soft_3.asp?name=PROSPECTOR
4. Применение интеллектуальных средств поддержки оперативного управления горнодобывающим предприятием [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://lab18.ipu.rssi.ru/projects/conf2009/3/31.htm>