

# ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ УКРАИНЫ

*Н.Н. Грищенко, ДонГТУ, Донецк, Украина*

В последние годы происходит достаточно быстрое развитие информационных технологий в геолого-маркшейдерском обеспечении горных работ. Этот позитивный процесс стимулируется значительно возросшими возможностями программного обеспечения и уровнем компьютерной подготовки специалистов-производственников. Сегодня разработки компьютерных технологий для угольной промышленности Украины выполняют не только ведущие вузы и отраслевые научно-исследовательские институты, но и многие производственные объединения и угольные шахты. Формирующийся рынок компьютерных технологий создает конкурентную среду и побуждает к повышению научно-технического уровня разработок.

Вместе с тем наряду с положительными аспектами происходящих процессов обострилась проблема информационной совместимости разработок. Суть ее заключается в том, что существующие различия в структуре и форматах данных, используемых в различных программных пакетах, препятствуют их интеграции. Обмен информацией между пакетами при этом оказывается невозможным либо носит односторонний характер. Следствием этого является значительное дублирование информации при решении близких или взаимосвязанных задач и невозможность интеграции разработанных программных пакетов на отраслевом уровне. Внедрение ГИС-технологий на предприятиях и в организациях угольной отрасли сталкивается с проблемой информационной совместимости в не меньшей степени. В связи с этим актуальной задачей является разработка интегрированной базы данных для геолого-маркшейдерского обеспечения угольной промышленности Украины.

Основное назначение интегрированной базы данных заключается в создании единой информационной основы для разработки и функционирования автоматизированных систем маркшейдерского обеспечения (АСМО), интеграции в них различных программных продуктов, использования современных ГИС-технологий, т.е. в формировании единого информационного пространства для разработки компьютерных технологий. Интегрированная база данных играет роль структурной информационной шины, к которой подключается все программное обеспечение.

Основными этапами создания интегрированной базы данных являются: разработка структуры основных баз данных (БД) и установление единых отраслевых стандартов на структуры баз данных.

Необходимость решения данной проблемы признана руководством угольной отрасли. 25-26 февраля 1999 года в г. Донецке состоялось отраслевое научно-техническое совещание по разработке единых отраслевых стандартов геоинформационных систем и переходу предприятий и организаций отрасли на электронные планы горных выработок. В решении совещания

принято унифицировать базы данных и разработать отраслевые стандарты ГИС. Реализация этого решения открывает путь к созданию интегрированной базы данных для угольной промышленности.

В настоящее время довольно распространен способ стандартизации "де-факто", когда структура и форматы данных наиболее распространенных программных продуктов становятся стандартами для последующих разработок. Однако, анализ используемых ГИС (таких, например, как TechBASE, DataMine, ArcView, MapInfo, и др.) показывает, что ни в одной системе нет полноопределенной базы данных, отвечающей всему спектру геолого-маркшейдерских задач. Все это указывает на то, что проблема информационного обеспечения ГИС выходит далеко за пределы конкретных разработок ГИС-технологий.

Для проведения стандартизации информационного обеспечения ГИС необходимо решить следующие задачи:

- установить перечень баз данных для решения задач геолого-маркшейдерского обеспечения горного производства;
- определить структуру каждой базы данных (количество таблиц, атрибуты данных, ключевые поля, резервируемые поля и др.);
- установить перечень разрешенных форматов данных;
- определить требования к подготовке данных, заполнению баз и обмену информацией между программными приложениями;
- определить процедуру последующего пересмотра и обновления информационных стандартов.

Решение указанных задач в кратчайшие сроки в условиях крайне ограниченного финансирования целесообразно выполнить по следующей схеме. На первом этапе следует определить функциональное содержание внедряемых ГИС-технологий (по аналогии с подсистемами АСМО), т.е. определяются предметные области разработок. Далее выполняется анализ современного программного обеспечения для каждой предметной области и отбираются наилучшие разработки. Базы данных отобранных разработок принимаются за прототипы. Затем осуществляется согласование структур баз-прототипов, их нормализация (приведение к нормальной форме Бойса-Кодда), определение атрибутов данных и ключевых полей. Если базы-прототипы имеются не для всех предметных областей, выполняется разработка структуры недостающих баз данных и ее согласование со структурой остальных баз. На последнем этапе проводится экспертиза структуры предлагаемых баз данных ведущими организациями и специалистами отрасли и по ее результатам выполняется необходимая доработка либо утверждение отраслевых стандартов.

Есть основания рассчитывать, что реализация предлагаемой схемы решения задачи стандартизации структуры баз данных будет начата в угольной отрасли в 1999 году. Столь большое внимание к этой проблеме обусловлено осознанием потенциальных возможностей резкого повышения эффективности программных разработок в результате стандартизации информационного обеспечения ГИС.

Одним из первоочередных вопросов является приведение структуры информационного обеспечения ГИС в соответствие решаемым задачам (функциям АСМО). При этом исключительно важно учесть имеющиеся в этой области наработки в вузах, отраслевых институтах и производственных объединениях.

На основании имеющегося опыта разработки АСМО для угольной промышленности можно выделить основные функциональные блоки (подсистемы АСМО), для которых необходимо формирование соответствующих баз данных:

- обработка маркшейдерско-геодезических съемок;
- уравнивание маркшейдерско-геодезических опорных и съемочных сетей;
- мониторинг состояния балансовых и промышленных запасов и потерь угля в недрах;
- решение задач учета и планирования горных работ;
- создание цифровых маркшейдерских планов горных работ;
- сдвигения и деформации земной поверхности и охрана зданий и сооружений;
- прогноз газодинамики угольных пластов;
- расчет параметров охраны и поддержания горных выработок;
- прогноз напряженного состояния горного массива при отработке свит пластов;
- построение зон, опасных по прорывам воды в горные выработки;
- решение маркшейдерских задач обеспечения горных работ;
- банк нормативно-методической геолого-маркшейдерской документации.

Реляционная модель баз данных строится на основе анализа основных источников формирования геолого-маркшейдерской информации и содержания ее потоков в производственном процессе.

Интегрированная база данных включает в себя базы геолого-маркшейдерских данных и базы управляющей информации. Основными базами геолого-маркшейдерской информации являются:

- база данных земной поверхности (цифровая модель местности);
- база данных объектов поверхности;
- база данных разведочных и эксплуатационных скважин;
- база данных стратиграфии вмещающей толщи горных пород;
- база данных угольных пластов (цифровые модели пластов);
- база данных запасов полезного ископаемого;
- база данных подготовительных горных выработок;
- база данных очистных горных выработок;
- база данных пунктов маркшейдерско-геодезических сетей;
- база данных маркшейдерских съемок;
- база данных технологических транспортных путей;
- база данных добычи угля из очистных и подготовительных забоев;

- база данных проходки подготовительных выработок;
- база данных напряженно-деформированного состояния горного массива;
- база данных сдвижений и деформаций горных выработок и земной поверхности;
- база данных горной графической документации;
- база данных нормативно-методической геолого-маркшейдерской документации.

Каждая из перечисленных баз данных является многотабличной структурой и реализует реляционную модель, отражающую специфику конкретной предметной области. Так, например, цифровые модели пластов включают в себя базы данных: топологии пластов, геологических характеристик пластов, характеристик пород кровли и почвы, тектонических нарушений пластов, газодинамических характеристик пластов и вмещающих пород, гидрогеологических характеристик и др. В свою очередь база данных топологии пласта включает базы данных: точек подсечки пласта скважинами и горными выработками, границ шахтного поля, контуров фигур подсчета запасов, контуров движения запасов и др.

Связь между таблицами базы осуществляется по ключевым полям, определенным на этапе проектирования структуры базы. В интегрированной базе данных определены также связи между отдельными базами. Так, например, база данных запасов полезного ископаемого использует базу данных контуров фигур подсчета запасов, входящую в цифровую модель пласта, а связь между ними осуществляется по ключевому полю "Имя фигур".

В настоящее время разработчики компьютерных технологий используют различные СУБД для формирования баз данных (FoxPro, Access, Oracle, Paradox, BDE Delphi и др.) В связи с этим наблюдается различие в форматах используемых данных. Обеспечить информационную совместимость разработок можно установлением перечня разрешенных форматов, т.е. форматов, для которых имеются конвертеры, обеспечивающие их взаимную адекватную трансформацию. Разработчики могут создавать любые собственные форматы данных, но условием включения их баз данных в состав интегрированной базы является создание конвертера для трансформации данных в форматы, установленные этим перечнем.

Унифицированная структура и форматы баз данных обеспечивают единство требований для всех разработчиков компьютерных технологий, но роль интегрированной базы данных этим не ограничивается. Одной из ведущих современных тенденций является создание экспертных систем различного назначения. Ведутся серьезные разработки в области трансформирования существующих автоматизированных систем в экспертные системы. Есть все основания полагать, что основой ГИС-технологий в будущем станут именно экспертные системы. В связи с этим целесообразно рассмотреть роль интегрированной базы данных в построении экспертной системы в горном деле.

Известно, что основными компонентами экспертной системы продукционного типа является база знаний, включающая базу фактов и базу правил, и машина вывода заключений. По функциональному назначению база фактов соответствует интегрированной базе данных, а база правил - алгоритмам обработки данных. Учитывая современный теоретический уровень построения базы правил и существующие практические реализации машины вывода заключений, можно утверждать, что не существует серьезных препятствий для создания экспертных систем на основе интегрированной базы данных. При этом главной задачей является формирование базы фактов на основе реляционных баз данных.

Существует ряд способов формирования такой базы фактов. Первый из них заключается в селекции требуемых записей базы данных и преобразовании в текстовую форму их полей, необходимых для вывода заключений. В дальнейшем эта символьная информация обрабатывается с помощью базы правил. Этот способ требует дополнительной дисковой памяти для хранения создаваемых текстовых копий баз данных.

Второй способ заключается в селекции требуемых записей средствами соответствующей СУБД и включении специальных макрокоманд для этого в базу правил. При этом требуется дополнение машины вывода соответствующими средствами СУБД и обеспечение их программного взаимодействия.

Третий способ заключается в том, что в базу правил вводится новый тип объекта - "процедура". При обработке правил машиной вывода заключений каждому объекту этого типа ставится в соответствие определенная алгоритмическая программа, а запуск этой программы определяется соответствующим правилом. При этом экспертная система приобретает гибридный характер, а базы данных используются традиционным образом. Этот способ позволяет использовать все ранее созданные базы данных и программное обеспечение и не противоречит концепции ГИС.

Максимальный эффект от применения экспертных систем следует ожидать в наименее формализованных предметных областях. Это в первую очередь геологическая разведка угольных пластов, геомеханическое обеспечение, планирование горных работ. В то же время маркшейдерские задачи обеспечения горных работ, напротив, отличаются более высокой степенью формализации, поэтому экспертные системы в маркшейдерии должны изначально строиться как гибридные системы, т.е. наряду с базой правил в них должно функционировать процедурное программное обеспечение.

Завершая анализ проблем информационного обеспечения ГИС-технологий, следует отметить, что создание интегрированной геолого-маркшейдерской базы данных для предприятий угольной промышленности является насущной задачей. Ее решение способно существенно продвинуть вперед процесс автоматизации геолого-маркшейдерских работ и соответственно повысить эффективность и безопасность горного производства.