© В.А. Антонов, 2006

УДК 622.2:658.012

В.А. Антонов

СТРУКТУРА ЦЕЛЕЙ И ЗАДАЧ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ПРОГНОЗИРОВАНИИИ И ПЛАНИРОВАНИИ НА ГОРНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

В настоящее время важное значение для горных предприятий имеет создание автоматизированных технических средств, позволяющих опе-ративно прогнозировать, планировать минерально-сырьевые и технологические показатели производства с целью своевременного принятия управляющих решений. Начиная с разведки месторождения полезного ископаемого и в период его эксплуатации, на предприятии накапливается большой объем данных по мониторинговым геофизическим и маркшейдерским измерениям, геологическому и технологическому опробованию минерального сырья и промпродуктов, которые являются опорными в прогнозных оценках. Применяемые при этом компьютерные средства и программное обеспечение постоянно совершенствуется в направлениях улучшения сервиса, компактности, увеличения памяти и быстродействия. Поэтому в настоящее время созданы предпосылки для развития целевых геоинформационных систем, осуществляющих сбор, регистрацию, обработку и графическое отображение горно-геологических и технологических данных.

На основе имеющихся баз данных и баз знаний в пределах поставленных практических задач горного предприятия разработан ряд геоинформационных моделей и систем разного содержания и назначения, которые приведены в работах В.Е. Аврамова, Е.И. Азбеля, В.М. Аленичева, В.И. Суханова, В.С. Хохрякова, В.В. Ершова, И.В. Лисниченко, А.А. Олейника, А.С. Зеленского [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Особенностью этих работ является геологическая, топографическая или технологическая специализация используемых математических и геометрических моделей, применение которых ограничивается конкретным типом руд и способом добычи полезного ископаемого.

Однако, исследуемые геосистемы представляют собой сложные совокупности структурно связанных и взаимодействующих между собой горно-геологических и технологических объектов. По данным мониторинговых измерений геосистемы характеризуются набором разнородных физических, геометрических, геологических и технологических признаков минерального сырья, находящегося в стадиях естественного залегания, добычи открытым или подземным способом, а также технологической переработки. Целям и задачам геоинформационного обеспечения разной масштабности соответствуют данные мониторинговых измерений также разной значимости по распространению в геопространстве и охвату в технологическом процессе. Для геоинформационного моделирования геосистемы по какому-либо признаку минерального сырья или промпродукта важно привести в соответствие целям и задачам моделирования необходимый размер геологический или технологической структуры. При этом в пределах поставленной информационной задачи структурный размер может быть значимым, если требуется наиболее точное его моделирование, или не значимым, если изменение признака в его пределах воспринимается как допустимая погрешность моделирования.

Таблица 1

Систематизация цели прогноза и соответствующей геолого-технологической структуры

Цель прогноза	Уровень геологической и технологической структуры
1.1. Оценка показателей минерального сырья в целом по месторождению, включая прилегающие и перспективные для разведки горные структуры. Выявление тенденций и закономерностей изменений геометрических и атрибутивных характеристик с целью определения перспективных направлений для дальнейшего развития горного предприятия	**Первый уровень** Комплекс рудных блоков и горных пород в пределах горного отвода или месторождения
1.2. Оценка технологических показателей за длительный период времени в целом для горного предприятия или крупного технологического участка	Многоточечная выборка данных по крупным участкам за большой период времени (месяцы, годы)
2.1. Оценка показателей минерального сырья в режиме планирования горных работ по отдельным горным блокам месторождения	**Второй уровень** Крупный блок рудного тела и прилегающее к нему пространство горных пород или комплекс мелких рудных образований, объединенных по структурному или генетическому признаку
2.2. Оценка технологических показателей и параметров отдельного участка переработки минерального сырья в режиме месячного и квартального планирования	Выборка данных за ограниченный промежуток времени (недели, месяцы) в пределах отдельного технологического участка
3.1. Оценка показателей качества минерального сырья в режиме оперативного планирования и управления на отдельном участке добычи	**Третий уровень** Участок горных работ и ближайшее к нему пространство горных пород
3.2. Оценка технологических показателей отдельного предела переработки минерального сырья в режиме оперативного управления технологическим режимом	Выборка данных за ближайший и текущий период времени (часы, сутки)

Структурный размер определяется естественной неоднородностью, т.е. изменчивостью геологических образований и периодичностью технологических свойств перерабатываемого минерального сырья. Естественная неоднородность обусловлена факторами генезиса в формировании месторождения и изменяется по размеру геологических образований в широких пределах: бассейн, горный отвод, мощные пласты и блоки, линзы, слои и прослойки горных пород. Неоднородность перерабатываемых рудопотоков непосредственно связана с естественной неоднородностью поступающей на технологический передел горной массы и определяется степенью ее усреднения, т.е. размером технологической структуры, преобразующей минеральное сырье: склад, фабрика, цех, участок, технологический передел.

Структурное разделение и уточнение целей прогнозов и соответствующих геологических и технологических объектов представлено в табл. 1. Условно выделены три структурных уровня целей и объектов по признакам их масштабности и иерархической последовательности от крупного к более мелкому. Первый уровень включает выявление тенденций и закономерностей изменения характеристик минерального сырья в целом по месторождению для оценок перспективных направлений развития горного предприятия. Соответствующие горно-техноло-гические объекты представлены

комплексами рудных блоков и горных пород в пределах горного отвода и многоточечными выборками данных мониторинга по крупным технологическим участкам за большой период времени. Второй уровень содержит оценки показателей минерального сырья и промпродуктов в режиме планирования горных работ по освоению крупных горных блоков и переработки сырья на технологических участках. Третий уровень содержит оценку качественных и технологических показателей минерального сырья при планировании и оперативном управлении горными работами на горных участках или режимами на технологических переделах. Этому уровню соответствует локализованная горная выработка или конкретный технологический передел.

Средствами геоинформационного обеспечения на основе мониторинговых измерений в пределах каждого структурного уровня могут решаться задачи горного предприятия в следующих направлениях: размещение границ и уточнение форм залежей минерального сырья; выявление и оконтуривание аномальных зон в горном массиве по геомеханическим или иным признакам и характеристикам, распределение в геопространстве и технологической цепи качественных, технологических параметров горных пород и руд. Получаемые результаты используются для решения прямой задачи планирования и прогнозирования показателей добычи руды по заданным размерам горной выработки, отраженным на ее геометризованной модели, а также для решения обратной задачи оценки на геометризованной модели положения и размеров выемки горных пород, которые наиболее эффективно обеспечивают выполнение директивных плановых показателей добычи руды.

Структура горно-геологических задач информационного обеспечения показана в табл. 2. В этих задачах характер прогнозных оценок, уровень моделирования прогноза и планирования соотнесен к соответствующему уровню горно-геологической структуры от месторождения до горного участка.

В соответствии с поставленной горно-технологической задачей геоинформационного обеспечения выбирается структурный уровень горно-геологи-ческих объектов и определяется искомый признак. В пределах структурного уровня и в зонах, прилегающих к нему, производится выборка геофизических, горно-геологических и маркшейдерских данных, геометризованных моделей горно-геологических объектов, которые вовлекаются в обработку согласно выбранной математической модели. При этом выполняются условия и требования по типизации системных решений; методической, функциональной совместимости информационных задач разных структурных уровней; оптимизации временных интервалов и погрешностей получения, обработки, отображения и распространения информации; обеспечению возможности непрерывной корректировки, расширения и уточнения информации по составу и объему в режиме диалогового взаимодействия оператора-пользователя с компьютерными средствами; совместимости информационной модели по интерфейсу с типовыми системами.

Из изложенного следует, что наиболее достоверное и оптимальное решение практических мониторинговых геоинформационных задач горного предприятия из-за неоднородности соответствующих им в геопространстве и времени горно-геологических объектов и технологических режимов, возможно лишь при дифференцированном подходе к структурным уровням, среди которых условно выделены горный отвод-месторожде-ние, горный блок, горный участок. В связи со структурной иерархической подчиненностью горно-геологических и технологических объектов горного предприятия, в целях более надежного прогнозирования и планирования по данным геоинформационного отображения геосистем, рекомендуется проводить их математическое геоинформационное моделирование в последовательности от крупных к более мелким горно-технологическим структурам с учетом степени их значимости.

Таблица 2

Структура горно-геологических задач геоинформационного обеспечения

Структурный уровень	Характер оценок	Уровень моделирования	Уровень прогноза	Масштаб планирования
Первый уровень (Месторождение)	Оценка региональных по бассейну месторождения геометризованных и атрибутивных характеристик сырья	Моделирование объектов месторождения. Оконтуривание залежей, расчет геометрических и атрибутивных показателей	Прогнозная оценка запасов по сортности сырья	Перспективное планирование
Второй уровень (Горный блок)	Оценка зонального распределения в пространстве горного блока показателей минерального сырья и его сортности	Геометрическое моделирование горных бло-ков. Расчет вариантов развития горных работ по объемным и качественным показателям	Прогноз качества руд по зонам блока и направлениям горных работ	Годовое, квартальное, месячное планирование
Третий уровень (Участок горного блока)	Геометризованная оцен-ка средних значений параметров по объемным элементам участка, оценка достоверности и погрешности расчетных параметров	Моделирование объемов отбойки и выемки руд	Прогноз качества руд по вариантам нарезки объемов их добычи и выемки	Недельно-суточное, сменное планирование

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аврамов В.Е., Азбель Е.И., Ефремова Н.И.* Планирование эксперимента и прогнозирование качества сырья на горных предприятиях. – Новосибирск: - Наука, - 1979. –303 с.

2. В.М. Аленичев, В.И. Суханов, В.С. Хохряков. Моделирование природно-сырьевых технологических комплексов (горное производство) / Под ред. В.Л. Яковлева. – Екатеринбург: УрО РАН, - 1998. – 147 с.

3. Введение в геоинформатику горного производства. Учебное пособие.- 2-е изд. перераб. и доп./ Под ред. В.С. Хохрякова. – Екатеринбург: - УГГГА, -2001.- 198 с.

4. *Ершов В.В.* Горно-маркшейдерское обеспечение управления качества руд. – М.: - Недра, - 1986. – 261 с.

5. *Лисниченко И.В., Алейник А.А., Панцаков В.А.* Новый модуль геологического моделирования системы САМАРА // Проблемы и перспективы использования геоинформационных технологий в горном деле: доклады 3-ей Междун. научн.-практ. конф. / НГА Украины; ГИС-ассоциация Украины. – Днепропетровск, - 2001. – С. 17-24.

6. *Зеленский А.С.* Опыт разработки информационного обеспечения оперативного подсчета запасов в карьере // Проблемы и перспективы использования геоинформационных технологий в горном деле: доклады 3-ей Междун. научн.-практ. конф. / НГА Украины; ГИС-ассоциация Украины. – Днепропетровск, - 2001. – С. 15-17.

Коротко об авторах

Антонов В.А. – доктор технических наук, старший научный сотрудник, Институт горного дела Уральского отделения РАН.