

УДК 621.385

*Ю.А. Шпургалов***ИНФОРМАЦИОННАЯ ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ  
ОСЕДАНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ  
ПОВЕРХНОСТИ ОТ ПОДРАБОТКИ**

**Р**яд выполненных автором исследований, например, [1, 2], позволяют заключить, что современная система управления калийным рудником будет эффективной лишь в том случае, если она будет базироваться на совместном решении задач планирования показателей производства, организации работ очистных и проходческих комплексов, выбора технологии ведения горных работ, проектирования развития горных работ, минимизации отрицательных последствий от ведения горных работ. Такая сложная задача, представляющая собой комплекс взаимосвязанных подзадач, как показано в [1, 2], должна решаться исходя из представлений системного анализа на базе использования информационных технологий.

Для численного решения вышеназванной задачи необходимо формирование в автоматизированном режиме соответствующего информационного обеспечения. Одним из важнейших разделов этого обеспечения являются данные, характеризующие оседание и деформацию земной поверхности в зависимости от вариантов развития горных работ. Одним из способов создания такого раздела информационного обеспечения является разработка специальной информационной-имитационной модели позволяющей получить численное значение характеристик оседаний и деформаций земной поверхности в зависимости в любой точке шахтного поля в зависимости от выбранного варианта развития горных работ.

Следует также учесть, что самым значительным отрицательным влиянием на окружающую среду в условиях Старобинского месторождения калийных руд, расположенного в равнинной местности, являются оседания и деформации земной поверхности, приводящие к заболачиваемости сельхозугодий и других ценных земель. Кроме того, при значительных

оседаниях возможно нарушение водозащитной толщи и, как следствие, проникновение грунтовых вод в рудник. Разработанная и представленная в статье модель позволяет не только формировать необходимый раздел информационного обеспечения в автоматизированном режиме, но и проводить исследования в автономном режиме, направленные на обоснование применения того или иного варианта организационно-технологической схемы отработки каждого конкретного участка шахтного поля, исходя из позиций природоохранных мероприятий. Вышеназванная имитационная модель реализована на персональном компьютере типа PC/AT, работающего под управлением операционной системы MS DOS и представляет собой пакет программ, позволяющих по определенным входным данным, представляющим собой варианты развития горных работ, моделировать оседания и деформации земной поверхности как вдоль заданной оси, так и по площади.

Вся входная информация, используемая моделью, условно разделена между собой на оперативную и нормативно-справочную.

К оперативной информации относятся координаты углов участков шахтных полей (панелей, блоков) или их составных частей, которые уже были отработаны или предполагаются к отработке, согласно плана развития горных работ. Скорость продвижения фронта добычных работ на каждом заданном участке или его составной части предполагается постоянной. Панель или блок разбивается на условные составные части для того, чтобы таким образом учесть изменение во времени скорости продвижения фронта добычных работ на различных участках блока или панели. К входной информации также относятся: глубина расположения выработки относительно поверхности земли и

*Рис. 1. Изолинии оседания земной поверхности от подработки*

время начала и окончания добычных работ на каждой выработке или ее составной части.

Связь между входной и выходной информацией обеспечивается за счет автоматизации расчетов по утвержденной соответствующими инстанциями методике определения оседаний и деформаций земной поверхности от подработки на Старобинском месторождении.

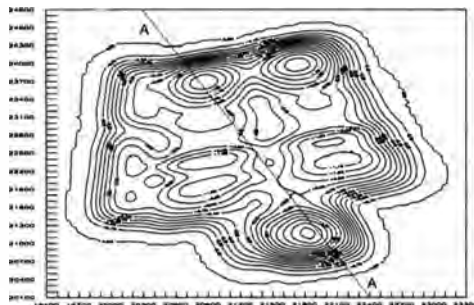
Для проверки адекватности и достоверности модели был проведен численный эксперимент. Сравнивались результаты расчетов полученных традиционным способом и результаты, полученные с помощью имитационной модели. На рис. 1 представлены в качестве примера функционирования модели расчетные изолинии оседаний земной поверхности. Полное совпадение результатов расчетов полученных с помощью имитационной модели с результатами расчетов, полученных традиционным методом по утвержденным методикам, позволяет сделать вывод об адекватности и достоверности модели моделируемому процессу.

Как уже указывалось выше, разработанная имитационная модель функционирует в составе автоматизированной системы оптимального управления производственной деятельностью рудника. Входная информация для модели обеспечивается выходной информацией других информационных моделей системы и информацией базы данных системы.

Вместе с тем, модель оседаний и деформаций земной поверхности может функционировать и автономно. В результате проведения с ее помощью имитационного эксперимента, могут быть обосновано выбраны те варианты организационно-технологических схем для отработки каждого конкретного участка шахтного поля, которые наиболее полно удовлетворяют требованиям природоохранных мероприятий.

Все применяемые на рудниках РУП «ПО» «Беларуськалий» организационно-технологические схемы добычи руды можно разбить по их влиянию на оседание земной поверхности на 3 группы:

- камерная система отработки (КСО);
- селективная система отработки (ССО);



- валовая система отработки (ВСО).

Следует отметить, что наиболее значительные оседания земной поверхности присущи применению валовой системе отработки.

На рис. 2 представлен алгоритм проведения такого имитационного эксперимента. Данный алгоритм начинается с определения стратегии развития горных работ (бл.1). Затем, вдоль выбранных осей наблюдения и по площади в целом в результате работы модели, сравниваются прогнозируемые результаты оседаний и деформаций земной поверхности с допустимыми (бл.2-бл.6). Если максимальные значения оседаний и деформаций земной поверхности не превышают допустимых значений, то рассматриваемый вариант развития горных работ считается принятым и все соответствующие ему организационно-технологические схемы отработываемых или предполагаемых в дальнейшем к отработке участков шахтных полей считаются обоснованными (бл.7, бл.12-бл.14).

В том случае, если значения результатов оседаний и деформаций поверхности превышают допустимые ограничения, то в результате имитационного эксперимента определяются для каждого конкретного участка шахтного поля соответствующие варианты организационно-технологических схем, обеспечивающие значения максимальных оседаний и деформаций земной поверхности не превышающие допустимых (бл.8-бл.11). Это достигается за счет замены валовой системы отработки некоторых или всех участков шахтных полей на камерную систему отработки или селективную систему отработки по указанному алгоритму.

В том случае, если в результате описанных процедур не удается определить такие организационно-технологические схемы отработки участков шахтных полей, которые

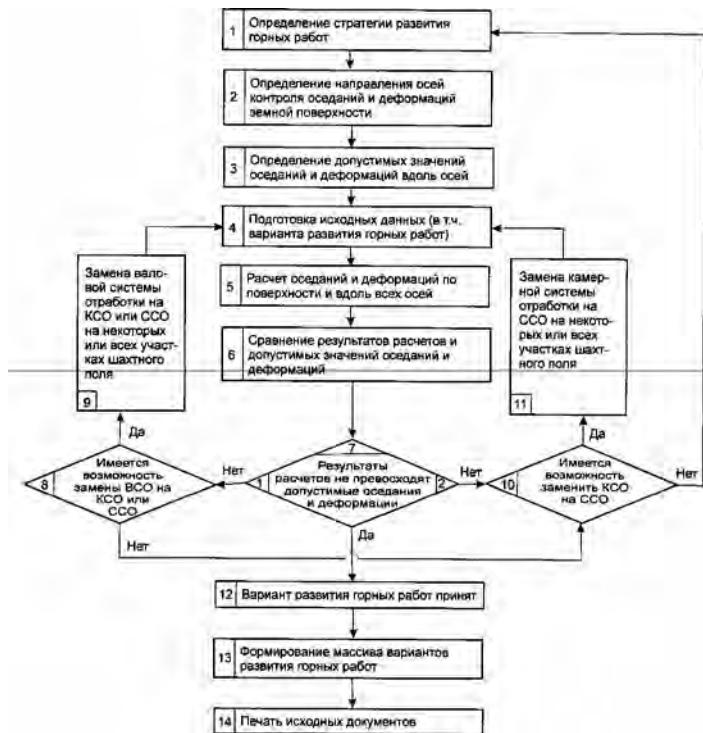


Рис. 2. Алгоритм имитационного эксперимента по обоснованию варианта организационно-технологической схемы отработки участка шахтного поля

обеспечивали бы приемлемые, с точки зрения природоохранных мероприятий, оседания и деформации земной поверхности, согласно, предложенного алгоритма, следует изменить саму первоначальную стратегию ведения горных работ (бл.10,бл.1).

В результате выполненных исследований могут быть сделаны следующие выводы:

1. Богатов Б.А., Штургалов Ю.А. Математическое моделирование и обоснование решений в горном производстве. – Минск: Белорусская горная академия,2002. – 367 с.

2. Штургалов Ю.А. Оптимизационное моделирование производственной деятельности калийных рудников// Горный журнал,2003.№7.-С.55-56.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Коротко об авторах

Штургалов Юрий Анатольевич – кандидат технических наук, доцент, Белорусский национальный технический университет.