

УДК 622.271

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

*Ордабекова А.Ж., Шингисова Р.К., Курманалиева Ш.М.
КазНТУ имени К.И.Сатпаева, г.Алматы, Казахстан*

*В статье рассмотрен геоинформационный подход к моделированию
карьерного пространства.*

Для создания современного, конкурентоспособного горного предприятия необходимо использование во всех проектных решениях последних достижений в области науки, техники и технологии.

Методология оценки недр основывается на моделировании месторождений по геологоразведочным и эксплуатационным данным с последующей геолого-экономической оценкой изучаемого объекта. Огромный объем информации и многовариантность решений обуславливают применение компьютерных технологий в моделировании месторождений.

Информационные технологии включают следующие направления:

1. обеспечение поставщиком интегрированной электронной поддержки;
2. представление технической эксплуатационной документации в электронном виде;
3. наличие компьютерных систем управления.

При разработке геоинформационной среды необходимо учитывать следующие принципы [16]:

- 1.информационная среда специализирована по видам и формам научной и практической деятельности;
- 2.состояние объекта геоинформационной системы взаимосвязано с состояниями других объектов;
- 3.каждый объект геоинформационной системы имеет пространственное положение, может иметь динамические характеристики.

Применительно к открытым разработкам месторождений геоинформационное моделирование заключается в выполнении следующих задач:

- 1.создание единой геоинформационной среды моделируемой системы из информационных источников;
- 2.на основе единой геоинформационной среды формирование необходимой геоинформационной модели объектов системы;
- 3.совокупность геоинформационных моделей должна обеспечить потребности задач системы.

Подготовка исходной информации для оптимизационных задач тесно связана с моделированием. Не только объем, содержание и качество исходных данных обуславливают принципы формализованного описания системы с помощью математических моделей, но и само моделирование выдвигает новые требования перед подготовкой информации.

Задача моделирования месторождений представляет собой сложную, многовариантную технологию, для реализации которой необходимы:

1. исходные данные;
2. знание геологических закономерностей;
3. методы анализа данных и моделирования.

В настоящее время основная сфера научных интересов в области использования информационных технологий в горном деле заключается в разработке и практической реализации компьютерного моделирования.

К основным моделируемым объектам относятся:

1. геологические пробы;
2. рудные тела;
3. пласты;
4. горные выработки;
5. выемочные единицы;
6. элементы систем разработки;
7. карьеры;
8. отвалы.

Компьютерное моделирование позволило перейти к гибкому многовариантному моделированию рудных объектов, учитывающему быстро изменяющуюся экономическую ситуацию.

Результаты моделирования месторождений могут быть представлены в цифровой, табличной и графической форме различного вида в зависимости от назначения модели, необходимой точности моделирования и вида исходной информации.

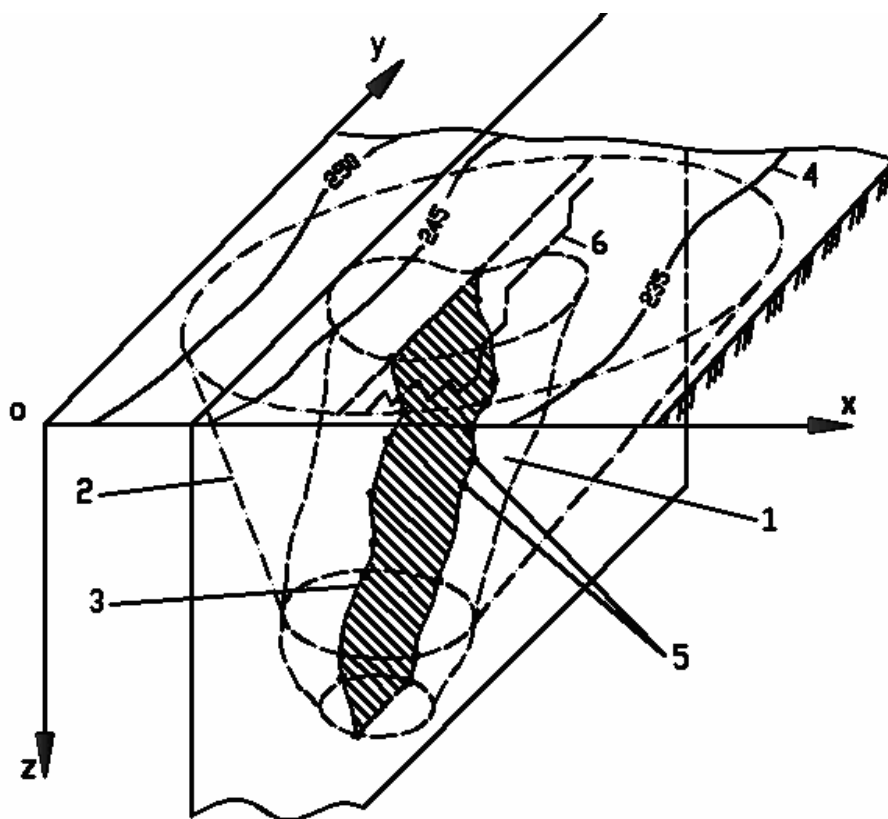
Задача исследования заключается в необходимости применения автоматизированного проектирования с использованием геоинформационных методов при проектировании и планировании месторождений полезных ископаемых.

В настоящее время назрела необходимость в создании математических, экономико-математических моделей месторождений, которые отвечали бы общесистемным требованиям, обеспечивая высокую степень надёжности принимаемых решений и динамическое улучшение производительности.

Горное предприятие можно рассматривать как геоинформационный объект.

Одним из преимуществ применения геоинформационных методов моделирования является создание единого информационного массива, позволяющего информацию различного вида представить в форме единичных показателей, хотя и характеризующихся различными признаками качества, но привязанных к единым координатам пространства и времени.

Первичным информационным элементом системы в трехмерных координатах такой базы является точка, принадлежащая любому контуру на вертикальной, горизонтальной или наклонной плоскости, секущей систему трехмерных координат [14]. На рисунке 1 представлена данная модель.



1-залежь полезного ископаемого; 2-границы карьера; 3-контур залежи на вертикальном сечении; 4-изолинии рельефа местности; 5-характерные точки контура залежи; 6- контур рабочей зоны карьера

Рисунок 1 –Модель карьера в трехмерном измерении

В данном случае характерные точки могут быть представлены в виде дискретного множества точек, каждая из которых является результатом геологической разведки и несет информацию о признаках качества в данной точке.

При математическом моделировании горных работ описание рабочей зоны карьера производится криволинейными контурами, аппроксимируемыми ломаными линиями. Основой математических моделей является точечно-цифровая информация, либо данные разведочных скважин.

Результаты моделирования месторождений могут быть представлены в цифровой, табличной или графической формах различного вида, в зависимости от назначения модели, необходимой точности моделирования и вида исходной информации.

При математическом моделировании горных работ на поперечных сечениях характерные точки образуются на пересечении линий рабочих, транспортных площадок с откосами уступов, то есть описывают участки бортов карьера, направление перемещения.

Для горнодобывающей промышленности республики на современном этапе значение имеют интенсивные факторы экономического роста при решении всемерной экономики.

Одним из направлений повышения эффективности рационального недропользования является преимущественное применение наиболее экономичного открытого способа и оптимизация при нем всех параметров горного производства. Оптимизация параметров горного производства создает основу для эффективной эксплуатации месторождений полезных ископаемых, и тем самым реализуется стратегия инновационного развития республики.

Поэтому принимаемые параметры карьера и элементы его подсистем должны быть выбраны так, чтобы они в совокупности обеспечивали надежное функционирование всех технологических звеньев, решая задачу повышения эффективности отработки месторождений полезных ископаемых.

В настоящее время необходимость надежного обоснования на всех уровнях основных вопросов наиболее экономичной эксплуатации месторождений полезных ископаемых выдвинула в качестве актуальной научной задачи создание методов геоинформационного моделирования открытых горных работ.

Выбор наиболее эффективных проектных решений для горных предприятий основывается на имеющемся теоретическом потенциале, прогрессивной производственной практике и накопленном положительном опыте применения различных по своей целевой направленности оптимизационных расчетов в горном деле.

Оптимальное управление процессами планирования, проектирования и оперативного управления горными и горнотранспортными работами невозможно без использования современных информационных технологий. В новых экономических и технологических условиях функционирования горных предприятий требования к информации постоянно растут. Информационные системы должны оперировать следующей информацией, представленной в таблице 1.

Таблица 1

Требования, предъявляемые к качеству информации

Требования к информации	Требования к принятию управленческих решений
1. Достоверность	1.Оперативность
2. Полнота информации	2.Адекватное описание состояния горного предприятия как объекта управления
3. Оперативность	3.Учет всех аспектов деятельности предприятия

Большой объем информации элементов геотехнологического комплекса имеет пространственную характеристику. Поэтому необходима разработка не просто информационного, а геоинформационного обеспечения, которое основывается на совокупности двух основных видов информации. В таблице 2 представлены данные по информационному и геоинформационному обеспечению геотехнологического комплекса.

Виды информации

Пространственно-графическая информация	Цифровая информация
1.Топографические карты района	1.Данные по скважинам
2.План карьерного поля	2.Технические и технологические параметры элементов горных выработок
3.План карьера с изображением системы разработки и ее элементов	3.Технические и технологические параметры горнотранспортного оборудования
4.Погоризонтные планы, отметки устьев скважин	4.Экономические, экологические показатели

Вычисления объемов, полей структур и других элементов геоинформационного пространства имеют в своей основе математические операции с точками, а применяемые математические модели относятся к различного вида дискретным и дискретноаналитическим. Основы методики математических расчетов при геоинформационном моделировании приведены в работе [14, с.53].

Математический аппарат, который используется для расчетов площадей и объемов в трехмерном пространстве, основан на методах аналитической геометрии.

При выборе системы координат необходимо, чтобы значения координат соответствовали пространству правой системы декартовых координат, в котором на плане по оси абсцисс откладываются значения координат X , по оси ординат Y . Вид расчетных формул, которые используются для геоинформационных расчетов, при этом не меняется, но следует иметь в виду, что знаки по оси аппликат должны соответствовать положительным значениям.

1. Расчет длины отрезка между двумя точками

Длина отрезка между двумя точками 1 и 2 с координатами X_1, Y_1, Z_1 и X_2, Y_2, Z_2 в трехмерном пространстве равна:

$$L_{1-2} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2} \quad (1)$$

Но в данных расчетах необходимо учитывать, что любая точка как исходная, так и искомая характеризуется не только координатами X_i, Y_i, Z_i , но также индикаторами качественных признаков: k_1, k_2, \dots, k_n . Также при расчетах необходимо учесть, что математические модели должны быть ориентированы на использование вычислительных средств, электронных банков данных, а также на необходимость и возможность использования графических форм представления информации.

С учетом этих, а также ряда других специфических требований, определяемых условиями конкретных задач, создаются различные геоинформационные модели месторождений полезных ископаемых, горных разработок и других объектов.

В настоящее время существует ряд моделей, основанных на дискретном представлении информации о месторождениях полезных ископаемых, где источниками информации являются данные по скважинам.

Однако в современных условиях численные методы решения геометрических задач горной геоинформатики требуют разработки новых математических методов и приемов, исследования аспектов формирующейся теории геоинформационного математического моделирования.

При решении геометрических задач геоинформационного моделирования можно выделить следующие задачи:

1. Определение размеров и положения в трехмерном пространстве линий, объемов сложных форм с учетом качественных признаков.
2. Описание процесса перемещения в трехмерном пространстве (в рабочей зоне карьера) данных элементов.

2. Расчет площади элементарного контура

Площадь рабочей зоны на профиле формируется из элементарных контуров. Выделяются верхние и нижние границы контуров. Площадь вычисляется методом обхода по контуру. При этом применяется следующая формула:

$$S=1/2(Y_1- Y_2)(Z_1+Z_2)+(Y_2-Y_3)(Z_2+Z_3)+\dots+(Y_n-Y_{n-1})(Z_n+Z_1) \quad (2)$$

Одновременно вычисляется центр тяжести площади:

$$Ц=\frac{1}{6}\sum_{j=1}^6 y_j, \quad (3)$$

где y_j – абциссы порядковых точек контура.

В случае, если контур имеет хотя бы одно пересечение с отдельной линией (верхней или нижней), площадь его вычисляется методом численного интегрирования:

$$S=h/2(Z_0 + 2Z_1 + \dots + 2Z_{n-1} + Z_n), \quad (4)$$

где h – шаг интегрирования.

Практическое приложение данные геоинформационные методы моделирования горных работ получили в компьютерных системах планирования открытых разработок.

В качестве примера возьмем любой контур карьера, представленный в цифровом виде:

$$M_1, M_2, \dots, M_n, M_{n+1},$$

или

$$(X_1 Y_1), (X_2 Y_2), \dots, (X_n Y_n), (X_{n+1} Y_{n+1}). \quad (3.5)$$

При этом получим ориентированный многоугольник, в котором осуществлена процедура замыкания, который имеет следующую формулу:

$$M_1 = M_{n+1} \text{ или } X_1 = X_{n+1}, Y_1 = Y_{n+1} \quad (3.6)$$

Выводы

На основании анализа организации производства на месторождениях и изучения геологических условий можно сделать вывод, что геологоразведочные данные позволяют в последующем эффективно принимать решения при геолого-экономической оценке изучаемого объекта. Необходима коренная модернизация геологического изучения недр и эффективное использование геологической информации в горнотехнических решениях.

В статье рассмотрен геоинформационный подход к моделированию карьерного пространства, который позволяет использовать как первичную информацию (данные по скважинам), так и вторичную информацию (геологические разрезы), которые являются методологической базой при трехмерном моделировании в графической среде.

При этом достигаются достоверные решения, повышается оперативность подготовки исходных данных для компьютерных систем.

Литература

1. Ордабекова А.Ж. Повышение эффективности отработки месторождений на основе усовершенствованного геоинформационного моделирования карьера. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. - Алматы, 2010 г.
2. Введение в геоинформатику горного производства. Учебное пособие. Под редакцией В.С.Хохрякова.- 2-е издание, Екатеринбург: Издательство УГГГА, 2001-198с.
3. Ахмедов Д.Ш., Галлиев С.Ж., Жусупов К.К., Татишев Е.Н. Технологии автоматизированного управления геотехническими комплексами в области открытых горных работ. Алматы., 2004г.