УДК 528.3

С.Р.ИТКИНОВ
Уральская государственная горно-геологическая академия, Екатеринбург

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КВАДРИАНГУЛЯЦИИ ПРИ ГЕОМЕТРИЗАЦИИ ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Разработан алгоритм математических операций с топоповерхностями (поверхностями, заданными числовыми отметками) в условиях пропусков исходных данных. В алгоритме предложен способ перехода от сети триангуляции точек исходных поверхностей к квадриангуляции. Для сохранения объемов в заданных границах, элементарные ячейки интерполируются линейчатой поверхностью. Математические операции выполняются с использованием значений показателей в узлах квадриангуляции.

This work presents an algorithm of mathematical operations at topographic surfaces (the surfaces set by numerical parameters) in conditions when a partial loss of initial date take place. The algorithm offers a technique of transition from triangulation system for initial surfaces' points to quadriangulation system. In order to keep the volumes within the set limits, elementary squares are interpolated by linear surface.

Mathematical operations are performed with using of parameters' values in the quadriangulation system's knots.

В горно-геометрической практике встречаются задачи, решение которых основано на математических действиях с топографическими поверхностями, изображаемыми на плане изолиниями. Такой метод широко применяется, например, при районировании карьерного или шахтного поля по условиям разработки.

Методика выполнения арифметических действий с топоповерхностями была разработана П.К.Соболевским. С ее помощью стало возможным решение многих практических вопросов горного и геологоразведочного дела, в том числе таких, которые аналитически не могут быть решены. Не потерял свое значение метод Соболевского и в настоящее время.

Однако с внедрением компьютерных методов обработки информации во все сферы деятельности человека встал вопрос об автоматизации работ по геометризации месторождений полезных ископаемых, в том числе об автоматизации арифметических действий с топоповерхностями. Ниже приведен один из вариантов решения этого вопроса.

Пусть m поверхностей задано координатами точек $G_1(x, y, g_1)$, …, $G_m(x, y, g_m)$, причем в каких-то точках не все показатели определены. Совокупность исходных данных представим в виде:

x_i	y_i	$g_{1\,i}$	…	$g_{m\,i}$
x_1	y_1	$g_{1\,1}$	…	$g_{m\,1}$
x_2	y_2	–	…	$g_{m\,2}$
x_3	y_3	$g_{1\,3}$	…	–
x_4	y_4	$g_{1\,4}$	…	$g_{m\,4}$
…	…	…	…	…

Назовем такое задание исходной информацией опробованием с пропусками.

Необходимо изобразить каждую поверхность изолиниями, а затем выполнить с ними арифметические действия. Если бы пропусков не было, действия можно было выполнить для каждой точки измерения, а затем построить изолинии результирующей поверхности. В описываемом случае приходится оценивать значения показателей в пропущенных точках, используя метод ин-

терполяции. Компьютерная реализация такого решения имеет свои особенности.

Первым действием является триангулирование точек всех поверхностей для представления их совокупностями пространственных неперекрывающихся треугольников. После разбиения всех поверхностей на треугольники они накрываются регулярной прямоугольной сеткой, общей для всех поверхностей. Соотношение сторон ячейки сетки может быть любым, но для удобства дальнейших расчетов можно применить квадратные ячейки. Сетка задана плановыми координатами узлов. Необходимо определить значение показателя в каждом узле как отметку пересечения вертикальной прямой, проведенной через этот узел, с плоскостью соответствующего пространственного треугольника (рис.1).

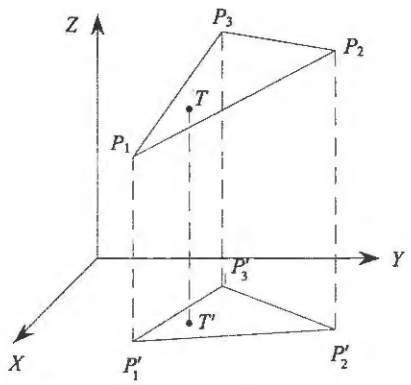


Рис.1. Определение значений показателя в узлах сетки

После определения значений показателей во всех узлах сетки поверхность заменяется совокупностью регулярно расположенных точек с известными координатами и значениями показателя. Такую сеть можно назвать квадратной квадриангуляцией (от quadro – четыре и angle – угол). Это сеть непересекающихся четырехугольников, образующих замкнутый контур. В пространстве ячейка квадриангуляции представляет собой призматоид с квадратным основанием и с вертикальными ребрами, длина которых пропорциональна значениям показателя в соответствующих вершинах (рис.2).

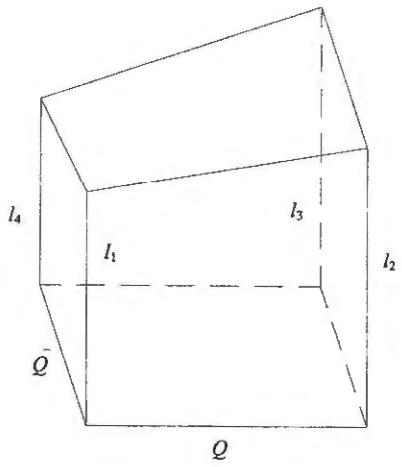


Рис.2. Призматоид

a – сторона ячейки; l_i – значение показателя в i-м узле

Таким образом, все поверхности представляют собой совокупность призматоидов (рис.3).

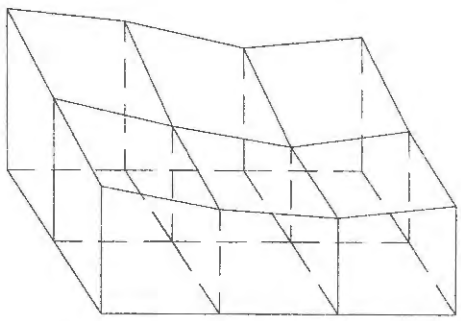


Рис.3. Поверхность, представленная призматоидами

Так как сетка общая для всех поверхностей, то значения показателей всех поверхностей во всех ее узлах известны. Теперь есть возможность проводить арифметические действия с поверхностями, используя значения показателей в узлах сетки.

В общем случае поверхность призматоида – не плоская, а так называемая линейчатая поверхность, образованная движением отрезка от одной грани ячейки к противоположной по двум другим. Интегрированием можно убедится в том, что объем призматоида с линейчатой поверхностью

$$V = S_{\text{осн}} \sum \frac{l_1 + l_2 + l_3 + l_4}{4} = a^2 \bar{l} ,$$

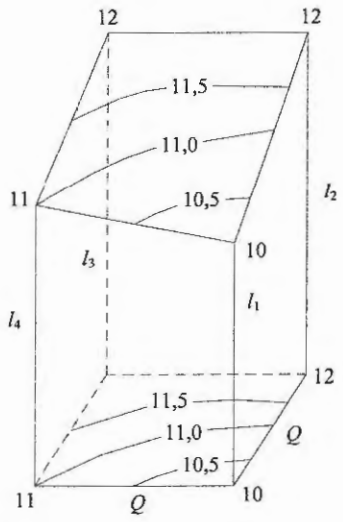


Рис.4. Изолинии распространения показателя в призматоиде

т.е. применение линейчатой поверхности обеспечивает равновеликость исходной и моделируемой фигуры.

Для призматоида с квадратным основанием, линейчатая поверхность описывается функцией

$$f(x;y) = l_4 + \frac{l_1 - l_4}{a}x + \frac{l_3 - l_4}{a}y + \frac{l_2 + l_4 - l_1 - l_3}{a^2}xy.$$

Изолинии показателя, построенные с помощью этой функции, показаны на рис.4.

Поверхность, построенная таким образом, позволяет сохранить равновеликость объемов призматоида и, как следствие, обладает высокой степенью достоверности графического отображения функции распространения значений показателя.

Изолинии результирующей поверхности проводятся после необходимых функциональных преобразований, выполненных для значений показателей в узлах квадриангуляции.

Описанный алгоритм выполнения арифметических действий с топоповерхностями в условиях пропусков исходных данных позволяет максимально использовать имеющуюся информацию и сохранить равновеликость геометризуемых тел.