

- «Зберегти»: зберігає статистику у файлі stat1.txt на робочому столі;
- «Вихід»: завершує роботу і закриває вікно програми (виконується команда «Зберегти» автоматично).

В меню «Друк» передбачено виведення результатів на друк. В меню «Довідка» передбачено коментарі по роботі з програмою.

В результаті відкриття, створення статистичних даних в робочій зоні з'явиться таблиця, що відображає відповідні дані і кнопка «Встановити вид залежності», після натискання якої з'явиться повідомлення про вид пофакторного зв'язку і кнопка «Розрахувати параметри». При натисканні останньої будуть обчислені параметри моделей МНК і відображено загальний вид цієї моделі (рис. 3).

Автори розробленої програми «*freg*» рекомендують використовувати її на лабораторних та практичних заняттях з економічних та гірничих дисциплін таких, як «Основи геолого-математичного моделювання», «Дослідження операцій», «Економетрія», «Економіко-математичне моделювання» та ін., для отримання моделі багатofакторної регресії і використання цієї моделі для аналізу і прогнозування.

Список використаних джерел

1. Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем: Учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 368 с.
2. Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения. – М.: Наука, 1967. – 368 с.
3. Лещинський О. Л., Рязанцева В. В., Юнькова О.О. Економетрія: Навч. посіб. для студентів ВНЗ. – К.: МАУП, 2003. – 208 с.

УДК 519.816

ТРУНОВ Д.Н., ВИННИК Е.А., ВАЩЕНКО В.И.
(КИИ ДонНТУ)

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ МЕТОДОМ СЛУЧАЙНОГО ПОЛЯ

Розглянуто моделювання геологічних об'єктів методом тренд-аналізу. Представлено авторську програму для побудови і аналізу топографічних поверхонь.

Моделирование как средство познания закономерностей широко используется в самых различных областях науки и техники. Оно представляет собой

метод исследования строения сложных природных объектов, динамики процессов или основных особенностей систем. Понятие модели в настоящее время довольно обширно. Это могут быть подобию предметов в измененном или натуральном масштабе (физическое или объемно-макетное моделирование), чертежи (графическое моделирование), символы или формулы (математическое моделирование), воспроизводящие свойства интересующих нас объектов.

Объектами моделирования геологических явлений могут быть отдельные участки земной коры, а также различные свойства природных геологических образований – пород, минералов, полезных ископаемых, подземных вод и газов. В процессе моделирования познаются те свойства их строения, знание которых необходимо для решения научных и практических задач.

Моделированию могут быть подвергнуты и процессы, происходящие или происходившие в земной коре. Результат такого моделирования способствует выявлению условий формирования минералов, горных пород и полезных ископаемых в недрах, обеспечивая научную основу геотектоники, петрографии и теории рудообразования.

Графические модели самых различных свойств природных геологических тел широко используются в структурной геологии, в геологии полезных ископаемых, в рудничной геологии и в методике поисков и разведке полезных ископаемых.

В геологии и маркшейдерском деле широко используется горно-геометрическое моделирование, которое основано на применении способа изолиний. Модели в изолиниях признака отражают морфологические свойства и внутреннее строение изучаемых объектов, а также особенности пространственного размещения изучаемых свойств.[1]

В основу геометрической модели положено представление о функциональных связях наблюдаемых свойств с пространственными координатами:

- 1) если значения изучаемого признака в каждой точке тела полезного ископаемого выразить соответствующим числом a , то этот параметр может рассматриваться как функция координат пространства $a=f(x,y,z)$, а тело полезного ископаемого – как некоторое геофизическое поле, выраженное множеством точек пространства;
- 2) функция $a=f(x,y,z)$ должна удовлетворять условиям конечности, однозначности, непрерывности и плавности.

Геометрическое моделирование числовых значений любого свойства производится графическим путем с помощью изолиний. На планах и разрезах изолинии (линии, которые объединяют точки поля с одинаковыми свойствами, например высотными отметками) образуют топографические поверхности и могут рассматриваться как графическое выражение функций типа $a=f(x,y)$. Аналитическое выражение таких функций практически невозможно вследствие их исключительной сложности.

В горно-геометрическом моделировании получили развитие так называемые методы тренд-анализа. В этих методах свойство геологического объекта описывается случайным полем непрерывной скалярной переменной u , причем

$$u = f(x, y) + \varepsilon,$$

где $f(x, y)$ – функция координат пространства (тренд); ε – случайная переменная.

С помощью тренд-анализа решаются задачи трех типов:

- проверяются гипотезы о наличии каких-либо закономерностей в пространственной изменчивости свойств геологических объектов;
- выделяются и количественно описываются региональные закономерности геологических полей (поверхности тренда), отражающие наиболее общие особенности геологического строения изучаемого строения изучаемого объекта;
- выделяются локальные «аномальные» участки на фоне общих (фоновых) закономерностей.

Необходимость выделения региональных закономерностей геологических полей с помощью математических методов возникает в тех случаях, когда в изменчивости исследуемого объекта наблюдаются значительные по амплитуде локальные флуктуации, затушевывающие общий характер закономерных изменений. Способы выделения закономерной составляющей (поверхности тренда) основаны на аппроксимации эмпирических данных единой функцией координат пространства.

В качестве аппроксимирующих функций используются ортогональные полиномы различных степеней, уравнение Лапласа, тригонометрические полиномы и др. В случае равномерной прямоугольной сети наблюдений обычно применяются ортогональные полиномы.

Для модели в изолиниях функция, описывающая тренд поля высот $H = f(x, y)$, выражается уравнениями алгебраических полиномов вида

$$H = a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4xy + a_5y^2 + a_6x^3 + \dots + a_my^n,$$

где H, x, y – координаты поверхности; a_0, a_1, \dots, a_m – постоянные коэффициенты, отражающие зависимость планового расположения высотных отметок от географических координат.

Коэффициенты полинома отыскивают способом наименьших квадратов. Сущность решения заключается в том, что реальная топографическая поверхность сравнивается с заранее заданной формой уравнения. Коэффициенты уравнения подбирают так, чтобы сумма квадратов расстояний между математической и топографической поверхностями была минимальной.

Увеличение степени уравнения позволяет усложнять конфигурацию математической поверхности, приближая ее к реальной топографической. Полиномы первой степени описывают общую для всего исследуемого участка тенденцию к возрастанию или убыванию изучаемого признака по определенному направлению (линейный тренд), а полиномы более высоких порядков отражают закономерности более высоких порядков. Вычисления ведутся начиная с первого порядка до тех пор, пока последующий порядок дает существенные

улучшение аппроксимации исходного поля. Чаще всего расчёт заканчивается вторым, реже третьим порядком.

Как видно, выделение региональных закономерностей путем аппроксимации эмпирических данных функцией координат пространства производится приближенно и требует выполнения значительного объема вычислений. Стремительно возрастающие возможности применения вычислительной техники при обработке полевых и экспериментальных геологических наблюдений дает возможность облегчить построение и анализ топографических поверхностей. Увеличение количественной информации, получаемой в процессе разведки месторождений, вызвало необходимость разработки новых способов ее хранения, обработки и анализа с помощью персонального компьютера.

Возможности современного персонального компьютера позволяют не только быстро и с высокой точностью проводить аналитические построения моделей, но и их графическое отображение, а также сохранять построенные модели в удобном для дальнейшего применения виде.

Описанный выше метод моделирования применен в компьютерной программе авторской разработки, которая позволяет строить топографические поверхности и находить тренд. Внешний вид окна программы с построенной поверхностью в виде изолиний приведен на рисунке 1.

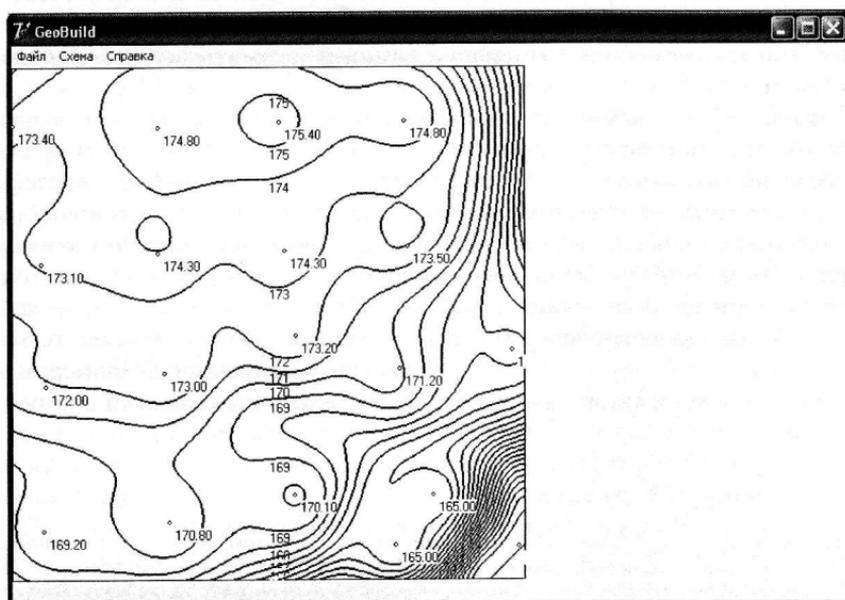


Рисунок 1 – Внешний вид окна программы с изолиниями построенной поверхности

В возможности программы входят:

- ввод, редактирование и сохранение в текстовом файле данных, необхо-

- димых для построения схемы: размеры поля в некоторых единицах длины, масштаб отображения в окне программы, то есть количество единиц длины на 1 пиксель схемы, шаг изолиний, а также координаты и высотные отметки точек, на основании которых строится вся поверхность;
- создание и заполнение виртуального массива высотных отметок заданной поверхности, согласно введенным данным, и построение графического отображения этой поверхности в виде изолиний;
 - проведение тренд-анализа с нахождением коэффициентов уравнения вида (2) до третьего порядка включительно, а также отображение поверхности, описывающей найденный тренд;
 - отображение поверхности, полученной от разницы между реальной поверхностью и трендом (величины переменной случайного поля);
 - отображение получаемых поверхностей в объеме (в перспективе);
 - сохранение изображений в файл в виде рисунков распространенных форматов, печать изображений (в перспективе).

Представленная программа будет использоваться в учебных целях для выполнения практических и лабораторных работ по геологии, гидрогеологии, горной инженерной графике для построения карт, гипсометрических планов, планов горных работ, паспортов проведения подготовительных выработок, паспортов очистных выработок и оценки степени изменчивости пласта для рационального планирования горных работ, а также как основа для научных исследований при изучении тектоники пластовых месторождений и в области геомеханики.

Таким образом, для многих исследований в области геологии и маркшейдерского дела моделирование играет очень важную роль, позволяя исследовать реальный объект по его модели. Особенно это актуально при исследовании тел полезных ископаемых, учитывая, что доступ к ним ограничен, хотя некоторую начальную информацию можно получить при бурении геологоразведочных скважин. Однако и построение модели представляет собой очень сложный и трудоемкий процесс, требующий большого объема вычислений. Тем не менее, на современном уровне развития вычислительной техники, большую часть этих вычислений можно доверить компьютеру. Примером этого может послужить авторская программа, выполняющая анализ и построение поверхностей.

Источники информации

1. Каждан А.Б., Гуськов О.И., Шиманский А.А. Математическое моделирование в геологии и разведке полезных ископаемых. Учебное пособие. М., «Недра», 1979, 168 с.
2. Букринский В.А. Геометрия недр: учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1985, 526с.
3. Мудров, А. Е. Численные методы для ПЭВМ на языках Бейсик, Фортран и Паскаль. Томск: МП "РАСКО", 1991. 272 с.