

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ВЫХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРОГРАММЫ
«ГЕОМЕХАНИКА» НА ОСНОВЕ ПЕРСОНАЛЬНОЙ ЭВМ**

Запропоновано методику розширення можливостей програми «Геомеханіка», яка реалізує метод скінчених елементів, додатковою статистичною обробкою проміжних та вихідних даних. Наведений опис процедури експорту даних з програми «Геомеханіка» в інші обчислювальні програмні оболонки, зокрема в Excel.

**THE AUTOMATED STATISTICAL PROCESSING OF THE
INTERMEDIATE AND TARGET INFORMATION OF THE PROGRAM
"GEOMECHANICS" ON THE BASIS OF THE PERSONAL COMPUTER**

The method of expansion of opportunities of the program "Geomechanics" is offered. The additional statistical processing of the intermediate and target data is applied. The procedure of export of data from the program "Geomechanics" to other programs, including "Excel" is described.

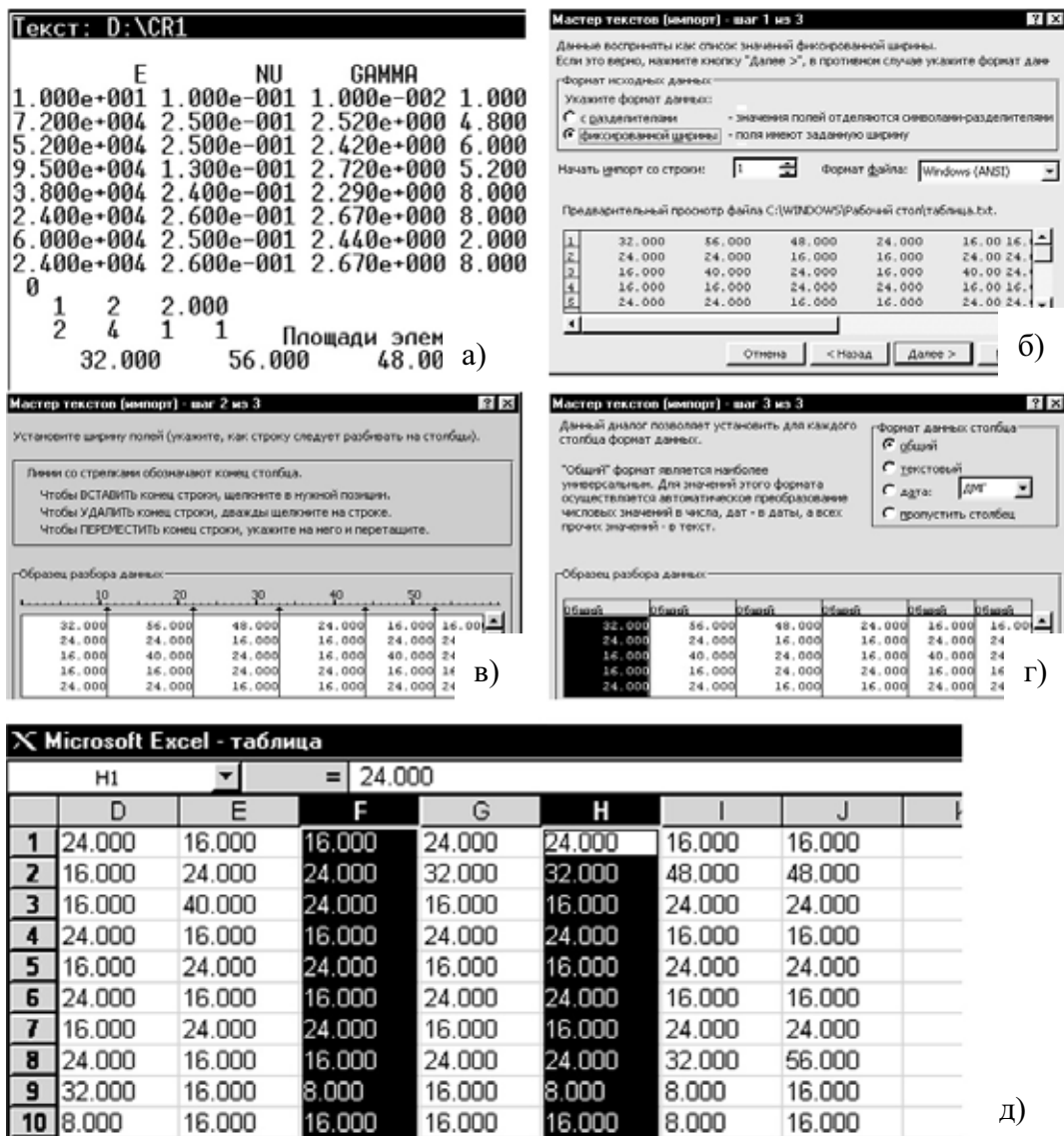
Отклонение аппроксимирующей кусочной ломаной от реальной гладкой будет тем больше, чем больше кривизна и чем больше размер гладкого элемента. Отсюда вытекает основное правило построения сетей конечных элементов: необходимо выполнить сгущение сети в местах ожидаемых высоких градиентов искомых функций [1]. Однако общее количество узлов и элементов обычно ограничивают, например, для программы «Геомеханика» оно составляет соответственно 600 и 1200. Это связано с накоплением погрешности при вычислениях, увеличением времени расчетов и трудоемкостью подготовки исходной информации, которая в настоящее время и так является основным сдерживающим фактором широкого использования приближенных методов.

Любым конечно-элементным расчетным схемам присущи элементы субъективизма, случайности и расчетной погрешности. Погрешность расчета заложена в принципе расчетных методов, поскольку они являются приближенными методами. Мало элементов – погрешность от неточности разбиения, много элементов возникает эффект накопления мелких погрешностей, увеличивается вероятность допущения мелких ошибок оператором, которые в принципе могут быть даже не обнаружены и при повторных проверках из-за большого количества исходного материала. Субъективизм связан с многовариантностью возможностей разбиения схемы, интуитивной оценкой характера будущего разбиения (тип элементов, форма, количество, взаимосвязи), даже при равномерной автоматизированной разбивке субъективизм, хотя и минимальный, но неизбежен, он связан с типом, формой и размерами элементов, количеством узлов и элементов, направлением слоев. Элементы случайности обусловлены погрешностями оценки горно-геологических условий, определения физико-механических свойств горных пород, задания геомеханических параметров применяемой крепи, а также вышеперечисленными субъективными и объективными факторами. В зависимости от конкретно решаемой горной задачи, предложена дополнительная автоматизированная статистическая обработка промежуточной и выходной информации для объективной оценки

взаимосвязей между различными параметрами как в общем по модели, так и в определенных сечениях или направлениях.

Импорт промежуточных и выходных данных из программы «Геомеханика» в другие приложения осуществляется следующим образом. В выходном файле, сформированном в результате расчета по программе «Геомеханика» выделяются необходимые данные (вплоть до 100 %), которые следует переместить, и копируются в буфер обмена данными операционной системы Windows, смотри рисунок. Далее численные данные из буфера помещаются в новый текстовый файл, который может иметь любое расширение (по умолчанию - *.txt или *.prn). В случае необходимости с помощью инструмента «Автозамена» может быть произведена замена знака десятичного разделителя с точки на запятую или наоборот. Подготовленный таким образом файл загружается в оболочку для обработки электронных таблиц Excel в виде двумерных массивов чисел.

Для построения корреляционных моделей в Excel выделяются попарно столбцы данных, содержащие значения коррелируемых параметров. Каждая пара столбцов должна иметь одинаковое количество данных, а каждый столбец заносится в отдельный файл, которому присваивается адрес (наименование). Столбцы данных формируются в зависимости от поставленной задачи поэлементно в горизонтальном, вертикальном или любом произвольном направлении, послойно по определенной литологии горных пород, зонально (например, вдоль или поперек образовавшейся зоны трещиноватости), готовыми столбцами выходных данных или их частями, выборочно через одно, два и так далее выходных значений. При условии, что расчеты выполняются на одной и той же математической универсальной конечно-элементной модели, например, для сопряжения горных выработок в различных горно-геологических условиях, выбор данных может производиться по заранее подготовленной структуре вплоть до полной автоматизации. Затем в оболочке Mathcad 2001 Professional осуществляется автоматизированная статистическая обработка и анализ информации по программе Su-Stat [2]. Программа позволяет автоматически вычислять основные статистические характеристики массивов случайных чисел, строить гистограммы распределения случайных величин, линейную и нелинейные (параболическую, гиперболическую, степенную и экспоненциальную) регрессионные модели с оценкой их корректности по коэффициентам детерминации при исследовании объектов горнотехнического профиля. Программа обеспечивает считывание массивов значений случайных величин из файлов, автоматическое определение длин выборок и масштабирование графиков, а также предоставляет сервисные средства редактирования. Операторы программы имеют вид математических формул, что в совокупности с наличием Windows-совместимых средств редактирования позволяет переносить их в MS Office, что упрощает составление отчетных документов.



а) обработка исходного файла с последующим выделением двумерного массива данных и помещение его в буфер обмена операционной системы; б, в, г) использование мастера текстов для загрузки массива в программную оболочку Excel; д) выбор векторов-столбцов коррелируемых величин в электронной таблице с импортированными данными.

Рис.1 – Действия по импорту данных из программы «Геомеханика» в приложения

Программа статистической обработки состоит из следующих разделов: "Математическое моделирование при исследовании горнотехнических объектов", "Построение гистограмм распределения случайной величины", "Линейный парный регрессионный анализ", "Нелинейный парный регрессионный анализ" и "Вывод результатов вычислений". Блок предварительной обработки выборки выполнен в виде отдельной подпрограммы. Указанный выше блок предназначен для отсева ложных значений, вносимых системами сбора и обработки информации, вызванных случайными сбоями в аналого-цифровых преобразователях, зашумлением сигнала в линиях проводной и беспроводной связи и тому подобное. Ложные значения в выборке либо автоматически не учитываются, либо заменяются некоторыми аппроксимированными значениями.

Известны следующие основные способы отсева грубых погрешностей: фильтрация, усреднение (сглаживание), отсев значений, доверительная вероятность которых меньше допустимой, либо не попадающих в определенный доверительный интервал. Применение цифровой фильтрации целесообразно в системах реального времени в тех случаях, когда частотные области спектра помех относительно постоянны и не пересекаются с частотными областями спектра полезного сигнала, например при отфильтровывании помех, наводимых силовыми линиями промышленной частоты или высокочастотных шумов. Так как программа предназначена для решения общестатистических задач при исследовании процессов горного производства и не ориентирована на обработку быстроизменяющихся сигналов, то фильтрация выборок в режиме реального времени не производится. В программе предусмотрена возможность линейного сглаживания массива значений по трем и пяти точкам, нелинейного - по семи точкам, сглаживания методом плавающей медианы с выбираемой шириной окна. Для расчета некоторых статистических величин, а также для решения систем уравнений методом итераций при расчете коэффициентов регрессионных моделей, используются встроенные операторы оболочки Mathcad.

Для каждой регрессионной модели производится автоматическое построение совмещенных графиков модели и реальных значений выборки, что позволяет визуально оценить достоверность модели. Кроме того, рассчитывается средняя квадратическая ошибка регрессионной модели. Программа предназначена для включения в качестве приложений в методические руководства для решения конкретных горнотехнических задач [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Фадеев А.Б. Метод конечных элементов в геомеханике. - М.: Недра, 1987.-221 с.
- 2.Яланский Алекс. А. Исследование процессов горного производства методами математической статистики с помощью персональных ЭВМ// Геотехническая механика: межведомственный сборник научных трудов, 1998. - Вып. 5. - с. 156 – 160.
- 3.Руководство по геофизической диагностике состояния системы "крепь - породный массив" вертикальных стволов: Дополнение к "Пособию по восстановлению крепи и армировки вертикальных стволов. РД 12.18.073-88" / Булат А.Ф., Усаченко Б.М., Яланский А.А. и др.: Донецк: ООО "Лебедь", 1999. - 42 с.