

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ОЦЕНКЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД

**Е.А. Субботина,
КРСУ, кафедра Информатики, Кыргызская Республика
lina-bishkek@mail.ru**

Современный уровень развития вычислительной техники и математического моделирования позволяет разрабатывать программные средства для решения достаточно сложных задач, связанных с численными и аналитическими расчетами. В настоящее время назрела необходимость расширить сферу применения мощных вычислительных комплексов на задачи геомеханики. Численное моделирование в виде программных продуктов не призвано заменить традиционные методы определения физико-механических свойств горных пород. Оно призвано дополнить инструментарий инженера для быстрого расчета и качественной оценки физико-механических свойств горных пород.

Повышение рентабельности горнодобывающих предприятий и обеспечение безопасности горных работ в значительной степени зависят от выбора рационального и экономически выгодного варианта ведения горных работ. Поиск таких вариантов, их сравнение и обоснование имеют свои особенности при разработке месторождений полезных ископаемых, строительстве жилых и нежилых площадей. А именно, приходится учитывать природные и сезонные катаклизмы, это сход лавин, оползней и селей, обрушение горных склонов, различие в геометрических размерах очистных выработок и мощности отрабатываемого слоя, горные работы на смежных пластах, влияние целиков и краевых частей смежных пластов,- специфику слоистого и блочного строения массива, наличие тектонических нарушений. Эти особенности требуют количественной оценки напряженного состояния массива горных пород, структурные особенности полезного ископаемого вокруг выработок и свойства слагающих массив горных пород. Число свойств горных пород, проявляющихся в их взаимодействии с другими объектами и явлениями материального мира, может быть сколь угодно велико. Однако для практики горного дела представляют интерес лишь те свойства, которые непосредственно связаны с процессами современной горной технологии [1-2].

Так состояние окружающего породного массива характеризуют определенными физико-механическими свойствами. Достоверные сведения о физико-механических свойствах горных пород позволяют заблаговременно составить представление о характере возможных деформаций и степени устойчивости обнажений массива, а также служат основанием для разработки и внедрения наиболее эффективных методов разрушения горных пород при ведении горных работ, обеспечение безопасности ведения горных работ.

Под механическими свойствами горных пород понимают характеристики, определяющие способность пород противодействовать деформированию и разрушению в сочетании со способностью упруго или пластически деформироваться под действием внешних механических сил. Механические свойства пород можно подразделить на прочностные, упругие, акустические и др.

Физические свойства характеризуют физическое состояние горных пород, т.е. качественную определенность, проявляющуюся в их плотности, влажности, пористости, трещиноватости и выветрелости в условиях естественного залегания. Все эти свойства позволяют качественно оценивать прочность и устойчивость горных пород [3-7].

Данные о физико-механических свойствах горных пород получают путем проведения в лабораториях испытания их образцов на сопротивление сжатию, разрыву, изгибу и сдвигу. Затем полученные данные обрабатываются инженерами по уже ранее разработанным формулам. Однако обработка данных при расчетах гораздо упрощается при применении современных средств обработки данных.

Использование современных информационных технологий при обработке экспериментальных данных о физико-механических свойствах даст ряд положительных результатов. Это, во-первых, упрощение расчетов различных показателей свойств горных пород и вычисление более точной погрешности экспериментов, во-вторых, происходит накопление результатов в базе проведенных экспериментов и полученных характеристик пород, которые могут быть использованы для дальнейшей аналитической обработки и получения различных вариантов построения инженерных сооружений. Многообразие и сложность исследования физико-механических свойств горных пород является причиной того, что на данный момент времени нет единого программного комплекса для их расчета.

Поэтому решение этой проблемы возможно при комплексном использовании современных компьютерных достижений в создании программного комплекса для обработки лабораторных экспериментов по оценке физико-механических свойств: сочетание экспериментальных данных с вычислительным экспериментом. Для реализации поставленной задачи была разработана и реализована в виде комплекса программ методика оценки физико-механических свойств горных пород, систематизированы экспериментальные данные регистрируемых параметров горных пород и разработана информационная структура для хранения и обработки результатов лабораторных испытаний и вычислительных экспериментов, а так же разработаны и программно реализованы алгоритмы оценки параметров физико-механических свойств горных пород. Адекватность результатов проведенных экспериментов были проверены по данным лабораторных испытаний.

Программное обеспечение системы для обработки лабораторных экспериментов по оценке физико-механических свойств горных пород состоит из следующих компонентов:

- базы данных по оценке физико-механических свойств, которая содержит данные результатов лабораторных и вычислительных экспериментов;
- модули программ для обработки результатов лабораторных экспериментов, которые составляют основу всей системы:
 - обработка результатов плотностных свойств;
 - обработка результатов физико-механических свойств;
 - определение коэффициента местной устойчивости.
- модуля графического (визуального) моделирования, который позволяет отобразить графическую зависимость обработанных результатов.

Модуль программы для обработки плотностных свойств, предусматривает несколько вариантов расчетов: плотность скелета, пористость, влажность, плотность и удельный вес (рис.1).

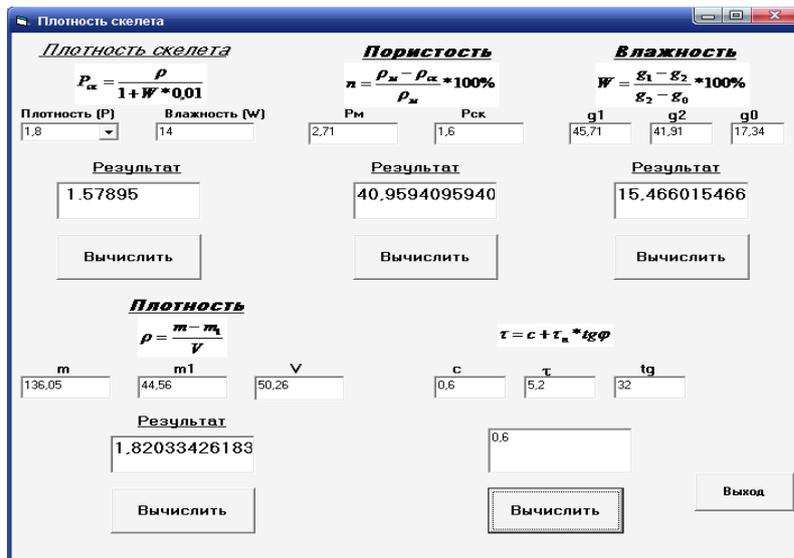


Рис.1. Окно модуля для обработки плотностных свойств.

Программа позволяет вводить, изменять входные данные в диалоговых окнах ввода данных, рассчитывать и повторять расчеты, для того чтобы провести оценку полученных результатов с экспериментальными данными. Полученные результаты можно сохранять для их последующего использования в расчетах или выводить на печать.

На рис.2 представлен модуль программы для определения коэффициента местной устойчивости, который рассчитывает коэффициент местной устойчивости, а так же представляет результаты расчета в графическом виде, показывая зависимость коэффициента устойчивости от разных параметров.

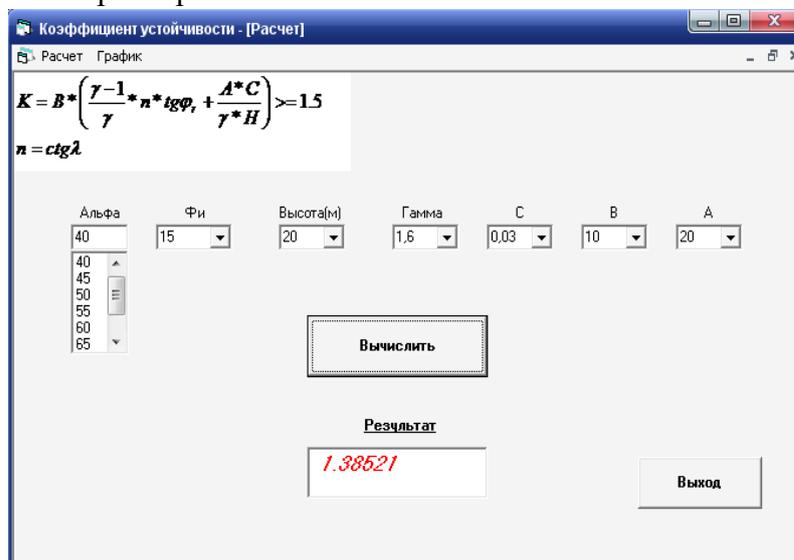


Рис.2. Окно модуля для определения коэффициента местной устойчивости

Чтобы произвести оценку путем определения коэффициента местной устойчивости по формуле, для этого необходимо ввести γ - объемный вес грунта, т/м³, ϕ_r , c_r - расчетные показатели соответственно угла внутреннего трения и сцепления грунта, n - заложение откоса; $n = ctg\alpha$, H - полная высота откоса, A , B - безразмерные коэффициенты, определяемые по графику зависимости от отношения, p_r - расчетная глубина зоны возможного сплывообразования, α - угол заложения откоса. Местная устойчивость откосов считается обеспеченной, если $K \geq 1,5$. Программа позволяет изменять входные данные в

диалоговых окнах ввода данных и при необходимости повторять расчеты, для их сравнительного анализа. Результаты расчетов можно получить в графическом виде (рис.3).

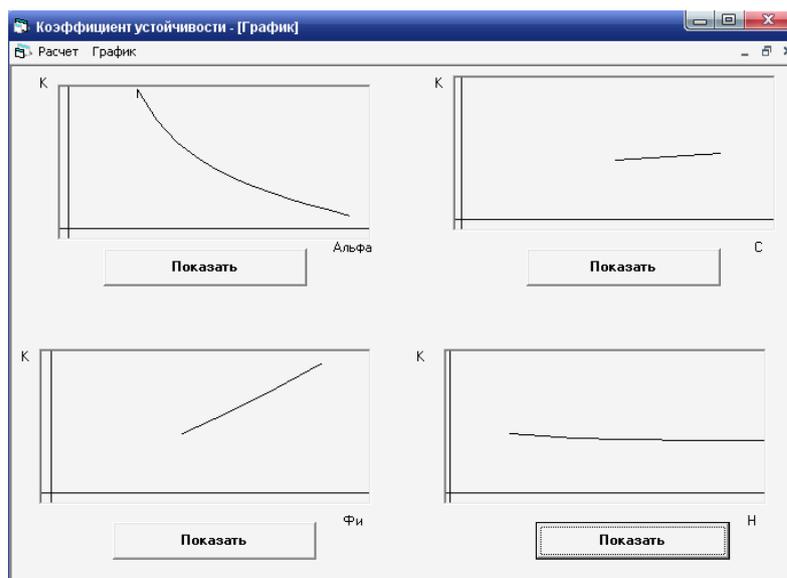


Рис.3. Зависимости коэффициента местной устойчивости от угла заложения откоса, сцепления грунта, полной высоты откоса, от угла внутреннего трения

Программа имеет понятный и удобный пользовательский графический интерфейс, который включает стандартные элементы управления, диалоговые окна: ввода-вывода данных; выбора варианта расчета: плотностные свойства, физико-механические свойства и т.д.

Программный комплекс для обработки лабораторных экспериментов по оценке физико-механических свойств горных пород позволяет: выбирать или вводить данные лабораторных экспериментов; визуализировать зависимости полученных характеристик от разных параметров; выполнять численные расчеты на основе полученных экспериментальных данных.

Литература

1. Горные науки. Освоение и сохранение недр земли / Под ред. К.Н. Трубецкого М.: Изд-во ФГН, 1997
2. Куреня М.В., Опарин В.Н. Методы диагностики и контроля напряженно-деформированного состояния массивов горных пород. Новосибирск: Наука, 1999
3. Борисов А.А. Механика горных пород М.: Недра, 1989
4. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений: Учеб. Для вузов изд. М: Недра, 1994
5. Ватолин Е.С., А.Б. Черняков, А.Д. Рубан, А.М. Потапов. Методы и средства контроля состояния и свойств горных пород в массиве. М.: Недра, 1989.
6. Родионов В.Н., Сизов И.А., Цветков В. М. Основы геомеханики. М.: Недра, 1986
7. Проскуряков Н.М. Управление состоянием массива горных пород: Учеб. для вузов. М.: Недра, 1991.