

ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНИК «ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ШАХТНОГО И ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА»

САШУРИН А. Д.¹

¹ Институт горного дела Уральского отделения РАН
(Россия, г. Екатеринбург, ул. Мамина-Сибиряка, 58)

Издательством Уральского государственного горного университета выпущен электронный учебник «Геомеханическое обеспечение шахтного и подземного строительства»: авторы – проф. Б. Д. Половов и проф. М. В. Корнилков (объем с приложениями – 140,3 усл. печ. л., размер ПО – 38,8 МБ, размер прилагаемого диска – 98,5 МБ).

В учебнике последовательно излагаются:

- общие сведения и понятия, необходимые для современного геомеханического анализа горнотехнических объектов на стадии их строительства;
- статистическая оценка свойств образцов и массивов горных пород с сопоставлением традиционных и непараметрических методик;
- напряженно-деформированное состояние массивов горных пород с тензорным анализом и полным набором проверок (инвариантов напряжений и деформаций, направляющих косинусов осей эллипсоида, сходимости решений прямой и обратной задач);
- инженерно-аналитические методы геомеханического анализа вертикальных и горизонтальных выработок;
- оценка устойчивости и крепления стен подземных сооружений и откосов глубоких котлованов;
- вероятностные и численные методы анализа геомеханического состояния горнотехнических объектов;
- элементы управления состоянием вмещающих массивов.

Текстовый материал завершается обоснованием семи перспективных направлений – точек роста геомеханики, включающих в том числе внедрение сверхгенераторов случайных чисел, переход к моделям РНР в среде Cloud Computing.

Содержание электронного учебника базируется на актуализированных нормативах, анализируемых и дополняемых с привлечением прогрессивных геомеханических решений.

Особенности учебника:

- изложение дисциплины с активным использованием исполняемых программ, каждая из которых сопровождается формированием текстовых файлов. Пакет из 137 прикладных программ составлен на стандартизированном языке QBasic, легко осваиваемом пользователями. QBasic транслируется в среде Visual Basic и на язык интернета РНР;
- ориентация на решение практических задач геомеханического обеспечения шахтного и подземного строительства, поясняемых 257 демонстрационно-контрольными текстовыми файлами;
- реализация прогрессивного комплекса методов прикладной (непараметрической) статистики малых выборок. Должную достоверность статистической оценки состояния вмещающих массивов и свойств горных пород и сопоставимость непараметрических оценок с параметрическими обеспечивает программный комплекс, включающий: проверку выборочного распределения на случай-

ность по критерию серий; определение статистик выборочных испытаний; непараметрическую отбраковку грубых погрешностей; непараметрическую проверку нормальности распределения; сопоставительные оценки минимальных объемов выборки для нормального и произвольного распределений; тиражирование малой выборки по методам «складной нож» и «бутстреп»; сопоставление методов выделения РГЭ по ГОСТ 20522-96 с непараметрическим критерием Лемана–Розенблатта типа Омега-квадрат;

– изложение действующей нормативной документации в свете Закона от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании» с последующими изменениями;

– полная автоматизация методов геомеханического анализа вертикальных, горизонтальных выработок, тоннелей, стен подземных сооружений и откосов глубоких котлованов. Доработка положений и указаний нормативных документов, не имеющих цифровой реализации, расчет вертикальных стволов для четвертой категории устойчивости вмещающих пород, оценка состояния системы *крепь–порода* в неравнокомпонентном поле напряжений, расчет устьев на вертикальные нагрузки; для горизонтальных выработок – прогноз устойчивости обнажений на годы, месяцы, сутки;

– дополнение традиционных детерминированных решений вероятностным анализом рассматриваемых геомеханических ситуаций, включающим совершенствование существующих вероятностных подходов и имитационное моделирование (метод Монте-Карло). Комплексирование детерминированного и вероятностного методов дает пользователю важную взаимодополняющую информацию: детерминированный метод выполняет страхующие функции и определяет непротиворечие результатов анализа требованиям нормативной документации; вероятностный – обеспечивает получение однозначного решения по факторам экономической и социальной безопасности, исключает или существенно снижает вероятность внесения излишних затрат;

– совершенствование методов геомеханического анализа на основе имитационного моделирования, позволяющее заменить понятия «запас», «безопасность по грунту», «безопасность по нагрузке», «безопасность по материалу» и т. п. на объективные количественные оценки «надежность» и «риск»;

– решение проблем имитационного моделирования, вызванных громоздкостью и трудоемкостью многократных вычислений; необходимостью проведения однотипных расчетов для серийного моделирования; сомнениями в правомерности принимаемых законов распределения случайных параметров геомеханической модели и др.;

– технология последовательной генерации случайных чисел в цикле, обеспечиваемая на рядовой 32-разрядной персональной ЭВМ;

– разработка специализированного методического руководства по численному моделированию сложных геомеханических ситуаций, адаптированного для пользователей-студентов. Продуктивность руководства подтверждается результатами дипломных работ, воспроизведенных в настоящем учебнике;

– технико-экономическое обоснование проектных и управленческих решений в условиях геомеханического риска по критериям «чистый дисконтированный доход», «суммарные дисконтированные затраты», «внутренняя норма доходности», «договорная цена» для горно-строительной организации.

Учебник полностью покрывает потребности геомеханического анализа горно-технических объектов по всем направлениям, предусмотренным программой дисциплины «Геомеханика». Принятый авторами стиль изложения позволяет пользователю-студенту свободно осваивать материал электронного учебника, включая высокие компьютерные технологии: тензорный анализ напряженно-

деформированного состояния вмещающих массивов, имитационное и численное моделирование.

Следует особо отметить доступность и оперативность выполнения разработанного программного обеспечения для рядовых компьютеров.

Материалы электронного учебника в целом вносят существенный вклад в обеспечение качества геомеханического анализа строящихся горнотехнических объектов. Геомеханический анализ в автоматизированном режиме, доступном пользователю-студенту, резко повышает оперативность, обеспечивает многовариантность расчетов, гарантирует получение обоснованных результатов. Таким образом, авторам удалось создать цельный, полезный электронный учебник, который, несомненно, будет востребован студентами горных вузов.

Сашурин А. Д. Электронный учебник «Геомеханическое обеспечение шахтного и подземного строительства» // Известия вузов. Горный журнал. 2018. № 6. С. 142–144.

Сведения об авторах:

Сашурин Анатолий Дмитриевич – доктор технических наук, профессор, заведующий отделом геомеханики Института горного дела Уральского отделения РАН. E-mail: sashour@igd.uran.ru
