

д.т.н. Фрумкин Р.А.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)

ПРОБЛЕМЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ

Выполнен критический анализ существующих подходов к математическому описанию многопараметрических горных процессов и явлений, их ограничения, недостатки и возможные направления устранения.

Ключевые слова: многопараметрические горные процессы и явления, математическое моделирование, точность и надёжность прогнозов.

Многие научные исследования в области горного производства представляют собой попытку объяснения тех или иных явлений с позиций возможности точного предсказания каждой стадии процесса (состояния системы) во времени или пространстве. Примерами такого подхода являются различные методы моделирования горных процессов [1], которые, базируясь на принятых постулатах (как правило, математической физики), строят функциональные зависимости так, что каждый отклик (результат) процесса неодинаково связан с некоторыми контролируемыми факторами, а ошибки измерения пренебрежимо малы.

При классическом подходе для выражения скорости изменения функции относительно изменений одного или нескольких аргументов используют одно или несколько дифференциальных уравнений при заданных начальных и граничных условиях и на основе наблюдаемых или теоретически рассчитанных данных получают различные характеристики. Конечный результат представляет собой зависимость типа

$$Y = f_y(X_1, X_2 \dots X_n),$$

которая позволяет однозначно предсказывать значения Y по заданным значениям $X_1, X_2 \dots X_n$.

В тех случаях, когда схему процесса легко представить, а число рассматриваемых переменных не очень велико, этот подход весьма эффективен. Многие задачи горной науки можно разделить на части, для каждой из которых такой подход будет

приемлем, но как только начинает возрастать число рассматриваемых переменных и уменьшается контроль исследователя над аргументами, действуют многочисленные усложняющие факторы. Среди этих факторов существенное влияние оказывают зависимости между аргументами, которые приводят к нарушению классического "причинно-следственного" подхода. Это значит, что с введением новых переменных некоторые исходные аргументы могут перестать быть таковыми и появляются новые, занимающие промежуточное положение.

Критикуя "причинно-следственный" (детерминистский) подход к изучению процессов и явлений один из ведущих специалистов в области технической кибернетики акад. НАН Украины А.Г. Ивахненко пишет [2]: "Ученые с детерминистическим мышлением ищут причины малой точности и общности своих методов в том, что не учтен еще один специфический фактор, еще один член в дифференциальном уравнении. Аппарат дифференциальных уравнений (с приписанными к ним начальными и краевыми условиями) считается единственным аппаратом, пригодным для математического моделирования. А так как сложные дифференциальные уравнения нельзя ни убедительно составить, ни тем более исследовать в общем виде, то ограничиваются линейными приближениями. При этом никто не замечает, что все усилия науки о моделировании по сути направлены на то, что-

бы описать поверхность Эвереста плоскостью. О какой же точности количественных результатов можно говорить?" И далее: "... исходные идеи об общности метода кибернетики Винера забыты; решения задач становятся все более специфическими, высоко специализированными, доступными все более узкому кругу специалистов".

С такой критикой нельзя не согласиться. Большинство горных процессов и явлений являются настолько сложными, что указанный математический аппарат не приемлем для их описания с достаточной для практических целей точностью и надёжностью. Это доказано целым рядом исследований [3, 4], в которых указывается, что на ранних стадиях выбора решений (предпроектной, проектирования, планирования) их параметры не могут быть достоверно установлены и характеризуются наличием систематических и грубых случайных ошибок, являющихся объективной неизбежностью, с которой нельзя не считаться. Кроме того, многие из них, и в первую очередь геомеханические, состоят по крайней мере из двух составляющих: детерминированной и случайной, разделение которых является не менее сложной задачей.

Однако не следует считать, что при вероятностно-статистическом подходе все обстоит благополучно. Это хорошо видно на примере математической статистики. Она весьма совершенна, пока дело касается одномерных распределений, особенно подчиняющихся нормальному закону. При необходимости сравнения двух одномерных распределений уже возникают определенные трудности, которые возрастают, когда надо сравнить несколько распределений, даже если они одномерные и нормальные. Если же распределения далеки от нормальных и если они двумерные, трехмерные или многомерные, к тому же параметры, образующие многомерные распределения, зависимы и эта зависимость нелинейная, нарастание сложностей, ограничений, упрощающих предположений, а, следовательно, и неточностей по-

лучаемых результатов, происходит лавинообразно.

Между тем горные процессы и явления описываются большим числом признаков, связанных между собой сложными кибернетическими связями, их распределения часто причудливы, а классы достаточно многочисленны [5, 6].

Отсюда следует, что наиболее перспективными являются методы и подходы, хорошо зарекомендовавшие себя в естественнонаучных областях знаний, рассматривавших сложные процессы и явления с единых кибернетических позиций. В первую очередь это относится к технической, биологической и медицинской кибернетике, с успехом использующих их для описания процессов живой природы – не менее, а скорее более сложных по сравнению с горными.

Нам представляется, что для успешного преодоления обсуждаемой проблемы необходимо также руководствоваться методологическими принципами, разработанными в общей теории прогнозирования и принятия решений [7]:

принцип природной специфичности, требующий учета специфики природы исследуемого объекта, закономерностей и пределов его развития. Игнорирование или нарушение этого принципа, использование формальных моделей приводит к большим ошибкам и к абсурдным прогнозам;

принцип системности анализа, требующий рассмотрения изучаемого объекта как системы взаимосвязанных характеристик объекта и прогностического фона с позиций целей и задач исследований;

принцип оптимизации описания объекта прогнозирования, требующий разработки такого его описания, которое обеспечивало бы заданную точность и достоверность прогноза при минимальных затратах на его разработку;

принцип аналогичности, требующий постоянного сопоставления свойств объекта прогнозирования со свойствами сходных объектов и их моделями, поиска и отыскания объектов-аналогов и обеспечи-

вающий объективную верификацию прогнозов.

Таким образом, обобщая изложенное, можно сделать следующие **выводы**:

современный математический аппарат не совершенен и плохо приспособлен для описания сложных горных процессов и явлений;

наиболее перспективным является сочетание детерминированного и вероятност-

ного подходов к их изучению и прогнозированию;

адекватность того или иного подхода при математической формализации реальных явлений и процессов определяется не только и не столько строгостью и аксиоматической безупречностью аппарата, сколько практической осуществимостью предлагаемого метода и его эффективностью при решении практических задач.

Библиографический список

1. Насонов И.Д. Моделирование горных процессов / И.Д. Насонов. – М.: Недра. – 1987. – 119 с.
2. Ивахненко А.Г. Системы эвристической самоорганизации в технической кибернетике / А.Г. Ивахненко. – Киев: Техніка. – 1971. – 372 с.
3. Ходжаев Р.Ш. Оценка и учёт неопределённости геолого-экономической информации при перспективном планировании и проектировании шахт / Р.Ш. Ходжаев, В.А. Ли, А.А. Руцин // Уголь. – 1984. – № 11. – С. 9-14.
4. Фрумкин Р.А. Оценка достоверности прогнозов условий разработки пластов / Р.А. Фрумкин, В.Н. Окалелов // Уголь Украины. – 1983. – № 9. – С. 43-44.
5. Фрумкин Р.А. Комплексное прогнозирование условий ведения горных работ на шахтах Донецкого бассейна: дис... докт. техн. наук: 05.15.02 / Фрумкин Рафаил Абрамович. – М., 1989. – 37 с.
6. Фрумкин Р.А. Основы научных исследований : учеб. пособие для вузов / Р.А. Фрумкин. – Алчевск: ДГМИ, ИПЦ «Ладос». – 2001. – 201 с.
7. Теория прогнозирования и принятия решений / Под ред. С.А. Саркисяна. – М: Высшая школа. – 1977. – 351 с.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. Борзыхом А.Ф.

Статья поступила в редакцию 21.05.2013.

д.т.н. Фрумкін Р.А. (ДонДТУ, м. Алчевськ, Україна)

ПРОБЛЕМИ МАТЕМАТИЧНОГО ОПИСУ БАГАТОПАРАМЕТРИЧНИХ ГІРНИЧИХ ПРОЦЕСІВ І ЯВИЩ

Виконаний критичний аналіз діючих підходів до математичного описування багатопараметричних гірничих процесів і явищ, їх обмеження, недоліки та ймовірні напрямки усунення.

Ключові слова: багатопараметричні гірничі процеси і явища, математичне моделювання, точність та надійність прогнозів.

Frumkin R. A. (DonSTU, Alchevsk, Ukraine)

PROBLEMS OF THE MATHEMATICAL DESCRIPTION OF MULTI PARAMETER UNDERGROUND PROCESSES AND THE PHENOMENA

Critical of existing approaches to the mathematical description of multi parameter underground processes and the phenomena, their restrictions, disadvantages and possible directions of their elimination is performed.

Key words: multi parameter underground processes and the phenomena, mathematical modeling, accuracy and reliability of forecasts.