УДК 551.491.5

В.В.АНТОНОВ, Д.Л.УСТЮГОВ
Санкт-Петербургский горный институт

ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩИХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ КРУПНЫХ РЕГИОНОВ

Рассмотрены некоторые специфические проблемы, возникающие при создании постоянно действующих математических моделей крупных регионов. Приводятся ограничения, касающиеся гидрогеологических моделей в процессе их разработки.

The article deals with some specific problems arising at creation of operating mathematical models of large areas as well as certain limitations relating to hydrogeological models in the process of there elaboration.

Наиболее полное представление о работах по созданию постоянно действующих моделей в гидрогеологии было дано Н.С.Огняником [4-6]. По Н.С.Огнянику под постоянно действующей математической моделью предлагается понимать детерминированную или вероятностную математическую модель региона, ориентированную на решение отдельных гидрогеологических задач или модель многоцелевого назначения, способную к самосовершенствованию на базе планируемых гидрогеологических исследований [4, 5].

В нашем понимании постоянно действующая модель рассматривается как математическая модель, способная к развитию в направлении максимального учета природных геолого-гидрогеологических условий и изменяющегося техногенного воздействия на подземные воды. ПДМ может рассматриваться как инструмент исследования условий формирования эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод. С этих позиций ПДМ должна представлять собой адаптационную ресурсоориентированную математическую модель региона.

В прикладном плане ПДМ должна быть ориентирована на оптимизацию условий подземного водоотбора с учетом геоэкологических ограничений. Вслед за Б.В.Боревским [2] среди подобных ограничений отметим следующие:

- площади, где оценка эксплуатационных ресурсов вообще не проводится (территории, занятые заповедниками, заказниками и другими особо охраняемыми объектами, а также территории, где невозможно создать зоны санитарной охраны водозаборов);
- площади, где эксплуатационные ресурсы могут оцениваться, но не рекомендуются к освоению до проведения мероприятий по оздоровлению (санации, реабилитации) территории. К таким площадям относятся, прежде всего, территории с выявленным техногенным загрязнением подземных вод.

При создании ПДМ крупных регионов возникают некоторые специфические проблемы, главными из которых являются:

- наличие в пределах сеточной модели большого числа блоков с водопроводимостью, практически равной нулю в силу неповсеместного распространения отдельных водоносных горизонтов (особенно это касается четвертичных водоносных горизонтов);
- скважинные водозаборы попадают в один, максимум два, блока сетки;
- число блоков с горными выработками невелико, сами выработки попадают в один-два блока;
- при моделировании необходимо учитывать особенности сеточного представления ступенчатых структур (например, глинт, флексуры и пр.), а также моделирования родниковой разгрузки;
- моделирование таких вытянутых и достаточно узких объектов как «погребенные речные долины», часть из которых является областями скрытой разгрузки;

• учет потерь на инфильтрацию из поверхностных водотоков и водоемов, возможность оценки величин этих потерь;

• многослойность водоносных горизонтов и комплексов (до 9-12 слоев); выделение отдельных расчетных толщ должно контролироваться общей гидрогеологической стратификацией;

• необходимость учета процента обеспеченности (водности) по уровням и расходам;

• учет неравномерности инфильтрационного питания (вообще говоря, нужно специальным образом строить модели инфильтрационного питания региона).

Отметим некоторые положения, высказанные Р.А.Фризом и дополненные М.Г.Андерсеном и Т.П.Бертом [3] в отношении ограничений, касающихся гидрогеологических моделей и, в частности, ПДМ. Различают пять типов таких ограничений:

1. Ограничения, связанные с неадекватностью системы существующих теоретических представлений природным объектам или с невозможностью учета на модели некоторых элементов этих теорий. К этому классу относятся также вычислительные сложности, возникающие при решении детерминированных уравнений геофильтрации, и проблемы, связанные с учетом на модели переменных областей питания.

2. Ограничения, связанные с недостатком имеющихся данных для калибровки модели и проведения модельных расчетов. Неточность исходных гидрогеологических параметров, определяющаяся масштабами опробования и погрешностями замеров, может выступать фактором, снижающим эффективность модельных прогнозов независимо от структуры моделей. Многими авторами отмечается, что по мере того, как структура моделей совершенствуется, качество исходной информации все в большей степени начинает выступать в роли основного ограничения.

3. Ограничения, связанные с техническими возможностями вычислительных средств. В этих условиях, даже при наличии больших компьютерных систем более целесообразным может оказаться применение концептуальных моделей.

4. Ограничения процедур калибровки. К их числу относятся сложность учета взаимосвязи гидрологических и гидрогеологических параметров, отсутствие общепризнанных функций ошибок, необходимость в разработке более тонких методов анализа чувствительности, выполняемого в процессе оценивания параметров модели. Недостаточное внимание к калибровке модели может привести к еще более серьезным проблемам, особенно в случаях, когда параметры, определенные по результатам решения обратной задачи, выходят за диапазон их реальных значений, а также в ситуациях, когда погрешностей полевых замеров влекут за собой непредвиденные ошибки анализа.

5. Ограничения, возникающие в процессе применения моделей для целей управления. В отдельных случаях расчетные гидрогеологические модели не в полной мере учитывают ограничения, накладываемые на управляющие воздействия.

Учитывая перечисленные выше ограничения, представляется, что более рационально в пределах регионов создание специальных экспертных систем, в которых решающим элементом должна быть ПДМ региона, в то время как система принятия окончательного решения должна основываться на идеях обеспечения «устойчивого развития» при недропользовании [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Антонов В.В.* Гидрогеологические проблемы недропользования (теоретические аспекты). СПб.: Пангея, 1997.

2. *Боревский Б.В.* Формирование эксплуатационных запасов и разведка месторождений пресных подземных вод: Диссертация на соиск. уч. ст. докт. геол.-мин. наук в форме научного доклада / ВСЕГИНГЕО. М., 1986.

3. Гидрогеологическое прогнозирование / Под ред. М.Г.Андерсена и Т.П.Берта. М.: Мир, 1988.

4. *Огняник Н.С.* Постоянно действующие математические модели в гидрогеологии. Киев: Наукова думка, 1979.

5. *Огняник Н.С.* Постоянно действующие математические модели гидрогеологических процессов. Киев: Наукова думка, 1983.

6. *Огняник Н.С.* Постоянно действующие гидрогеологические модели интенсивно осваиваемых территорий Украинской ССР. Киев: Наукова думка, 1991.