**Трехмерное гидрогеологическое моделирование для площадки размещения ПИЛ: текущее состояние, проблемы, перспективы.**

###### Г.Д. Неуважаев1А.В. Расторгуев1

*1ИБРАЭ РАН, г. Москва,*

*эл. почта: neyvazhaev@ibrae.ac.ru*

Гидрогеологическое моделирование процессов, определяющих перенос радионуклидов в геологической среде, является одним из основных инструментов при обосновании безопасности пунктов захоронения радиоактивных отходов.

В работе [1] продемонстрирован один из возможных вариантов гидрогеологической модели на основе имеющихся данных для площадки размещения ПИЛ на участке Енисейский. В целях уменьшения параметрической неопределенности разработанной модели была применена калибровка посредством ряда оптимизационных алгоритмов, что позволило достичь хорошего приближения имеющихся экспериментальных данных.

На сегодняшний день создана геолого-гидрогеологическая модель территории участка Енисейский. Отличительная особенность модели заключается в том, что она выполнена на основе блоковой структуры массива, используются данные по территории Горно-химического комбината (ГХК), калибровка модели проведена по 30 скважинам. Модель состоит из более 300 000 ячеек сетки. Расчеты проводились в напорной постановке. Расчетная область соответствует границам водосборных бассейнов, включая р. Байкал, р. Шумиха, р. Плоский, по западной границе проходит руло р. Енисей. На модели заданы разрывные нарушения в виде вертикальных областей. По мнению авторов, данное приближение является допустимым, т.к. основные структурные элементы являются крутопадающими с углом падения ~70-80 градусов. В результате многочисленных вариантов расчетов была получена среднеквадратическая ошибка по уровню подземных вод. Ошибка SRMS составила около 6%.

Таким образом, полученные результаты показывают достаточную сходимость с гидрологическими наблюдениями по водобалансовым характеристикам подземного питания водотоков и поверхностного стока. Тем не менее, развитие модели и получение надежных прогнозов на десятки и сотни тысяч лет, чего требует мировая практика, требует детализации и развития базы данных всей геологической информации. Для дальнейшего развития модели необходимо снизить существующие неопределенности и подтвердить или опровергнуть существующие представления, чего и требует мировая практика.

При создании гидрогеологических моделей, которые используются при обосновании безопасности, существует «проблема доверия» к достоверности значений тех индикаторов безопасности, которые будут получены в результате численного моделирования на период после закрытия хранилища в отдаленном будущем [2]. Если рассматривать количественные данные, то до сих пор отсутствуют данные по истинным скоростям движения грунтовых вод, движущихся по проницаемым зонам, по горной части ГХК (Горно-химический комбинат). Отдельным вопросом можно выделить не знание о количестве воды, которое расходуется на инфильтрационное питание грунтовых, а сколько – уходит с поверхностным стоком.

В настоящее время, на территории площадки подземной исследовательской лаборатории проводятся исследования по изучению распределения напоров в разрезе и выявление наиболее проницаемых интервалов разреза. В работе [3] приводится схема эксперимента, которая применяется в настоящее время. После нагнетаний в различные интервалы и их интерпретации, проводится сопоставление полученных данных для каждой скважины. Главным результатом исследований является выделение интервалов с повышенными фильтрационными свойствами, что необходимо для последующего более точного построения гидрогеологических моделей.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Разработка геофильтрационной модели для участка “Енисейский” и оптимизация ее параметров при помощи гибридного оптимизационного алгоритма. Д.К. Валетов, Г.Д. Неуважаев, В.С. Свительман. Известия РАН. Энергетика, 2020, № 1, стр. 128-137. DOI: 10.31857/S0002331019050170
2. Falck W. E., Nilsson K.-F. Geological Disposal of Radioactive Waste: Moving Towards Implementation.— Luxembourg: European Communities, 2009. 52 p
3. Тесля В. Г., Расторгуев А. В. Особенности планирования детального изучения гидродинамических и гидрохимических свойств участка «Енисейский» Нижнеканского массива // Радиоактивные отходы. 2020. № 4 (13). С. 58—70. DOI: 10.25283/2587-9707-2020-4-58-70.