**УПРОЩЕННАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕНОСА РАДИОНУКЛИДОВ В ТРЕЩИНОВАТЫХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОДАХ ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ ОЦЕНОК БЕЗОПАСНОСТИ ЗАХОРОНЕНИЯ РАО КЛАССА 1 НА УЧАСТКЕ «ЕНИСЕЙСКИЙ»**

###### Д.В. Крючков1, С.А. Богатов1, С.С. Уткин1

*1ИБРАЭ РАН, г. Москва,*

*эл. почта:* [*dvk@ibrae.ac.ru*](mailto:dvk@ibrae.ac.ru)

Безопасное захоронение радиоактивных отходов (РАО) является одним из основных условий безопасности ядерной промышленности. Наибольшую проблему представляют высокоактивные отходы (ВАО) и отработавшее ядерное топливо, захоронение которых в соответствие с Российскими и международными подходами должно проводиться в пунктах глубинного захоронения (ПГЗРО), см. например [1,2]. Глубинное захоронение РАО может производиться в кристаллических и глинистых породах, а также в соляных отложениях. Наиболее изученными с точки зрения водопроводящих свойств, определяющих долговременную безопасность ПГЗРО, в настоящее время являются горные породы (ГП) в Финляндии - площадка Olkiluoto, и Швеции - площадка Fosrmark [3, 4]. В кристаллических породах участка Енисейский Нижнеканского массива (НКМ) планируется в настоящее время сооружение и Российского ПГЗРО [5, 6]. В 2016 г. Российской эксплуатирующей организацией – ФГУП «НО РАО» - получено положительное экспертное заключение ГКЗ Роснедра о пригодности участка Енисейский НКМ для строительства объекта подземного захоронения РАО [7].

В данной работе проводится сравнительный анализ имеющейся информации по гидрогеологическим свойствам финского и шведского массивов кристаллических массивов, где предполагается сооружение ПГЗ ОЯТ, и ПГЗРО НКМ. Для предварительных оценок безопасности консервативно выбраны параметры, характеризующие водопроводящие свойства НКМ. Выбор параметров основывался на имеющихся экспериментальных данных, а в случае их отсутствия – на информации, полученной при исследовании объектов-аналогов в Швеции и Финляндии.

Приведены упрощенные подходы к оценке переноса радионуклидов в трещиноватой среде и, на основе реализации применительно к выбранным параметрам НКМ оценивается их надежность.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Захоронение радиоактивных отходов. Серия норм МАГАТЭ по безопасности № SSR-5, МАГАТЭ, Вена, 2011 – 104 с.
2. Постановление Правительства от 19.10.2012 № 1069 (в редакции Постановления Правительства Российской Федерации от 04.02.2015 №95) «О критериях отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериях отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов».
3. Цебаковская Н.С., Уткин С.С., Капырин И.В., Медянцев Н.В., Шамина А.В. Обзор зарубежных практик захоронения ОЯТ и РАО. М.: Изд-во «Комтехпринт», 2015 – 208 с.
4. Onkalo spent nuclear fuel repository. https://en.wikipedia.org/wiki/Onkalo\_spent\_nuclear\_fuel\_repository.
5. Westerberg K. Deep Geological Disposal of Spent Nuclear Fuel in the Swedish Crystalline Bedrock. IAEA-CN-178, June 4, 2010. https://www-ns.iaea.org/downloads/rw/conferences/spentfuel2010/sessions/session-thirteen/session-13-sweden.pdf
6. Лобанов Н.Ф.,  Бейгул В.П.,  Камнев Е.Н. и др. Федеральный объект окончательной подземной изоляции долгоживущих РАО на Горно-химическом комбинате // Безопасность ядерных технологий и окружающей среды. 2011. № 1. Окончательная изоляция РАО. С. 18-23. <http://www.atomic-energy.ru/articles/2017/01/11/23479>
7. Кудрявцев Е.Г., Гусаков-Станюкович И.В., Камнев Е.Н. и др. Федеральный объект подземного захоронения отвержденных радиоактивных отходов в России: практические шаги к созданию // Безопасность окружающей среды. 2008. № 4. С. 106-112.