

Для решения технологических задач АЭС по очистке жидких радиоактивных отходов, их иммобилизации и безопасному захоронению предполагается получать на основе ГСШ порошковые и гранулированные сорбенты для иммобилизации радиоактивных отходов. Данный подход будет содействовать значительному прогрессу в решении технологических и экологических проблем АЭС, т. к. сорбенты на основе ГСШ будут высокоэффективными, экологически безопасными и иметь низкую себестоимость.

*Maskalchuk L. N., Baklay A. A., Leontieva T. G., Kushner A. V.*

## **PHISICO-CHEMICAL PROPERTIES OF GLAY-SALT SLIMES OF OSC «BELARUSKALII» AND PERSPECTIVES OF THEIR APPLICATION AS A SORBENTS OF RADIONUCLIDES**

For solving technological tasks at NPP focused on the clearing of liquid radioactive waste, their immobilization and safe disposal it is proposed to use powder and granular sorbents of radionuclide on the basis of clay-salt slimes.

***Москальчук Л. Н., Баклай А. А., Леонтьева Т. Г.***

*Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны НАН Беларуси,  
г. Минск, Республика Беларусь*

## **РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ЯПОНИИ И ПРОБЛЕМА ИХ РЕАБИЛИТАЦИИ**

В результате сильнейшего землетрясения в Японии и последовавшего за ним цунами 11 марта 2011 г. произошла крупная радиационная авария на АЭС «Фукусима» (7-го уровня по шкале INES). Территория, загрязненная радионуклидами, составляет около 13 782 тыс. км<sup>2</sup>, или примерно 3,6 % от общей территории Японии. При этом концентрация радиоцезия в почвах загрязненных районов изменяется в пределах от 800 до 50 000 Бк/кг, а максимальные значения составляют от 1 300 до 230 000 Бк/кг. В результате исследований, проведенных Министерством образования, культуры, спорта, науки и техники Японии, установлено, что после аварии на АЭС «Фукусима» уровень радиационного загрязнения сельскохозяйственных земель в ряде префектур Японии превышает предельно допустимые нормы.

Преобладающими типами почв в Японии являются коричневые лесные почвы (камбизолы) (53,4 %), андозолы (17,3 %), флювиальные почвы (15,0 %), регозолы (5,5 %) и др. В районе расположения АЭС «Фукусима» и прилегающих к ней территориях, которые в настоящее время загрязнены радионуклидами, преобладают следующие типы почв: коричневые лесные почвы (камбизолы), андозолы (с небольшими участками торфяных почв), подзолы и флювиальные почвы (или флювиальные глеевые почвы), развивающиеся на аллювиальных отложениях и др. Коричневые лесные почвы (камбизолы), андозолы и влажные андозолы, оглеенные почвы, коричневые лесные почвы и серые низинные почвы являются преобладающими в структуре сельскохозяйственных почв Японии и составляют около 82 % от общей площади сельскохозяйственных почв Японии.

К числу известных методов реабилитации загрязненных радионуклидами почв сельскохозяйственного назначения относятся следующие: 1) физический (переворот загрязненного слоя); 2) химический (внесение удобрений и различных почвенных добавок); 3) биологический (подбор и выращивание различных видов сельскохозяйственных культур).

В настоящее время в Японии используется в основном физические методы реабилитации почв. В результате их проведения уже собрано более 30 млн т загрязненной радионуклидами почвы, древесной листвы и др. отходов, которые складываются и требуют дальнейшей переработки и захоронения.

В соответствии с законодательством Японии в отношении загрязненных радионуклидами почв в качестве способов реабилитации могут быть применены следующие: физическое удаление почвы и обработка загрязненных почв химическими веществами. В этой связи для снижения поступления <sup>137</sup>Cs в растения возможно применение сапропелей и глинистых материалов, в том числе глинисто-солевых шламов (отходы калийного производства). Глинисто-солевые шламы отличаются высокой селективной сорбцией по отношению к <sup>137</sup>Cs, поэтому их применение в качестве минеральной добавки к сапропелям позволит повысить их сорбционные свойства и существенно увеличить фиксацию радиоцезия в почвах. Следовательно, одним из возможных способов реабилитации почв Японии, загрязненных радионуклидами, может быть внесение в почву различных почвенных добавок, полученных на основе органического и минерального сырья.

## RADIOACTIVE CONTAMINATION OF JAPANESE SOILS AND PROBLEMS OF THEIR REHABILITATION

It is discussed the issue of radioactive contamination of Japanese soils which is the result of nuclear accident at the “Fukushima-1” and possible methods of their rehabilitation.

**Ничипорчук А. О.<sup>1</sup>, Жуковский А. И.<sup>1</sup>, Гузов В. Д.<sup>1</sup>, Чудаков В. А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>АТОМТЕХ; <sup>2</sup>МГЭУ им. А.Д.Сахарова, г. Минск, Республика Беларусь

## ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ СПЕКТРОМЕТРА ИЗЛУЧЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА СКГ-АТ1316 В РЕГИОНЕ ТОХОКУ (ЯПОНИЯ)

Спектрометр излучения человека СКГ-АТ1316, разработанный и выпускаемый предприятием «АТОМТЕХ», представляет собой стационарное спектрометрическое средство измерений для контроля внутреннего облучения человека. В качестве детектора излучения в СИЧ используется сцинтилляционный БД с кристаллом NaI (Тl) размером  $\varnothing 150 \times 100$  мм. Геометрия измерения – сидя в кресле.

Для решения задач радиационного контроля на территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению в результате аварии на АЭС «Фукусима-1», в Японию было поставлено порядка 20 единиц СКГ-АТ1316. Сегодня в Японии отсутствует конкретная государственная позиция по ежегодной поверке СИЧ. Таким образом, с целью подтверждения работоспособности поставленной продукции, сотрудниками предприятия «АТОМТЕХ» на четырех выбранных спектрометрах были проведены метрологические исследования с использованием унифицированного фантома всего тела человека УФ-02Т. Спектрометры выбирались при условии различного уровня внешнего радиационного фона, с целью оценки его влияния на показания спектрометра.

Для выполнения указанных работ в Японию был направлен фантом УФ-02Т и комплект эталонных стержневых радионуклидных источников, содержащих  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{40}\text{K}$ . Метрологические исследования осуществлялись в городах Фукусима, Иваки, Чiba и Токио. Уровень фона в местах эксплуатации не превышал 0,15 мкЗв/ч. Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

- Результаты корректной работы парка СКГ-АТ1316 в Японии подтвердились результатами метрологической инспекции четырех выбранных СКГ-АТ1316, эксплуатируемых в разных регионах при различных внешних условиях.

- Отклонения при измерениях эталонных источников не превышают основной относительной погрешности СИЧ.

Были проведены анализ и обработка результатов обследования 7000 человек, полученных на одном из спектрометров СКГ-АТ1316, расположенном в г. Фукусима и эксплуатируемом с октября 2011 г.:

- Результаты измерений показывают удовлетворительную работу СКГ-АТ1316 и соответствие заявленным метрологическим параметрам.

- 78 % результатов измерений показывают, что содержание контролируемых радионуклидов в теле обследуемого ниже физических и математических возможностей данного оборудования.

- Результаты измерений Cs-137 (14,4 %) показывают удовлетворительную работу СИЧ на нижних пределах детектирования. Физические параметры устройства детектирования и математический аппарат СКГ-АТ1316 позволяют за время измерения 180 с (при рекомендованных 300 с) получить данные о содержании контролируемых радионуклидов на пределе детектирования со статистической погрешностью на уровне 50 %. Корректность результатов измерений подтверждается и тем фактом, что на момент проведения обследования соотношение содержания радионуклидов Cs-134 к Cs-137 в объектах окружающей среды составляло примерно 0,64, при том, что соотношение возможностей СКГ-АТ1316 для указанных радионуклидов при равных условиях составляет примерно 0,85.

- Результаты измерений (менее 5 %) при обнаружении только радионуклида Cs-137 или Cs-134 можно объяснить большой статистической флуктуацией результата измерения и, как следствие, его низкой достоверностью. Также можно предположить, что в процессе измерения была незначительно нарушена геометрия измерения, что могло привести к ошибочным результатам. В частности можно предположить, что спина и руки обследуемого не были прижаты к спинке кресла.

- Результаты измерений, при которых были идентифицированы инкорпорированные радионуклиды и определены их уровни в теле человека (менее 20 %) и единичные результаты измерений радионуклидов в теле человека на уровне ожидаемой эффективной годовой дозы 0,1 мЗв, показывают эффективность принятых мер по контролю продуктов питания в загрязненном регионе.