

# ОБРАЗЦОВЫЕ МЕРЫ ДЛЯ ПОВЕРКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА В ВОЗДУХЕ

Сорока С.А., Чудаков В.А., <sup>1</sup>Уголев И.И.

Международный государственный экологический университет им. А.Д. Сахарова,  
<sup>1</sup>Институт физико-органической химии НАН Беларуси,  
г. Минск, Республика Беларусь

В работе представлено описание твердотельных генераторов радона на основе волокнистого сорбента ФИБАН-К1. Предлагаются данные о конструкции и характеристиках образцовых мер для поверки средств измерения объемной активности радона в воздухе.

В настоящее время на базе РУП «Белорусский Государственный Институт Метрологии» создается эталонный комплекс для измерения объемной активности радона в воздухе.[1] Основным компонентом комплекса является устройство создающее в камере атмосферу с определенной концентрацией радона (объемной активностью радона). Таким устройством является комплект генераторов радона.

Основным требованиям для данного типа устройств является стабильность и не зависимость от условий окружающей среды. Существует три вида источников: жидкие, твердые и газообразные.[2]

Жидкие источники обычно состоят из кислотного раствора солей <sup>226</sup>Ra или <sup>228</sup>Th для получения <sup>222</sup>Rn(радон) и/или <sup>220</sup>Rn(торон) соответственно. Данный раствор помещается в специальный газопродуваемый сосуд – барботер, в котором в течении десяти периодов полураспада изотопа радона достигается равновесие между <sup>226</sup>Ra(<sup>228</sup>Th), <sup>222</sup>Rn(<sup>220</sup>Rn) и его ДПР. Затем накопленный радон переводится в радоновую камеру путем прокачки через раствор газа – носителя. Допускается также меньшее время накопления радона, но в этом случае необходим точный расчет активности накопленного радона.[3]

Твердые источники обычно состоят из солей <sup>226</sup>Ra или <sup>228</sup>Th для получения <sup>222</sup>Rn и <sup>220</sup>Rn, соответственно. Соль может быть либо чистой, либо перемешанной с носителем, либо нанесена на подложку, и помещается в герметичный контейнер для накопления радона внутри.

В качестве газообразных источников используются емкости, содержащие газообразный радон. Используя источник этого типа необходимо быть уверенным в полном переносе радона, содержащегося в емкости в рабочий объем, и обладать точной информацией о активности содержащегося радона.

В комплект эталонного комплекса РУП БелГИМ входят девять генераторов различной активности и конструкции. Шесть жидкостных и три твердотельных.

Эталон комплектуется шестью образцовыми жидкостными генераторами радона различной активности, которые изготовлены ВНИИМ им.Д.И.Менделеева аттестованы на основе исходного образцового раствора радионуклида <sup>226</sup>Ra, измеренного на установках государственного первичного эталона активности радионуклидов ГЭТ6-95. Генераторы радона обладают выходом радона равным 96-98 % и погрешностью выхода 5%.

В ходе работ по созданию эталонного комплекса Институтом Физико-Органической Химии (ИФОХ) НАН Б были изготовлены твердотельные генераторы радона на основе волокнистого сорбента ФИБАН-К1.

Эти генераторы состоят из следующих частей:

- нетканый сульфокатионитный материал по ТУ 88-198-91 (волокнистый катионит ФИБАН-К-1) в виде цилиндров или параллелепипедов площадью основания  $5 \pm 1 \text{ см}^2$ , высотой  $1 \pm 0,3 \text{ см}$ , обработанный раствором радия-226 по методике, изложенной ниже (активный элемент)
- газопродуваемый контейнер для активного элемента из инертного материала (металл, полимер, стекло), снабженный газовыми кранами. Исследования показали, что лучше всего для этих целей подходит стекло.

Таблица 1

Коэффициенты выхода радона различных типов генераторов радона

тип генератора	основа генератора	выход радона
ТГР	ФИБАН-К1	0,93-0,95
ЖГР	раствор соли радия	0,96-0,98

В ходе исследований генераторов радона были найдены следующие факторы влияющие на их характеристики:

- 1) герметичность генератора (при плохой герметизации часть радона эманурует из генератора в окружающий воздух и тогда нельзя использовать коэффициент выхода, указанный в паспорте на этот генератор),
- 2) тип шлангов, используемых для внешних коммуникаций (шланги не должны допускать просачивания радона наружу или адсорбировать радон в противном случае результат будет ниже рассчитанного,
- 3) постоянство рабочего вещества генератора внутри газопродуваемого сосуда. (Изменение количества рабочего вещества внутри генератора может быть вызвано в основном не выполнением инструкции по эксплуатации генераторов радона и техники безопасности).

Изменение количества рабочего вещества внутри генератора может быть связано с выбросом рабочего вещества из генератора через краны (это касается жидкостных генераторов радона). В случае со стандартным образцом может измениться выход радона из ампулы из-за неправильной эксплуатации и хранения последнего.

В итоге работ проведенных с генераторами можно заключить, что для поверки рабочих средств измерений целесообразно использовать твердотельные генераторы на основе сорбента ФИБАН-К1. Незначительно уступая жидкостным по выходу радона и погрешности они более практичны и безопасны. А жидкостные генераторы более подходят для проведения исследований комплекса, опробований методик поверки и аттестации средств измерений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Эталонный комплекс для измерения объемной активности радона в воздухе, Сорока С.А., Лобач Д.И., Чудаков В.А., Милевский В.С., Материалы международной научной конференции «Сахаровские чтения 2004 года: экологические проблемы XXI века», с.253-255.
2. International Standard: IEC 61577-1, Radiation protection instrumentation – Radon and radon decay product measuring instruments – Part 1: General requirements, IEC, 2000.
3. Measurement of radon and radon daughters in air, NCRP, report № 97.

### **REFERENCE GAGES FOR VERIFICATION OF INSTRUMENTS FOR OF VOLUME ACTIVITY OF RADON IN AIR MEASUREMENT**

*Soroka S.A., Chudakov V.A., Ugolev I.I.*

*The equipment for verification of instruments for measurement of radon in air is suggested. The construction, characteristics and parameters of the reference gages are described.*

## **ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОЧВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОСТУПЛЕНИЕ $^{137}\text{Cs}$ В РАСТИТЕЛЬНОСТЬ**

**Спиридонов С.И., Мошаров О.В., Фесенко С.В.**

*Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной радиологии и агроэкологии, г. Обнинск, Россия, spiridonov@riar.obninsk.org*

*Разработана база данных, включающая информацию по содержанию  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в почве и растениеводческой продукции для различных областей Российской Федерации, Украины и Белоруссии. Информация, содержащаяся в базе данных, использована для идентификации факторов, определяющих поступление радионуклидов из почвы в растения.*

В отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС радиационная обстановка на загрязненных территориях характеризуется установлением квазиравновесия между формами нахождения долгоживущих радионуклидов в почве. В этом случае для прогнозирования накопления этих радионуклидов в сельскохозяйственной растительности используются статические модели, связывающие коэффициенты перехода радионуклидов в растения с совокупностью почвенных характеристик. Такие модели разрабатываются, как правило, на основе применения статистических методов для обработки значительных по объему информационных массивов.

*Цель настоящих исследований – разработка структуры и формирование базы данных, включающей информацию о содержании долгоживущих радионуклидов в почве и сельскохозяйственной растительности, а также применение статистических методов для идентификации радиоэкологически значимых почвенных характеристик.*

Разработана база данных, в состав которой входят следующие основные группы показателей: агрохимические свойства почв, биологические характеристики растений, содержание долгоживущих радионуклидов в почве и растительности, коэффициенты перехода и накопления радионуклидов в растениях. База данных включает информацию, характеризующую содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в почве и растениеводческой продукции (в период времени с 1981 по 2002 гг.) для различных областей Российской Федерации, Украины и Белоруссии. Суммарный объем информации, включенной в базу данных, составляет 13000 записей.

Первичные информационные массивы, включенные в состав блока «Агрохимические характеристики почвы» содержали пропущенные значения, что затрудняло анализ и обработку данных. При заполнении базы данных использован алгоритм восстановления пропущенных значений, включающий следующие основные этапы: анализ информации, содержащейся в базе данных с выявлением записей, содержащих пропущенные значения; заполнение пропущенных данных на основе существующих зависимостей или очевидных взаимосвязей; заполнение пропущенных данных с использованием методов математической статистики. В рамках последнего этапа осуществлялась оценка степени связи между показателями и разработка набора регрессионных зависимостей искомых показателей от показателей-предикторов. На основе анализа полученных результатов выбирались оптимальные регрессионные уравнения, предназначенные для восстановления пропущенных значений. В результате применения этого алгоритма было восстановлено около 70% записей, содержащих пропущенные значения.

Информация, содержащаяся в базе данных, использовалась для идентификации почвенных характеристик, наиболее значимых с точки зрения их влияния на интенсивность накопления  $^{137}\text{Cs}$  в растениях. При разработке баз данных, созданных для анализа радиоэкологической информации рядом международных организаций (Международным Союзом Радиоэкологов [1], МАГАТЭ [2]), сделан акцент на выявление зависимости коэффициентов перехода радионуклидов в растительность от механического состава почв. При этом все почвы были условно разделены на четыре группы с учетом их особенностей, а также имеющейся информации об их способности к фиксации  $^{137}\text{Cs}$ . В первую группу были включены торфяные почвы, для которых характерны наиболее высокие значения КП. Минеральные почвы объединяются в три группы в зависимости от их механического состава. В то же время, помимо механического состава переход радионуклидов в растения зависит от ряда других почвенных свойств [3].