

# МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК ОТ ОСТАТОЧНОГО РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Костылев В.А.<sup>1</sup>, Максимов А.Г.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Костылев Владислав Александрович – главный специалист;

<sup>2</sup>Максимов Андрей Геннадиевич - главный инженер,

ООО Проектно-конструкторское и производственно-внедренческое предприятие «Деймос Лтд»,  
г. Санкт-Петербург

**Аннотация:** в статье представлен краткий обзор нескольких применяемых в мире подходов к оценке радиационной безопасности объекта с остаточным радиоактивным загрязнением.

**Ключевые слова:** вывод из эксплуатации, объект использования атомной энергии, дозовые нагрузки.

С ростом числа выводимых из эксплуатации объектов использования атомной энергии возрастает важность оценки радиационной безопасности этих объектов с точки зрения их повторного использования.

Единого, общепринятого подхода к методам такой оценки не сложилось. В одних странах, подход заключается в сравнении фактический уровней загрязнения почвы с референтными. В других – в использовании различных математических моделей для оценки. И хотя последний подход преобладает – общепризнанной модели также не существует. Нет её и в России.

Таким образом, впервые столкнувшись с проблемой оценки радиационной безопасности объекта с остаточным радиоактивным загрязнением, могут возникнуть определенные затруднения в том, как же эту оценку произвести. Это конечно не касается ситуации, когда в национальном законодательстве прямо предписано с помощью каких инструментов производить такую оценку.

В настоящей статье представлен краткий обзор нескольких применяемых в мире подходов к оценке радиационной безопасности объекта с остаточным радиоактивным загрязнением.

## **RESRAD**

Семейство программных средств (ПС) RESRAD [1], разработанное Аргонской национальной лабораторией по заказу Департамента энергетики рекомендовано национальным регулятором США в области использования атомной энергии и широко применяется в этой стране и в мире.

В этом ПС используется собственная параметрическая база, весьма детально документированная [2]. В ПС заложена достаточно сложная математическая модель, учитывающая, в том числе, механизмы

радиоактивного распада, сорбции и десорбции. В части дозовых коэффициентов, ПС предусматривает использование коэффициентов из Публикации №107 [3]. ПС представляет собой программу для ПК под управлением ОС Windows.

ПС RESRAD-ONSITE, предназначенное для оценки дозовых нагрузок от пребывания на загрязненной территории, учитывает следующие пути облучения: внешнее облучение от загрязненной почвы; внутреннее: от вдыхания частиц почвы; от непреднамеренного проглатывания частиц почвы; от потребления продуктов питания местного производства (включая рыбу) и воды; от вдыхания радона.

ПС является сценарно-ориентированным и предусматривает оценку по сценариям: фермер (постоянное проживание на загрязненной территории, рацион питания из местных продуктов), работающий (пребывание в течение 8 часов в день и ограниченное потребление местных продуктов), житель пригорода (постоянное проживание на загрязненной территории, ограниченное потребление местных продуктов) и сценарий рекреационного использования (ограниченное пребывание и потребление местных продуктов). ПС RESRAD-BUILD предназначено для оценки дозовых нагрузок от пребывания в здании также сценарно-ориентированное. ПС позволяет произвести оценку по сценариям нормальной эксплуатации здания (долгосрочный) и при проведении ремонтных работ в нем (краткосрочный, с повышенным выходом радиоактивности). В ПС предусмотрен встроенный инструмент для учета неопределенностей в расчетах путем вероятностного моделирования.

### **RCLEA**

Методология и ПС RCLEA [4] является рекомендованной Министерством охраны окружающей среды, проблем пищевых продуктов и сельского развития Великобритании для целей оценки площадок загрязненных радионуклидами. ПС реализована в Microsoft Excel. Дозовые коэффициенты в этом ПС взяты из Публикации МКРЗ №72 [5]. Математическая модель ПС является несколько более упрощенной в сравнении с ПС RESRAD. В ней, к примеру, не учитываются механизмы радиоактивного распада. ПС также является сценарно-ориентированным. Перечень сценариев аналогичен ПС RESRAD-ONSITE. Оценка доз от пребывания в зданиях с остаточным загрязнением ПС не предусмотрена. Кроме того, предусматриваются лишь детерминистические расчеты, без учета неопределенностей параметров. В этой связи методология является достаточно консервативной: это особо оговаривается в документации, соответствующим образом подобраны и некоторые параметры модели.

### **CROM**

ПС CROM [6], разработанное испанским институтом CIEMAT, реализует широко известные модели оценки доз для населения из Публикации МАГАТЭ SRS-19 [7]. В этой связи ПС является скорее

средством для оценки доз общего назначения, однако его использование для оценки доз от остаточного радиоактивного загрязнения также вполне возможно. Параметрическая база модели также взята из Публикации МАГАТЭ SRS-19. Модель учитывает механизмы радиоактивного распада. Как и в упомянутых выше ПС, используется сценарно-ориентированный подход к расчетам. Как и ПС RCLEA возможны лишь детерминистические расчеты для пребывания на загрязненной территории. ПС представляет собой программу для ПК под управлением ОС Windows.

### **Отчет №129 NCRP**

Достаточно широкое распространение получил Отчет №129 Национального комитета радиационной защиты США (NCRP) [8]. В нем содержатся референтные уровни загрязнения почв по 200 радионуклидам. Сравнивая фактические уровни загрязнения почв площадки, со значениями приведенными в отчете, можно произвести скрининговую оценку безопасности площадки в отношении остаточных доз.

### **Заключение**

Как видно, используемые в мире инструменты по оценке радиационной безопасности объекта с остаточным радиоактивным загрязнением различны по параметрической базе, способу реализации, используемым математическим моделям. Общим свойством можно признать сценарно-ориентированный подход к оценке и собственно перечень сценариев.

Наиболее широко используемым и многофункциональным инструментом из рассмотренных представляется семейство ПС RESRAD. Однако его использование в России может быть осложнено двумя обстоятельствами: язык интерфейса ПС – английский, ПС не имеет аттестационного паспорта НТЦ ЯРБ.

Таким образом, существует пробел в инструментах для оценки радиационной безопасности объекта с остаточным радиоактивным загрязнением, которые можно было бы применить в России.

Можно сформулировать и основные технические требования для такого инструмента: использование хорошо документированной математической модели, применение релевантной и актуальной параметрической базы, простота и удобство интерфейса ПС, встроенный инструмент для оценки связанных с расчетами неопределенностей, сценарно-ориентированный подход к оценке.

### ***Список литературы***

1. User's Manual for RESRAD Version 6. ANNL. US DOE. Oak Ridge, 2001.
2. *Biwer B.M. et al.* 'Parameter Distributions for Use in RESRAD and RESRAD-BUILD Computer Codes, Revision 1. Letter report prepared by Argonne National Laboratory, Argonne, IL, for U.S. Nuclear Regulatory Commission. March 2000". Oak Ridge, 2001.

3. ICRP, 2008. Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations. ICRP Publication 107. Ann. ICRP 38 (3). Ottawa, 2008.
4. The Radioactively Contaminated Land Exposure Assessment Methodology – Technical Report. Version 1.2. CLR-1.4. May, 2001. London, 2001.
5. ICRP Database of Dose coefficients: Workers and Members of the Public. ICRP Publication 72. ICRP. Ottawa, 1995.
6. MODELOS IMPLEMENTADOS EN EL CÓDIGO CROM (Código de cRiba para evaluación de iMpacto). Madrid, 2007.
7. IAEA, M2 Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment. Safety Reports Series No. 19, no. 19. Vienna: IAEA, 2001.
8. NCRP Report № 129, Recommended Screening Limits for Contaminated Surface Soil and Review of Factors Relevant to Site-Specific Studies. Bethesda, 2015.