

# РАДИОЭКОЛОГИЯ И РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В ТОЛЩЕ ГРУНТОВ (на примере одного из предприятий атомной промышленности)

**И.В. Носко**

Экологический факультет  
Российский университет дружбы народов  
*Подольское ш., 8/5, Москва, Россия, 113093*

В статье рассмотрены возможности трехмерного моделирования для оценки миграции радионуклидов в толще грунтов и выявления возможных экологических последствий на одном из предприятий атомной промышленности.

**Ключевые слова:** миграция, радионуклид, трехмерное моделирование, прогнозирование, радиоэкология.

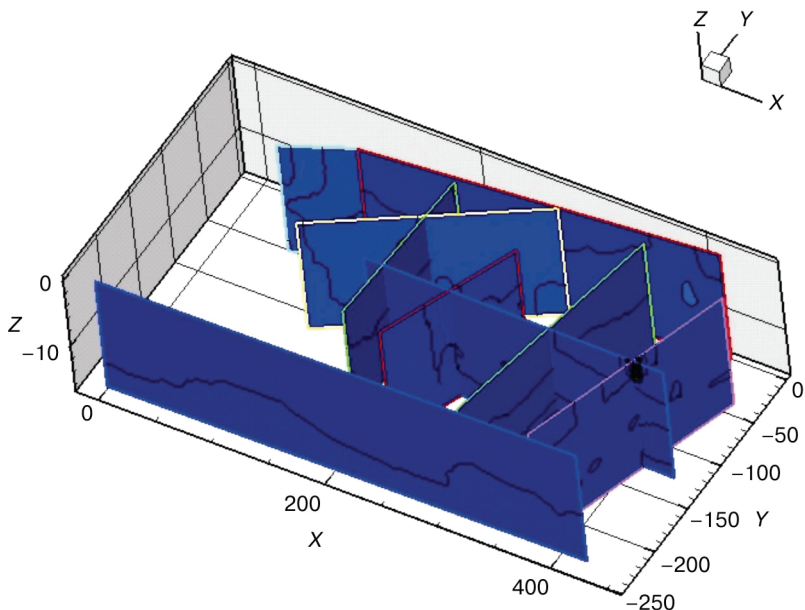
Для оценки миграции радионуклидов в толще грунтов на одном из предприятий атомной промышленности были пробурены 40 скважин. Скважины располагались в три ряда. Первый ряд скважин устанавливается вдоль южной части территории предприятия, второй ряд — по средней части территории, третий ряд — вдоль северной части предприятия. Скважины бурились диаметром 165 мм на глубину до 15 м.

Гамма-каротаж скважин проводился путем регистрации МЭД ГИ через каждый 1 м. На участках скважин, имеющих превышение значений МЭД ГИ над фоновыми значениями, гамма-каротаж осуществлялся через каждые 0,2—0,3 м.

Фактические данные бурения были использованы для трехмерного моделирования. С помощью численного моделирования методом конечных элементов определялись величины активности радионуклидов в разрезе с неоднородными диффузионными свойствами [1].

Моделирование диффузионного энергомассопереноса выполнено по сети, включающей девять профилей с временным шагом в 10 лет.

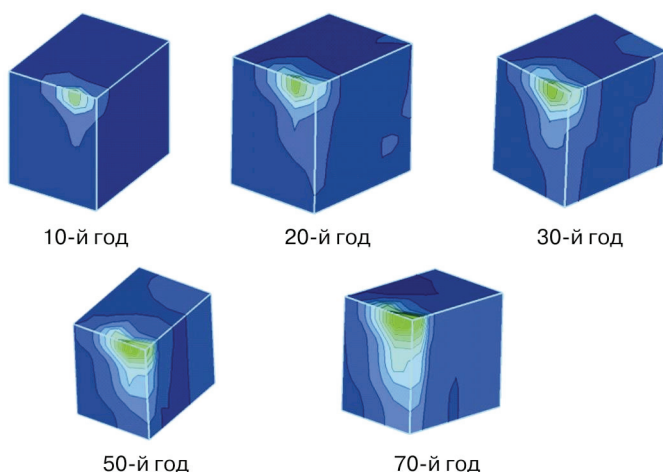
Бурение на этом участке позволило впервые получить информацию о структурных неоднородностях в грунтах. Профили включали линии, проходящие через скважины по всей территории участка предприятия, и дали предварительную информацию о геологическом строении этого участка (рис. 1).



**Рис. 1.** 2D профили с расчетом плотности энергии, размещенные в трехмерном поле

Представленные геологические профили состоят из слоев строительного мусора, супеси, суглинка и песка.

Было установлено, что по своим свойствам геологическая среда будет сдерживать вынос радионуклидов за пределы предприятия. Несмотря на высокие значения диффузных потенциалов для слоя песка, лишь незначительная часть радионуклидов будет мигрировать в толще грунтов. Суглинки являются средой с низким значениями диффузной проводимости и, как следствие, большая часть радионуклидов будет задерживаться в их толще.



**Рис. 2.** Результаты моделирования распределения плотности потока энергии для периода от 10 до 70 лет

На основе данных моделирования можно утверждать, что максимальные значения плотности энергии радиоактивного распада характерны для скважины 11а. Это обнаружено в результате опробирования и подтверждено данными нестационарного моделирования.

В результате диффузии радиоактивных веществ с каждым новым временным шагом аномалия увеличивается в размере. Центр распространения аномалии находится в районе скважины 11а на глубине 2—2,5 м. Для 10-го года моделирования характерно зарождение очага разрастания аномалии. Значения концентрации энергии в эпицентре равны  $80 \text{ мкВт/м}^3$  (рис. 2).

К 20-му году моделирования эти цифры возрастают до  $120 \text{ мкВт/м}^3$ . На глубине 4 м значения концентрации энергии возрастают с 60 до  $80 \text{ мкВт/м}^3$ . Нижний порог аномалии фиксируется на глубине 5 м. На этой глубине значения равны  $60 \text{ мкВт/м}^3$ .

Для 30-го года моделирования значения концентрации энергии в эпицентре аномалии возрастает до  $140 \text{ мкВт/м}^3$ . На глубине 4 м эти значения возрастают до  $100 \text{ мкВт/м}^3$ . Нижний порог аномалии фиксируется на глубине 6 м. На этой глубине значения равны  $60 \text{ мкВт/м}^3$ .

50-й год моделирования: значения концентрации энергии в эпицентре аномалии возросли до  $180 \text{ мкВт/м}^3$ . На глубине 4 м значения плотности потока энергии возросли до  $120 \text{ мкВт/м}^3$ .

Нижний порог аномалии фиксируется на глубине 12 м. На этой глубине значения равны  $60 \text{ мкВт/м}^3$ .

Последний 70-й год моделирования характеризуется высокими значениями концентрации энергии. Здесь они равны  $200 \text{ мкВт/м}^3$ . Для глубины 4 м значения достигают  $140 \text{ мкВт/м}^3$ . Нижний порог аномалии фиксируется на глубине 14 м. На этой глубине значения равны  $60 \text{ мкВт/м}^3$ .

С каждым новым временным этапом моделирования аномалия разрастается в ширину и глубину, достигая своего максимума на 70-м году моделирования. Строение геологической среды будет препятствовать выносу радионуклидов из толщи грунта. Исключением является район скважины 11а.

Район скважины 11а рекомендуется покрыть слоем асфальта и запретить проведение на нем любых земляных работ, чтобы предотвратить вынос радионуклидов. Кроме того, фоновые скважины, где были очень низкие значения концентрации энергии, практически не дали изменения фоновых значений величин на всем протяжении этапов временного моделирования.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Хуторской М.Д. Геотермия Центрально-Азиатского складчатого пояса: Монография. — М.: Изд-во РУДН, 1996.

**THE 3D MODELLING USAGE  
FOR RADIONUCLIDE MIGRATION ESTIMATION STUDING  
IN ARTIFICIAL SOIL ON AN EXAMPLE OF ONE  
OF THE ENTERPRISES OF THE NUCLEAR BRANCH**

**I.V. Nosko**

Ecological faculty  
Russian Peoples Friendship University  
*Podolskoye Shosse, 8/5, Moscow, Russia, 113093*

The research has been done in order to use the 3D modelling for radionuclides migration studing which are found in artificial soil and an estimation of possible ecological consequences.

**Key words:** migration, radionuclide, 3D modeling, forecasting, radioecology.