DOI: 10.25283/2587-9707-2026-2-110-117 УДК 504.75.06

К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ ППЗРО: СОПОСТАВЛЕНИЕ МОДЕЛЕЙ РАЗНОЙ ДЕТАЛИЗАЦИИ

Н. А. Анисимов, Е. В. Сизоненко

ФГБУ «Гидроспецгеология», Москва

Статья поступила в редакцию 27 января 2026 г.

Выполнено сопоставление результатов расчетов миграции радионуклидов в ближней зоне приповерхностного пункта захоронения радиоактивных отходов при использовании моделей с разной размерностью (3D/2D/1D) и степенью детализации. Сделано сравнение требуемых вычислительных затрат по числу расчетных ячеек и времени, затраченного на расчеты. Показано, что переход от подробной 3D-модели к профильной двумерной с сохранением детальности отсека, в котором расположены радиоактивные отходы, приводит к умеренному (около 12%) консервативному увеличению расчетной величины интенсивности поступления радиоактивного загрязнения на уровень грунтовых вод. При этом время выполнения вычислений сокращается примерно на два порядка. Однако дальнейшее упрощение, состоящее в переходе к 2D и 1D моделям с осреднением активности радиоактивных отходов по объему отсека, не является оправданным, поскольку приводит к существенному росту погрешности расчетов.

Ключевые слова: *радиоактивные отходы, приповерхностный пункт захоронения радиоактивных отходов, оценка долговременной безопасности, инженерные барьеры безопасности, деградация материалов, численное моделирование, 3D/2D/1D модели.*

В последние годы в ФГБУ «Гидроспецгеология» был выполнен ряд работ, посвященных оценке долговременной безопасности (ОДБ) приповерхностных пунктов захоронения радиоактивных отходов (ППЗРО) и выводимых их эксплуатации объектов ядерного наследия.

ОДБ выполняется в несколько этапов, состав и содержание которых регламентированы в нормативных документах [1]—[3].

Один из этапов работ связан с разработкой расчетных моделей и выполнением расчетов. Современные программные средства позволяют работать с практически любой степенью детализации геометрии моделируемых объектов и включением в модель различных процессов. Это является предпосылкой для достижения высокой точности выполняемых расчетов. Однако увеличение подробности геометрии и сложности модели объекта в целом приводит к росту требуемых вычислительных ресурсов и, прежде всего, к увеличению длительности вычислений.

Таким образом, возникает дилемма между, с одной стороны, сложностью модели, обусловленной подробностью отражения ее геометрии, происходящих процессов и учитываемых параметров, и, с другой, ограниченным временем, которое может быть выделено на выполнение вычислений. В связи с этим возникает вопрос, насколько сильно может повлиять возможное упрощение модели на точность результатов и на расчетное время.

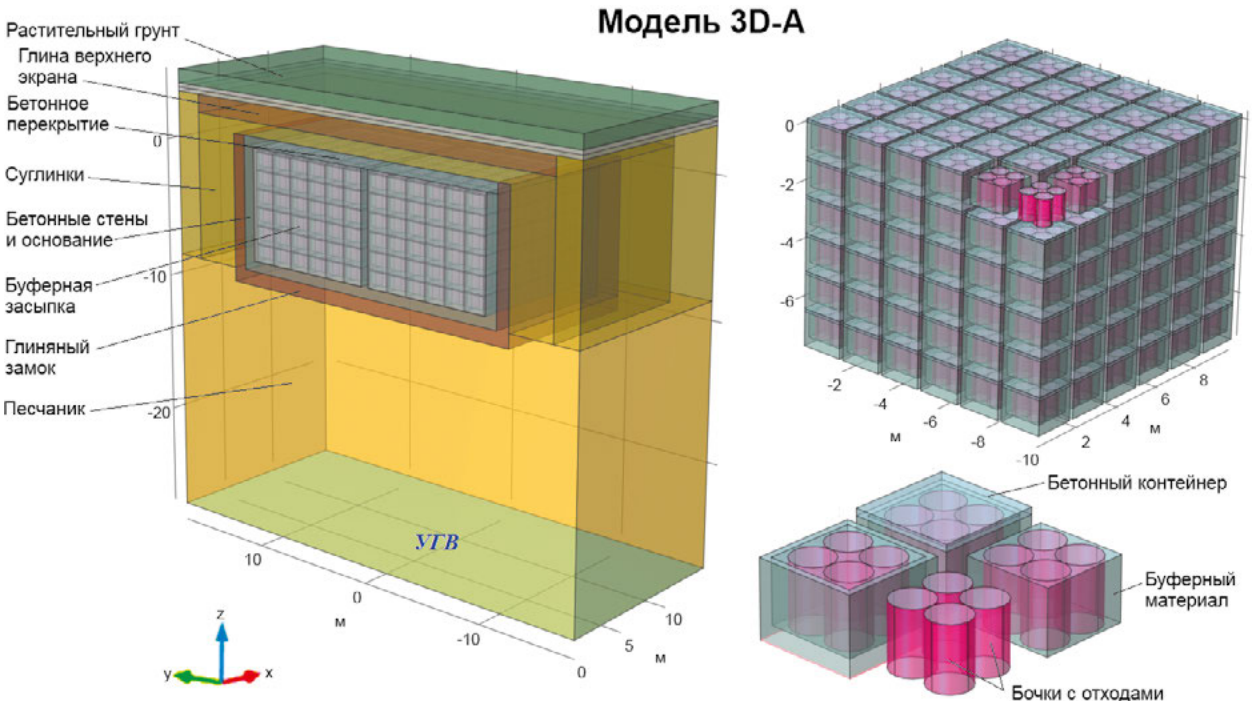

Рис. 1. Геометрия модели ближней зоны ППЗРО

Далее рассмотрена модель одного из ППЗРО, для которого выполнялась ОДБ. На примере этой модели проверено, как влияет упрощение ее геометрии на точность получаемых результатов и время расчетов.

На рис. 1 представлена исходная геометрия расчетной модели. Это — модель ближней зоны, включающая конструкции ППЗРО, упаковки с радиоактивными отходами (РАО) и вмещающие породы до глубины расположения уровня грунтовых вод (УГВ).

На рисунке указаны инженерные барьеры безопасности (ИББ). К ним относятся: состоящий из нескольких слоев верхний экран, бетонные конструкции (основание, стены и перекрытие), глиняный замок, буферная засыпка. РАО представлены штабелями упаковок, в каждой из которых находятся по четыре бочки с отходами с буферной цементной заливкой. Данной модели присвоено обозначение 3D-A, что требуется для сопоставления с другими моделями.

Результатами расчета миграции радионуклидов в ближней зоне ППЗРО являются интенсивности их переноса через границу сопряжения с региональной геомиграционной моделью (моделью дальней зоны). В качестве нее принят УГВ.

В модели задается изменение свойств материалов ИББ. Предполагается, что для каждого барьера существует начальный период с практически неизменными свойствами. Затем начинаются их изменения до наступления полной деградации. Принятые в модели длительности периодов начала и полной деградации для разных барьеров, включающих как ИББ, так и упаковки с РАО, приведены в табл. 1.

Таблица 1. Периоды деградации ИББ и упаковок с РАО

Элемент отсека ППЗРО	Начало деградации (t_1), годы	Завершение деградации (t_2), годы
Металлические бочки	20	40
Бетонные упаковки	200	400
Бетонное перекрытие	50	300
Цементная матрица	100	300
Бетонные стены и основание	50	1000
Слой глины верхнего экрана	300	500
Глиняный замок	500	1000

Приведенные в ней значения получены из сведений, содержащихся в проекте пункта захоронения, в паспортных характеристиках бетонных контейнеров и металлических бочек, используемых для размещения РАО, а также по литературным данным [4].

В реальных условиях деградация материалов барьеров безопасности не происходит однородно по всему объему материалов и проявляется по-разному в разных физико-химических условиях. В связи с этим приведенные в таблице периоды являются условными характеристиками, принимаемыми из-за отсутствия достаточности данных и моделей разрушения материалов.

Также условной является функция, с помощью которой в [5] производится описание изменения свойств материалов при деградации от начального (t_1) до конечного (t_2) состояний:

$$a(t)=\begin{cases} a_1, & t<t_1; \\ a_1\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^{\frac{t-t_1}{t_2-t_1}}, & t_1\le t\le t_2; \\ a_2, & t_2<t. \end{cases} \qquad (1)$$

В данной формуле a_1 и a_2 представляют собой параметры уравнений Ричардса [6] и адвективно-диффузионного переноса [7], посредством которых моделируется фильтрация в ненасыщенных условиях (2) и миграция радионуклидов (3):

$$\frac{\partial\theta(h)}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial x_i}\left[k_w(h)\left(K_{ij}\frac{\partial h}{\partial x_i}+K_{iz}\right)\right], \qquad (2)$$

где:

$$k_w(h)=kS_e^l\left[1-\left(1-S_e^{1/m}\right)^m\right]^2,\ m=1-\frac{1}{n}, n>1{,}3;$$

$$S_e=\frac{\theta-\theta_r}{\theta_s-\theta_r}=\frac{1}{\left[1+|\alpha h|^n\right]^m};$$

$$\left(\theta+K_d\rho_n\right)\frac{\partial C}{\partial t}+\nabla\left(\bar{v}C\right)-\nabla\left(D\nabla C\right)+\lambda\left(\theta+K_d\rho_n\right)C=$$

$$=Q_c(x,y,z,t). \qquad (3)$$

Уравнения (2)—(3) используются во всех геомиграционных моделях в ненасыщенных условиях и комментариев не требуют. В нашем случае изменяемыми параметрами уравнений являются:

- для фильтрационной модели:
  θ_r — максимальное объемное содержание связанной воды (-),
  θ_s — полная объемная влажность пород (-),
  k — коэффициент фильтрации при полном водонасыщении (м/сут),
  α, n — параметры Ван Генухтена.
- для миграционной модели:
  θ — объемная влажность пород (-), являющаяся результатом решения (2),
  K_d — коэффициент сорбционного распределения ($м^3$/кг).

Значения фильтрационных параметров, принятые в модели аналогично [5], приведены в табл. 2.

Таблица 2. Значения фильтрационных параметров

Материал	k, м/сут	θ_s	θ_r	α, 1/м	n
Растительный грунт	0,3	0,7	0,2	1,9	1,31
Суглинки	0,01	0,52	0,09	1,9	1,31
Глина	$5{\cdot}10^{-5}$	0,54	0,07	1,28	1,276
Песок	1	0,44	0,05	2,92	2,094
Бетон неразрушенный	$8.6{\cdot}10^{-8}$	0,15	0,1	1,28	1,276
Деградировавший бетон	0,28	0,44	0,05	2,92	2,094

Как правило, в составе РАО содержатся несколько десятков радионуклидов, основные из которых приведены в табл. 3. При выполнении расчетов миграции радионуклидов с использованием (3) для каждого из них задаются значения коэффициентов распределения в материалах, через которые проходит миграция.

Таблица 3. Перечень типичных радионуклидов в составе РАО

Группа радионуклидов	Общая характеристика	Радионуклиды
1	Короткоживущие*	^{3}H, ^{90}Sr, ^{137}Cs
2	Слабо сорбируемые долгоживущие	^{14}C, ^{36}Cl, ^{99}Tc, ^{129}I
3	Хорошо сорбируемые долгоживущие	^{226}Ra, ^{232}Th, ^{238}U, ^{237}Np, ^{239}Pu, ^{241}Am, ^{245}Cm

*Радионуклиды с периодом полураспада менее 31 года.

В расчетной модели принято, что при деградации происходит переход свойств глинистых материалов к свойствам суглинков, а элементов из бетона и цементных матриц — к свойствам разрушенного бетона.

С учетом всех материалов и групп радионуклидов совместная фильтрационно-миграционная модель включает от 40 до 70 как связанных, так и независимо изменяющихся параметров.

Для решения задач с большим количеством изменяющихся параметров и взаимосвязанных процессов применяются программы мультифизического моделирования. К таким программам относится программный комплекс (ПК) COMSOL Multiphysics [8], который используется в данной работе.

На рис. 2 приведена расчетная сетка разработанной модели. В качестве ее основного размера задан 1 м. В области расположения бетонных контейнеров линейный размер ячеек сетки (тетраэдров) уменьшается до 0,05—0,1 м. Их общее количество составляет ~ 8,24 млн.

При выполнении расчетного моделирования наибольшую длительность заняли расчеты для 3-й группы радионуклидов, которые составили

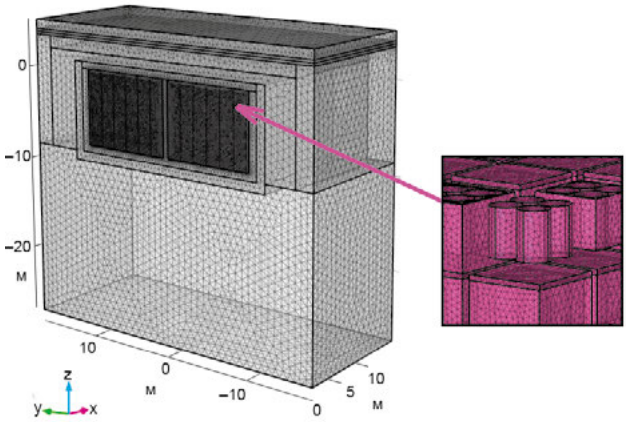

Рис. 2. Расчетная сетка модели

около 3,5 суток. Расчеты завершились на моменте 4,2 млн лет. К этому времени все радионуклиды 3-й группы либо распались, либо вышли за пределы расчетного объема.

Приведенная длительность вычислений соответствует только одному расчету. Однако в ходе выполнения оценок безопасности и отладки модели их количество существенно возрастает. Это связано с необходимостью расчетного исследования на сеточную сходимость и с параметрическими расчетами при выполнении анализа неопределенности, являющегося составной частью задач обоснования долговременной безопасности ПЗРО [1], [9]. В результате требуемое на расчеты время возрастает минимум на порядок и оказывается за рамками обычных сроков, выделяемых на данную работу, что приводит к необходимости искать возможности его сокращения.

В качестве такой возможности рассматривается уменьшение количества расчетных ячеек за счет упрощения геометрии модели и снижения ее подробности.

На рис. 3 приведена последовательность такого изменения исходной модели, обозначенной как 3D-A.

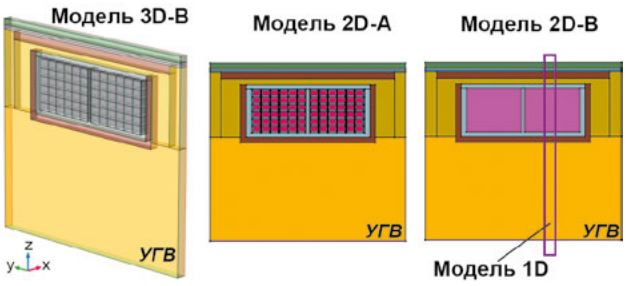

Рис. 3. Последовательность упрощения геометрии расчетной модели

Модель 3D-B, как и исходная, является трехмерной, но ее размеры уменьшены до толщины одного слоя упаковок.

Следующее упрощение состоит в переходе к двумерным моделям. В модели 2D-A сохраняются контейнеры и буферная засыпка. При этом принимается, что радионуклиды равномерно распределяются по объему контейнеров.

На модели 2D-B все внутреннее пространство отсеков ППЗРО считается заполненным материалом буферной засыпки с однородным распределением по ее объему радионуклидов, содержащихся в РАО.

Самая простая — модель 1D — по сути является одномерной, на которой сверху вниз идет чередование материалов — от растительного грунта до песчаника.

Таким образом, имеется пять моделей с разной степенью детализации геометрии объекта. Их сопоставление выполнено по результатам расчета для одного из радионуклидов 3 группы — урана-238. (Расчеты для одного радионуклида, а не всех радионуклидов 3 группы (табл .3), позволили примерно в 4 раза сократить время расчета на самой сложной модели 3D-A).

Процесс переноса радионуклида в конструкциях ППЗРО и во вмещающих породах проиллюстрирован на рис .4 на примере расчета на модели 2D-A.

На рис. 4 показано исходное распределение урана-238 в упаковках, соответствующее моменту 0 лет. К моменту 10 тыс. лет имеется заметное распространение радионуклида вследствие диффузии. К 50 тыс. годам происходит его вертикальное смещение с частичным выходом во вмещающие породы за счет адвекции. И наконец, через 250 тыс. лет все количество урана оказывается во вмещающих породах, причем часть его уже покидает зону аэрации, выходя через плоскость УГВ.

Показанная на рисунках удельная активность соответствует содержанию урана в поровой воде. Начальный момент времени характеризуется ее низкими значениями, поскольку основная часть радионуклида находится в связанном состоянии в цементной матрице. При ее деградации радионуклид высвобождается и поступает в поровую воду, и удельная активность растет, что отражено на шкалах рисунков для моментов 10, 50, и 250 тыс. лет.

Результатом моделирования миграции радионуклидов в ближней зоне является расчет интенсивности поступления радионуклидов на УГВ. Эти результаты являются входными данными для дальнейших расчетов миграции радионуклидов с подземными водами в дальней зоне с использованием региональных геофильтрационной и геомиграционной моделей. Поэтому интенсивность поступления радионуклидов на

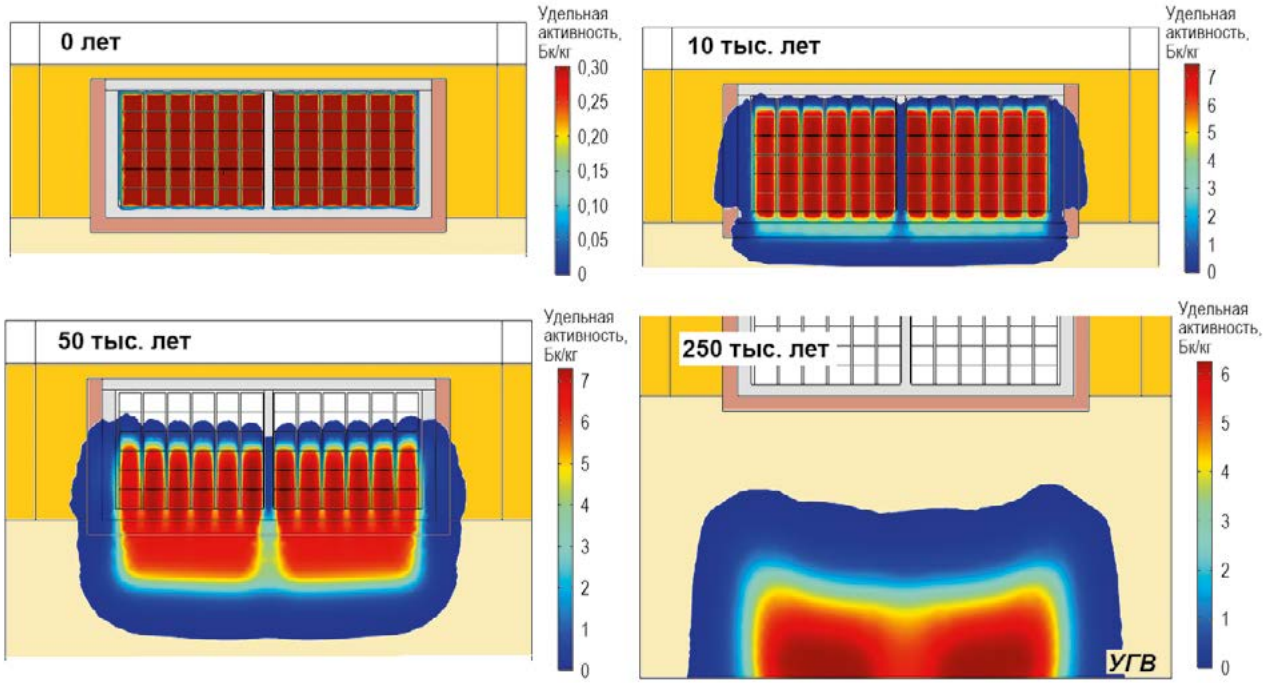

Рис. 4. Поля удельной активности урана-238 в различные моменты времени

УГВ и ее максимальные значения выбраны в качестве индикаторов для сопоставления моделей.

На рис. 5 представлены графики интенсивностей поступления урана-238 на УГВ, полученные на 5 моделях.

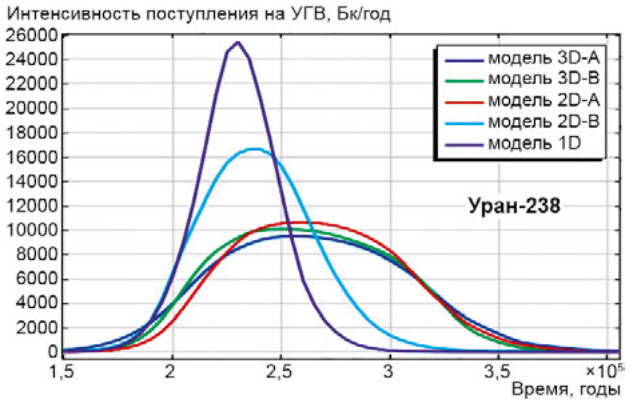

Рис. 5. Графики интенсивностей поступления урана-238 на УГВ, полученные на моделях: 3D-A, 3D-B, 2D-A, 2D-B и 1D

Максимальные значения интенсивности поступления радионуклида на УГВ, а также количество расчетных ячеек и время, затраченное на расчеты разных моделей, представлены в табл .4.

Наименьшие значения интенсивности поступления радионуклида на УГВ соответствуют наиболее подробной модели (3D-A), а максимальные получены в самой простой одномерной модели (1D).

Таблица 4. Результаты расчетов на моделях 3D-A – 1D

Модель	Колич. расчетн. ячеек	Время расчета	Макс. интенсивность на УГВ, Бк/год	Время максимума, год
3D-A	8,24 млн.	22 ч.6 мин.	9497	$2{,}55 \cdot 10^5$
3D-B	1,32 млн.	4 ч. 36 мин.	10086	$2{,}5 \cdot 10^5$
2D-A	16,55 тыс.	6 мин. 28 сек.	10634	$2{,}6 \cdot 10^5$
2D-B	8,45 тыс.	4мин. 41 сек.	16668	$2{,}4 \cdot 10^5$
1D	657	32 сек.	25470	$2{,}3 \cdot 10^5$

По данным таблицы переход от самой сложной модели (3D-A) к модели средней сложности (2D-A) приводит к относительно небольшому росту этого показателя около 12 %. Такое отличие результатов упрощенной модели по сравнению с более точным расчетом можно принять за приемлемую погрешность для долговременных прогнозов. При этом время, требуемое на расчеты при переходе от самой сложной модели к модели средней сложности, сокращается примерно в 200 раз.

Дальнейшее упрощение модели приводит к существенному росту максимума интенсивности поступления радионуклида на УГВ: примерно в 2,7 раз для модели 1D, то есть имеется тенденция увеличения консервативности модели при ее упрощении.

Однако обнаруженная тенденция роста консервативности модели при ее упрощении может считаться справедливой только для рассмотренной

геометрии ППЗРО. В ряде работ [10], [11] было показано, что одномерные, а также камерные модели миграции радионуклидов из сооружений хранения/захоронения РАО могут давать неконсервативные и сильно заниженные результаты. В связи с этим данные модели требуют проверки. Практически единственным способом проверки упрощенных моделей, предназначенных для ОДБ, является сопоставление с более сложными моделями, что нейтрализует преимущества упрощенных моделей, связанные с простотой их построения и малым временем выполняемых расчетов.

Заключение

Представленные результаты расчетного моделирования миграции радионуклидов из ППЗРО с использованием моделей с разной степенью детализации их геометрической структуры позволили наметить следующий подход к разработке расчетных моделей при выполнении ОДБ ППЗРО.

1 .В качестве базового варианта модели миграции радионуклидов разрабатывается двумерная профильная модель, построенная с учетом расположения упаковок с РАО. Эта модель применяется как для основных расчетных оценок миграции радионуклидов в ближней зоне, так и для выполнения анализа, связанного с неопределенностью значений ее параметров.

2 .Модель, выполненная в трехмерном варианте с максимально достижимой подробностью, может использоваться для предварительного определения модельной погрешности и исследования сеточной сходимости в ходе пробных расчетов для одного-двух радионуклидов и окончательных расчетов с итоговыми значениями параметров при обосновании долговременной безопасности ППЗРО.

3 .Применение одномерных и камерных моделей для консервативных оценок миграции радионуклидов в ближней зоне ППЗРО ограничивается случаями простой геометрии, при которой заведомо известно, что проявление локальных эффектов будет минимальным.

Применение профильных моделей ППЗРО уже более 10 лет используется авторами в практике ОДБ. Представленные выше результаты стали подтверждением оправданности такого подхода, хотя и не претендуют на уровень методического обобщения в силу ограниченности исследования одним вариантом конструкции ППЗРО и рассмотрения результатов расчетов для одного радионуклида.

Расчеты выполнены на персональном компьютере с процессором AMD Ryzen 7 5800X и оперативной памятью 64 Гбайт.

Литература

1 . НП-100-17. Требования к составу и содержанию отчета по обоснованию безопасности пунктов захоронения радиоактивных отходов. М., 2011—122 с.

2 . НП-055-14. Захоронение радиоактивных отходов. Принципы, критерии и основные требования безопасности. С изменениями 2022 г. М., 2015 — 34 с.

3 . РБ-117-16. Оценка долговременной безопасности пунктов приповерхностного захоронения радиоактивных отходов. М., 2017 — 72 с.

4 . Safety Assessment Methodologies for Near Surface Disposal Facilities, Vol. 2, IAEA, VIENNA, 2004 — 338 p.

5 . *Анисимов Н. А, Куваев А. А.* Численное моделирование влагопереноса в конструкциях приповерхностного пункта захоронения радиоактивных отходов // Радиоактивные отходы. 2022. № 3 (20). С .97 — 106. DOI: 10 .25283/258 -9707-2022-3-97-106.

6 . *Šimůnek J., van Genuchten M. Th. and Šejna M.* The HYDRUS Software Package for Simulating the Two- and Three-Dimensional Movement of Water, Heat, and Multiple Solutes in Variably-Saturated Porous Media. Technical manual. Version 3 .0 Preprint Department of Environmental Sciences University of California Riverside. California. 2012 — 260 p.

7 . *Румынин В. Г.* Геомиграционные модели в гидрогеологии. — СПб .: «Наука» 2011. 1158 с.

8 . *Коваленко А. В., Узденова А. М., Уртенов М. Х., Никоненко В. В.* Математическое моделирование физико-химических процессов в среде COMSOL Multiphysics 5 .2 СПб: Изд-во «Лань», 2017. 228 с.

9 . *Савельева Е. А., Свительман В. С.* Обращение с неопределенностями в задачах расчетного обоснования долговременной безопасности // Радиоактивные отходы. 2022. № 3 (20). С .61—71.

10 . *Анисимов Н. А, Дрожко Е. Г., Куваев А. А.* К вопросу о численном моделировании источников радиоактивного загрязнения грунтов и грунтовых вод при обосновании вывода радиационно опасных объектов из эксплуатации // Вопросы радиационной безопасности. 2019 № 4. С. 3—12.

11 . *Капырин И. В.* Расчетные коды для гидрогеологического моделирования в задачах оценки безопасности ОИАЭ // Радиоактивные отходы. 2022. № 2 (19). С. 105—118.

Информация об авторах

Анисимов Николай Александрович, начальник отдела, ФГБУ «Гидроспецгеология» (123060, Москва, ул. Маршала Рыбалко, д. 4), e-mail: anisn@bk .ru e-mail: anisn@specgeo .ru e-mail: anisn@msnr .ru

Сизоненко Елена Владимировна, главный специалист, ФГБУ «Гидроспецгеология» (123060, Москва, ул. Маршала Рыбалко, д. 4), e-mail: Butterfly16@list .r e-mail: sizonenko@specgeo .ru e-mail: sizonenko@msnr .ru

Библиографическое описание статьи

Анисимов Н. А., Сизоненко Е. В. К вопросу о выборе расчетной схемы для оценки безопасности ППЗРО: сопоставление моделей разной детализации // Радиоактивные отходы. 2026. №2 (35). С .110—117. DOI: 10 .25283/258 -9707-2026-2-110-117.

ON THE SELECTION OF A COMPUTATIONAL SCHEME FOR THE SAFETY ASSESSMENT OF A NEAR-SURFACE DISPOSAL FACILITY FOR RW: COMPARISON OF MODELS WITH DIFFERENT LEVELS OF DETAIL

Anisimov N. A., Sizonenko E. V.

FSBI "Gidrospetzgeologiya", Moscow, Russia

Article received on January 27, 2026

The paper compares the migration of radionuclides in the near field of a near-surface radioactive waste disposal facility (NSRWF) calculated using numerical models of different dimensionality (3D/2D/1D) and levels of detail. The required computational resources were also compared based on the number of mesh cells and the total simulation time. The study shows that switching from a detailed 3D model to a profile- ype 2D model, while maintaining the configuration detail of the compartment containing the radioactive waste, leads to a moderate (about 12%) conservative increase in the radionuclide flu intensity to the groundwater level. At the same time, the simulation runtime decreases by approximately two orders of magnitude. However, further simplifi ation by switching to 2D and 1D models with volumetric averaging of radioactive waste activity is not justified as it causes greater calculation errors.

Keywords: *radioactive waste, near-surface radioactive waste disposal facility (NSRWF), long-term safety assessment, engineered safety barriers, material degradation, numerical modeling, 3D/2D/1D models.*

References

1 . NP-100-17. *Trebovaniya k sostavu i soderzhaniyu otcheta po obosnovaniyu bezopasnosti punkta zakhoroneniya radioaktivnykh otkhodov* [Requirements for the Contents and Structure of Safety Analysis Reports for Radioactive Waste Disposal Facilities]. Moscow, 2011. 122 p.

2 . NP-055-14. *Zakhoroneniye radioaktivnykh otkhodov. Printsipy, kriterii i osnovnyye trebovaniya bezopasnosti* [Radioactive Waste Disposal. Principles, Criteria and Basic Safety Requirements]. As amended in 2022. Moscow, 2015 — 34 p.

3 . RB-117-16. *Otsenka dolgovremennoy bezopasnosti punktov pripoverkhnostnogo zakhoroneniya radioaktivnykh otkhodov* [Long-Term Safety Assessment of

Near-Surface Radioactive Waste Disposal Facilities]. Moscow, 2017. 72 p.

4 . Safety Assessment Methodologies for Near Surface Disposal Facilities, Vol. 2, IAEA, VIENNA, 2004. 338 p.

5 . Anisimov N. A., Kuvaev A. A. *Chislennoye modelirovaniye vlagoperenosa v konstruktsiyakh pripoverkhnostnogo punkta zakhoroneniya radioaktivnykh otkhodov* [Numerical Modeling of Moisture Transfer in the Structures of a Near-Surface Radioactive Waste Disposal Facility]. *Radioaktivnyye otkhody — Radioactive Waste,* 2022, no. 3 (20), pp. 97—106. DOI: 10 .25283/258 -9707-2022-3-97-106.

6 . Šimůnek J., van Genuchten M. Th. and Šejna M. The HYDRUS Software Package for Simulating the Two- and Three-Dimensional Movement of Water, Heat, and Multiple Solutes in Variably-Saturated Porous Media. Technical manual. Version 3 .0 Preprint Department of Environmental Sciences University of California Riverside. California. 2012. 260 p.

7 . Ruminin V. G. *Geomigratsionnyye modeli v gidrogeologii* [Models of radionuclide transport in hydrogeology]. – St. Petersburg: Nauka Publ. [Science], 2011. 1158 p.

8 . Kovalenko A. V., Uzdenova A. M., Urtenov M .Kh., Nikonenko V. V. *Matematicheskoye modelirovaniye fizi o-khimicheskikh protsessov v srede COMSOL Multiphysics 5.2* [Mathematical Modeling of Physical and Chemical Processes in COMSOL Multiphysics 5.2]. St. Petersburg: Lan' Publishing House, 2017. 228 p.

9 . Saveleva E. A., Svitelman V. S. *Obrashcheniye s neopredelennostyami v zadachakh raschetnogo obosnovaniya dolgovremennoy bezopasnosti* [Uncertainty management in the context of long-term safety assessment]. *Radioaktivnyye otkhody — Radioactive Waste,* 2022, no. 3 (20), pp .61—71. DOI: 10 .25283/258 -9707-2022-3-61-71.

10 . Anisimov N. A., Drozhko E. G., Kuvaev A. A. *K voprosu o chislennom modelirovanii istochnikov radioaktivnogo zagryazneniya gruntov i gruntovykh vod pri obosnovanii vyvoda radiatsionno opasnykh ob"yektov iz ekspluatatsii.* [On the Numerical Modeling of Radioactive Contamination Sources in Soils and Groundwater Under the Feasibility Assessment of Decommissioning Options for Radiation Hazardous Facilities]. *Voprosy radiatsionnoy bezopasnosti — Radiation Safety Issues*. 2019, No. 4, pp. 3—12.

11 . Kapyrin I. V. *Raschetnyye kody dlya gidrogeologicheskogo modelirovaniya v zadachakh otsenki bezopasnosti OIAE.* [Computational Codes for the Hydrogeological Modeling in the Safety Assessment of Nuclear Facilities]. *Radioaktivnyye otkhody — Radioactive Waste,* 2022, no. 2 (19), pp. 105—118. DOI: 10 25283/2587-9707-2022-2-105-118.

Information about the authors

Anisimov Nikolay Alexandrovich, Chief of Department, FSBI "Gidrospetzgeologiya" (4, Marshal Rybalko st., Moscow, 123060, Russia), e-mail: anisn@bk .ru e-mail: anisn@specgeo .ru e-mail: anisn@msnr .ru

Sizonenko Elena Vladimirovna, Chief Specialist, FSBI "Gidrospetzgeologiya" (4, Marshal Rybalko st., Moscow, 123060, Russia), e-mail: Butterfly16@list .r e-mail: sizonenko@specgeo .ru e-mail: sizonenko@msnr .ru

Bibliographic description

Anisimov N. A., Sizonenko E. V. On the Selection of a Computational Scheme for the Safety Assessment of a Near-Surface Disposal Facility for RW: Comparison of Models with Different Levels of Detail. *Radioactive Waste,* 2026, no. 2 (35), pp. 110—117. DOI: 10 .25283/258 -9707-2026-2-110-117. (In Russian).