

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ
И АТОМНОМУ НАДЗОРУ**

ПРИКАЗ
от 28 декабря 2017 г. N 589

**О ВНЕСЕНИИ ИЗМЕНЕНИЙ
В РУКОВОДСТВО ПО БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АТОМНОЙ
ЭНЕРГИИ "ОЦЕНКА ДОЛГОВРЕМЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПУНКТОВ
ПРИПОВЕРХНОСТНОГО ЗАХОРОНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ"
(РБ-117-16), УТВЕРЖДЕННОЕ ПРИКАЗОМ ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ
ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ
ОТ 14 ДЕКАБРЯ 2016 Г. N 531**

В целях реализации полномочий, установленных подпунктом 5.3.18 Положения о Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июля 2004 г. N 401, приказываю:

1. Утвердить прилагаемые изменения в руководство по безопасности при использовании атомной энергии "Оценка долговременной безопасности пунктов приповерхностного захоронения радиоактивных отходов" (РБ-117-16), утвержденное приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 14 декабря 2016 г. N 531.

2. Признать не подлежащим применению постановление Федерального надзора России по ядерной и радиационной безопасности от 29 декабря 2000 г. N 19 "Об утверждении и введении в действие руководства по безопасности РБ-011-2000 "Оценка безопасности приповерхностных хранилищ радиоактивных отходов".

Руководитель
А.В.АЛЕШИН

Утверждены
приказом Федеральной
службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от "___" _____ 20__ г. N ____

**ИЗМЕНЕНИЯ
В РУКОВОДСТВО ПО БЕЗОПАСНОСТИ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ "ОЦЕНКА ДОЛГОВРЕМЕННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ ПУНКТОВ ПРИПОВЕРХНОСТНОГО ЗАХОРОНЕНИЯ
РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ" (РБ-117-16), УТВЕРЖДЕННОЕ ПРИКАЗОМ
ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ
И АТОМНОМУ НАДЗОРУ ОТ 14 ДЕКАБРЯ 2016 Г. N 531**

1. Пункт 16 дополнить абзацем следующего содержания:

"В приложении N 1.1 к настоящему Руководству по безопасности приведены рекомендации по реализации консервативного подхода при моделировании миграции радионуклидов в системе барьеров безопасности и вмещающей геологической среде в рамках оценки долговременной безопасности ППЗРО."

2. В пункте 20 слова "вероятности распределения" заменить словами "вероятностные распределения".

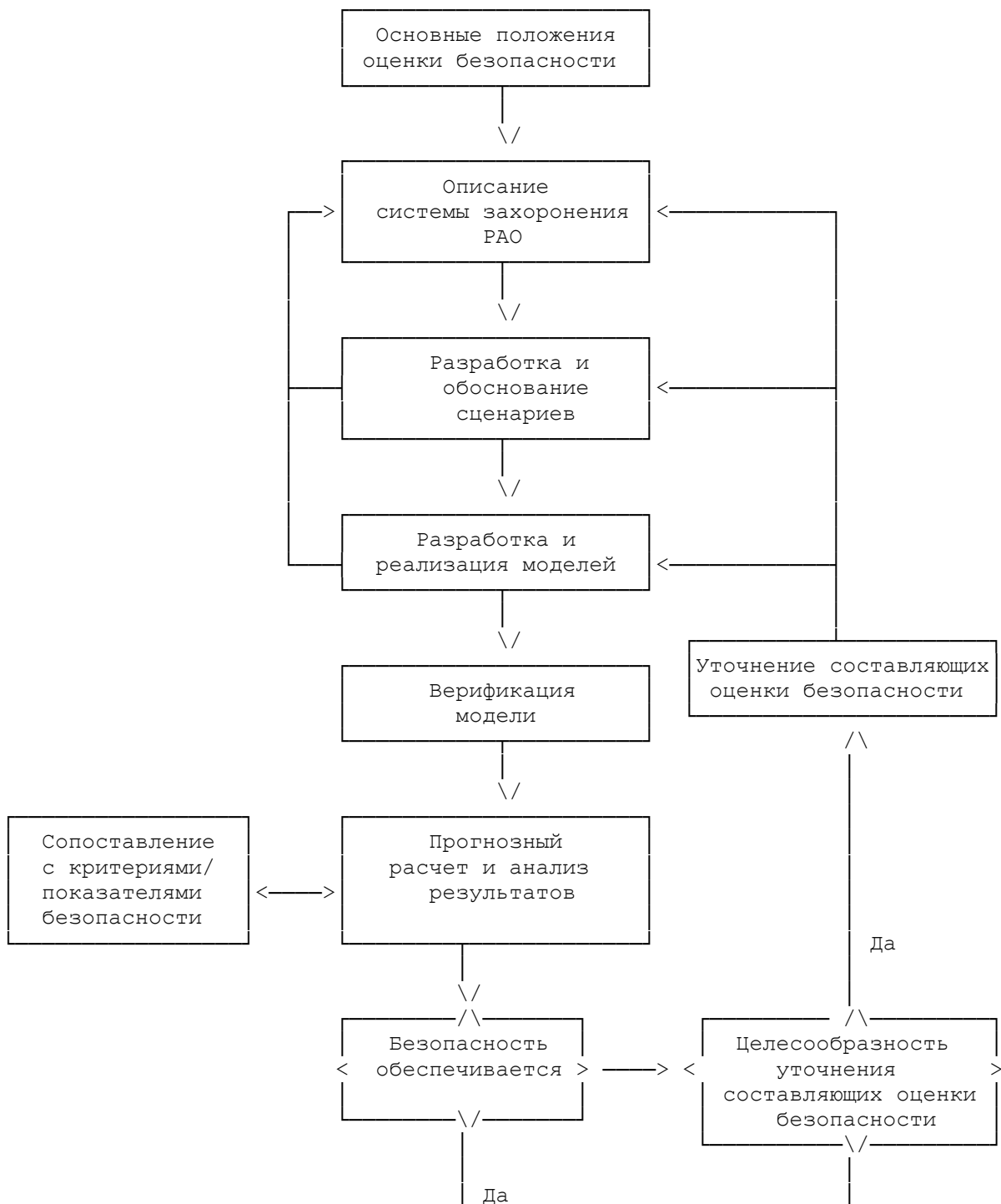
3. В пункте 48 слова "объемы поступления" заменить словами "количественные данные поступления".

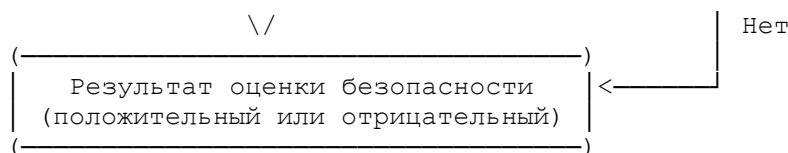
4. Приложение N 1 изложить в следующей редакции:

"Приложение N 1
к руководству по безопасности

при использовании атомной энергии
 "Оценка долговременной безопасности
 пунктов приповерхностного захоронения
 радиоактивных отходов", утвержденному
 приказом Федеральной
 службы по экологическому,
 технологическому и атомному надзору
 от 14 декабря 2016 г. N 531

**БЛОК-СХЕМА
 ИТЕРАЦИОННОГО ПОДХОДА К ОЦЕНКЕ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
 ПУНКТОВ ПРИПОВЕРХНОСТНОГО ЗАХОРОНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ**





".

5. Дополнить приложением N 1.1 следующего содержания:

"Приложение N 1.1
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
"Оценка долговременной безопасности
пунктов приповерхностного захоронения
радиоактивных отходов", утвержденному
приказом Федеральной
службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 14 декабря 2016 г. N 531

Рекомендации
по реализации консервативного подхода при моделировании
миграции радионуклидов в системе барьеров безопасности
и вмещающей геологической среде в рамках оценки
долговременной безопасности пунктов приповерхностного
захоронения радиоактивных отходов

1. Вариантом реализации консервативного подхода в рамках оценки долговременной безопасности ППЗРО является использование одномерного камерного моделирования для расчета миграции радионуклидов в системе барьеров безопасности и вмещающей геологической среде.

2. Создание камерной модели, описывающей систему захоронения РАО.

2.1. Система захоронения РАО рассматривается как совокупность камер (блоков), между которыми происходит перенос радионуклидов (камерная модель).

2.2. Камерная модель системы захоронения РАО имеет блочную структуру, включающую:

область захоронения РАО;

инженерные барьеры безопасности ППЗРО;

элементы ближней зоны системы захоронения РАО;

элементы дальней зоны системы захоронения РАО;

элементы окружающей среды (биосфера).

Пример камерной модели, состоящей из трех блоков, приведен на рисунке 1.

2.3. Элементы ППЗРО, в которых не происходит перенос (миграция) радионуклидов, не учитываются в камерной модели.

2.4. Перенос радионуклидов между камерами описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка:

$$\frac{dN_i}{dt} = \left(\sum_{j \neq i} \lambda_{ji} N_j + \lambda_M M_i + S_i(t) \right) - \left(\sum_{j \neq i} \lambda_{ij} N_i + \lambda_N N_i \right) \quad (1),$$

где:

i и j - камеры;

N и M - количество (активность) радионуклидов N и M в камере (N - дочерний радионуклид в цепочке распада), Бк;

$S(t)$ - внешний источник радионуклида N , Бк/год;

λ_N , λ_M - постоянные распада для радионуклидов N и M , год⁻¹;

λ_{ji} и λ_{ij} - коэффициенты переноса, характеризующие процессы поступления и выхода радионуклида N из камер i и j , год⁻¹.

Для камерной модели, приведенной на рисунке 1, система линейных дифференциальных уравнений имеет вид:

$$\begin{cases} \frac{dN_1}{dt} = -(\lambda_{12} + \lambda_{dr})N_1 + S(t) \\ \frac{dN_2}{dt} = -(\lambda_{23} + \lambda_{dr})N_2 + \lambda_{12}N_1 \\ \frac{dN_3}{dt} = -\lambda_{dr}N_3 + \lambda_{23}N_2 \end{cases} \quad (2),$$

где:

$S(t)$ характеризует поступление радионуклида в первую камеру модели; λ_{dr} - постоянная радиоактивного распада, год⁻¹.

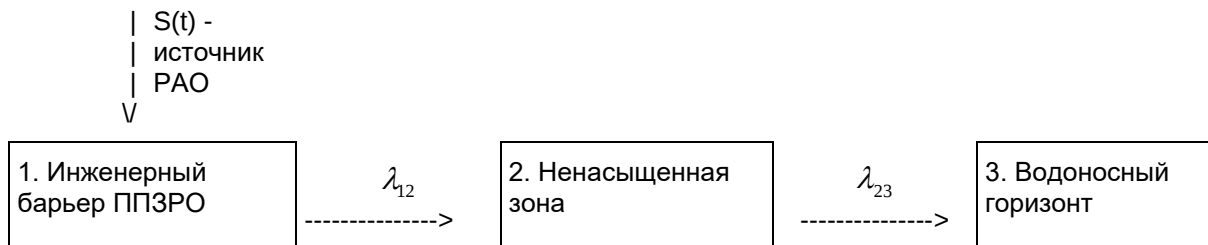


Рисунок 1. Трехкамерная модель системы захоронения РАО

2.5. В камерной модели предполагается так называемое полное смешивание радионуклида в соответствующей камере (мгновенное достижение равномерной концентрации радионуклида в камере).

2.6. Камерная модель системы захоронения РАО создается с учетом рекомендаций по использованию упрощенной модели переноса радионуклидов из ППЗРО, приведенных в п. 82 настоящего Руководства по безопасности.

3. Определение коэффициентов переноса радионуклидов между камерами.

3.1. Вертикальный перенос радионуклидов в упаковках РАО, инженерных барьерах безопасности, ненасыщенной зоне.

Перенос радионуклидов в упаковках РАО, инженерных барьерах безопасности и ненасыщенной зоне описывается коэффициентом λ_{in} :

$$\lambda_{in} = \frac{q_{in}}{\theta_w d R}, (3),$$

где:

q_{in} - скорость инфильтрации в среде (упаковках РАО/инженерных барьерах безопасности/ненасыщенной зоне), м/год;

θ_w - активная пористость среды;

d - глубина (толщина) среды, через которую происходит перенос радионуклидов, м.

Безразмерный коэффициент задержки R определяется следующим образом:

$$R = 1 + \frac{\rho K_d}{\theta_w}, (4),$$

где:

K_d - коэффициент межфазного распределения радионуклида в среде, м³/кг;

ρ - плотность среды, кг/м³.

3.2. Конвективный перенос.

Конвективный поток Φ_{ij} (Бк/год) радионуклида из камеры i в камеру j определяется следующим образом:

$$\Phi_{ij} = \theta_{wi} v_i \chi_{ij} C_i, (5),$$

где:

v_i - скорость конвективного потока, м/год;

χ_{ij} - общая поверхность камер i и j , м²;

C_i - объемная активность (концентрация) радионуклида в поровой воде камеры i , Бк/м³.

Скорость конвективного потока v_i определяется следующим образом:

$$v_i = \frac{k_i}{\theta_{wi}} \frac{\partial H}{\partial x}, (6),$$

где:

k_i - коэффициент фильтрации в камере i , м/год,

$\frac{\partial H}{\partial x}$ - градиент напора.

Коэффициент конвективного переноса между камерами i и j определяется следующим образом:

$$\lambda_{adv} = \frac{v_i}{R_i L_i}, (7),$$

где:

v_i - скорость конвективного потока в камере i , м/год;

R_i - коэффициент задержки для материала камеры i ;

L_i - длина камеры i , м.

3.3. Диффузионный/дисперсионный перенос.

Диффузионный/дисперсионный поток Φ_{ij} радионуклидов из камеры i в камеру j определяется следующим образом:

$$\Phi_{ij} = \theta_i D_i \chi_{ij} \frac{C_i - C_j}{\Delta}, (8),$$

где:

D_i - коэффициент дисперсии в камере i , м²/год, объединяющий процессы молекулярной диффузии в жидкости и дисперсии, возникающей при движении жидкости в поровой среде. Коэффициент дисперсии D_i определяется следующим образом:

$$D_i = \theta_i \cdot D_e + \alpha_L |v_i| \approx \alpha_L |v_i|, (9),$$

где:

D_e - коэффициент молекулярной диффузии в жидкости, м²/год;

θ_i - полная пористость в камере i ;

α_L - продольная дисперсия, м;

Δ - длина, которая задается как расстояние между центрами камер или меньшая из длин двух камер в направлении потока, м.

Диффузионный/дисперсионный поток моделируется посредством задания прямого и обратного потоков с коэффициентами переноса между камерами i и j :

$$\lambda_{Dij} = \frac{\alpha_L v_i}{R_i L_i \Delta}, (10),$$

$$\lambda_{Dji} = \frac{\alpha_L v_i}{R_j L_j \Delta}. (11)$$

4. Реализация консервативного подхода.

Из параметров, от которых зависят коэффициенты переноса (7), (10), (11), наибольшей неопределенностью характеризуются α_L и K_d , значения которых для схожих условий могут изменяться в широких диапазонах. Значения этих параметров, с одной стороны, влияют на расчетную скорость переноса радионуклидов в рассматриваемых средах, а с другой - на размытие фронта движения радионуклидов и их концентрацию.

В задачах оценки долговременной безопасности пунктов приповерхностного захоронения радиоактивных отходов, в которых значения расчетных величин (например, концентраций радионуклидов в подземных водах) сравниваются с контрольными уровнями, рекомендуется проведение серии расчетов для различных допустимых значений исходных параметров, в том числе α_L и K_d . В ходе таких расчетов для условий конкретных сценариев определяются результаты, соответствующие наиболее неблагоприятным последствиям, которые в итоге принимаются в качестве консервативной оценки."

6. В приложении N 3:

а) в пункте 2.1 слова "удельный вес породы" заменить на слова "удельный вес";

б) в пункте 3.1.2 уравнение (18) изложить в редакции:

$$\frac{\partial \omega C}{\partial t} + \rho_d \frac{\partial S}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \omega D \frac{\partial C}{\partial z} - \frac{\partial q C}{\partial z} - \alpha(\omega + K_d \gamma) C - C e_t.$$

7. В приложении N 4:

а) слова:

" $K_T = \frac{10^{-3} \sigma_0}{H}$; σ_0 - начальная плотность загрязнения местности, Бк/м²; H - средняя глубина водоема, м" исключить;

б) таблицу N 7 изложить в следующей редакции:

"Таблица N 7

СРЕДНЕСТАТИСТИЧЕСКИЕ ОБЪЕМЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ
КАТЕГОРИЙ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Среднестатистические показатели (на душу населения)		Показатели для оценки доз (взрослое население)				
Категория продуктов	Годовой объем потребления, кг/год на товарную массу	Продукт	Годовой объем потребления, кг/год		Суточный объем потребления, кг/сутки	
			На товарную массу	На сухую массу	На товарную массу	На сухую массу
Овощи, бахчевые	100	Овощи, всего	100	10	0,274	0,027
		В том числе капуста	33	3,3	0,09	0,009
		плодовые овощи (огурцы, помидоры)	33	1,9	0,09	0,005
		корнеплоды	33	3,3	0,09	0,009
		зеленые овощи	1	0,1	0,01	0,01

Фрукты, ягоды	52					
Хлеб и хлебопродукт ы в пересчете на муку	131	Хлеб в пересчете на зерно	-	130	-	0,36
Крупа	131					

".