Приложение А

Параметры расчета атмосферного рассеяния радионуклидов и дозовые коэффициенты

При расчете атмосферного рассеяния радионуклидов, с целью сопоставимости результатов, для проектируемого объекта приняты метеорологические параметры атмосферы (повторяемость категорий устойчивости атмосферы, 16-румбовая роза ветров, средние скорости ветра по категориям) по аналогии с параметрами, использованными в работе [6] для промышленной зоны ОАО «ППГХО» в целом, а также в проектной документации по доработке запасов месторождений Стрельцовской группы на базе рудников № 6, 8, 1, 2 и «Глубокий».

В таблицах А.1 и А.2 приводятся использованные при расчете значения повторяемости категорий устойчивости атмосферы, скорости ветра и среднегодовая роза ветров.

Вытянутость розы ветров (η) определена по формуле [4.30, 15]:

$$\eta = n / n_0, \qquad (A.1)$$

где n – повторяемость ветра в заданном направлении при реальной розе ветров;

n_0 – то же при круглой розе ветров ($n_0 = 100 / 16 = 6,25\%$).

Вытянутость розы ветров в направлении движения воздуха ($\eta_{ист}$) определена исходя из величины η по формуле:

$$\eta_{ист}(\varphi) = \eta(\varphi \pm 180°) \qquad (A.2)$$

Таблица А.1-Повторяемость категорий устойчивости (ω) и средняя скорость ветра (u) по данным [6]

Параметр	Категория устойчивости						Среднее за год
	A	B	C	D	E	F+G	
ω, отн. ед.	0,1361	0,1879	0,237	0,0458	0,0434	0,3498	
u, м/с	0,58	1,32	1,65	1,93	1,64	0,66	1,1

Таблица А.2-Среднегодовая роза ветров по данным [6]

Румб	Направление,°	n, %	η, отн. ед.	$\eta_{ист}$, отн. ед.
С	0	6,76	1,0821	1,4859
ССВ	22,5	6,71	1,0738	1,1792
СВ	45	4,83	0,7728	0,9628
ВСВ	67,5	3,29	0,5268	1,0243
В	90	2,44	0,3905	1,2204
ВЮВ	112,5	4,26	0,6809	1,1675
ЮВ	135	5,36	0,857	1,2739
ЮЮВ	157,5	8,02	1,2836	1,0185
Ю	180	9,28	1,4859	1,0821
ЮЮЗ	202,5	7,37	1,1792	1,0738
ЮЗ	225	6,02	0,9628	0,7728
ЗЮЗ	247,5	6,40	1,0243	0,5268
З	270	7,63	1,2204	0,3905
ЗСЗ	292,5	7,30	1,1675	0,6809
СЗ	315	7,96	1,2739	0,857
ССЗ	337,5	6,37	1,0185	1,2836

По данным [6], среднегодовая повторяемость ветреной погоды и штилей для рассматриваемого района составляет соответственно 41,39% и 58,61%.

При расчетах атмосферного рассеяния радионуклидов в штилевых условиях принята круглая роза ветров и скорости ветра (м/с) по категориям устойчивости в соответствии с

табл. 4.1 [8] как верхние пределы слабого ветра, при которых условия рассеяния еще могут считаться штилевыми:
A – 0,45; B – 0,35; C – 0,3; D – 0,23; E – 0,15; F – 0.1.

В таблице А.3 приводятся средняя месячная и среднегодовая температура атмосферного воздуха в районе расположения ОАО «ППГХО» по данным «Справочника по климату СССР» [18, таблица 1, метеостанция Кайластуй].

Таблица А.3-Средняя месячная и годовая температура воздуха (°С) в районе расположения ОАО «ППГХО» по данным [18]

Месяц												Год
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
-27,2	-23,0	-13,0	1,2	10,3	17,3	20,7	18,0	10,6	0,8	-13,2	-23,9	-1,8

Для района расположения ОАО «ППГХО», в соответствии с [6], приняты следующие показатели истощения облака выброса:
- постоянная вымывания примеси осадками $\Lambda_{мокр} = 0$ для радона и $\Lambda_{мокр} = 9{,}4 \cdot 10^{-7}$ $с^{-1}$ для радиоактивных аэрозолей ряда урана;
- скорость сухого оседания примеси $v_g = 0$ для радона и $v_g = 8 \cdot 10^{-3}$ м/с для радиоактивных аэрозолей ряда урана.
Высота шероховатости подстилающей поверхности принята по аналогии с [6] $z_0 = 10$ см (неоднородная поверхность с чередующимися участками травы, кустарника и т.п.).
Число дней со снежным покровом в рассматриваемом районе принято равным 137 по [1].

Дозовые коэффициенты для населения при времени облучения 8800 ч/год (коэффициенты перехода от среднегодовой объемной активности радионуклидов в воздухе и среднегодовых выпадений на поверхность почвы к дозам облучения) приняты по аналогии с [6] и представлены в таблице А.4. Там же приведены допустимые уровни при монофакторном воздействии радионуклидов, рассчитанные для предела дозы 1 мЗв/год и времени облучения населения 8800 ч/год в соответствии с НРБ-99/2009.
Принятые обозначения: $К_{доз}$ – дозовый коэффициент, ДОА – допустимая объемная активность, ДО – допустимые отложения.

Таблица А.4-Дозовые коэффициенты и допустимые уровни воздействия на население выбросов радиоактивных веществ в атмосферу

Радио-нуклид	Ингаляция		γ-излучение облака		γ-излучение почвы		Пищевые цепи	
	$К_{доз}$, $\frac{мЗв \cdot м^3}{Бк \cdot год}$	ДОА, $\frac{Бк}{м^3}$	$К_{доз}$, $\frac{мЗв \cdot м^3}{Бк \cdot год}$	ДОА, $\frac{Бк}{м^3}$	$К_{доз}$, $\frac{мЗв \cdot м^2}{Бк}$	ДО, $\frac{Бк}{м^2 \cdot год}$	$К_{доз}$, $\frac{мЗв \cdot м^2}{Бк}$	ДО, $\frac{Бк}{м^2 \cdot год}$
U-238	25,0	0,04	$1{,}9 \cdot 10^{-5}$	$5{,}2 \cdot 10^{4}$	$5{,}6 \cdot 10^{-6}$	$1{,}8 \cdot 10^{5}$	$1{,}3 \cdot 10^{-3}$	767
Th-234	0,0667	15	$1{,}6 \cdot 10^{-5}$	$6{,}3 \cdot 10^{4}$	$1{,}1 \cdot 10^{-8}$	$9{,}1 \cdot 10^{7}$	$1{,}8 \cdot 10^{-5}$	$5{,}5 \cdot 10^{4}$
Pa-234m	-	-	$6{,}0 \cdot 10^{-4}$	1667	$1{,}4 \cdot 10^{-11}$	$7{,}2 \cdot 10^{10}$	-	-
U-234	30,3	0,033	$9{,}0 \cdot 10^{-8}$	$1{,}1 \cdot 10^{7}$	$7{,}0 \cdot 10^{-8}$	$1{,}4 \cdot 10^{7}$	$6{,}7 \cdot 10^{-4}$	1500
Th-230	113,6	0,0088	$1{,}2 \cdot 10^{-6}$	$8{,}3 \cdot 10^{5}$	$1{,}3 \cdot 10^{-6}$	$7{,}7 \cdot 10^{5}$	$2{,}1 \cdot 10^{-3}$	485
Ra-226	33,3	0,03	$1{,}9 \cdot 10^{-3}$	526	$1{,}6 \cdot 10^{-4}$	6250	0,017	59
Po-218	0,0053	190	-	-	$7{,}0 \cdot 10^{-11}$	$1{,}4 \cdot 10^{10}$	-	-
Pb-214	0,027	36,5	$5{,}3 \cdot 10^{-4}$	1892	$6{,}3 \cdot 10^{-10}$	$1{,}6 \cdot 10^{9}$	-	-
Bi-214	0,02	50	$3{,}0 \cdot 10^{-3}$	334	$1{,}1 \cdot 10^{-9}$	$9{,}4 \cdot 10^{8}$	-	-
Pb-210	9,1	0,11	$2{,}3 \cdot 10^{-6}$	$4{,}3 \cdot 10^{5}$	$1{,}9 \cdot 10^{-7}$	$5{,}3 \cdot 10^{6}$	0,021	48
Bi-210	0,833	1,2	$3{,}7 \cdot 10^{-10}$	$2{,}7 \cdot 10^{9}$	$9{,}0 \cdot 10^{-13}$	$1{,}1 \cdot 10^{12}$	$4{,}6 \cdot 10^{-7}$	$2{,}2 \cdot 10^{6}$
Po-210	29,4	0,034	$2{,}0 \cdot 10^{-8}$	$5{,}0 \cdot 10^{7}$	$7{,}7 \cdot 10^{-11}$	$1{,}3 \cdot 10^{10}$	0,035	29
U-235	27,0	0,037	$3{,}2 \cdot 10^{-3}$	313	$5{,}3 \cdot 10^{-5}$	$1{,}9 \cdot 10^{4}$	$1{,}4 \cdot 10^{-3}$	696

Оценка максимального значения фактора метеорологического разбавления

Оценка максимального значения среднегодового фактора метеорологического разбавления необходима для приближенного определения начальной объемной активности радионуклидов в воздухе при их выбросе (поступлении) в атмосферу из неорганизованных источников, расположенных на поверхности земли (отвалы, склады руды, пляжи хвостохранилища и др.).

Начальная объемная активность радионуклида в точке выброса A_0 может быть оценена по формуле [4.1, 15]:

$$A_0 = Q \cdot G_{макс}, \qquad (A.3)$$

где Q – интенсивность выброса, Бк/с;

$G_{макс}$ – максимальное значение фактора метеорологического разбавления, с/м^3.

Приближенная оценка среднегодового фактора метеорологического разбавления G (с/м^3) может быть сделана по методу огибающей Гауссовой модели по формуле [4.51, 15]:

$$G \approx \frac{2 \cdot \eta \cdot F(x)}{(2\pi)^{3/2} \cdot \sqrt{e} \cdot h \cdot u \cdot x}, \qquad (A.4)$$

где η – вытянутость розы ветров, отн. ед.;

F(x) – функция истощения облака, отн. ед.;

h – высота источника выброса, м;

u – средняя скорость ветра, м/с;

x – расстояние до источника выброса, м.

Максимальное значение $G_{макс}$ для проектируемого объекта может быть получено по формуле (А.4) при следующих значениях параметров:

- F(x) = 1 (истощение облака не учитывается);
- h = 2,0 м (высота зоны дыхания);
- x = 1,0 м (минимальное расстояние от источника);
- η = 1,4859 для ветреной погоды (максимальное значение, таблица А.2);
- η = 1,0 для штилевых условий;
- u = 1,1 м/с – среднегодовая скорость ветра, таблица А.1;
- u = 0,25 м/с – средневзвешенное по повторяемости категорий устойчивости (таблица А.1) значение для штилевых условий по [8, табл. 4.1];
- среднегодовая повторяемость ветреной погоды – 0,4139, штилей – 0,5861.

Ветреная погода:

$$G_{макс} \approx \frac{2 \cdot 1{,}4859 \cdot 1}{(2\pi)^{3/2} \cdot \sqrt{e} \cdot 2 \cdot 1{,}1 \cdot 1} = 0{,}052 \text{ с/м}^3 \qquad (A.5)$$

Штилевые условия:

$$G_{макс} \approx \frac{2 \cdot 1{,}0 \cdot 1}{(2\pi)^{3/2} \cdot \sqrt{e} \cdot 2 \cdot 0{,}25 \cdot 1} = 0{,}154 \text{ с/м}^3 \qquad (A.6)$$

Средневзвешенное по повторяемости ветреной погоды и штилей значение:

$$G_{макс} \approx 0{,}052 \cdot 0{,}4139 + 0{,}154 \cdot 0{,}5861 = 0{,}112 \text{ с/м}^3 \qquad (A.7)$$

Таким образом, максимальное среднегодовое значение фактора метеорологического разбавления для проектируемого объекта составит:

$$G_{макс} \approx 0{,}112 \text{ с/м}^3 \qquad (A.8)$$

Среднегодовой объемный расход воздуха (W) неорганизованного источника выброса составит соответственно:

$$W = 1 / G_{макс} = 1 / 0{,}112 \approx 8{,}93 \text{ м}^3/\text{с} \qquad (A.9)$$