РУКОВОДСТВО ПО БЕЗОПАСНОСТИ

при использовании атомной энергии



РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАДИАЦИОННЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ НА ОБЪЕКТАХ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА

РБ-134-17

gost.e-ecolog.ru

ФБУ «НТЦ ЯРБ»

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федеральной службы
по экологическому,
технологическому
и атомному надзору
от 16 ноября 2017 г. № 479

РУКОВОДСТВО ПО БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАДИАЦИОННЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ НА ОБЪЕКТАХ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА» (РБ-134-17)

Введено в действие
с 16 ноября 2017 г.

Москва 2017

Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендуемые методы оценки и прогнозирования радиационных последствий аварий на объектах ядерного топливного цикла» (РБ-134-17)

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, Москва, 2017

Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендуемые методы оценки и прогнозирования радиационных последствий аварий на объектах ядерного топливного цикла» (далее – Руководство по безопасности) разработано в соответствии со статьей 6 Федерального закона от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» в целях содействия соблюдению требований федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Общие положения обеспечения безопасности объектов ядерного топливного цикла (ОПБ ОЯТЦ)» (НП-016-05), утвержденных постановлением Ростехнадзора от 2 декабря 2005 г. № 11.

Настоящее Руководство по безопасности содержит рекомендации Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по методам оценки и прогнозирования радиационных последствий, обусловленных аварийными выбросами объектов ядерного топливного цикла (далее - ОЯТЦ).

Руководство по безопасности распространяется на следующие ОЯТЦ:

сооружения, комплексы, установки с ядерными материалами (за исключением промышленных реакторов, исследовательских ядерных установок, критических или подкритических стендов, объектов добычи урановых руд), предназначенные для производства, транспортирования, переработки ядерного топлива и ядерных материалов;

сооружения, комплексы и установки, в которых содержатся радиоактивные вещества и (или) радиоактивные отходы, расположенные на территории ядерной установки и не предусмотренные в проекте ядерной установки;

стационарные объекты и сооружения, предназначенные для хранения ядерных материалов, радиоактивных веществ, радиоактивных отходов, включая объекты и сооружения, расположенные на территории ядерной установки и не предусмотренные в проекте ядерной установки.

Настоящее Руководство по безопасности предназначено для применения конструкторскими, проектными, научно-исследовательскими и эксплуатирующими организациями при обосновании безопасности ОЯТЦ, а также Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору при оценке обоснования безопасности ОЯТЦ.

Выпускается впервые[1]

---

[1]D В разработке принимали участие: А.В. Курындин, Д.В. Сорокин , А.С. Шаповалов (ФБУ «НТЦ ЯРБ»).

I. Общие положения

1. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендуемые методы оценки и прогнозирования радиационных последствий аварий на объектах ядерного топливного цикла» (РБ-134-17) (далее – Руководство по безопасности) разработано в соответствии со статьей 6 Федерального закона от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» в целях содействия соблюдению требований федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Общие положения обеспечения безопасности объектов ядерного топливного цикла» (НП-016-05), утвержденных постановлением Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 2 декабря 2005 г. № 11 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 1 февраля 2006 г., регистрационный № 7433) (далее – НП-016-05).

2. Настоящее Руководство по безопасности предназначено для применения конструкторскими, проектными, научно-исследовательскими и эксплуатирующими организациями при обосновании безопасности объектов ядерного топливного цикла (далее – ОЯТЦ), а также Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору при оценке обоснования безопасности ОЯТЦ.

3. Руководство по безопасности содержит рекомендуемые Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору методы оценки и прогнозирования радиационных последствий за пределами площадок предприятий ядерного топливного цикла, обусловленных выбросами при авариях на следующих ОЯТЦ:

сооружения, комплексы, установки с ядерными материалами (за исключением промышленных реакторов, исследовательских ядерных установок, критических или подкритических стендов, объектов добычи урановых руд), предназначенные для производства, транспортирования, переработки ядерного топлива и ядерных материалов;

сооружения, комплексы и установки, в которых содержатся радиоактивные вещества и (или) радиоактивные отходы, расположенные на территории ядерной установки и не предусмотренные в проекте ядерной установки;

стационарные объекты и сооружения, предназначенные для хранения ядерных материалов, радиоактивных веществ, радиоактивных отходов, включая объекты и сооружения, расположенные на территории ядерной установки и не предусмотренные в проекте ядерной установки.

Методы оценки и прогнозирования радиационных последствий, обусловленных выбросами при авариях, содержащиеся в настоящем Руководстве по безопасности, могут использоваться для иных объектов использования атомной энергии.

4. Требования федеральных норм и правил в области использования атомной энергии могут быть выполнены с использованием иных методов, чем те, которые содержатся в настоящем Руководстве по безопасности, при обоснованности выбранных методов.

II. Общие принципы оценки последствий аварии на ОЯТЦ, сопровождающихся выбросом радионуклидов

5. С учетом того, что защитные меры подразделяются на меры, выполняемые на начальном периоде радиационной аварии (за первые 10 суток после аварии), и меры, выполняемые за первый год после радиационной аварии и последующие годы, рекомендуется выполнять расчет эффективных доз облучения за пределами площадки ОЯТЦ на начальном периоде аварии (за первые 10 суток после аварии), за первый год после аварии и последующие годы.

6. Как для начального периода аварии, так и для периода за первый год после аварии, эффективные дозы рекомендуется рассчитывать в виде зависимости от расстояния x от источника аварийного выброса по следующим формулам:

на начальном периоде аварии:

$$E_{\max 10}(x) = max\left\{\begin{array}{l}\sum_r E^{A,r}_{total\,10}(x), \sum_r E^{B,r}_{total\,10}(x), \sum_r E^{C,r}_{total\,10}(x), \\ \sum_r E^{D,r}_{total\,10}(x), \sum_r E^{E,r}_{total\,10}(x), \sum_r E^{F,r}_{total\,10}(x)\end{array}\right\}, \quad (1)$$

за первый год после аварии:

$$E_{\max>10}(x, x_{\max}) = max\left\{\begin{array}{l}\sum_r E^{A,r}_{total>10}(x, x_{\max}), \sum_r E^{B,r}_{total>10}(x, x_{\max}), \sum_r E^{C,r}_{total>10}(x, x_{\max}), \\ \sum_r E^{D,r}_{total>10}(x, x_{\max}), \sum_r E^{E,r}_{total>10}(x, x_{\max}), \sum_r E^{F,r}_{total>10}(x, x_{\max})\end{array}\right\}, \quad (2)$$

где:

$E_{max10}(x)$ – максимальная суммарная (по радионуклидам) эффективная доза облучения человека, находящегося на расстоянии x от точечного источника или от центра площадного источника аварийного выброса, за счет внешнего облучения и внутреннего облучения от ингаляции на начальном периоде аварии, Зв;

$E_{max>10}(x, x_{max})$ – максимальная суммарная (по радионуклидам) эффективная доза облучения человека, находящегося на расстоянии x от точечного источника или от центра площадного источника

аварийного выброса, за счет внешнего облучения и внутреннего облучения от ингаляции, а также за счет облучения, обусловленного потреблением местных загрязненных пищевых продуктов, производящихся на расстоянии x_{max} от указанного источника за первый год после аварии, Зв;

$E_{total10}^{j,r}(x)$ – обусловленная радионуклидом r суммарная эффективная доза облучения человека, находящегося на расстоянии x от точечного источника или от центра площадного источника аварийного выброса, за счет внешнего облучения и внутреннего облучения от ингаляции на начальном периоде аварии, Зв;

$E_{total>10}^{j,r}(x, x_{max})$ – обусловленная радионуклидом r суммарная эффективная доза облучения человека, находящегося на расстоянии x от точечного источника или от центра площадного источника аварийного выброса, за счет внешнего облучения и внутреннего облучения от ингаляции, а также за счет облучения, обусловленного потреблением местных загрязненных пищевых продуктов, производящихся на расстоянии x_{max} от указанного источника за первый год после аварии, Зв;

r – радионуклид;

j – индекс градации категории устойчивости атмосферы (A, B, C, D, E или F); в настоящем Руководстве по безопасности используется параметризация Пасквилла-Гиффорда;

x – расстояние от источника аварийного выброса, м;

$\sum_r [...]$ – символ, обозначающий суммирование по всем радионуклидам r.

Рекомендуемый порядок расчета величины x_{max} приведен в пункте 18 настоящего Руководства по безопасности.

7. Для оценки $E_{total10}^{j,r}(x)$ на начальном периоде радиационной аварии рекомендуется учитывать следующие пути облучения: внешнее облучение от радиоактивного облака, внешнее облучение от поверхности почвы и внутреннее облучение от ингаляции. Для этого рекомендуется выполнять расчет доз, обусловленных воздействием отдельных радионуклидов (включая инертные радиоактивные газы, содержащие радионуклиды аргона (Ar), ксенона (Xe) и криптона (Kr), (далее – ИРГ) по формуле:

$$E_{total10}^{j,r}(x) = \begin{cases} E_{обл}^{j,r}(x) + E_{инг}^{j,r}(x) + E_{пов}^{j,r}(x), \text{ если } r \text{ не является ИРГ} \\ E_{обл}^{j,r}(x), \text{ если } r \text{ является ИРГ} \end{cases} \quad (3)$$

где:

$E_{\text{обл}}^{j,r}(x)$ – эффективная доза внешнего облучения от радиоактивного облака, обусловленная радионуклидом r, Зв;

$E_{\text{инг}}^{j,r}(x)$ – эффективная доза от внутреннего облучения, обусловленная вдыханием радионуклида r, Зв;

$E_{\text{пов}}^{j,r}(x)$ – эффективная доза от внешнего облучения от поверхности почвы, обусловленная радионуклидом r, Зв.

8. Для оценки радиационных последствий аварии за первый год после радиационной аварии и последующие годы рекомендуется учитывать пути облучения, указанные в пункте 7 настоящего Руководства по безопасности, а также дополнительные пути облучения – внутреннее облучение от радионуклидов, содержащихся в местных пищевых продуктах (пероральный путь), и от радионуклидов, содержащихся в воздухе при вторичном ветровом подъеме. Для этого рекомендуется выполнять расчет $E_{total>10}^{j,r}(x, x_{max})$ по формуле:

$$E_{total>10}^{j,r}(x, x_{\max}) = \begin{cases} E_{\text{обл}}^{j,r}(x) + E_{\text{инг}}^{j,r}(x) + E_{\text{пов}}^{j,r}(x) + E_{\text{пищ}}^{j,r}(x_{\max}), \text{ за первый год} \\ \qquad \text{и если } r \text{ не является ИРГ} \\ E_{\text{пов}}^{j,r}(x) + E_{\text{пищ}}^{j,r}(x_{\max}) + E_{\text{ввп}}^{j,r}(x), \text{ за последующие} \\ \qquad \text{годы и если } r \text{ не является ИРГ} \\ E_{\text{обл}}^{j,r}(x), \text{ если } r \text{ является ИРГ} \end{cases}, \quad (4)$$

где:

$E_{\text{пищ}}^{j,r}(x_{max})$ – эффективная доза от внутреннего облучения, обусловленная радионуклидом r, содержащимся в потребляемых местных пищевых продуктах, на расстоянии x_{max}, рассчитываемая в соответствии с порядком, приведенным в пункте 16 настоящего Руководства по безопасности, Зв;

$E_{\text{ввп}}^{j,r}(x)$ – эффективная доза от внутреннего облучения, обусловленная вдыханием радионуклида r содержащегося в воздухе, за счет вторичного ветрового подъема, Зв.

9. Эффективные дозы $E_{\text{обл}}^{j,r}(x)$, $E_{\text{инг}}^{j,r}(x)$, $E_{\text{пов}}^{j,r}(x)$, $E_{\text{пищ}}^{j,r}(x)$ и $E_{\text{ввп}}^{j,r}(x)$ рекомендуется рассчитывать в соответствии с пунктами 12 – 20 настоящего Руководства по безопасности. Для этого рекомендуется предварительно выполнить расчеты следующих параметров:

концентраций радионуклидов в компонентах окружающей среды (в соответствии с приложением № 1 настоящего Руководства по безопасности);

факторов разбавления и осаждения (в соответствии с приложением № 2 настоящего Руководства по безопасности);

высот подъема аварийного выброса (в соответствии с приложением № 3 настоящего Руководства по безопасности).

10. Оценки высот подъема аварийного выброса и факторов разбавления и осаждения рекомендуется выполнять для следующих источников формирования аварийного радиоактивного выброса:

пожар на открытой территории ОЯТЦ (площадной источник) (далее – сценарий 1);

ветровой унос радиоактивных веществ с загрязненных площадей, размещенных на открытой территории ОЯТЦ, за счет экстремальных ветровых нагрузок (площадной источник) (далее – сценарий 2);

выброс через вытяжные вентиляционные системы в атмосферный воздух радиоактивных веществ в составе технологических сдувок или в составе воздуха, забранного из помещений ОЯТЦ, а также выброс радиоактивных веществ через неплотности зданий, в том числе при возникновении самоподдерживающейся цепной реакции (далее – СЦР) (точечный источник) (далее – сценарий 3);

возможные на открытой территории ОЯТЦ взрывы различного происхождения (площадной источник) (далее – сценарий 4);

выброс на открытой территории ОЯТЦ при возникновении СЦР (точечный источник) (далее – сценарий 5).

11. В качестве открытых территорий, указанных в пункте 11 настоящего Руководства по безопасности, рекомендуется рассматривать:

территории вне зданий и (или) помещений, на которых оборудование, содержащее радиоактивные вещества, размещалось на момент возникновения исходного события аварии;

территории, на которых в результате аварии подвергаются разрушению (значительному повреждению) здания с оборудованием, содержащим радиоактивные вещества.

III. Рекомендации по оценке последствий

12. Рассчитывать эффективную дозу внешнего облучения за счет радиоактивных веществ, взвешенных в приземном слое атмосферного воздуха, $E_{\text{об.л}}^{j,r}(x)$, рекомендуется в приближении полубесконечного облака по следующей формуле:

$$E_{\text{обл}}^{j,r}(x) = C^{j,r}(x) \cdot R_{\text{обл}}^{r}, \qquad (5)$$

где:

$C^{j,r}(x)$ – временной интеграл концентрации радионуклида r в приземном слое атмосферы на расстоянии x от источника аварий-

ного выброса, Бк·с/м^3; порядок расчета величины $C^{j,r}(x)$ приведен в приложении № 1 настоящего Руководства по безопасности;

$R^r_{\text{общ}}$ – коэффициент дозового преобразования при внешнем облучении населения от радиоактивного облака для радионуклида r, (Зв·м^3)/(Бк·с); значения $R^r_{\text{общ}}$ для расчета $E^{j,r}_{\text{общ}}(x)$ приведены в таблице № 1 приложения № 2 руководства по безопасности «Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых для разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух» (РБ-106-15), утвержденного приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 ноября 2015 г. № 458 (далее – РБ-106-15).

13. Рассчитывать эффективную дозу внешнего облучения населения за счет радиоактивных веществ, находящихся на поверхности земли, $E^{j,r}_{\text{пов}}(x)$, рекомендуется по формуле:

$$E^{j,r}_{\text{пов}}(x) = Cl^{j,r}(x) \cdot R^r_{\text{пов}} \cdot K^r, \qquad (6)$$

$$K^r = \frac{(1 - \exp(-(\lambda_l + \lambda_r) \cdot t_l))}{\lambda_l + \lambda_r}, \qquad (7)$$

где:

$Cl^{j,r}(x)$ – значение суммарного выпадения радионуклида r на поверхность земли за счет сухого и влажного осаждения, Бк/м^2; порядок расчета величины $Cl^{j,r}(x)$ приведен в приложении № 1 настоящего Руководства по безопасности;

$R^r_{\text{пов}}$ – коэффициент дозового преобразования при внешнем облучении от поверхности земли для радионуклида r, (Зв·м^2)/(Бк·с); значения $R^r_{\text{пов}}$ для расчета $E^{j,r}_{\text{пов}}(x)$ приведены в таблице № 1 приложения № 2 РБ-106-15;

K^r – коэффициент, учитывающий время нахождения (проживания) на загрязненной в результате выброса радиоактивных веществ территории, с;

λ_l – постоянная спада мощности дозы со временем от загрязненного слоя почвы за счет всех процессов, кроме радиоактивного распада, приводящих к выведению активности из этого слоя, с$^{-1}$ (рекомендуется принять равной $1{,}27 \cdot 10^{-9}$ с$^{-1}$);

λ_r – постоянная радиоактивного распада радионуклида r, с$^{-1}$;

t_l – время нахождения населения на загрязненной территории, с (на начальном периоде аварии рекомендуется принять равным $8{,}64 \cdot 10^5$ с, а за первый год после аварии – $3{,}15 \cdot 10^7$ с).

14. Расчет эффективной дозы внутреннего облучения от ингаляции, $E_{инг}^{j,r}(x)$, рекомендуется проводить по формуле:

$$E_{инг}^{j,r}(x) = C^{j,r}(x) \cdot R_{инг}^{r} \cdot U_{инг}^{r}, \quad (8)$$

где:

$C^{j,r}(x)$ – временной интеграл концентрации радионуклида r, взвешенного в приземном слое атмосферного воздуха, на расстоянии x от источника, Бк·с/м^3; порядок расчета величины $C^{j,r}(x)$ приведен в приложении № 1 настоящего Руководства по безопасности;

$U_{инг}^{r}$ – интенсивность дыхания для лиц возрастной группы, которая является критической по поступлению радионуклида r за счет ингаляции в соответствии с таблицей 8.1 СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности. Санитарные правила и нормативы», утвержденных постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 7 июля 2009 г. № 47 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 14 августа 2009 г., регистрационный № 14534) (далее – НРБ-99/2009), м^3/с;

$R_{инг}^{r}$ – коэффициент дозового преобразования при поступлении радионуклида r с воздухом, Зв/Бк; значения $R_{инг}^{r}$ для расчета $E_{инг}^{j,r}(x)$ приведены в таблице приложения № 2 к НРБ-99/2009.

15. Расчет эффективной дозы внутреннего облучения за счет потребления пищевых продуктов, $E_{пищ}^{j,r}(x)$, рекомендуется проводить по формуле:

$$E_{пищ}^{j,r}(x) = \sum_{n} C_{n}^{j,r}(x) \cdot R_{пищ}^{r} \cdot U_{пищ}^{n,r}, \quad (9)$$

где:

$C_{n}^{j,r}(x)$ – суммарная (по пищевым продуктам n) удельная активность радионуклида r, поступающего в организм человека с пищей, Бк/кг; порядок расчета величины $C_{n}^{j,r}(x)$ приведен в приложении № 1 настоящего Руководства по безопасности;

$U_{пищ}^{n,r}$ – годовое потребление пищевых продуктов n молочного, л, растительного или животного происхождения, кг, лицами возрастной группы, которая является критической в соответствии с таблицей приложения № 2 к НРБ-99/2009 по поступлению радионуклида r с загрязненными пищевыми продуктами;

$R_{пищ}^{r}$ – коэффициент дозового преобразования при поступлении радионуклида r с пищей, принимаемый в соответствии с таблицей приложения № 2 к НРБ-99/2009, Зв/Бк.

16. Рекомендуется учитывать в расчетах годовые потребления пищевых продуктов лицами из различных возрастных групп по формуле:

$$U_{\text{пищ}}^{n,r} = \frac{E^r}{E_6} \cdot U_{\text{пищ}\,6}^{n,r}, \qquad (10)$$

где:

E^r – суточные энергетические затраты для возрастной группы, которая является критической по радионуклиду r в соответствии с таблицей приложения № 2 к НРБ-99/2009, рекомендуется принимать согласно таблице № 1 приложения № 4 к настоящему Руководству по безопасности, ккал/сут;

E_6 – суточные энергетические затраты для возрастной группы «взрослые» по НРБ-99/2009 рекомендуется принимать согласно таблице № 1 приложения № 4 к настоящему Руководству по безопасности, ккал/сут;

$U_{\text{пищ}\,6}^{n,r}$ – годовое потребление продукта n лицом из возрастной группы «взрослые» по НРБ-99/2009, кг/год.

В случае отсутствия данных, характерных для района размещения ОЯТЦ, рекомендуется годовые потребления продуктов лицом из возрастной группы «взрослые» принимать в соответствии с Рекомендациями по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания, утвержденными приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 19 августа 2016 г. № 614.

17. Для целей расчета $E_{max>10}(x, x_{max})$ по формуле (2) настоящего Руководства по безопасности в качестве x_{max} рекомендуется принимать расстояние от точечного источника или от центра площадного источника аварийного выброса, на котором достигается максимальная эффективная доза внутреннего облучения за счет потребления пищевых продуктов $E_{\text{пищ}}^{max}(x_{max})$. Расчет $E_{\text{пищ}}^{max}(x_{max})$ рекомендуется проводить по следующей формуле:

$$\mathrm{E}_{\text{пищ}}^{\max}(\mathrm{x}_{\max}) = max\left\{\sum_r \mathrm{E}_{\text{пищ}}^{\mathrm{A},r}(\mathrm{x}), \sum_r \mathrm{E}_{\text{пищ}}^{\mathrm{B},r}(\mathrm{x}), \sum_r \mathrm{E}_{\text{пищ}}^{\mathrm{C},r}(\mathrm{x}), \sum_r \mathrm{E}_{\text{пищ}}^{\mathrm{D},r}(\mathrm{x}), \sum_r \mathrm{E}_{\text{пищ}}^{\mathrm{E},r}(\mathrm{x}), \sum_r \mathrm{E}_{\text{пищ}}^{\mathrm{F},r}(\mathrm{x})\right\}, \qquad (11)$$

где $E_{\text{пищ}}^{A,r}(x)$, $E_{\text{пищ}}^{B,r}(x)$, $E_{\text{пищ}}^{C,r}(x)$, $E_{\text{пищ}}^{D,r}(x)$, $E_{\text{пищ}}^{E,r}(x)$ и $E_{\text{пищ}}^{F,r}(x)$ – эффективные дозы от внутреннего облучения, обусловленные радионуклидом r, содержащимся в потребляемых местных пищевых продуктах, при категориях устойчивости атмосферы A, B,

C, D, E и F соответственно, рассчитываемые по формуле (9) настоящего Руководства по безопасности.

18. Получаемое значение x_{max} из формулы (11) рекомендуется использовать для расчета значения $E_{max>10}(x, x_{max})$ с учетом следующих допущений:

если полученное из формулы (11) значение x_{max} достигается внутри санитарно-защитной зоны (далее – СЗЗ) и на использование земель СЗЗ для сельскохозяйственных целей нет разрешения органов государственного санитарно-эпидемиологического надзора и положительного санитарно-эпидемиологического заключения на производимую продукцию в соответствии с пунктом 5.4 СП 2.6.1.2216-07 «2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения радиационных объектов. Условия эксплуатации и обоснование границ», утвержденных постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 29 мая 2007 г. № 30 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 27 июня 2007 г., регистрационный № 9727) (далее – СП СЗЗ и ЗН-07), и (или) если пищевые продукты и корма для скота в СЗЗ не производятся и (или) выпас скота на территории СЗЗ не осуществляется, то значение x_{max} рекомендуется принимать равным расстоянию от точечного источника или от центра площадного источника аварийного выброса до границы СЗЗ;

если полученное из формулы (11) значение x_{max} достигается за пределами СЗЗ либо если полученное значение x_{max} находится внутри СЗЗ и на использование земель СЗЗ для сельскохозяйственных целей есть разрешение органов государственного санитарно-эпидемиологического надзора и положительное санитарно-эпидемиологическое заключение на производимую продукцию в соответствии с пунктом 5.4 СП СЗЗ и ЗН-07, то для расчета значения $E_{max>10}(x, x_{max})$ рекомендуется использовать значение x_{max}, полученное из формулы (11);

если у ОЯТЦ отсутствует СЗЗ, выходящая за пределы промплощадки, и полученное из формулы (11) значение x_{max} достигается внутри промплощадки, то значение x_{max} рекомендуется принимать равным расстоянию от точечного источника или от центра площадного источника аварийного выброса до границы промплощадки.

19. При оценке эффективной дозы внутреннего облучения, обусловленного потреблением пищевых продуктов, $E_{пищ}^{j,\tau}(x)$, рекомендуется учитывать только те продукты питания, которые характерны для местности, на которой располагается ОЯТЦ.

20. Расчет эффективной дозы внутреннего облучения от ингаляции за счет вторичного ветрового подъема, $E_{\text{ввп}}^{j,r}(x)$, рекомендуется проводить по формуле:

$$E_{\text{ввп}}^{j,r}(x) = Cl^{j,r}(x) \cdot R_{\text{инг}}^{r} \cdot U_{\text{инг}}^{r} \int_{T_0}^{T} 0,04 \cdot \frac{(T + T_{1/2})}{\ln(2)} \cdot R(t)dt, \qquad (12)$$

$$R(t) = A_1 \exp(B_1 \cdot t) + A_2 \exp(B_2 \cdot t) + C, \qquad (13)$$

где:

$R(t)$ – коэффициент дефляции, $м^{-1}$;

$T_{1/2}$ – период полураспада радионуклида r, год;

A_1, A_2, C – константы, принимающие значения $1{,}93 \cdot 10^{-6}$, $1{,}71 \cdot 10^{-8}$ и $1{,}00 \cdot 10^{-9}$, $м^{-1}$;

B_1, B_2 – константы, принимающие значения -14,235 и -0,9125, $год^{-1}$;

T_0 и T – начало и конец временного интервала, соответствующего конкретному году за период, начинающийся с окончания первого года после аварии, год.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Рекомендуемые методы оценки
и прогнозирования радиационных последствий
аварий на объектах ядерного топливного
цикла», утвержденному приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 16 ноября 2017 г. № 479

Рекомендации по расчету концентраций радионуклидов в компонентах окружающей среды

1. Расчет концентраций радионуклидов в атмосферном воздухе при сценариях 1, 2, 3 и 5

1.1. Расчет временного интеграла концентрации радионуклида r, взвешенного в приземном слое атмосферного воздуха, $C^{j,r}(x)$, для таких источников формирования радиоактивного аварийного выброса, как пожар на открытой территории ОЯТЦ (сценарий 1); ветровой унос радиоактивных веществ с загрязненных площадей, размещенных на открытой территории ОЯТЦ, за счет экстремальных ветровых нагрузок (сценарий 2); выброс через вытяжные вентиляционные системы в атмосферный воздух радиоактивных веществ в составе технологических сдувок или в составе воздуха, забранного из помещений ОЯТЦ, а также выброс радиоактивных веществ через неплотности зданий, в том числе при возникновении СЦР (сценарий 3); выброс на открытой территории ОЯТЦ при возникновении СЦР (сценарий 5) рекомендуется проводить по следующей формуле:

$$C^{j,r}(x) = Q_r \cdot G^{j,r}(x), \qquad (1)$$

где:

Q_r – активность радионуклида r в аварийном выбросе, Бк;

$G^{j,r}(x)$ – фактор разбавления радионуклида r в приземном слое атмосферы на расстоянии x от источника аварийного выброса, с/м^3.

Рекомендуемый порядок расчета величины $G^{j,r}(x)$ для сценариев 1 и 2 изложен в разделе 2 приложения № 2 настоящего Руководства по безопасности, а для сценариев 3 и 5 – в разделе 1 приложения № 2 настоящего Руководства по безопасности.

1.2. Расчет интеграла от распределенной по высоте концентрации радионуклида r по вертикальному направлению распространения аварийного выброса $C_z^{j,r}(x)$ для таких источников формирования радиоактивного аварийного выброса, как пожар на открытой территории ОЯТЦ (сценарий 1); ветровой унос радиоактивных веществ с загрязненных площадей,

размещенных на открытой территории ОЯТЦ, за счет экстремальных ветровых нагрузок (сценарий 2); выброс через вытяжные вентиляционные системы в атмосферный воздух радиоактивных веществ в составе технологических сдувок или в составе воздуха, забранного из помещений ОЯТЦ, а также выброс радиоактивных веществ через неплотности зданий, в том числе при возникновении СЦР (сценарий 3); выброс на открытой территории ОЯТЦ при возникновении СЦР (сценарий 5), рекомендуется проводить по следующей формуле:

$$C_z^{j,r}(x) = Q_r \cdot G_z^{j,r}(x), \qquad (2)$$

где $G_z^{j,r}(x)$ – фактор осаждения радионуклида r по вертикальному направлению распространения аварийного выброса, с/м^2.

Рекомендуемый порядок расчета величины $G_z^{j,r}(x)$ для сценариев 1 и 2 изложен в разделе 2 приложения № 2 настоящего Руководства по безопасности, а для сценариев 3 и 5 – в разделе 1 приложения № 2 настоящего Руководства по безопасности.

2. Расчет концентрации радионуклидов в атмосферном воздухе при сценарии 4

2.1. При расчете временного интеграла концентрации радионуклида r, взвешенного в приземном слое атмосферного воздуха на расстоянии x от источника аварийного выброса, $C^{j,r}(x)$, для такого источника формирования радиоактивного аварийного выброса, как возможные на открытой территории ОЯТЦ взрывы различного происхождения (сценарий 4), рекомендуется учитывать неравномерное распределение радионуклида r по высоте столба аварийного выброса. Для этого рекомендуется использовать следующую формулу:

$$C^{j,r}(x) = \sum_{h=1}^{5} \delta_h \cdot Q_r \cdot G^{j,r,h}(x), \qquad (3)$$

где:

δ_h – доля радионуклида r от его содержания в аварийном выбросе в целом, содержащаяся на относительной высоте H_h, рассчитываемой в соответствии с разделом 4 приложения № 3 настоящего Руководства по безопасности;

$G^{j,r,h}(x)$ – значения фактора разбавления радионуклида r в приземном слое атмосферы на расстоянии x от источника аварийного выброса, располагающегося на относительной высоте H_h, с/м^3;

$\sum_{h=1}^{5}[\ldots]$ – символ, обозначающий суммирование по всем относительным высотам, рассчитываемым в соответствии с разделом 4 приложения № 3 настоящего Руководства по безопасности.

Рекомендуемые значения δ_h приведены в таблице № 2 приложения № 4 настоящего Руководства по безопасности.

2.2. При расчете интеграла от распределенной по высоте концентрации радионуклида r по вертикальному направлению распространения аварийного выброса, $C_z^{j,r}(x)$, для такого источника формирования радиоактивного аварийного выброса, как возможные на открытой территории ОЯТЦ взрывы различного происхождения (сценарий 4), рекомендуется учитывать неравномерное распределение радионуклида r по высоте столба аварийного выброса. Для этого рекомендуется использовать следующую формулу:

$$C_z^{j,r}(x) = \sum_{h=1}^{5} \delta_h \cdot Q_r \cdot G_z^{j,r,h}(x), \qquad (4)$$

где $G_z^{j,r,h}(x)$ – значения фактора осаждения радионуклида r по вертикальному направлению от источника аварийного выброса, располагающегося на относительной высоте H_h, с/м^2.

2.3. Рекомендуемый порядок расчета величин $G^{j,r,h}(x)$ и $G_z^{j,r,h}(x)$ для сценария 4 изложен в разделе 2 приложения № 2 настоящего Руководства по безопасности.

3. Расчет удельных концентраций радионуклидов на поверхности почвы для сценариев 1 – 5

3.1. Расчет суммарного выпадения радионуклида r на поверхность земли за счет сухого и влажного осаждения, $Cl^{j,r}(x)$, рекомендуется проводить по следующей формуле:

$$Cl^{j,r}(x) = Vg^r \cdot C^{j,r}(x) + \Lambda \cdot C_z^{j,r}(x), \qquad (5)$$

где:

V_g^r – значение скорости осаждения радионуклида r на поверхность земли, м/с; значения V_g^r представлены в таблице № 3 приложения № 4 настоящего Руководства по безопасности;

Λ – величина постоянной вымывания радионуклида атмосферными осадками, с$^{-1}$; порядок расчета величины Λ изложен в разделе 3 приложения № 2 настоящего Руководства по безопасности.

4. Расчет удельных концентраций радионуклидов в продуктах питания для сценариев 1 – 5

4.1. Расчет величины удельной активности радионуклида r в продуктах питания, $C_n^{j,r}(x)$, рекомендуется проводить по следующей формуле:

$$C_n^{j,r}(x) = \left(Vg^r \cdot C^{j,r}(x) + 0,2 \cdot \Lambda \cdot C_z^{j,r}(x)\right) \cdot K_{1,n}^r + \left(Vg^r \cdot C^{j,r}(x) + \Lambda \cdot C_z^{j,r}(x)\right) \cdot K_{2,n}^r \ , \qquad (6)$$

где:

$K_{1,n}^{r}$ – нормированный на продуктивность коэффициент накопления «выпадение из атмосферы – содержание в продуктах питания» по стеблевому пути для продуктов молочного происхождения ($м^2$/л), растительного или животного происхождения ($м^2$/кг); значения $K_{1,n}^{r}$ приведены в таблице № 4 приложения № 4 настоящего Руководства по безопасности;

$K_{2,n}^{r}$ – нормированный на продуктивность коэффициент накопления «отложение на почве – содержание в продуктах питания» по корневому пути для продуктов молочного происхождения ($м^2$/л), растительного или животного происхождения ($м^2$/кг); значения $K_{2,n}^{r}$ приведены в таблице № 5 приложения № 4 настоящего Руководства по безопасности.

Если значения коэффициентов $K_{1,n}^{r}$ и $K_{2,n}^{r}$ для радионуклида *r*, присутствующего в аварийном выбросе, отсутствуют в таблицах № 4 и № 5 приложения № 4 настоящего Руководства по безопасности, рекомендуется принимать значения $K_{1,n}^{r}$ и $K_{2,n}^{r}$ из доступных справочных материалов.

4.2. При оценке радиационных последствий после первого года после аварии рекомендуется (в предположении, что облучение в этот период обусловлено преимущественно той частью активности, которая попала в продукты за счет корневого пути) принять, что нормированный на продуктивность коэффициент накопления $K_{1,n}^{r}$ равен нулю.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 2
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Рекомендуемые методы оценки
и прогнозирования радиационных последствий
аварий на объектах ядерного топливного
цикла», утвержденному приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 16 ноября 2017 г. № 479

Рекомендации по расчету факторов разбавления и осаждения

1. Расчет факторов разбавления и осаждения методом точечного источника аварийных выбросов для сценариев 3 и 5

1.1. Метод точечного источника аварийных выбросов для расчета факторов разбавления и осаждения рекомендуется применять с целью оценки радиационных последствий для таких источников формирования аварийного радиоактивного выброса, как выброс через вытяжные вентиляционные системы в атмосферный воздух радиоактивных веществ в составе технологических сдувок или в составе воздуха, забранного из помещений ОЯТЦ, а также выброс радиоактивных веществ через неплотности зданий, в том числе при возникновении СЦР (сценарий 3), или выброс на открытой территории ОЯТЦ при возникновении СЦР (сценарий 5).

1.2. Для расчета значений фактора разбавления радионуклида r в приземном слое атмосферы на расстоянии x от точечного источника аварийного выброса рекомендуется использовать следующую формулу:

$$G^{j,r}(x) = \frac{K_b \cdot F^{j,r}(x) \cdot \exp\left(-\frac{(h_T)^2}{2\cdot(\sigma_z^j(x+x_b))^2}\right)}{\pi \cdot \sigma_z^j(x+x_b) \cdot \sigma_y^j(x+x_b) \cdot u_j} + \frac{F^{j,r}(x) \cdot (1-K_b) \cdot \exp\left(-\frac{(H_j)^2}{2\cdot(\sigma_z^j(x))^2}\right)}{\pi \cdot \sigma_z^j(x) \cdot \sigma_y^j(x) \cdot u_j}, \quad (1)$$

где:

$G^{j,r}(x)$ – фактор разбавления радионуклида r в приземном слое атмосферы на расстоянии x от источника аварийного выброса, с/м^3;

K_b – безразмерный коэффициент, учитывающий долю радионуклидов, поступающих в зону аэродинамической тени;

$F^{j,r}(x)$ – безразмерная функция истощения радиоактивного облака;

$\sigma_y^j(x)$ и σ_z^j (x) – коэффициенты дисперсии радиоактивного облака в горизонтальном и вертикальном направлениях распространения радиоактивного облака на расстоянии x от точечного источника аварийного выброса для категории устойчивости атмосферы j, оцениваемые в соответствии с разделом 3 настоящего приложения, м;

h_T – высота трубы, из которой происходит аварийный выброс в атмосферу, м;

x_b – расстояние, на котором размещается виртуальный источник аварийного выброса, м; порядок расчета величины x_b приведен в разделе 3 настоящего приложения;

u_j – скорость ветра на высоте выброса радиоактивных веществ для категории устойчивости атмосферы j, м/с; при расчете фактора разбавления для таких источников формирования аварийного радиоактивного выброса, как выброс через вытяжные вентиляционные системы в атмосферный воздух радиоактивных веществ в составе технологических сдувок или в составе воздуха, забранного из помещений ОЯТЦ, а также выброс радиоактивных веществ через неплотности зданий (сценарий 3) или выброс на открытой территории ОЯТЦ при возникновении СЦР (сценарий 5), рекомендуется использовать скорость ветра, рассчитанную по формуле (5) настоящего приложения;

H_j – эффективная высота радиоактивного выброса при категории устойчивости атмосферы j, рассчитываемая в соответствии с разделами 3 и 5 приложения № 3 настоящего Руководства по безопасности, м.

1.3. Рекомендуемая формула для расчета значений фактора осаждения радионуклида r по вертикальному направлению распространения аварийного выброса методом высокого источника аварийных выбросов имеет следующий вид:

$$G_z^{j,r}(x) = \frac{K_b \cdot F^{j,r}(x)}{\sqrt{2\cdot\pi}\cdot\sigma_y^j(x+x_b)\cdot u_j} + \frac{F^{j,r}(x)\cdot(1-K_b)}{\sqrt{2\cdot\pi}\cdot\sigma_y^j(x)\cdot u_j}, \qquad (2)$$

где $G_z^{j,r}(x)$ – фактор осаждения радионуклида r по вертикальному направлению распространения аварийного выброса, с/м^2.

1.4. Значение доли радионуклидов K_b, попадающих в зону аэродинамической тени, создаваемой расположенной в направлении распространения аварийного выброса застройкой, в зависимости от безразмерной приведенной высоты здания $\bar{h}_b$ рекомендуется определять по таблице № 1 приложения № 5 настоящего Руководства по безопасности.

1.5. Расчет приведенной высоты здания $\bar{h}_b$ рекомендуется проводить по следующей формуле:

$$\bar{h}_b = \frac{h_T - Hb}{H_{\text{Z}} - Hb}, \qquad (3)$$

где: $\overline{h}_b$ – приведенная высота здания, м; H_{IZ} – высота зоны возмущения, м; Hb – высота ближайшего здания, расположенного в направлении распространения радиоактивного облака, м.

1.6. Расчет высоты зоны возмущения H_{IZ} рекомендуется проводить по следующей формуле:

$$H_{IZ} = Hb \cdot \left(1 + \frac{Hb}{Hb + b}\right), \tag{4}$$

где b – ширина сечения здания, перпендикулярного направлению ветра, м.

1.7. При расчете фактора разбавления по формуле (1) и фактора осаждения по формуле (2) настоящего приложения для такого источника формирования аварийного радиоактивного выброса, как выброс через вытяжные вентиляционные системы в атмосферный воздух радиоактивных веществ в составе технологических сдувок или в составе воздуха, забранного из помещений ОЯТЦ, а также выброс радиоактивных веществ через неплотности зданий, в том числе при возникновении СЦР (сценарий 3), при отсутствии застройки рекомендуется принимать в формулах (1) и (2) настоящего приложения, что $K_b = 0$. Также в формулах (1) и (2) настоящего приложения для источника формирования аварийного радиоактивного выброса на открытой территории ОЯТЦ при возникновении СЦР (сценарий 5) рекомендуется принять $K_b = 0$.

1.8. Расчет скорости ветра на высоте выброса радиоактивных веществ для категории устойчивости атмосферы j по формулам (1) и (2) настоящего приложения для таких источников формирования аварийного радиоактивного выброса, как выброс через вытяжные вентиляционные системы в атмосферный воздух радиоактивных веществ в составе технологических сдувок или в составе воздуха, забранного из помещений ОЯТЦ, а также выброс радиоактивных веществ через неплотности зданий (сценарий 3) или выброс на открытой территории ОЯТЦ при возникновении СЦР (сценарий 5), рекомендуется проводить по следующей формуле:

$$u_j = \begin{cases} u_z \cdot \left(\dfrac{h_T}{z}\right)^{\varepsilon_j(z_0)} & \textit{для сценария 3} \\ u_z \cdot \left(\dfrac{z_0}{z}\right)^{\varepsilon_j(z_0)} & \textit{для сценария 5} \end{cases}, \tag{5}$$

где:

z – высота флюгера (рекомендуется принять равной 10 м);

u_z – скорость ветра на высоте флюгера, м/с;

h_T – геометрическая высота трубы от ее основания до устья, м; при расчете скорости ветра для выброса радиоактивных веществ через неплотности зданий рекомендуется в качестве величины h_T принимать половину высоты здания, а $K_b = 1$;

$\varepsilon_j(z_0)$ – безразмерный коэффициент, зависящий от категории устойчивости j; рекомендуемые значения $\varepsilon_j(z_0)$ приведены в таблице № 2 приложения № 5 настоящего Руководства по безопасности;

z_0 – коэффициент мезомасштабной шероховатости подстилающей поверхности, см; рекомендуемые значения z_0 приведены в таблице № 3 приложения № 5 настоящего Руководства по безопасности.

1.9. Для получения консервативной оценки скорости ветра на высоте подъема аварийного выброса рекомендуется принять скорости ветра на высоте флюгера (u_z) для категорий устойчивости атмосферы B, C, D, E равными 2 м/с, а для A, F – 1 м/с.

2. Расчет факторов разбавления и осаждения методом площадного источника аварийных выбросов для сценариев 1, 2 и 4

2.1. Метод площадного источника аварийных выбросов для расчета факторов разбавления и осаждения рекомендуется применять с целью оценки радиационных последствий для таких источников формирования аварийных радиоактивных выбросов, как пожар на открытой территории ОЯТЦ (сценарий 1), ветровой унос радиоактивных веществ с загрязненных площадей, размещенных на открытой территории ОЯТЦ, за счет экстремальных ветровых нагрузок (сценарий 2) или возможные на открытой территории ОЯТЦ взрывы различного происхождения (сценарий 4).

2.2. Для расчета значений фактора разбавления радионуклида r в приземном слое атмосферы на расстоянии x от такого площадного источника аварийного выброса, как пожар на открытой территории ОЯТЦ (сценарий 1), рекомендуется использовать следующую формулу:

$$G^{j,r}(x) = \frac{F^{j,r}(x)}{\pi \cdot \sigma_z^j(x+d_z) \cdot \sigma_y^j(x+d_y) \cdot u_j} \cdot \exp\left[\frac{-H_j^2}{2 \cdot \sigma_z^j(x+d_z)^2}\right], \qquad (6)$$

где:

u_j – скорость ветра на высоте выброса радиоактивных веществ для категории устойчивости атмосферы j, м/с;

H_j – эффективная высота выброса, которую рекомендуется рассчитывать в соответствии с разделом 1 приложения № 3 настоящего Руководства по безопасности, м;

d_y и d_z – коэффициенты, отвечающие за формирование виртуального источника аварийного выброса в горизонтальном и вертикальном направлениях распространения аварийного выброса на расстоянии x, м;

$\sigma_z^j(x)$ и $\sigma_y^j(x)$ – рекомендуется рассчитывать по формулам (19) и (20) настоящего приложения.

2.3. Для расчета значений фактора осаждения радионуклида r по вертикальному направлению распространения аварийного выброса от такого площадного источника аварийного выброса, как пожар на открытой

территории ОЯТЦ (сценарий 1), рекомендуется использовать следующую формулу:

$$G_z^{j,r}(x) = \frac{F^{j,r}(x)}{\sqrt{2\cdot\pi}\cdot\sigma_y^j(x+d_y)\cdot u_j}. \qquad (7)$$

2.4. Расчет скорости ветра (u_j) на эффективной высоте аварийного выброса для категории устойчивости атмосферы j по формулам (6) и (7) настоящего приложения рекомендуется проводить по следующей формуле:

$$u(H_j) = u_z \cdot \left(\frac{H_j}{z}\right)^{p_j}, \qquad (8)$$

где:

z – высота флюгера, м (рекомендуется принять равной 10 м);

u_z – скорость ветра на высоте флюгера, м/с; рекомендуемые значения u_z для различных категорий устойчивости атмосферы приведены в пункте 2.5 приложения № 2 настоящего Руководства по безопасности;

p_j – безразмерный экспоненциальный фактор; рекомендуемые значения p_j приведены в таблице № 4 приложения № 5 настоящего Руководства по безопасности.

2.5. Для получения консервативной оценки скорости ветра на высоте подъема аварийного выброса рекомендуется принять скорости ветра на высоте флюгера (u_z) для категорий устойчивости атмосферы B, C, D, E равными 2 м/с, а для A, F – 1 м/с.

2.6. Расчет коэффициентов d_z и d_y рекомендуется проводить по следующим формулам:

$$d_z = \left(\frac{R}{2\cdot p_z^j}\right)^{\frac{1}{q_z^j}}; \qquad (9)$$

$$d_y = \begin{cases} \left(\dfrac{R}{2\cdot p_y^j}\right)^{\frac{1}{q_y^j}} \text{ при } 0 \le x \le 10000 \text{ м} \\ \left(\dfrac{R}{2\cdot p_y^j \cdot 10000^{(q_y^j - 0.5)}}\right)^{2} \text{ при } 10000 < x \le 50000 \text{ м} \end{cases}, \qquad (10)$$

где:

R – эквивалентный радиус поверхности на открытой территории ОЯТЦ, на которой произошел пожар (сценарий 1) либо взрыв (сценарий 4), м;

$q_z^j, p_z^j, q_y^j, p_y^j$ – безразмерные коэффициенты диффузии для категории устойчивости атмосферы j.

В таблице № 5 приложения № 5 настоящего Руководства по безопасности приведены рекомендуемые значения коэффициентов диффузии q_z^j, p_z^j, q_y^j, p_y^j для расчета $\sigma_z^j(x)$ и $\sigma_y^j(x)$.

2.7. Для расчета концентраций радионуклидов в атмосферном воздухе $C^{j,r}(x)$ и $C_z^{j,r}(x)$ для такого площадного источника, как возможные на открытой территории ОЯТЦ взрывы различного происхождения (сценарий 4), рекомендуется в качестве эффективной высоты радиоактивного выброса при категории устойчивости атмосферы j (H_j) использовать значения H_h, полученные по формуле (14) раздела 4 приложения № 3 настоящего Руководства по безопасности, и для каждого H_h рекомендуется выполнять расчет следующих величин в соответствии с настоящим приложением:

$G^{j,r,h}(x)$ и $G_z^{j,r,h}(x)$ в формулах (3) и (4) приложения № 1 настоящего Руководства по безопасности по формулам (6) и (7) настоящего приложения;

u_j в формулах (6) и (7) настоящего приложения по формуле (8) настоящего приложения;

$F^{j,r}(x)$ в формулах (6) и (7) настоящего приложения по формуле (18) настоящего приложения;

d_y и d_z в формулах (6) и (7) настоящего приложения по формулам (9) и (10) настоящего приложения.

2.8. Для расчета значений фактора разбавления радионуклида r в приземном слое атмосферы на расстоянии x по формуле (11) и фактора осаждения радионуклида r по вертикальному направлению распространения аварийного выброса по формуле (13) настоящего приложения от такого площадного источника аварийного выброса, как ветровой унос радиоактивных веществ с загрязненных площадей, размещенных на открытой территории ОЯТЦ, за счет экстремальных ветровых нагрузок (сценарий 2) рекомендуется использовать следующие приближения:

площадной источник имеет форму квадрата со стороной $2a$;

площадной источник центрирован и каждая его сторона перпендикулярна направлению распространения радиоактивного облака;

формулы, использованные для расчета значений фактора разбавления радионуклида r в приземном слое атмосферы на расстоянии x и фактора осаждения по вертикальному направлению распространения аварийного выброса, применимы для расчета на расстояниях от a до 50 км.

2.9. Значения фактора разбавления радионуклида r в приземном слое атмосферного воздуха на расстоянии x от такого источника аварийного выброса, как ветровой унос радиоактивных веществ с загрязненных площадей, размещенных на открытой территории ОЯТЦ, за счет экстремальных ветровых нагрузок (сценарий 2) рекомендуется рассчитывать по следующей формуле:

$$G^{j,r}(x)=\int_{-a}^{a}\frac{F^{j,r}(x)}{\sqrt{2\cdot\pi}\cdot\sigma_z^j(x-\xi)\cdot u_j\cdot 4\cdot a^2}\cdot G^j(z,x-\xi)\cdot erf\left(\frac{a}{\sqrt{2}\cdot\sigma_y^j(x-\xi)}\right)d\xi, \qquad (11)$$

где:

$G^j(z,x-\xi)$ – фактор вертикальной дисперсии;

a – половина длины стороны площадного источника выброса, м;

ξ – переменная интегрирования, м;

z – переменная, характеризующая высоту над поверхностью земли (рекомендуется принять равной 1 м);

erf – функция ошибок;

u_j – скорость ветра на высоте шероховатости для категории устойчивости атмосферы j для экстремальных ветровых нагрузок (сценарий 2), которые рекомендуется принимать в соответствии с экстремальными ветровыми нагрузками, характерными для района размещения ОЯТЦ, м/с.

2.10. Расчет значения фактора вертикальной дисперсии рекомендуется проводить по следующей формуле:

$$G^j(z,x-\xi)=\sum_{n=-2}^{2}\exp\left(-\frac{(2\cdot n\cdot H_{mix}+(H_j-z))^2}{2\cdot\sigma_z^j(x-\xi)^2}\right)+\exp\left(-\frac{(2\cdot n\cdot H_{mix}-(H_j+z))^2}{2\cdot\sigma_z^j(x-\xi)^2}\right), \qquad (12)$$

где:

n – переменная суммирования;

H_{mix} – высота слоя перемешивания, м (рекомендуется принять равной 100 м);

H_j – эффективная высота выброса, которую рекомендуется рассчитывать в соответствии с разделом 2 приложения № 3 настоящего Руководства по безопасности, м.

2.11. Значения фактора осаждения радионуклида r по вертикальному направлению распространения аварийного выброса от такого площадного источника аварийного выброса, как ветровой унос радиоактивных веществ
с загрязненных площадей, размещенных на открытой территории ОЯТЦ, за счет экстремальных ветровых нагрузок (сценарий 2) рекомендуется рассчитывать по следующей формуле:

$$G_z^{j,r}(x)=\int_{-a}^{a}\frac{F^{j,r}(x)}{\sqrt{\pi}\cdot u_j\cdot 4\cdot a^2}\cdot erf\left(\frac{a}{\sqrt{2}\cdot\sigma_y^j(x-\xi)}\right)d\xi. \qquad (13)$$

3. Расчет параметров, необходимых для расчета факторов разбавления и осаждения для сценариев 1 – 5

3.1. Расчет функции истощения облака выброса за счет радиоактивного распада рекомендуется проводить по следующей формуле:

$$F_{rad}^{j,r}(x) = \exp(-\frac{\lambda_r \cdot x}{u_j}), \qquad (14)$$

где:

$F_{rad}^{j,r}(x)$ – безразмерная функция истощения облака выброса за счет радиоактивного распада радионуклида r;

λ_r – постоянная радиоактивного распада радионуклида r, $с^{-1}$.

3.2. Для радионуклидов с периодом полураспада более 10 суток функцию истощения облака за счет радиоактивного распада рекомендуется принимать равной 1.

3.3. Расчет функции истощения радиоактивного облака за счет сухого осаждения рекомендуется проводить по следующей формуле:

$$F_{dry}^{j,r}(x) = \exp\left(-\sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot \frac{Vg^r}{u_j} \cdot \int_0^x \frac{1}{\sigma_z^j(x)} \cdot \exp\left(-\frac{(H_j)^2}{2 \cdot (\sigma_z^j(x))^2}\right) dx\right). \qquad (15)$$

3.4. При расчете $E_{пов}^{j,r}(x)$ и $E_{ищ}^{j,r}(x)$ функцию истощения радиоактивного облака за счет процессов вымывания атмосферными осадками в формуле (18) настоящего приложения рекомендуется рассчитывать по следующей формуле:

$$F_{wet}^{j}(x) = \exp\left(-\Lambda \cdot \frac{x}{u_j}\right), \qquad (16)$$

где Λ – величина постоянной вымывания радионуклида r атмосферными осадками, $с^{-1}$.

3.5. При расчете $E_{обл}^{j,r}(x)$ и $E_{инг}^{j,r}(x)$ функцию истощения радиоактивного облака за счет процессов вымывания атмосферными осадками в формуле (18) настоящего приложения рекомендуется принять равной 1.

3.6. Расчет значений постоянной вымывания атмосферными осадками рекомендуется проводить по следующей формуле:

$$\Lambda = K_0 \cdot I \cdot Kr, \qquad (17)$$

где:

K_0 – безразмерная величина относительной вымывающей способности осадков других типов; рекомендуемое значение K_0 приведено в таблице № 6 приложения № 5 настоящего Руководства по безопасности;

I – интенсивность атмосферных осадков, которую рекомендуется принимать максимальной зарегистрированной за период времени, равный планируемому сроку дальнейшей эксплуатации ОЯТЦ, мм/ч;

Kr – стандартная величина вымывающей способности, ч/(мм·с) (для ИРГ рекомендуется принимать равной 0, для остальных радионуклидов равной – 10^{-5} ч/(мм·с).

3.7. Полную функцию истощения радиоактивного облака рекомендуется рассчитывать по следующей формуле:

$$F^{j,r}(x) = F^{j,r}_{rad}(x) \cdot F^{j,r}_{dry}(x) \cdot F^{j}_{wet}(x). \qquad (18)$$

3.8. Расчет коэффициентов дисперсии $\sigma^j_y(x)$ и $\sigma^j_z(x)$ для сценариев 1 – 5 рекомендуется проводить по следующим формулам:

$$\sigma^j_z(x) = p^j_z \cdot x^{q^j_z}; \qquad (19)$$

$$\sigma^j_y(x) = \begin{cases} p^j_y \cdot x^{q^j_y} \text{ при } 0 \le x \le 10000 \text{ м} \\ p^j_y \cdot 10000^{(q^j_y - 0.5)} \cdot x^{0.5} \text{ при } 10000 < x \le 50000 \text{ м} \end{cases}. \qquad (20)$$

3.9. В формулах (1) и (2) приложения № 2 настоящего Руководства по безопасности параметр x_b, характеризующий расстояние, на котором размещается виртуальный источник аварийного выброса, рекомендуется определять как корень следующего уравнения:

$$S_b = \pi \cdot \sigma^j_z(x_b) \cdot \sigma^j_y(x_b), \qquad (21)$$

где S_b – площадь сечения здания, расположенного перпендикулярно направлению распространения аварийного выброса, м^2.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 3
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Рекомендуемые методы оценки
и прогнозирования радиационных последствий
аварий на объектах ядерного топливного
цикла», утвержденному приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 16 ноября 2017 г. № 479

Рекомендации для проведения расчета характеристик подъема аварийного выброса

1. Расчет высоты подъема аварийного выброса при сценарии 1

1.1. Для определения высоты подъема радиоактивного облака рекомендуется разрешить уравнение (1) настоящего приложения относительно H_j, подставив в него вместо $u(H_j)$ правую часть уравнения (8) приложения № 2 настоящего Руководства по безопасности.

$$H_j = \begin{cases} 1,6 \cdot F^{\frac{1}{3}} \cdot \dfrac{X^{\frac{2}{3}}}{u(H_j/2)} & \text{для категорий устойчивости } A, B, C \text{ и } D \\ 2,6 \cdot \left(\dfrac{F}{u(H_j) \cdot S} \right)^{\frac{1}{3}} & \text{для категорий устойчивости } E \text{ и } F \end{cases}, \quad (1)$$

где:

H_j – высота подъема радиоактивного облака, образовавшегося в результате пожара, м;

F – поток плавучести радиоактивного облака, образовавшегося в результате пожара, $м^4/с^3$;

X – расстояние от источника пожара до точки достижения радиоактивным облаком высоты подъема, м;

$u(H_j)$ – скорость ветра на высоте H_j для категории устойчивости атмосферы j, м/с;

S – коэффициент пропорциональности, $м/(с^2 \cdot °K)$.

1.2. Расчет величины потока плавучести радиоактивного облака рекомендуется проводить по следующей формуле:

$$F = 0,003 \cdot \frac{Q}{T_a}, \quad (2)$$

где: Q – скорость выделения количества тепла, Дж/с;

T_a – температура атмосферного воздуха на момент аварии, °K;

0,003 – коэффициент пропорциональности, $(м^4 \cdot °K)/(с^2 \cdot Дж)$.

1.3. Для получения консервативных оценок высоты подъема аварийного выброса рекомендуется использовать максимальную температуру атмосферного воздуха, характерную для региона, в котором расположен ОЯТЦ.

1.4. Расчет величины скорости тепловой эмиссии рекомендуется проводить по следующей формуле:

$$Q = 2{,}86 \cdot 10^7 \cdot \frac{V}{t_z}, \qquad (3)$$

где:

V – объем сгоревшего топлива, $м^3$;

t_z – время горения топлива объемом V, с;

$2{,}86 \cdot 10^7$ – коэффициент пропорциональности, $Дж/м^3$.

1.5. Расчет расстояния от источника выброса до точки достижения радиоактивным облаком высоты подъема рекомендуется проводить по следующей формуле:

$$X = \begin{cases} 119 \cdot F^{0.4} \ при \ F \geq 55 \\ 49 \cdot F^{0.625} \ при \ F < 55 \end{cases} . \qquad (4)$$

1.6. Расчет коэффициента пропорциональности высоты подъема аварийного выброса рекомендуется проводить по следующей формуле:

$$S = \begin{cases} \frac{0{,}196}{T_a} \ для \ категории \ устойчивости \ E \\ \frac{0{,}343}{T_a} для \ категорий \ устойчивости \ F \end{cases} . \qquad (5)$$

2. Расчет высоты подъема аварийного выброса при сценарии 2

2.1. Для такого источника формирования аварийного радиоактивного выброса, как ветровой унос радиоактивных веществ с загрязненных площадей, размещенных на открытой территории ОЯТЦ, за счет экстремальных ветровых нагрузок (сценарий 2), рекомендуется принять, что величина эффективной высоты выброса H_f равна высоте шероховатости поверхности, значение которой рекомендуется принимать в соответствии с таблицей № 3 приложения № 5 к настоящему Руководству по безопасности.

3. Расчет высоты подъема аварийного выброса при сценарии 3

3.1. Для расчета высоты подъема радиоактивного облака из трубы рекомендуется использовать следующую формулу:

$$H_j = h_T + \Delta H_j - C_j, \qquad (6)$$

где:

h_T – геометрическая высота трубы от ее основания до устья, м;

ΔH_j – динамический (скоростной) и тепловой подъем радиоактивного облака над устьем трубы, м;

C_j – поправка на скос траектории радиоактивного облака при слабом ветре от влияния аэродинамической тени самой трубы, м.

3.2. Расчет поправки на скос траектории радиоактивного облака при слабом ветре от влияния аэродинамической тени рекомендуется проводить по следующей формуле:

$$C_j = \begin{cases} 0 \text{ при } w_0 > 1{,}5 \cdot u_j \\ 3 \cdot \left(1{,}5 - \dfrac{w_0}{u_j}\right) \cdot d \text{ при } w_0 < 1{,}5 \cdot u_j \end{cases}, \qquad (7)$$

где: w_0 – скорость истечения выбрасываемых газов, м/с; d–диаметр устья трубы, м.

3.3. Расчет динамического (скоростного) и теплового подъема радиоактивного облака над устьем источника для всех погодных условий рекомендуется проводить по модифицированным формулам Неттервилла:

для категории D (безразличной стратификации атмосферы):

$$\Delta H_j = \left(\frac{3}{\beta^2 \cdot u_j \cdot f^2} (F + f \cdot M_0 - (f \cdot M_0 + F(1 + f \cdot t_j)) \cdot e^{-f \cdot t_j}) + \left(\frac{R_0^j}{\beta} \right)^3 \right)^{\frac{1}{3}} - \frac{R_0^j}{\beta} \quad ; \qquad (8)$$

для категории A, B и C (условий неустойчивости):

$$\Delta H_j = \left(\frac{3}{2 \cdot \beta^2 \cdot u_j \cdot s} \left(M_0 \left(s \cdot t_j + \frac{1 - e^{-2 s \cdot t_j}}{2} \right) + \frac{F}{s} \left(s \cdot t_j - \frac{1 - e^{-2 s \cdot t_j}}{2} \right) \right) + \left(\frac{R_0^j}{\beta} \right)^3 \right)^{\frac{1}{3}} - \frac{R_0^j}{\beta} \quad ; \qquad (9)$$

для категорий E и F (устойчивых условий):

$$\Delta H_j = \left(\frac{3}{2 \cdot \beta^2 \cdot u_j \cdot s^2} (F + s \cdot M_0 + (s \cdot M_0 (\sin(s \cdot t_j) - \cos(s \cdot t_j)) - F(\sin(s \cdot t_j) + \cos(s \cdot t_j))) \cdot e^{-s \cdot t_j}) + \left(\frac{R_0^j}{\beta} \right)^3 \right)^{\frac{1}{3}} - \frac{R_0^j}{\beta}, \qquad (10)$$

где: f – характерная частота спектра турбулентности при нейтральной атмосфере, $с^{-1}$ (рекомендуется принять равной $0{,}7 \cdot 10^{-2}$ $с^{-1}$);

M_0 – величина, пропорциональная потоку кинетической энергии истекающей струи аварийного выброса, $м^4/с^2$;

$t_j = x/u_j$ – время движения облака по ветру до расстояния x;

R_0' – начальный радиус струи аварийного выброса с поправкой Ханны, м;

β – безразмерная константа переноса; рекомендуемые значения β приведены в таблице № 7 приложения № 5 настоящего Руководства по безопасности;

s – параметр устойчивости атмосферы, $с^{-1}$; рекомендуемые значения s приведены в таблице № 7 приложения № 5 настоящего Руководства по безопасности.

3.4. Расчет величины потока плавучести радиоактивного облака рекомендуется проводить по следующей формуле:

$$F = 0{,}25 \cdot \frac{\Delta T}{T_a} \cdot g \cdot w_0 \cdot d^2, \qquad (11)$$

где $\Delta T = T - T_a$ – разность температур выбрасываемого T и атмосферного T_a воздуха, °С.

3.5. Для получения консервативных оценок высоты подъема аварийного выброса радиоактивных веществ при выбросе через вытяжные вентиляционные системы в атмосферный воздух радиоактивных веществ в составе технологических сдувок или в составе воздуха, забранного из помещений ОЯТЦ, а также при выбросе радиоактивных веществ через неплотности зданий (сценарий 3) рекомендуется использовать максимальную температуру атмосферного воздуха для региона, в котором расположен ОЯТЦ.

3.6. Расчет величины, пропорциональной потоку кинетической энергии истекающей струи аварийного выброса из трубы, рекомендуется проводить по следующей формуле:

$$M_0 = \left(w_0 \cdot \frac{d}{2} \right)^2. \qquad (12)$$

3.7. Расчет начального радиуса струи с поправкой Ханны рекомендуется проводить по следующей формуле:

$$R_0' = \frac{d}{2} \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{w_0}{u_j}}. \qquad (13)$$

4. Расчет высоты подъема аварийного выброса при сценарии 4

4.1. Для расчета относительных высот столба аварийного выброса рекомендуется использовать следующую формулу:

$$H_h = \alpha_h \cdot h_{\text{обл}} + z_0, \qquad (14)$$

где:

H_h – относительная высота столба выброса радиоактивных веществ в атмосферу, м;

$h_{\text{обл}}$ – высота в наивысшей точке выброса, м;

α_h – безразмерный коэффициент, характеризующий высотное распределение радионуклида r в столбе выброса; рекомендуемые значения α_h приведены в таблице № 2 приложения № 4 настоящего Руководства по безопасности.

4.2. Расчет высоты в наивысшей точке выброса рекомендуется проводить по следующей формуле:

$$h_{\text{обл}} = 123 \cdot w^{0,25}, \qquad (15)$$

где w – мощность взрыва, измеряемая в тротиловом эквиваленте, кг.

5. Расчет высоты подъема аварийного выброса при сценарии 5

5.1. Для источника формирования аварийного радиоактивного выброса на открытой территории ОЯТЦ при возникновении СЦР (сценарий 5) рекомендуется принять, что величина эффективной высоты выброса H_j равна высоте шероховатости поверхности, значение которой рекомендуется принимать в соответствии с таблицей № 3 приложения № 5 к настоящему Руководству по безопасности.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 4
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Рекомендуемые методы оценки
и прогнозирования радиационных последствий
аварий на объектах ядерного топливного
цикла», утвержденному приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 16 ноября 2017 г. № 479

Рекомендуемые значения параметров, используемых при расчете доз облучения человека и концентраций радионуклидов, поступающих в окружающую среду в результате аварии и распространяющихся по пищевым продуктам

Таблица № 1

Рекомендуемые значения суточных энергетических затрат для лиц из различных возрастных групп, ккал/сут*

Возрастная группа (g)	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Возраст	1 – 2 года	2 – 7 лет	7 – 12 лет	12 – 17 лет	>17
Энергетические затраты, ккал/сут	1400	2000	2600	3100	2900

* Значения энергетических затрат приняты в соответствии с руководством по безопасности «Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых для разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух» (РБ-106-15), утвержденным приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 ноября 2015 г. № 458.

Таблица № 2

Рекомендуемые значения безразмерных параметров α_k и δ_k для оценки концентрации радионуклида r*

№ п/п	**α_k**	**δ_k**
1	0,8	0,20
2	0,6	0,35
3	0,4	0,25
4	0,2	0,16
5	0	0,04

* Значения коэффициентов приняты в соответствии с документом HotSpot Health Physics Code. Version 3.0. User's Guide. Lawrence Livermore National Laboratory, 2013 (Руководство по использованию программного средства HotSpot, предназначенного для оценки радиационного воздействия).

Таблица № 3

Рекомендуемые значения скорости осаждения радионуклида *r* на поверхность земли V_g^r *

Группы радионуклидов	V_g^r, м/с
Молекулярный йод	0,020
Органический йод	0,001
Аэрозоли	0,008
Газы (ИРГ)	0

* Значения коэффициентов приняты в соответствии с документом «Методические указания по расчету радиационной обстановки в окружающей среде и ожидаемого облучения при кратковременных выбросах радиоактивных веществ в атмосферу». – М., Минатом России, 1998.

Таблица № 4

Рекомендуемые значения нормированного на продуктивность коэффициента накопления «выпадение из атмосферы – содержание в продуктах питания» по стеблевому пути загрязнения, $K_{1,n}^r$ *, м²/л (м²/кг)

Нуклид	Мясо	Молоко	Пшеница	Огурцы	Капуста	Картофель
^{22}Na	$6{,}2\cdot10^{-1}$	$8{,}2\cdot10^{-1}$	$8{,}2\cdot10^{-1}$	$2{,}6\cdot10^{-2}$	$3{,}5\cdot10^{-2}$	$8{,}7\cdot10^{-3}$
^{51}Cr	$3{,}1\cdot10^{-4}$	$3{,}2\cdot10^{-4}$	$1{,}1\cdot10^{-2}$	$2{,}4\cdot10^{-2}$	$3{,}8\cdot10^{-3}$	$9{,}6\cdot10^{-4}$
^{54}Mn	$1{,}2\cdot10^{-2}$	$3{,}2\cdot10^{-3}$	$5{,}6\cdot10^{-1}$	$2{,}6\cdot10^{-2}$	$2{,}7\cdot10^{-2}$	$6{,}8\cdot10^{-3}$
^{56}Mn	**	$2{,}3\cdot10^{-8}$	**	$2{,}0\cdot10^{-7}$	$5{,}9\cdot10^{-10}$	$1{,}5\cdot10^{-10}$
^{55}Fe	$2{,}6\cdot10^{-1}$	$6{,}4\cdot10^{-3}$	$8{,}3\cdot10^{-1}$	$2{,}6\cdot10^{-2}$	$3{,}5\cdot10^{-2}$	$8{,}8\cdot10^{-3}$
^{59}Fe	$1{,}0\cdot10^{-2}$	$3{,}0\cdot10^{-4}$	$4{,}3\cdot10^{-2}$	$2{,}5\cdot10^{-2}$	$6{,}5\cdot10^{-3}$	$1{,}6\cdot10^{-3}$
^{58}Co	$8{,}4\cdot10^{-2}$	$5{,}7\cdot10^{-3}$	$1{,}1\cdot10^{-1}$	$2{,}5\cdot10^{-2}$	$1{,}0\cdot10^{-2}$	$2{,}6\cdot10^{-3}$
^{60}Co	$3{,}0\cdot10^{-1}$	$1{,}7\cdot10^{-2}$	$9{,}1\cdot10^{-1}$	$2{,}7\cdot10^{-2}$	$3{,}7\cdot10^{-2}$	$9{,}4\cdot10^{-3}$
^{63}Ni	$5{,}3\cdot10^{-2}$	$5{,}3\cdot10^{-2}$	$9{,}9\cdot10^{-1}$	$2{,}7\cdot10^{-2}$	$4{,}0\cdot10^{-2}$	$1{,}0\cdot10^{-2}$
^{65}Zn	$8{,}2\cdot10^{-2}$	$8{,}8\cdot10^{-2}$	$4{,}8\cdot10^{-1}$	$2{,}6\cdot10^{-2}$	$2{,}4\cdot10^{-2}$	$6{,}1\cdot10^{-3}$
^{89}Sr	$1{,}8\cdot10^{-5}$	$7{,}4\cdot10^{-5}$	$5{,}6\cdot10^{-2}$	$2{,}5\cdot10^{-2}$	$7{,}4\cdot10^{-3}$	$1{,}8\cdot10^{-3}$
^{90}Sr	$5{,}6\cdot10^{-4}$	$1{,}8\cdot10^{-3}$	$9{,}8\cdot10^{-1}$	$2{,}7\cdot10^{-2}$	$4{,}0\cdot10^{-2}$	$9{,}9\cdot10^{-3}$
^{90}Y	$1{,}7\cdot10^{-8}$	$1{,}2\cdot10^{-9}$	$1{,}4\cdot10^{-13}$	$8{,}6\cdot10^{-3}$	$1{,}2\cdot10^{-4}$	$3{,}0\cdot10^{-5}$
^{91}Y	$1{,}1\cdot10^{-4}$	$2{,}3\cdot10^{-7}$	$7{,}7\cdot10^{-2}$	$2{,}5\cdot10^{-2}$	$8{,}6\cdot10^{-3}$	$2{,}1\cdot10^{-3}$
^{95}Zr	$2{,}6\cdot10^{-2}$	$3{,}7\cdot10^{-6}$	$9{,}2\cdot10^{-2}$	$2{,}5\cdot10^{-2}$	$9{,}4\cdot10^{-3}$	$2{,}3\cdot10^{-3}$
^{97}Zr	$1{,}6\cdot10^{-11}$	$1{,}5\cdot10^{-9}$	**	$1{,}2\cdot10^{-3}$	$5{,}7\cdot10^{-6}$	$1{,}4\cdot10^{-6}$
^{95}Nb	$4{,}6\cdot10^{-2}$	$4{,}3\cdot10^{-4}$	$2{,}2\cdot10^{-2}$	$2{,}4\cdot10^{-2}$	$5{,}0\cdot10^{-3}$	$1{,}2\cdot10^{-3}$
^{99}Mo	$6{,}1\cdot10^{-6}$	$1{,}5\cdot10^{-4}$	$9{,}6\cdot10^{-13}$	$9{,}2\cdot10^{-3}$	$1{,}4\cdot10^{-4}$	$3{,}5\cdot10^{-5}$
^{99}Tc	$9{,}2\cdot10^{-1}$	$3{,}7\cdot10^{-1}$	1	$2{,}7\cdot10^{-2}$	$4{,}0\cdot10^{-2}$	$1{,}0\cdot10^{-2}$
^{103}Ru	$5{,}8\cdot10^{-2}$	$7{,}4\cdot10^{-6}$	$3{,}1\cdot10^{-2}$	$2{,}4\cdot10^{-2}$	$5{,}6\cdot10^{-3}$	$1{,}4\cdot10^{-3}$
^{106}Ru	$9{,}2\cdot10^{-1}$	$5{,}9\cdot10^{-5}$	$6{,}1\cdot10^{-1}$	$2{,}6\cdot10^{-2}$	$2{,}9\cdot10^{-2}$	$7{,}2\cdot10^{-3}$
^{105}Rh	$2{,}4\cdot10^{-7}$	$5{,}9\cdot10^{-4}$	$8{,}5\cdot10^{-6}$	$9{,}9\cdot10^{-3}$	$3{,}8\cdot10^{-5}$	$9{,}4\cdot10^{-6}$
^{110m}Ag	$2{,}2\cdot10^{-1}$	$5{,}3\cdot10^{-1}$	$4{,}9\cdot10^{-1}$	$2{,}6\cdot10^{-2}$	$2{,}5\cdot10^{-2}$	$6{,}2\cdot10^{-3}$
^{125m}Te	$3{,}2\cdot10^{-2}$	$3{,}9\cdot10^{-3}$	$7{,}5\cdot10^{-2}$	$2{,}5\cdot10^{-2}$	$8{,}5\cdot10^{-3}$	$2{,}1\cdot10^{-3}$

Нуклид	Мясо	Молоко	Пшеница	Огурцы	Капуста	Картофель
^{127m}Te	$6{,}2\cdot10^{-2}$	$7{,}0\cdot10^{-3}$	$2{,}2\cdot10^{-1}$	$2{,}6\cdot10^{-2}$	$1{,}5\cdot10^{-2}$	$3{,}8\cdot10^{-3}$
^{129m}Te	$1{,}6\cdot10^{-2}$	$2{,}2\cdot10^{-3}$	$2{,}0\cdot10^{-2}$	$2{,}4\cdot10^{-2}$	$4{,}7\cdot10^{-3}$	$1{,}2\cdot10^{-3}$
^{131m}Te	$7{,}6\cdot10^{-8}$	$1{,}7\cdot10^{-5}$	$1{,}9\cdot10^{-6}$	$3{,}5\cdot10^{-3}$	$2{,}0\cdot10^{-5}$	$6{,}4\cdot10^{-6}$
^{132}Te	$5{,}0\cdot10^{-5}$	$9{,}8\cdot10^{-5}$	$4{,}1\cdot10^{-11}$	$1{,}1\cdot10^{-2}$	$1{,}9\cdot10^{-4}$	$4{,}8\cdot10^{-5}$
^{129}I	$1{,}8\cdot10^{-1}$	$3{,}7\cdot10^{-1}$	1	$2{,}7\cdot10^{-2}$	$4{,}0\cdot10^{-2}$	$1{,}0\cdot10^{-2}$
^{131}I	$7{,}1\cdot10^{-4}$	$4{,}6\cdot10^{-3}$	$1{,}1\cdot10^{-5}$	$1{,}8\cdot10^{-2}$	$8{,}1\cdot10^{-4}$	$2{,}0\cdot10^{-4}$
^{133}I	$6{,}5\cdot10^{-10}$	$8{,}2\cdot10^{-5}$	**	$1{,}8\cdot10^{-3}$	$7{,}4\cdot10^{-6}$	$2{,}5\cdot10^{-6}$
^{134}Cs	$9{,}2\cdot10^{-2}$	$2{,}2\cdot10^{-1}$	$7{,}8\cdot10^{-1}$	$2{,}6\cdot10^{-2}$	$3{,}4\cdot10^{-2}$	$8{,}4\cdot10^{-3}$
^{137}Cs	$1{,}1\cdot10^{-1}$	$2{,}6\cdot10^{-1}$	$9{,}8\cdot10^{-1}$	$2{,}7\cdot10^{-2}$	$4{,}0\cdot10^{-2}$	$9{,}9\cdot10^{-3}$
^{140}Ba	$1{,}4\cdot10^{-5}$	$4{,}5\cdot10^{-6}$	$3{,}4\cdot10^{-4}$	$2{,}1\cdot10^{-2}$	$1{,}5\cdot10^{-3}$	$3{,}8\cdot10^{-4}$
^{140}La	$1{,}3\cdot10^{-9}$	$7{,}8\cdot10^{-9}$	**	$5{,}3\cdot10^{-3}$	$5{,}0\cdot10^{-5}$	$1{,}2\cdot10^{-5}$
^{141}Ce	$2{,}3\cdot10^{-4}$	$2{,}0\cdot10^{-6}$	$1{,}8\cdot10^{-2}$	$2{,}4\cdot10^{-2}$	$4{,}6\cdot10^{-3}$	$1{,}1\cdot10^{-3}$
^{143}Ce	**	**	**	**	$3{,}2\cdot10^{-5}$	$1{,}1\cdot10^{-5}$
^{144}Ce	$5{,}6\cdot10^{-3}$	$3{,}9\cdot10^{-5}$	$5{,}3\cdot10^{-1}$	$2{,}6\cdot10^{-2}$	$2{,}6\cdot10^{-2}$	$6{,}5\cdot10^{-3}$
^{143}Pr	$1{,}2\cdot10^{-4}$	$2{,}1\cdot10^{-7}$	$5{,}4\cdot10^{-4}$	$2{,}1\cdot10^{-2}$	$1{,}7\cdot10^{-3}$	$4{,}2\cdot10^{-4}$
^{147}Nd	$6{,}6\cdot10^{-5}$	$1{,}7\cdot10^{-7}$	$1{,}3\cdot10^{-4}$	0,020	$1{,}2\cdot10^{-3}$	$3{,}1\cdot10^{-4}$
^{153}Sm	$6{,}9\cdot10^{-8}$	$7{,}9\cdot10^{-9}$	**	$6{,}4\cdot10^{-3}$	$6{,}8\cdot10^{-5}$	$1{,}7\cdot10^{-5}$
^{181}W	$7{,}9\cdot10^{-2}$	$2{,}5\cdot10^{-3}$	$2{,}5\cdot10^{-1}$	$2{,}6\cdot10^{-2}$	$1{,}6\cdot10^{-2}$	$4{,}1\cdot10^{-3}$
^{239}Np	$6{,}6\cdot10^{-11}$	$1{,}9\cdot10^{-10}$	**	$7{,}9\cdot10^{-3}$	$1{,}0\cdot10^{-4}$	$2{,}6\cdot10^{-5}$
U***	$1{,}8\cdot10^{-3}$	$9{,}0\cdot10^{-3}$	1	$2{,}7\cdot10^{-2}$	$4{,}0\cdot10^{-2}$	$1{,}0\cdot10^{-2}$
Pu***	$1{,}1\cdot10^{-5}$	$2{,}1\cdot10^{-7}$	1	$2{,}7\cdot10^{-2}$	$4{,}0\cdot10^{-2}$	$1{,}0\cdot10^{-2}$

* Значения коэффициентов приняты в соответствии с документом «Безопасность в атомной энергетике. Том 1. Часть 1. Общие положения безопасности АЭС. Методы расчета распространения радиоактивных веществ с АЭС и облучения окружающего населения». – М., Энергоатомиздат, 1984.

** Пренебрежимо малое значение.

*** Приведенные значения одинаковы для всех изотопов элемента.

Таблица № 5

Рекомендуемые значения нормированного на продуктивность коэффициента накопления «отложение на почве – содержание в продуктах питания» по корневому пути, $K^{r}_{2,n}{}^{*}$, м²/л (м²/кг)

Нуклид	Мясо	Молоко	Пшеница	Огурцы	Капуста	Картофель
^{22}Na	$2{,}1\cdot10^{-4}$	$2{,}8\cdot10^{-4}$	$8{,}2\cdot10^{-4}$	$4{,}0\cdot10^{-5}$	$1{,}5\cdot10^{-4}$	$1{,}5\cdot10^{-4}$
^{51}Cr	**	**	$1{,}7\cdot10^{-9}$	$5{,}4\cdot10^{-9}$	$2{,}6\cdot10^{-9}$	$2{,}6\cdot10^{-9}$
^{54}Mn	$5{,}3\cdot10^{-7}$	$1{,}4\cdot10^{-7}$	$3{,}4\cdot10^{-4}$	$2{,}4\cdot10^{-5}$	$7{,}2\cdot10^{-5}$	$7{,}2\cdot10^{-5}$
^{56}Mn	**	**	**	**	**	**
^{55}Fe	$1{,}2\cdot10^{-6}$	$2{,}9\cdot10^{-8}$	$8{,}4\cdot10^{-4}$	$4{,}0\cdot10^{-5}$	$1{,}5\cdot10^{-4}$	$1{,}5\cdot10^{-4}$
^{59}Fe	$1{,}7\cdot10^{-11}$	$5{,}1\cdot10^{-13}$	$2{,}2\cdot10^{-7}$	$1{,}9\cdot10^{-7}$	$1{,}5\cdot10^{-7}$	$1{,}5\cdot10^{-7}$
^{58}Co	$2{,}2\cdot10^{-8}$	$1{,}4\cdot10^{-9}$	$4{,}4\cdot10^{-6}$	$1{,}5\cdot10^{-6}$	$1{,}8\cdot10^{-6}$	$1{,}8\cdot10^{-6}$
^{60}Co	$3{,}9\cdot10^{-5}$	$2{,}3\cdot10^{-6}$	$9{,}7\cdot10^{-4}$	$4{,}2\cdot10^{-5}$	$1{,}7\cdot10^{-4}$	$1{,}7\cdot10^{-4}$
^{63}Ni	$8{,}8\cdot10^{-5}$	$8{,}8\cdot10^{-5}$	$3{,}6\cdot10^{-4}$	$1{,}4\cdot10^{-5}$	$6{,}2\cdot10^{-5}$	$6{,}2\cdot10^{-5}$
^{65}Zn	$3{,}0\cdot10^{-5}$	$3{,}2\cdot10^{-5}$	$2{,}4\cdot10^{-4}$	$1{,}9\cdot10^{-5}$	$5{,}2\cdot10^{-5}$	$5{,}2\cdot10^{-5}$
^{89}Sr	$5{,}7\cdot10^{-12}$	$2{,}3\cdot10^{-11}$	$5{,}3\cdot10^{-7}$	$3{,}5\cdot10^{-7}$	$3{,}0\cdot10^{-7}$	$3{,}0\cdot10^{-7}$

Нуклид	Мясо	Молоко	Пшеница	Огурцы	Капуста	Картофель
^{90}Sr	$1{,}8\cdot10^{-6}$	$5{,}8\cdot10^{-6}$	$7{,}4\cdot10^{-4}$	$3{,}0\cdot10^{-5}$	$1{,}3\cdot10^{-4}$	$1{,}3\cdot10^{-4}$
^{90}Y	**	**	**	**	**	**
^{91}Y	$3{,}2\cdot10^{-12}$	**	$1{,}4\cdot10^{-6}$	$7{,}0\cdot10^{-7}$	$6{,}9\cdot10^{-7}$	$6{,}9\cdot10^{-7}$
^{95}Zr	$7{,}6\cdot10^{-11}$	**	$2{,}5\cdot10^{-6}$	$1{,}0\cdot10^{-6}$	$1{,}1\cdot10^{-6}$	$1{,}1\cdot10^{-6}$
^{97}Zr	**	**	**	**	**	**
^{95}Nb	$1{,}8\cdot10^{-10}$	$1{,}7\cdot10^{-12}$	$2{,}3\cdot10^{-8}$	$3{,}7\cdot10^{-8}$	$2{,}2\cdot10^{-8}$	$2{,}2\cdot10^{-8}$
^{99}Mo	**	**	**	**	**	**
^{99}Tc	$2{,}7\cdot10^{-2}$	$1{,}1\cdot10^{-2}$	$2{,}3\cdot10^{-7}$	$9{,}0\cdot10^{-9}$	$3{,}9\cdot10^{-8}$	$3{,}9\cdot10^{-8}$
^{103}Ru	$3{,}0\cdot10^{-9}$	$3{,}8\cdot10^{-13}$	$7{,}0\cdot10^{-8}$	$8{,}3\cdot10^{-8}$	$5{,}6\cdot10^{-8}$	$5{,}6\cdot10^{-8}$
^{106}Ru	$5{,}3\cdot10^{-5}$	$5{,}4\cdot10^{-9}$	$4{,}2\cdot10^{-4}$	$2{,}7\cdot10^{-5}$	$8{,}5\cdot10^{-5}$	$8{,}5\cdot10^{-5}$
^{105}Rh	**	**	**	**	**	**
^{110m}Ag	$3{,}2\cdot10^{-5}$	$7{,}5\cdot10^{-5}$	$2{,}5\cdot10^{-4}$	$2{,}0\cdot10^{-5}$	$5{,}4\cdot10^{-5}$	$5{,}4\cdot10^{-5}$
^{125m}Te	$4{,}4\cdot10^{-7}$	$5{,}5\cdot10^{-8}$	$1{,}4\cdot10^{-6}$	$6{,}7\cdot10^{-7}$	$6{,}6\cdot10^{-7}$	$6{,}6\cdot10^{-7}$
^{127m}Te	$1{,}0\cdot10^{-5}$	$1{,}2\cdot10^{-6}$	$3{,}0\cdot10^{-5}$	$5{,}3\cdot10^{-6}$	$8{,}9\cdot10^{-6}$	$8{,}9\cdot10^{-6}$
^{129m}Te	$6{,}2\cdot10^{-9}$	$8{,}5\cdot10^{-10}$	$1{,}5\cdot10^{-8}$	$2{,}7\cdot10^{-8}$	$1{,}5\cdot10^{-8}$	$1{,}5\cdot10^{-8}$
^{131m}Te	**	**	**	**	**	**
^{132}Te	**	**	**	**	**	**
^{129}I	$1{,}8\cdot10^{-3}$	$3{,}5\cdot10^{-3}$	$3{,}1\cdot10^{-9}$	$1{,}2\cdot10^{-10}$	$5{,}4\cdot10^{-10}$	$5{,}4\cdot10^{-10}$
^{131}I	**	**	**	**	**	**
^{133}I	**	**	**	**	**	**
^{134}Cs	$1{,}4\cdot10^{-5}$	$3{,}2\cdot10^{-5}$	$7{,}4\cdot10^{-4}$	$3{,}7\cdot10^{-5}$	$1{,}4\cdot10^{-4}$	$1{,}4\cdot10^{-4}$
^{137}Cs	$1{,}8\cdot10^{-4}$	$4{,}1\cdot10^{-4}$	$7{,}2\cdot10^{-4}$	$2{,}9\cdot10^{-5}$	$1{,}2\cdot10^{-4}$	$1{,}2\cdot10^{-4}$
^{140}Ba	**	**	**	**	**	**
^{140}La	**	**	**	**	**	**
^{141}Ce	$1{,}3\cdot10^{-13}$	*	$1{,}1\cdot10^{-8}$	$2{,}1\cdot10^{-8}$	$1{,}2\cdot10^{-8}$	$1{,}2\cdot10^{-8}$
^{143}Ce	**	**	**	**	**	**
^{144}Ce	$1{,}7\cdot10^{-8}$	$1{,}1\cdot10^{-10}$	$3{,}0\cdot10^{-4}$	$2{,}2\cdot10^{-5}$	$6{,}4\cdot10^{-5}$	$6{,}4\cdot10^{-5}$
^{143}Pr	**	**	**	$5{,}3\cdot10^{-13}$	$1{,}2\cdot10^{-13}$	$1{,}2\cdot10^{-13}$
^{147}Nd	**	**	**	**	**	**
^{153}Sm	**	**	**	**	**	**
^{181}W	$2{,}5\cdot10^{-7}$	$8{,}0\cdot10^{-9}$	$4{,}3\cdot10^{-5}$	$6{,}6\cdot10^{-6}$	$1{,}2\cdot10^{-5}$	$1{,}2\cdot10^{-5}$
^{239}Np	**	**	**	**	**	**
U^{***}	$5{,}3\cdot10^{-7}$	$2{,}7\cdot10^{-6}$	$7{,}1\cdot10^{-11}$	$2{,}8\cdot10^{-12}$	$1{,}2\cdot10^{-11}$	$1{,}2\cdot10^{-11}$
Pu^{***}	$3{,}2\cdot10^{-10}$	$6{,}4\cdot10^{-12}$	$2{,}0\cdot10^{-6}$	$8{,}0\cdot10^{-8}$	$3{,}5\cdot10^{-7}$	$3{,}5\cdot10^{-7}$

* Значения коэффициентов приняты в соответствии с документом «Безопасность в атомной энергетике. Том 1. Часть 1. Общие положения безопасности АЭС. Методы расчета распространения радиоактивных веществ с АЭС и облучения окружающего населения». – М., Энергоатомиздат, 1984.

** Пренебрежимо малое значение.

*** Приведенные значения одинаковы для всех изотопов элемента.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 5
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Рекомендуемые методы оценки
и прогнозирования радиационных последствий
аварий на объектах ядерного топливного
цикла», утвержденному приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 16 ноября 2017 г. № 479

Рекомендуемые значения параметров, используемых для расчета факторов разбавления и осаждения, а также высот аварийных выбросов

Таблица № 1

Рекомендуемые значения доли примеси K_b, попадающей в зону аэродинамической тени за зданием при низком выбросе, в зависимости от безразмерной приведенной высоты здания $\bar{h}_b$*

$\bar{h}_b$, м	K_b
≤0	1
0,05	0,984
0,1	0,960
0,2	0,906
0,3	0,808
0,4	0,662
0,5	0,500
0,6	0,338
0,7	0,192
0,8	0,094
0,9	0,040
0,95	0,014
≥1	0

Примечание. Промежуточные значения определяются методом линейной интерполяции.

* Значения коэффициентов приняты в соответствии с документом «Методические указания по расчету радиационной обстановки в окружающей среде и ожидаемого облучения при кратковременных выбросах радиоактивных веществ в атмосферу». – М., Минатом России, 1998.

Таблица № 2

Рекомендуемые значения параметра $\varepsilon_j(z_0)$, используемого для расчета изменения скорости ветра с высотой*

Категория устойчивости	z_0=0,05 м	z_0=0,1 м	z_0=1 м	z_0=3 м
A	0,05	0,08	0,16	0,27
B	0,06	0,09	0,17	0,28
C	0,06	0,11	0,20	0,31
D	0,12	0,16	0,27	0,37
E	0,34	0,32	0,38	0,47
F	0,53	0,54	0,61	0,69

* Значения коэффициентов приняты в соответствии с документом «Методические указания по расчету радиационной обстановки в окружающей среде и ожидаемого облучения при кратковременных выбросах радиоактивных веществ в атмосферу». – М., Минатом России, 1998.

Таблица № 3

Рекомендуемые значения коэффициента мезомасштабной шероховатости подстилающей поверхности z_0*

Тип подстилающей поверхности	z_0, м
Пастбище/луг/почва	0,05
Сельскохозяйственные территории	0,1
Лес/фруктовые деревья	1
Город	3

* Значения коэффициентов приняты в соответствии с документом Model Description of the Terrestrial Food Chain and Dose Module FDMT in RODOS PV4.0. Rodos Report Decision Support for Nuclear Emergencies, 1999 (Отчет: Описание модели программного средства Rodos, предназначенной для оценки радиационного воздействия, обусловленного потреблением загрязненных продуктов питания).

Таблица № 4

Рекомендуемые значения безразмерного экспоненциального фактора p_j*

Категория устойчивости					
A	B	C	D	E	F
0,07	0,07	0,10	0,15	0,35	0,55

* Значения коэффициентов приняты в соответствии с документом HotSpot. Health Physics Code. Version 3.0. User's Guide. Lawrence Livermore National Laboratory, 2013 (Руководство по использованию программного средства HotSpot, предназначенного для оценки радиационного воздействия).

Таблица № 5

Рекомендуемые значения безразмерных параметров p_y, p_z, q_y, q_z, используемые при расчетах σ_z и σ_y*

Высота выброса, м	Категория устойчивости атмосферы	Коэффициенты диффузии			
		p_y^j	q_y^j	p_z^j	q_z^j
$0 \le H < 50$	A	1,503	0,833	0,151	1,219
	B	0,876	0,823	0,127	1,108
	C	0,659	0,807	0,165	0,996
	D	0,640	0,784	0,215	0,885
	E	0,801	0,754	0,264	0,774
	F	1,294	0,718	0,241	0,662
$50 \le H < 100$	A	0,179	1,296	0,051	1,317
	B	0,324	1,025	0,070	1,151
	C	0,466	0,866	0,137	0,985
	D	0,504	0,818	0,265	0,818
	E	0,411	0,822	0,487	0,652
	F	0,253	1,057	0,717	0,486
$100 \le H < 180$	A	0,671	0,903	0,025	1,500
	B	0,415	0,903	0,033	1,320
	C	0,232	0,903	0,104	0,997
	D	0,208	0,903	0,307	0,734
	E	0,345	0,903	0,546	0,557
	F	0,671	0,903	0,484	0,500

* Значения коэффициентов приняты в соответствии с документом Description of the atmospheric dispersion module RIMPUFF, 1999 (документ: Описание модели атмосферного переноса RIMPUFF).

Таблица № 6

Рекомендуемые значения безразмерного коэффициента относительной вымывающей способности различного типа осадков K_θ*

Тип осадков	K_θ
Туман	5,0

* Значения коэффициентов приняты в соответствии с документом «Методические указания по расчету радиационной обстановки в окружающей среде и ожидаемого облучения при кратковременных выбросах радиоактивных веществ в атмосферу». – М., Минатом России, 1998.

Таблица № 7

Рекомендуемые значения параметра устойчивости *s* и безразмерной константы переноса β*

Категория устойчивости атмосферы	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
***s*, c^{-1}**	0,02	0,017	0,015	0,00	0,023	0,033
β	0,25	0,35	0,45	0,45	0,25	0,25

* Значения коэффициентов приняты в соответствии с документом «Методические указания по расчету радиационной обстановки в окружающей среде и ожидаемого облучения при кратковременных выбросах радиоактивных веществ в атмосферу». – М., Минатом России, 1998.

Руководство по безопасности при использовании атомной энергии
Рекомендуемые методы оценки и прогнозирования радиационных последствий аварий на объектах ядерного топливного цикла
РБ-134-17
Официальное издание
Ответственный за выпуск Синицына Т.В.
Верстка выполнена в ФБУ «НТЦ ЯРБ» в полном соответствии с приложением к приказу Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 16 ноября 2017 г. № 479

Подписано в печать 24.11.2017

ФБУ «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (ФБУ «НТЦ ЯРБ») является официальным издателем и распространителем нормативных актов Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 20.04.06 № 384), а также официальным распространителем документов МАГАТЭ на территории России.
Тираж 100 экз.
Отпечатано в ФБУ «НТЦ ЯРБ»
Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5

Товарный знак ФБУ «НТЦ ЯРБ» зарегистрирован в Государственном реестре товарных знаков и знаков обслуживания Российской Федерации 19.06.2017

РЕГИСТР ИСО 9001	Система менеджмента ISO 9001:2008 TÜVRheinland Данный продукт изготовлен компанией, система менеджмента качества которой сертифицирована в TUV Rheinland	Система менеджмента качества ФБУ «НТЦ ЯРБ» сертифицирована на соответствие требованиям международного стандарта ISO 9001:2008 и межгосударственного стандарта ГОСТ ISO 9001-2011

gost.e-ecolog.ru