



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ
(РОСТЕХНАДЗОР)

П Р И К А З

25 июля 2017 г.

№

281

Москва

**Об утверждении руководства по безопасности
при использовании атомной энергии «Рекомендуемые методы расчета
параметров, необходимых для разработки нормативов допустимых
сбросов радиоактивных веществ в водные объекты»**

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. № 401, приказываю:

Утвердить прилагаемое к настоящему приказу руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых для разработки нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты».

Врио руководителя

А.В. Ферапонтов

| | |
|---------------|----------|
| ФБУ «НТЦ ЯРБ» | |
| Уч.№ | 57 |
| Дата | 26.07.17 |
| Кол-во листов | 1+36 |

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от «25» июня 2017 г. № 281

**Руководство по безопасности
при использовании атомной энергии
«Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых
для разработки нормативов допустимых сбросов радиоактивных
веществ в водные объекты»
(РБ-126-17)**

I. Общие положения

1. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых для разработки нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты» (РБ-126-17) (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 атомных станций» (НП-001-15), утвержденных приказом Ростехнадзора от 17 декабря 2015 г. (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 2 февраля 2016 г., регистрационный № 40939); федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Общие положения обеспечения безопасности объектов ядерного топливного цикла (ОПБ ЯТЦ)» (НП-016-05), утвержденных постановлением Ростехнадзора от 2 декабря 2005 г. № 11 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 1 февраля 2006 г., регистрационный № 7433); федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Общие положения обеспечения безопасности исследовательских

ядерных установок» (НП-033-11), утвержденных приказом Ростехнадзора от 30 июня 2011 г. № 348 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 29 августа 2011 г., регистрационный № 21700) и федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения» (НП-058-14), утвержденных приказом Ростехнадзора от 5 августа 2014 г. № 347 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 14 ноября 2014 г., регистрационный № 34701).

2. Настоящее Руководство по безопасности содержит рекомендуемые Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору методы расчета параметров, используемых для разработки нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты.

3. Настоящее Руководство по безопасности предназначено для применения организациями, осуществляющими разработку нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты, а также специалистами Ростехнадзора, осуществляющими оценку и утверждение нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты.

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. Рекомендуемые методы расчета радиэкологических параметров, используемых для разработки нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты

5. Параметры, используемые для разработки нормативов допустимых сбросов (далее – ДС) радиоактивных веществ в водные объекты, рекомендуется рассчитывать в соответствии с соотношениями, изложенными в настоящем Руководстве по безопасности.

6. Для определения максимальных удельных активностей радионуклидов в воде водных объектов (далее – МУА), расчет которых требуется в соответствии с разделом VI Методики разработки нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты для водопользователей (далее – Методика), рекомендуется руководствоваться пунктами 7 – 27 настоящего Руководства по безопасности. Пример расчета МУА приведен в приложении № 1 к настоящему Руководству по безопасности.

7. При расчете МУА r -го радионуклида в воде водного объекта для пути внешнего облучения, связанного с купанием в водном объекте, рекомендуется формулу (7) Методики привести к следующему виду:

$$МУА_r^{купание} = \frac{1}{3,15 \cdot 10^7} \cdot \frac{\delta}{F_{r,внеш} \cdot \tau_{купание}}, \quad (1)$$

где δ – квота от предела годовой эффективной дозы (далее – ПД) на сбросы, выделенная для данной организации, Зв/год;

$3,15 \cdot 10^7$ – количество секунд в году;

$F_{r,внеш}$ – дозовый коэффициент внешнего облучения, $(Зв \cdot м^3) \cdot (Бк \cdot с)^{-1}$, рекомендуемые значения которого приведены в таблице № 1 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности;

$\tau_{купание}$ – время купания в долях года (безразмерная величина) (в случае отсутствия данных местных натурных исследований рекомендуется использовать значение из таблицы № 2 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности).

8. При расчете МУА r -го радионуклида в воде водного объекта для пути внешнего облучения, связанного с добычей (выловом) водных биологических ресурсов, рекомендуется формулу (7) Методики привести к следующему виду:

$$MUA_r^{\text{рыболовство}} = \frac{1}{3,15 \cdot 10^7} \cdot \frac{\delta}{F_{r,\text{внеш}} \cdot \tau_{\text{рыболовство}}}, \quad (2)$$

где δ – квота от ПД на сбросы, выделенная для данной организации, Зв/год;

$3,15 \cdot 10^7$ – количество секунд в году;

$F_{r,\text{внеш}}$ – дозовый коэффициент внешнего облучения, $(\text{Зв} \cdot \text{м}^3) \cdot (\text{Бк} \cdot \text{с})^{-1}$, рекомендуемые значения которого приведены в таблице № 1 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности;

$\tau_{\text{рыболовство}}$ – время рыбной ловли в долях года (безразмерная величина) (в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется использовать значение из таблицы № 2 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности).

9. При расчете МУА r -го радионуклида в воде водного объекта для пути внешнего облучения, связанного с пребыванием на пляже, рекомендуется формулу (7) Методики привести к следующему виду:

$$MUA_r^{\text{пребывание на пляже}} = \frac{1}{3,15 \cdot 10^7} \cdot \frac{\delta}{0,2 \cdot f_r \cdot \rho_s \cdot \Delta \cdot K_d^r \cdot \tau_{\text{пребывание на пляже}}}, \quad (3)$$

где δ – квота от ПД на сбросы, выделенная для данной организации, Зв/год;

$3,15 \cdot 10^7$ – количество секунд в году;

f_r – дозовый коэффициент, равный мощности эквивалентной дозы от поверхностного загрязнения почвы r -ым радионуклидом с единичной поверхностной активностью, $(\text{Зв} \cdot \text{м}^2) \cdot (\text{Бк} \cdot \text{с})^{-1}$, рекомендуемые значения которого приведены в таблице № 1 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности;

ρ_s – плотность загрязненной почвы, $\text{кг}/\text{м}^3$ (в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется принимать равной $1200 \text{ кг}/\text{м}^3$);

Δ – толщина загрязненного радионуклидами слоя почвы, м (в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется принимать равной 0,02 м);

$\tau_{\text{пребывание на пляже}}$ – время пребывания на пляже в долях года (безразмерная величина) (в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется использовать значение из таблицы № 2 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности);

K_d^r – коэффициент межфазного распределения «вода-почва», м³/кг, который рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$K_d^r = 6 \cdot \frac{1 - e^{-\lambda_r \cdot T_e}}{\lambda_r \cdot T_e} \cdot K_{\text{нд}}^r, \quad (4)$$

где λ_r – постоянная распада радионуклида, год⁻¹;

T_e – эффективное время накопления радионуклидов в донных отложениях, которое в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется принять равным одному году;

$K_{\text{нд}}^r$ – коэффициент межфазного распределения радионуклида r между водой и донными отложениями, м³/кг (в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется использовать данные из таблиц № 3 и № 4 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности).

10. При расчете МУА r -го радионуклида в воде водного объекта для пути внешнего облучения, связанного с пребыванием в поймах рек, рекомендуется формулу (7) Методики привести к следующему виду:

$$МУА_r^{\text{пребывание в пойме}} = \frac{1}{3,15 \cdot 10^7} \cdot \frac{\delta}{f_r \cdot \rho_s \cdot \Delta \cdot K_d^r \cdot \tau_{\text{пребывание в пойме}}}, \quad (5)$$

где δ – квота от ПД на сбросы, выделенная для данной организации, Зв/год;

$3,15 \cdot 10^7$ – количество секунд в году;

f_r – дозовый коэффициент, равный мощности эквивалентной дозы от поверхностного загрязнения почвы r -ым радионуклидом с единичной поверхностной активностью, $(Зв \cdot м^2) \cdot (Бк \cdot с)^{-1}$, рекомендуемые значения которого приведены в таблице № 1 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности;

ρ_s – плотность загрязненной почвы, $кг/м^3$ (в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется принимать равной $1200 кг/м^3$);

Δ – толщина загрязненного радионуклидами слоя почвы, м (в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется принимать равной $0,02 м$);

K_d^r – коэффициент межфазного распределения «вода-почва», $м^3/кг$, который рекомендуется рассчитывать по формуле (4) пункта 9 настоящего Руководства по безопасности;

$\tau_{\text{пребывание в пойме}}$ – время пребывания в пойме реки в долях года (безразмерная величина) (в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется использовать значение из таблицы № 2 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности).

11. При расчете МУА r -го радионуклида в воде водного объекта для пути внешнего облучения, связанного с пребыванием на орошаемых сельскохозяйственных угодьях, рекомендуется формулу (7) Методики привести к следующему виду:

$$МУА_r^{\text{пребывание на орош. тер-ях}} = \frac{1}{3,15 \cdot 10^7} \cdot \frac{\delta}{f_r \cdot q_{op} \cdot \frac{1 - e^{-\lambda_r \cdot \tau_{\text{пребывание на орош. тер-ях}}}}{\lambda_r}}, \quad (6)$$

где δ – квота от ПД на сбросы, выделенная для данной организации, Зв/год;

$3,15 \cdot 10^7$ – количество секунд в году;

f_r – дозовый коэффициент, равный мощности эквивалентной дозы от поверхностного загрязнения почвы r -ым радионуклидом с единичной поверхностной активностью, $(Зв \cdot м^2) \cdot (Бк \cdot с)^{-1}$, рекомендуемые значения которого приведены в таблице № 1 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности;

$q_{ор}$ – расход воды на орошение, $м^3/(м^2 \cdot год)$ (в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется принимать равным $0,475 м^3/(м^2 \cdot год)$);

$T_{ор}$ – длительность орошения, год (рекомендуется принимать равной среднему времени проживания человека на загрязненной радионуклидами поверхности земли – 50 лет);

λ_r – постоянная распада радионуклида, $год^{-1}$;

$\tau_{\text{пребывание на орош. тер-ях}}$ – время пребывания на орошаемых территориях в долях года (безразмерная величина) (в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется использовать значение из таблицы № 2 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности).

12. При расчете МУА r -го радионуклида в воде водного объекта для пути внутреннего облучения, обусловленного потреблением рыбы, рекомендуется формулу (10) Методики привести к следующему виду:

$$МУА_r^{\text{потребление рыбы}} = \frac{\delta}{F_{\text{птиц}}^r \cdot K_{P,r} \cdot I_{r,\text{fish}}}, \quad (7)$$

где δ – квота от ПД на сбросы, выделенная для данной организации, Зв/год;

$F_{\text{птиц}}^r$ – коэффициент дозового преобразования при пероральном пути поступления радионуклида r для возрастной группы, являющейся критической по данному пути, в соответствии с приложением № 2 к СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности», утвержденным постановлением Главного государственного санитарного

врача Российской Федерации от 7 июля 2009 г. № 47 (зарегистрированы Министерством юстиции Российской Федерации 14 августа 2009 г., регистрационный № 14534) (далее – НРБ-99/2009), Зв/Бк;

$K_{P,r}$ – коэффициент накопления радионуклида r в рыбе, м³/кг (в случае отсутствия местных натуральных исследований рекомендуется принимать для пресноводной рыбы значения из таблицы № 5 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности, а для морской рыбы – значения из таблицы № 6 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности);

$I_{r, fish}$ – годовое потребление рыбы лицом из возрастной группы, которая является критической по пероральному пути поступления радионуклида r , кг/год (рекомендуется определять по формуле (21) пункта 25 настоящего Руководства по безопасности).

13. При расчете МУА r -го радионуклида в воде водного объекта для пути внутреннего облучения, обусловленного потреблением плодоовощной продукции с орошаемых сельскохозяйственных угодий, рекомендуется формулу (10) Методики привести к следующему виду:

$$МУА_r^{потребление овощей} = \frac{\delta}{F_{пищ}^r \cdot K_{veg,r} \cdot I_{r,vegs}}, \quad (8)$$

где δ – квота от ПД на сбросы, выделенная для данной организации, Зв/год;

$F_{пищ}^r$ – коэффициент дозового преобразования при пероральном пути поступления радионуклида r для возрастной группы, являющейся критической по данному пути, в соответствии с приложением № 2 к НРБ-99/2009, Зв/Бк;

$K_{veg,r}$ – коэффициент перехода радионуклидов от воды по пищевым цепочкам в плодоовощные культуры, м³/кг (рекомендуется определять по формуле (15) пункта 20 настоящего Руководства по безопасности);

$I_{r,vegs}$ – годовое потребление плодоовощной продукции лицом из возрастной группы, которая является критической по пероральному пути поступления радионуклида r , кг/год (рекомендуется определять по формуле (21) пункта 25 настоящего Руководства по безопасности).

14. При расчете МУА r -го радионуклида в воде водного объекта для пути внутреннего облучения, обусловленного потреблением мяса скота, в организм которого радионуклид попадает за счет водопоя, рекомендуется формулу (10) Методики привести к следующему виду:

$$МУА_r^{потребление\ мяса\ (водопой)} = \frac{\delta}{F_{milk}^r \cdot K_{meat(watering\ place),r} \cdot I_{r,meat}}, \quad (9)$$

где δ – квота от ПД на сбросы, выделенная для данной организации, Зв/год;

F_{milk}^r – коэффициент дозового преобразования при пероральном пути поступления радионуклида r для возрастной группы, являющейся критической по данному пути, в соответствии с приложением № 2 к НРБ-99/2009, Зв/Бк;

$K_{meat(watering\ place),r}$ – коэффициент перехода радионуклидов из воды по пищевым цепочкам в мясо скота за счет его водопоя, м³/кг (рекомендуется определять по формуле (16) пункта 21 настоящего Руководства по безопасности);

$I_{r,meat}$ – годовое потребление мяса лицом из возрастной группы, которая является критической по пероральному пути поступления радионуклида r , кг/год (рекомендуется определять по формуле (21) пункта 25 настоящего Руководства по безопасности).

15. При расчете МУА r -го радионуклида в воде водного объекта для пути внутреннего облучения, обусловленного потреблением молока скота, в организм которого радионуклид попадает за счет водопоя, рекомендуется формулу (10) Методики привести к следующему виду:

$$MUA_r^{\text{потребление молока (водной)}} = \frac{\delta}{F_{\text{млц}}^r \cdot K_{\text{milk (watering place),r}} \cdot I_{r,\text{milk}}}, \quad (10)$$

где δ – квота от ПД на сбросы, выделенная для данной организации, Зв/год;

$F_{\text{млц}}^r$ – коэффициент дозового преобразования при пероральном пути поступления радионуклида r для возрастной группы, являющейся критической по данному пути, в соответствии с приложением № 2 к НРБ-99/2009, Зв/Бк;

$K_{\text{milk (watering place),r}}$ – коэффициент перехода радионуклидов из воды по пищевым цепочкам в молоко скота за счет его водопоя, м³/кг (рекомендуется определять по формуле (17) пункта 21 настоящего Руководства по безопасности);

$I_{r,\text{milk}}$ – годовое потребление молока лицом из возрастной группы, которая является критической по пероральному пути поступления радионуклида r , кг/год (рекомендуется определять по формуле (21) пункта 25 настоящего Руководства по безопасности).

16. При расчете МУА r -го радионуклида в воде водного объекта для пути внутреннего облучения, обусловленного потреблением мяса скота, в организм которого радионуклид попадает за счет его выпаса на орошаемых землях, рекомендуется формулу (10) Методики привести к следующему виду:

$$MUA_r^{\text{потребление мяса (выпас)}} = \frac{\delta}{F_{\text{млц}}^r \cdot K_{\text{meat (pasture),r}} \cdot I_{r,\text{meat}}}, \quad (11)$$

где δ – квота от ПД на сбросы, выделенная для данной организации, Зв/год;

$F_{\text{млц}}^r$ – коэффициент дозового преобразования при пероральном пути поступления радионуклида r для возрастной группы, являющейся

критической по данному пути, в соответствии с приложением № 2 к НРБ-99/2009, Зв/Бк;

$K_{meat(pasture),r}$ – коэффициент перехода радионуклидов из воды по пищевым цепочкам в мясо скота за счет его выпаса на орошаемых землях, м³/кг (рекомендуется определять по формуле (18) пункта 22 настоящего Руководства по безопасности);

$I_{r,meat}$ – годовое потребление мяса лицом из возрастной группы, которая является критической по пероральному пути поступления радионуклида r , кг/год (рекомендуется определять по формуле (21) пункта 25 настоящего Руководства по безопасности).

17. При расчете МУА r -го радионуклида в воде водного объекта для пути внутреннего облучения, обусловленного потреблением молока скота, в организм которого радионуклид попадает за счет его выпаса на орошаемых землях, рекомендуется формулу (10) Методики привести к следующему виду:

$$МУА_r^{потребление\ молока\ (выпас)} = \frac{\delta}{F_{milk}^r \cdot K_{milk(pasture),r} \cdot I_{r,milk}}, \quad (12)$$

где δ – квота от ПД на сбросы, выделенная для данной организации, Зв/год;

F_{milk}^r – коэффициент дозового преобразования при пероральном пути поступления радионуклида r для возрастной группы, являющейся критической по данному пути, в соответствии с приложением № 2 к НРБ-99/2009, Зв/Бк;

$K_{milk(pasture),r}$ – коэффициент перехода радионуклидов из воды по пищевым цепочкам в молоко скота за его счет выпаса на орошаемых землях, м³/кг (рекомендуется определять по формуле (19) пункта 22 настоящего Руководства по безопасности);

$I_{r,milk}$ – годовое потребление молока лицом из возрастной группы, которая является критической по пероральному пути поступления

радионуклида r , кг/год (рекомендуется определять по формуле (21) пункта 25 настоящего Руководства по безопасности).

18. При расчетах максимальной величины сброса, при которой не превышает установленная для организации квота на облучение от сбросов, в соответствии с формулой (26) Методики рекомендуется учитывать путь облучения, связанный с заглатыванием воды при купании. Для этого рекомендуется предусмотреть в формуле (26) Методики наличие величины MUA_r^{WD} , рассчитываемой по формуле:

$$MUA_r^{WD} = \frac{\delta}{F_{инг}^r \cdot V_{WD} \cdot \tau_{купание}}, \quad (13)$$

где δ – квота от ПД на сбросы, выделенная для данной организации, Зв/год;

$F_{инг}^r$ – коэффициент дозового преобразования при пероральном пути поступления радионуклида r для возрастной группы, являющейся критической по данному пути, в соответствии с приложением № 2 к НРБ-99/2009, Зв/Бк;

V_{WD} – объем воды, заглатываемой человеком при купании, м³/год (рекомендуется принимать равным 0,429 м³/год для детей до 17 лет и 0,184 м³/год для взрослых);

$\tau_{купание}$ – время купания в долях года (безразмерная величина) (в случае отсутствия данных местных натурных исследований рекомендуется использовать значение из таблицы № 2 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности).

19. При расчетах максимальной величины сброса, при которой не превышает установленная для организации квота на облучение от сбросов, в соответствии с формулой (26) Методики рекомендуется учитывать путь облучения, связанный с поступлением в организм человека трития ингаляционным путем, пероральным путем и через кожные покровы.

Для этого рекомендуется предусмотреть в формуле (26) Методики наличие MVA_{3H} , рассчитываемой по формуле:

$$MVA_{3H} = \frac{\delta}{g_{3H} \cdot 10^{-3}}, \quad (14)$$

где δ – квота от ПД на сбросы, выделенная для данной организации, Зв/год;

g_{3H} – дозовый коэффициент для 3H , который рекомендуется принять равным $2,6 \cdot 10^{-8}$ (Зв·л)/(Бк·год).

20. Коэффициент перехода радионуклидов от воды по пищевым цепочкам в плодовоовощные культуры рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$K_{veg,r} = \left(q_{op} \cdot \alpha_2 \cdot \frac{1 - e^{-(\lambda_r + \lambda_{s,r})t_e}}{(\lambda_r + \lambda_{s,r})} + FV_r \cdot \frac{120}{365} \cdot q_{op} \cdot \frac{1 - e^{-(\lambda_r + \lambda_{s,r})t_b}}{(\lambda_r + \lambda_{s,r}) \cdot \rho} \right) \cdot e^{-\lambda_r t_b}, \quad (15)$$

где q_{op} – средний за поливной период (в случае отсутствия местных натуральных исследований рекомендуется принимать равным 120 дням) расход воды на единицу площади почвы, который рекомендуется принимать равным $1,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$;

α_2 – фактор удержания для плодовоовощных культур, потребляемых в пищу человеком, рекомендуется принимать равным $0,3 \text{ м}^2/\text{кг}$ сырого веса;

t_e – период времени (в течение вегетационного периода), в течение которого происходит улавливание радиоактивных выпадений поверхностью растений (в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется принимать равным 30 сут);

λ_r – постоянная распада радионуклида r , сут^{-1} ;

λ_w – постоянная величина, характеризующая снижение содержания радионуклидов на поверхности растений за счет всех процессов, за исключением радиоактивного распада (в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется принимать равной $0,05 \text{ сут}^{-1}$);

$\lambda_{s,r}$ – постоянная, характеризующая процессы снижения содержания радионуклидов в корневом слое почвы за счет всех процессов, за исключением радиоактивного распада (в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется принимать равной $0,00014 \text{ сут}^{-1}$ для изотопов цезия и стронция или равной нулю для остальных радионуклидов);

Fv_r – коэффициент перехода радионуклида r из корневого слоя почвы в съедобную часть растения, кг (сухой почвы)/кг (сырой массы растения);

t_b – параметр, равный $1,1 \cdot 10^4$ сут (30 лет);

ρ – поверхностная плотность корневого слоя почвы (в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется принимать равной 260 кг/м^2 для почвы, используемой для пастбищ, и 130 кг/м^2 – для почвы, используемой для выращивания плодовоовощных культур);

t_h – время между сбором урожая и потреблением плодовоовощных культур (в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется принимать равным 90 сут).

21. Коэффициенты перехода по молочной и мясной цепочкам за счет водопоя скота рекомендуется рассчитывать по формулам (16) и (17):

$$K_{meat(watering\ place),r} = F_{meat,r}^f \cdot Q_{meat}^w \cdot e^{-\lambda_r \cdot t_f}, \quad (16)$$

$$K_{milk(watering\ place),r} = F_{milk,r}^m \cdot Q_{milk}^w \cdot e^{-\lambda_r \cdot t_m}, \quad (17)$$

где λ_r – постоянная распада, сут^{-1} ;

Q_{milk}^w – суточный объем воды, потребляемый молочным скотом, в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется принимать равным $0,06 \text{ м}^3/\text{сут}$;

Q_{meat}^w – суточный объем воды, потребляемый мясным скотом, в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется принимать равным $0,04 \text{ м}^3/\text{сут}$;

t_m – время между надоем молока и его потреблением (в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется принимать равным 1 сут);

t_f – время между забоем скота и потреблением мяса (в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется принимать равным 20 сут);

$F_{milk,r}^m$ – доля активности радионуклида r (от суточного потребления корма скотом), которая попадает в литр молока, сут/л;

$F_{meat,r}^f$ – доля активности радионуклида r (от суточного потребления корма скотом), которая попадает в килограмм мяса, сут/кг.

22. Коэффициенты перехода по молочной и мясной цепочкам за счет выпаса скота рекомендуется рассчитывать по формулам (18) и (19):

$$K_{meat(pasture),r} = K_{forage,r} \cdot F_{meat,r}^f \cdot Q_{meat}^f \cdot e^{-\lambda_r \cdot t_f}, \quad (18)$$

$$K_{milk(pasture),r} = K_{forage,r} \cdot F_{milk,r}^m \cdot Q_{milk}^m \cdot e^{-\lambda_r \cdot t_m}, \quad (19)$$

где λ_r – постоянная распада, сут⁻¹;

Q_{milk}^m – суточная масса корма, потребляемая молочным скотом (в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется принимать равной 16 кг (сухого вещества)/сут);

Q_{meat}^f – суточная масса корма, потребляемая мясным скотом (в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется принимать равной 12 кг (сухого вещества)/сут);

$F_{milk,r}^m$ – доля активности радионуклида r (от суточного потребления корма скотом), которая попадает в литр молока, сут/л;

$F_{meat,r}^f$ – доля активности радионуклида r (от суточного потребления корма скотом), которая попадает в килограмм мяса, сут/кг;

t_m – время между надоем молока и его потреблением (в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется принимать равным 1 сут);

t_f – время между забоем скота и потреблением мяса (в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется принимать равным 20 сут);

$K_{forage,r}$ – коэффициент перехода радионуклида r из загрязненной воды в корм, потребляемый скотом, м³/кг сухого веса.

23. Величину $K_{forage,r}$ рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$K_{forage,r} = K_{forage,r}^1 \cdot f_p + K_{forage,r}^2 \cdot (1 - f_p), \quad (20)$$

где f_p – доля года, в течение которой скот питается подножным кормом (в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется принимать равной 0,7);

$K_{forage,r}^1$ – коэффициент перехода при выпасе скота, рассчитываемый аналогично коэффициенту $K_{vegs,r}$, со следующими параметрами: $t_h = 0$, $t_e = 30$ сут, с использованием параметра α_1 , равного 3 м²/кг (сухого веса), вместо α_2 , и с использованием FvI_r , вместо Fv_r ;

$K_{forage,r}^2$ – коэффициент перехода при стойловом содержании скота, рассчитываемый аналогично коэффициенту $K_{vegs,r}$, со следующими рекомендуемыми параметрами: $t_h = 90$ сут, $t_e = 30$ сут, с использованием параметра α_1 , равного 3 м²/кг (сухого веса), вместо α_2 , и с использованием FvI_r , вместо Fv_r .

24. Рекомендуемые значения величин Fv_r , FvI_r , $F_{milk,r}^m$, $F_{meat,r}^f$, используемых для расчетов МУА по формулам (9) – (12), приведены в таблице № 7 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности.

25. Годовое потребление пищевых продуктов лицами из различных возрастных групп рекомендуется учитывать в расчетах по формуле:

$$I_{r,f} = \frac{E_g}{E_{g=6}} \cdot I_{f,g=6}, \quad (21)$$

где f – индекс, обозначающий пищевой продукт (рыба, плодоовощная продукция, мясо или молоко);

g – возрастная группа, являющаяся критической по потреблению пищевого продукта, в соответствии с таблицей 8.1 НРБ-99/2009 (принимает следующие значения: 1 – «дети в возрасте до 1 года», 2 – «дети в возрасте 1–2 года»; 3 – «дети в возрасте 2–7 лет»; 4 – «дети в возрасте 7–12 лет»; 5 – «дети в возрасте 12–17 лет»; 6 – «взрослые»);

E_g – суточные энергетические затраты для возрастной группы g , ккал/сут;

$E_{g=6}$ – суточные энергетические затраты для возрастной группы «взрослые», ккал/сут;

$I_{f,g=6}$ – годовое потребление продукта f лицом из возрастной группы «взрослые», кг/год.

В случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется годовое потребление 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. Значения суточных энергетических затрат для различных возрастных групп рекомендуется принимать согласно таблице № 8 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности.

26. При расчете МУА r -го радионуклида в воде водного объекта для пути внутреннего облучения, обусловленного потреблением питьевой воды, рекомендуется использовать следующую формулу:

$$МУА_r^{WD} = \frac{10^3 \cdot \delta}{F_{инт}^r \cdot V_D}, \quad (22)$$

где δ – квота от ПД на сбросы, выделенная для данной организации, Зв/год;

$F'_{инц}$ – коэффициент дозового преобразования при пероральном пути поступления радионуклида r для возрастной группы, являющейся критической по данному пути, в соответствии с приложением № 2 к НРБ-99/2009, Зв/Бк;

V_D – годовое потребление воды водного объекта, л/год, характерное для местности, где размещен объект использования атомной энергии (далее – ОИАЭ), для которого устанавливаются нормативы ДС.

27. При расчете фактора разбавления для однородного потока по формуле (14) Методики рекомендуется принимать число членов ряда n не менее тринадцати.

28. При расчетах максимальной величины сброса, при которой не превышает установленная для организации квота на облучение от сбросов в соответствии с формулой (26) Методики, а также при расчетах по формуле (28) Методики рекомендуется в случае отсутствия данных местных натуральных исследований в формулах (26) и (28) значения коэффициентов $K_{но}$ принимать в соответствии с таблицами № 3 и № 4 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности.

III. Рекомендации по определению перечня радионуклидов, для которых устанавливаются нормативы допустимых сбросов, и по методам контроля сбросов

29. Определение перечня радионуклидов, для которых устанавливаются нормативы ДС, рекомендуется выполнять в несколько этапов:

1) для каждого входящего в состав сбросов из данного источника сбросов радионуклида из перечня радионуклидов, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды в соответствии с распоряжением Правительства

Российской Федерации от 8 июля 2015 г. № 1316-р «Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования», провести расчет отношения (выраженного в процентах) годовой эффективной дозы облучения населения, обусловленной этим радионуклидом, к годовой эффективной дозе, обусловленной всеми радионуклидами, сбрасываемыми через этот источник сбросов (далее – Отношение);

2) произвести суммирование Отношений в порядке убывания их значений до достижения суммой значения, установленного в третьем абзаце пункта 7 Методики;

3) определить перечень радионуклидов, для которых устанавливаются нормативы ДС, приняв, что нормативы устанавливаются для радионуклидов, сумма Отношений для которых равна значению, установленному в третьем абзаце пункта 7 Методики.

30. В случае если фактическое содержание r -го радионуклида в сбросе не превышает нижний порог обнаружения используемых методик выполнения измерений, в целях определения необходимости установления для него норматива ДС, рекомендуется принимать его сброс в соответствии со следующим соотношением:

$$Q_r = 0,5 \cdot НПО_r \cdot V^{год}, \quad (23)$$

где $НПО_r$ – нижний порог обнаружения для r -го радионуклида, Бк/м³;

$V^{год}$ – годовой объем сброса, м³/год.

31. В случае если сброс теплообменных вод от охлаждения агрегатов осуществляется через одно сбросное устройство в водоем, в который сбросы из других сбросных устройств не осуществляются, в целях определения перечня радионуклидов, для которых устанавливаются нормативы ДС в данном сбросном устройстве, рекомендуется принимать его сброс равным:

$$Q_r = (C_r^{сбр.в.} - C_r^ф) \cdot V^{год}, \quad (24)$$

где $C_r^{сбр.в.}$ – содержание r -го радионуклида в сбросной воде, Бк/м³;

C_r^{ϕ} – фоновое содержание r -го радионуклида в забираемой воде, Бк/м³;
 $V^{год}$ – годовой объем сброса, м³/год.

32. В целях определения перечня радионуклидов, для которых устанавливаются нормативы ДС, в случае если ни один из радионуклидов в сбросе не обнаруживается, рекомендуется использовать следующий пошаговый алгоритм:

1) рассчитать годовую эффективную дозу без учета рассеивания, создаваемую сбросами этих радионуклидов по следующему соотношению:

$$H_{\text{э.р.}} = \sum_r F_{\text{инт}}^r \cdot Q_r, \quad (25)$$

где $F_{\text{инт}}^r$ – коэффициент дозового преобразования при пероральном пути поступления радионуклида r для возрастной группы, являющейся критической по данному пути, в соответствии с приложением № 2 к НРБ-99/2009, Зв/Бк;

Q_r – сброс радионуклида r , рассчитанный по формуле (23), Бк/год;

2) определить перечень радионуклидов, вклад которых в рассчитанную по формуле (25) дозу равен значению, установленному в третьем абзаце пункта 7 Методики;

3) произвести повторный расчет годовой эффективной дозы без учета рассеивания по формуле (25) для отобранных на предыдущем шаге радионуклидов.

В случае если рассчитанная по рекомендациям подпункта 3) данного пункта настоящего Руководства по безопасности доза превышает значение, установленное в первом абзаце пункта 7 Методики, считать, что нормативы ДС устанавливаются для отобранных радионуклидов.

33. Рекомендации по установлению контрольных уровней сбросов радиоактивных веществ в водные объекты представлены в приложении № 3 к настоящему Руководству по безопасности.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Рекомендуемые методы расчета
параметров, необходимых для разработки
нормативов допустимых сбросов
радиоактивных веществ в водные
объекты», утвержденному приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от «25» июня 20 14 г. № 281

Пример расчета максимальных удельных активностей

1. Данное приложение содержит пример расчета МУА с использованием соотношений, приведенных в настоящем Руководстве по безопасности.

2. Рассмотрим следующий набор исходных данных:

1) в однородный водоем (озеро) осуществляются сбросы ^{137}Cs ;

2) для данного водного объекта характерны следующие виды водопользования:

использование местным населением для отдыха (купание, рыбная ловля, пребывание на пляже);

водопой мясного и молочного скота;

3) квота от ПД на сбросы радиоактивных веществ для ОИАЭ, осуществляющего сбросы, составляет 50 мкЗв.

3. В таблице № 1 приведены значения параметров, необходимых для расчета МУА ^{137}Cs в воде озера для обозначенных выше путей облучения в соответствии с таблицами приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности.

Значения параметров, необходимых для расчета МУА

| Параметр | Значение |
|---|-----------------------|
| δ , мкЗв | 50 |
| λ_r , сут ⁻¹ | $6,33 \cdot 10^{-5}$ |
| $F_{r, \text{внеш}}, \frac{\text{Зв} \cdot \text{М}^3}{\text{Бк} \cdot \text{с}}$ | $5,83 \cdot 10^{-17}$ |
| $f_r, \frac{\text{Зв} \cdot \text{М}^2}{\text{Бк} \cdot \text{с}}$ | $5,79 \cdot 10^{-16}$ |
| $F'_{\text{тщ}}, \text{Зв/Бк}$ | $1,3 \cdot 10^{-8}$ |
| g | 6 |
| $K'_{\text{но}}, \text{М}^3/\text{кг}$ | $2,90 \cdot 10^1$ |
| $K_p, \text{М}^3/\text{кг}$ | $1,50 \cdot 10^1$ |
| $F^{\text{м}}_{\text{milk}, r}, \text{сут/л}$ | $1,00 \cdot 10^{-1}$ |
| $F'_{\text{meat}, r}, \text{сут/кг}$ | $3,0 \cdot 10^{-1}$ |
| $\tau_{\text{купание}}$ | 0,011 |
| $\tau_{\text{рыболовство}}$ | 0,022 |
| $\tau_{\text{пробывание на пляже}}$ | 0,022 |
| V_{WD} | 0,184 |

4. МУА ^{137}Cs в воде озера для пути внешнего облучения «купание» рассчитывается по формуле (1) раздела II настоящего Руководства по безопасности:

$$МУА_{^{137}\text{Cs}}^{\text{купание}} = \frac{1}{3,15 \cdot 10^7} \cdot \frac{50 \cdot 10^{-6}}{5,83 \cdot 10^{-17} \cdot 0,011} = 2,48 \cdot 10^6 \text{ Бк} / \text{М}^3.$$

5. МУА ^{137}Cs в воде озера для пути внешнего облучения «рыболовство» рассчитывается по формуле (2) раздела II настоящего Руководства по безопасности:

$$MUA_{137Cs}^{\text{рыболовство}} = \frac{1}{3,15 \cdot 10^7} \cdot \frac{50 \cdot 10^{-6}}{5,83 \cdot 10^{-17} \cdot 0,022} = 1,24 \cdot 10^6 \text{ Бк} / \text{м}^3.$$

6. МУА ^{137}Cs в воде озера для пути внешнего облучения «пребывание на пляже» рассчитывается по формуле (3) раздела II настоящего Руководства по безопасности:

$$MUA_{137Cs}^{\text{пребывание на пляже}} = \frac{1}{3,15 \cdot 10^7} \cdot \frac{50 \cdot 10^{-6}}{0,2 \cdot 5,79 \cdot 10^{-16} \cdot 1200 \cdot 0,02 \cdot \left(6 \cdot \frac{1 - e^{-2,31 \cdot 10^{-2} \cdot 1}}{2,31 \cdot 10^{-2} \cdot 1} \cdot 2,9 \cdot 10^1 \right) \cdot 0,022} = 1,51 \cdot 10^2, \text{ Бк} / \text{м}^3.$$

7. Поскольку для ^{137}Cs критической группой населения по поступлению с пищей является группа «б», пересчет годового потребления продуктов питания для него не требуется.

В таблице № 2 приведены сведения о годовом потреблении продуктов питания в условиях рассматриваемого примера.

Таблица № 2

Годовое потребление продуктов питания

| Продукт | Потребление продуктов, кг/год |
|---------|-------------------------------|
| Молоко | 300 |
| Мясо | 90 |
| Рыба | 20 |

8. МУА ^{137}Cs в воде озера для пути внутреннего облучения «потребление рыбы» рассчитывается по формуле (7) раздела II настоящего Руководства по безопасности:

$$MUA_{137Cs}^{\text{потребление рыбы}} = \frac{50 \cdot 10^{-6}}{1,3 \cdot 10^{-8} \cdot 20 \cdot 1,5 \cdot 10^1} = 1,28 \cdot 10^1, \text{ Бк} / \text{м}^3.$$

9. МУА ^{137}Cs в воде озера для пути внутреннего облучения, связанного с заглатыванием воды при купании, рассчитывается по формуле (13) раздела II настоящего Руководства по безопасности:

$$MUA_{137Cs}^{WD} = \frac{50 \cdot 10^{-6}}{1,3 \cdot 10^{-8} \cdot 0,011 \cdot 0,184} = 1,90 \cdot 10^6, \text{ Бк} / \text{м}^3.$$

10. Коэффициенты перехода по молочной и мясной цепочке рассчитываются по формулам (16) и (17) раздела II настоящего Руководства по безопасности:

$$K_{milk(watering\ place),^{137}Cs} = 0,1 \cdot 0,06 \cdot e^{-6,33 \cdot 10^{-5} \cdot 1} = 6 \cdot 10^{-3}, \text{ м}^3/\text{кг},$$

$$K_{meat(watering\ place),^{137}Cs} = 0,3 \cdot 0,04 \cdot e^{-6,33 \cdot 10^{-5} \cdot 20} = 0,012, \text{ м}^3/\text{кг}.$$

11. МУА ^{137}Cs в воде озера для пути внутреннего облучения «потребление мяса» рассчитывается по формуле (9) раздела II настоящего Руководства по безопасности:

$$МУА_{^{137}Cs}^{\text{потребление мяса}} = \frac{50 \cdot 10^{-6}}{1,3 \cdot 10^{-8} \cdot 90 \cdot 0,012} = 3,561 \cdot 10^3, \text{ Бк} / \text{м}^3.$$

12. МУА ^{137}Cs в воде озера для пути внутреннего облучения «потребление молока» рассчитывается по формуле (10) раздела II настоящего Руководства по безопасности:

$$МУА_{^{137}Cs}^{\text{потребление молока}} = \frac{50 \cdot 10^{-6}}{1,3 \cdot 10^{-8} \cdot 300 \cdot 6 \cdot 10^{-3}} = 2,137 \cdot 10^3, \text{ Бк} / \text{м}^3.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ № 2
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Рекомендуемые методы расчета
параметров, необходимых для разработки
нормативов допустимых сбросов
радиоактивных веществ в водные
объекты», утвержденному приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от «28» июня 2018 г. № 281

**Рекомендуемые значения параметров, используемых при расчете
максимальных удельных активностей**

Таблица № 1

Рекомендуемые значения параметров $F_{r, \text{анет}}$ и f_r *

| Радионуклид | $F_{r, \text{анет}}, \frac{Зв \cdot М^3}{Бк \cdot с}$ | $f_r, \frac{Зв \cdot М^2}{Бк \cdot с}$ |
|--------------------|---|--|
| ²²⁵ Ac | $1,41 \cdot 10^{-18}$ | $1,47 \cdot 10^{-17}$ |
| ²²⁷ Ac | $1,14 \cdot 10^{-20}$ | $1,41 \cdot 10^{-19}$ |
| ²²⁸ Ac | $9,70 \cdot 10^{-17}$ | $9,39 \cdot 10^{-16}$ |
| ^{110m} Ag | $2,75 \cdot 10^{-16}$ | $2,58 \cdot 10^{-15}$ |
| ²⁴¹ Am | $1,54 \cdot 10^{-18}$ | $2,33 \cdot 10^{-17}$ |
| ²⁴³ Am | $4,19 \cdot 10^{-18}$ | $4,79 \cdot 10^{-17}$ |
| ²¹⁷ At | $2,97 \cdot 10^{-20}$ | $2,93 \cdot 10^{-19}$ |
| ²¹⁸ At | $2,23 \cdot 10^{-19}$ | $3,64 \cdot 10^{-18}$ |
| ¹⁹⁸ Au | $3,91 \cdot 10^{-17}$ | $4,07 \cdot 10^{-16}$ |
| ¹⁴⁰ Ba | $1,74 \cdot 10^{-17}$ | $1,90 \cdot 10^{-16}$ |
| ²¹⁰ Bi | $2,98 \cdot 10^{-19}$ | $3,51 \cdot 10^{-17}$ |
| ²¹¹ Bi | $4,45 \cdot 10^{-18}$ | $4,40 \cdot 10^{-17}$ |
| ²¹² Bi | $1,90 \cdot 10^{-17}$ | $2,25 \cdot 10^{-16}$ |
| ²¹³ Bi | $1,31 \cdot 10^{-17}$ | $1,68 \cdot 10^{-16}$ |
| ²¹⁴ Bi | $1,57 \cdot 10^{-16}$ | $1,44 \cdot 10^{-15}$ |
| ⁴⁵ Ca | $1,66 \cdot 10^{-20}$ | $3,77 \cdot 10^{-20}$ |
| ⁴⁷ Ca | $1,09 \cdot 10^{-16}$ | $1,00 \cdot 10^{-15}$ |
| ¹⁴¹ Ce | $6,80 \cdot 10^{-18}$ | $6,93 \cdot 10^{-17}$ |
| ¹⁴⁴ Ce | $1,68 \cdot 10^{-18}$ | $1,84 \cdot 10^{-17}$ |
| ³⁶ Cl | $1,95 \cdot 10^{-19}$ | $1,12 \cdot 10^{-17}$ |
| ²⁴² Cm | $9,37 \cdot 10^{-21}$ | $7,02 \cdot 10^{-19}$ |

| Радионуклид | $F_{г.гнет}, \frac{Зв \cdot М^3}{Бк \cdot с}$ | $f_r, \frac{Зв \cdot М^2}{Бк \cdot с}$ |
|--|---|--|
| ²⁴³ Cm | $1,17 \cdot 10^{-17}$ | $1,18 \cdot 10^{-16}$ |
| ²⁴⁴ Cm | $7,97 \cdot 10^{-21}$ | $6,44 \cdot 10^{-19}$ |
| ⁵⁷ Co | $1,10 \cdot 10^{-17}$ | $1,08 \cdot 10^{-16}$ |
| ⁵⁸ Co | $9,63 \cdot 10^{-17}$ | $9,25 \cdot 10^{-16}$ |
| ⁶⁰ Co | $2,57 \cdot 10^{-16}$ | $2,30 \cdot 10^{-15}$ |
| ⁵¹ Cr | $3,02 \cdot 10^{-18}$ | $2,97 \cdot 10^{-17}$ |
| ¹³⁴ Cs | $1,53 \cdot 10^{-16}$ | $1,48 \cdot 10^{-15}$ |
| ¹³⁷ Cs (+ ^{137m} Ba) | $5,83 \cdot 10^{-17}$ | $5,79 \cdot 10^{-16}$ |
| ¹⁶⁹ Er | $3,24 \cdot 10^{-20}$ | $6,75 \cdot 10^{-20}$ |
| ¹⁵² Eu | $1,14 \cdot 10^{-16}$ | $1,08 \cdot 10^{-15}$ |
| ¹⁵⁴ Eu | $1,25 \cdot 10^{-16}$ | $1,17 \cdot 10^{-15}$ |
| ¹⁵⁵ Eu | $4,81 \cdot 10^{-18}$ | $5,35 \cdot 10^{-17}$ |
| ⁵⁹ Fe | $1,22 \cdot 10^{-16}$ | $1,10 \cdot 10^{-15}$ |
| ²²¹ Fr | $2,90 \cdot 10^{-18}$ | $2,84 \cdot 10^{-17}$ |
| ²²³ Fr | $4,67 \cdot 10^{-18}$ | $7,76 \cdot 10^{-17}$ |
| ⁶⁷ Ga | $1,43 \cdot 10^{-17}$ | $1,41 \cdot 10^{-16}$ |
| ¹⁹⁷ Hg | $5,11 \cdot 10^{-18}$ | $5,79 \cdot 10^{-17}$ |
| ¹²³ I | $1,43 \cdot 10^{-17}$ | $1,53 \cdot 10^{-16}$ |
| ¹²⁹ I | $6,57 \cdot 10^{-19}$ | $1,95 \cdot 10^{-17}$ |
| ¹³¹ I | $3,67 \cdot 10^{-17}$ | $3,64 \cdot 10^{-16}$ |
| ¹³² I | $2,27 \cdot 10^{-16}$ | $2,20 \cdot 10^{-15}$ |
| ¹³³ I | $5,96 \cdot 10^{-17}$ | $6,17 \cdot 10^{-16}$ |
| ¹³⁵ I | $1,63 \cdot 10^{-16}$ | $1,47 \cdot 10^{-15}$ |
| ¹¹¹ In | $3,69 \cdot 10^{-17}$ | $3,68 \cdot 10^{-16}$ |
| ¹⁹² Ir | $7,86 \cdot 10^{-17}$ | $7,77 \cdot 10^{-16}$ |
| ⁴² K | $3,08 \cdot 10^{-17}$ | $3,98 \cdot 10^{-16}$ |
| ¹⁴⁰ La | $2,40 \cdot 10^{-16}$ | $2,16 \cdot 10^{-15}$ |
| ⁵⁴ Mn | $8,30 \cdot 10^{-17}$ | $7,91 \cdot 10^{-16}$ |
| ⁹⁹ Mo | $1,49 \cdot 10^{-17}$ | $1,78 \cdot 10^{-16}$ |
| ²² Na | $2,20 \cdot 10^{-16}$ | $2,05 \cdot 10^{-15}$ |
| ²⁴ Na | $4,50 \cdot 10^{-16}$ | $3,59 \cdot 10^{-15}$ |
| ⁹⁵ Nb | $7,57 \cdot 10^{-17}$ | $7,28 \cdot 10^{-16}$ |
| ²³⁷ Np | $1,99 \cdot 10^{-18}$ | $2,52 \cdot 10^{-17}$ |
| ²³⁹ Np | $1,53 \cdot 10^{-17}$ | $1,54 \cdot 10^{-16}$ |
| ³² P | $6,45 \cdot 10^{-19}$ | $8,52 \cdot 10^{-17}$ |
| ²³¹ Pa | $3,43 \cdot 10^{-18}$ | $3,78 \cdot 10^{-17}$ |
| ²³³ Pa | $1,87 \cdot 10^{-17}$ | $1,86 \cdot 10^{-16}$ |
| ²³⁴ Pa | $1,89 \cdot 10^{-16}$ | $1,80 \cdot 10^{-15}$ |
| ^{234m} Pa | $1,98 \cdot 10^{-18}$ | $1,08 \cdot 10^{-16}$ |

| Радионуклид | $F_{г,опеш}, \frac{Зв \cdot М^3}{Бк \cdot с}$ | $f_r, \frac{Зв \cdot М^2}{Бк \cdot с}$ |
|---|---|--|
| ²⁰⁹ Pb | $1,12 \cdot 10^{-19}$ | $3,19 \cdot 10^{-18}$ |
| ²¹⁰ Pb | $1,04 \cdot 10^{-19}$ | $2,13 \cdot 10^{-18}$ |
| ²¹¹ Pb | $5,31 \cdot 10^{-18}$ | $9,50 \cdot 10^{-17}$ |
| ²¹² Pb | $1,37 \cdot 10^{-17}$ | $1,35 \cdot 10^{-16}$ |
| ²¹⁴ Pb | $2,38 \cdot 10^{-17}$ | $2,40 \cdot 10^{-16}$ |
| ¹⁴⁷ Pm | $9,65 \cdot 10^{-21}$ | $2,80 \cdot 10^{-20}$ |
| ²¹⁰ Po | $8,43 \cdot 10^{-22}$ | $8,09 \cdot 10^{-21}$ |
| ²¹⁴ Po | $8,26 \cdot 10^{-21}$ | $7,93 \cdot 10^{-20}$ |
| ²¹⁶ Po | $1,68 \cdot 10^{-21}$ | $1,61 \cdot 10^{-20}$ |
| ²¹⁸ Po | $9,10 \cdot 10^{-22}$ | $8,66 \cdot 10^{-21}$ |
| ¹⁴⁴ Pr | $4,76 \cdot 10^{-18}$ | $1,63 \cdot 10^{-16}$ |
| ^{144m} Pr | $5,06 \cdot 10^{-19}$ | $1,05 \cdot 10^{-17}$ |
| ²³⁸ Pu | $8,17 \cdot 10^{-21}$ | $6,26 \cdot 10^{-19}$ |
| ²³⁹ Pu | $7,83 \cdot 10^{-21}$ | $2,84 \cdot 10^{-19}$ |
| ²⁴⁰ Pu | $7,97 \cdot 10^{-21}$ | $6,01 \cdot 10^{-19}$ |
| ²⁴¹ Pu | $1,41 \cdot 10^{-22}$ | $1,72 \cdot 10^{-21}$ |
| ²²³ Ra | $1,20 \cdot 10^{-17}$ | $1,21 \cdot 10^{-16}$ |
| ²²⁴ Ra | $9,38 \cdot 10^{-19}$ | $9,15 \cdot 10^{-18}$ |
| ²²⁵ Ra | $5,26 \cdot 10^{-19}$ | $1,07 \cdot 10^{-17}$ |
| ²²⁶ Ra | $6,24 \cdot 10^{-19}$ | $6,11 \cdot 10^{-18}$ |
| ²¹⁸ Rn | $7,38 \cdot 10^{-20}$ | $7,25 \cdot 10^{-19}$ |
| ²¹⁹ Rn | $5,36 \cdot 10^{-18}$ | $5,28 \cdot 10^{-17}$ |
| ²²⁰ Rn | $3,74 \cdot 10^{-20}$ | $3,69 \cdot 10^{-19}$ |
| ²²² Rn | $3,86 \cdot 10^{-20}$ | $3,82 \cdot 10^{-19}$ |
| ¹⁰³ Ru | $4,53 \cdot 10^{-17}$ | $4,49 \cdot 10^{-16}$ |
| ¹⁰⁶ Ru (+ ¹⁰⁶ Rh) | $2,19 \cdot 10^{-17}$ | $3,45 \cdot 10^{-16}$ |
| ³⁵ S | $3,42 \cdot 10^{-21}$ | $1,33 \cdot 10^{-20}$ |
| ¹²² Sb | $4,34 \cdot 10^{-17}$ | $4,85 \cdot 10^{-16}$ |
| ¹²⁴ Sb | $1,87 \cdot 10^{-16}$ | $1,70 \cdot 10^{-15}$ |
| ¹²⁵ Sb | $4,06 \cdot 10^{-17}$ | $4,09 \cdot 10^{-16}$ |
| ⁷⁵ Se | $3,68 \cdot 10^{-17}$ | $3,61 \cdot 10^{-16}$ |
| ⁸⁹ Sr | $5,25 \cdot 10^{-19}$ | $6,86 \cdot 10^{-17}$ |
| ⁹⁰ Sr (+ ⁹⁰ Y) | $9,87 \cdot 10^{-19}$ | $1,64 \cdot 10^{-18}$ |
| ⁹⁹ Tc | $3,13 \cdot 10^{-20}$ | $6,47 \cdot 10^{-20}$ |
| ^{99m} Tc | $1,16 \cdot 10^{-17}$ | $1,14 \cdot 10^{-16}$ |
| ^{123m} Te | $1,28 \cdot 10^{-17}$ | $1,32 \cdot 10^{-16}$ |
| ²²⁷ Th | $9,71 \cdot 10^{-18}$ | $9,81 \cdot 10^{-17}$ |
| ²²⁸ Th | $1,80 \cdot 10^{-19}$ | $2,13 \cdot 10^{-18}$ |

| Радионуклид | $F_{r, \text{инт}}, \frac{Зв \cdot м^3}{Бк \cdot с}$ | $f_r, \frac{Зв \cdot м^2}{Бк \cdot с}$ |
|-------------------|--|--|
| ^{229}Th | $7,49 \cdot 10^{-18}$ | $7,89 \cdot 10^{-17}$ |
| ^{230}Th | $3,34 \cdot 10^{-20}$ | $6,37 \cdot 10^{-19}$ |
| ^{231}Th | $1,01 \cdot 10^{-18}$ | $1,55 \cdot 10^{-17}$ |
| ^{232}Th | $1,64 \cdot 10^{-20}$ | $4,55 \cdot 10^{-19}$ |
| ^{234}Th | $6,57 \cdot 10^{-19}$ | $7,49 \cdot 10^{-18}$ |
| ^{201}Tl | $7,32 \cdot 10^{-18}$ | $7,96 \cdot 10^{-17}$ |
| ^{208}Tl | $3,65 \cdot 10^{-16}$ | $2,97 \cdot 10^{-15}$ |
| ^{209}Tl | $2,09 \cdot 10^{-16}$ | $1,92 \cdot 10^{-15}$ |
| ^{232}U | $2,66 \cdot 10^{-20}$ | $8,07 \cdot 10^{-19}$ |
| ^{233}U | $3,15 \cdot 10^{-20}$ | $5,99 \cdot 10^{-19}$ |
| ^{234}U | $1,39 \cdot 10^{-20}$ | $5,86 \cdot 10^{-19}$ |
| ^{235}U | $1,43 \cdot 10^{-17}$ | $1,40 \cdot 10^{-16}$ |
| ^{236}U | $8,89 \cdot 10^{-21}$ | $5,03 \cdot 10^{-19}$ |
| ^{237}U | $1,17 \cdot 10^{-17}$ | $1,23 \cdot 10^{-16}$ |
| ^{238}U | $5,85 \cdot 10^{-21}$ | $4,23 \cdot 10^{-19}$ |
| ^{90}Y | $9,87 \cdot 10^{-19}$ | $1,10 \cdot 10^{-16}$ |
| ^{65}Zn | $5,90 \cdot 10^{-17}$ | $5,41 \cdot 10^{-16}$ |
| ^{95}Zr | $7,29 \cdot 10^{-17}$ | $7,04 \cdot 10^{-16}$ |

* Значения коэффициентов приняты в соответствии с Руководством пользователя к информационно-справочной системе по радиологическим параметрам – Бюро исследований в области регулирования безопасности при использовании атомной энергии, 2013 (NUREG/CR-7166 Radiological Toolbox User's Guide.- Office of Nuclear Regulatory Research, 2013).

Таблица № 2

Время, затрачиваемое на виды водопользования (в долях года)

| Вид водопользования | τ |
|-------------------------------------|--------|
| Купание | 0,011 |
| Рыболовство | 0,022 |
| Пребывание на пляже | 0,022 |
| Пребывание на заливных землях | 0,046 |
| Пребывание на орошаемых территориях | 0,046 |

Таблица № 3

Коэффициенты межфазного распределения радионуклидов между водой и донными отложениями $K_{нд}^r$ для пресной воды, м³/кг *

| Элемент | $K_{нд}^r$ |
|---------|------------------|
| Mn | $7,9 \cdot 10^1$ |
| Fe | $5,0 \cdot 10^0$ |
| Co | $4,4 \cdot 10^1$ |

| Элемент | K_{nd}^r |
|---------|---------------------|
| Zn | $5,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Sr | $1,2 \cdot 10^0$ |
| Zr | $1,0 \cdot 10^0$ |
| Tc | $5,0 \cdot 10^{-3}$ |
| Ru | $3,2 \cdot 10^1$ |
| Sb | $5,0 \cdot 10^0$ |
| I | $4,4 \cdot 10^0$ |
| Cs | $2,9 \cdot 10^1$ |
| Ba | $2,0 \cdot 10^0$ |
| Ce | $2,2 \cdot 10^2$ |
| Pm | $5,0 \cdot 10^0$ |
| Eu | $5,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Ra | $7,4 \cdot 10^0$ |
| Th | $1,9 \cdot 10^2$ |
| U | $5,0 \cdot 10^{-2}$ |
| Np | $1,0 \cdot 10^{-2}$ |
| Pu | $2,4 \cdot 10^2$ |
| Am | $1,2 \cdot 10^2$ |
| Cm | $5,0 \cdot 10^0$ |

* Справочник по параметрам для прогноза миграции радионуклидов в наземных и пресноводных экосистемах. Технический отчет № 472 – Вена: МАГАТЭ, 2010 (Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments/ Technical Reports.- Series № 472.- Vienna: IAEA, 2010).

Таблица № 4

Коэффициенты межфазного распределения радионуклидов между водой и донными отложениями K_{nd}^r для морской воды, м³/кг *

| Элемент | K_{nd}^r , м ³ /кг |
|---------|---------------------------------|
| Na | $1,0 \cdot 10^{-4}$ |
| S | $5,0 \cdot 10^{-4}$ |
| Cl | $3,0 \cdot 10^{-5}$ |
| Ca | $5,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Cr | $5,0 \cdot 10^1$ |
| Mn | $2,0 \cdot 10^3$ |
| Fe | $3,0 \cdot 10^5$ |
| Co | $3,0 \cdot 10^2$ |
| Ni | $2,0 \cdot 10^1$ |
| Zn | $7,0 \cdot 10^1$ |
| Se | $3,0 \cdot 10^0$ |
| Sr | $8,0 \cdot 10^{-3}$ |
| Y | $9,0 \cdot 10^2$ |

| Элемент | $K'_{нд}, м^3/кг$ |
|---------|---------------------|
| Zr | $2,0 \cdot 10^3$ |
| Nb | $8,0 \cdot 10^2$ |
| Tc | $1,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Ru | $4,0 \cdot 10^1$ |
| Ag | $1,0 \cdot 10^1$ |
| In | $5,0 \cdot 10^1$ |
| Sb | $2,0 \cdot 10^0$ |
| Te | $1,0 \cdot 10^0$ |
| I | $7,0 \cdot 10^{-2}$ |
| Cs | $4,0 \cdot 10^0$ |
| Ba | $2,0 \cdot 10^0$ |
| Ce | $3,0 \cdot 10^3$ |
| Pm | $2,0 \cdot 10^3$ |
| Pr | $5,0 \cdot 10^3$ |
| Eu | $2,0 \cdot 10^3$ |
| Ir | $1,0 \cdot 10^2$ |
| Hg | $4,0 \cdot 10^0$ |
| Tl | $2,0 \cdot 10^1$ |
| Pb | $1,0 \cdot 10^2$ |
| Po | $2,0 \cdot 10^4$ |
| Ra | $2,0 \cdot 10^0$ |
| Ac | $2,0 \cdot 10^3$ |
| Th | $3,0 \cdot 10^3$ |
| Pa | $5,0 \cdot 10^3$ |
| U | $1,0 \cdot 10^0$ |
| Np | $1,0 \cdot 10^0$ |
| Pu | $1,0 \cdot 10^2$ |
| Am | $2,0 \cdot 10^3$ |
| Cm | $2,0 \cdot 10^3$ |

* Коэффициенты распределения радионуклидов между водой и донными отложениями и коэффициенты накопления радионуклидов в биоте для морских экосистем. Технический отчет № 422 – Вена: МАГАТЭ, 2004 (Sediment Distribution Coefficients and Concentration Factors for Biota in the Marine Environment/ Technical Reports.- Series № 422.-Vienna: IAEA, 2004).

Таблица № 5

Коэффициенты накопления радионуклидов в пресноводной рыбе, $м^3/кг$ *

| Элемент | $K_p, м^3/кг$ |
|---------|---------------------|
| Ag | $1,1 \cdot 10^{-1}$ |
| Am | $2,4 \cdot 10^{-1}$ |
| Au | $2,4 \cdot 10^{-1}$ |
| Ba | $1,2 \cdot 10^{-3}$ |
| C | $4,0 \cdot 10^2$ |
| Ca | $1,2 \cdot 10^{-2}$ |

| Элемент | $K_p, \text{м}^3/\text{кг}$ |
|---------|-----------------------------|
| Ce | $2,5 \cdot 10^{-2}$ |
| Cl | $4,7 \cdot 10^{-2}$ |
| Co | $7,6 \cdot 10^{-2}$ |
| Cr | $4,0 \cdot 10^{-3}$ |
| Cs | $2,5 \cdot 10^0$ |
| Cu | $2,3 \cdot 10^{-1}$ |
| Eu | $1,3 \cdot 10^{-1}$ |
| Fe | $1,7 \cdot 10^{-1}$ |
| Hg | $6,1 \cdot 10^0$ |
| I | $3,0 \cdot 10^{-2}$ |
| K | $3,2 \cdot 10^0$ |
| La | $3,7 \cdot 10^{-2}$ |
| Mg | $3,7 \cdot 10^{-2}$ |
| Mn | $2,4 \cdot 10^{-1}$ |
| Mo | $1,9 \cdot 10^{-3}$ |
| Na | $7,6 \cdot 10^{-2}$ |
| Ni | $2,1 \cdot 10^{-2}$ |
| P | $1,4 \cdot 10^{-2}$ |
| Pb | $2,5 \cdot 10^{-2}$ |
| Po | $3,6 \cdot 10^{-2}$ |
| Pu | $2,1 \cdot 10^1$ |
| Ra | $4,0 \cdot 10^{-3}$ |
| Rb | $4,9 \cdot 10^0$ |
| Ru | $5,5 \cdot 10^{-2}$ |
| Sb | $3,7 \cdot 10^{-2}$ |
| Se | $6,0 \cdot 10^0$ |
| Sr | $2,9 \cdot 10^{-3}$ |
| Te | $1,5 \cdot 10^{-1}$ |
| Th | $6,0 \cdot 10^{-3}$ |
| Tl | $9,0 \cdot 10^{-1}$ |
| U | $9,6 \cdot 10^{-4}$ |
| V | $9,7 \cdot 10^{-2}$ |
| Y | $4,0 \cdot 10^{-2}$ |
| Zn | $3,4 \cdot 10^0$ |
| Zr | $2,2 \cdot 10^{-2}$ |

* Справочник по параметрам для прогноза миграции радионуклидов в наземных и пресноводных экосистемах. Технический отчет № 472 – Вена: МАГАТЭ, 2010 (Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments/ Technical Reports.- Series № 472.- Vienna: IAEA, 2010).

Коэффициенты накопления радионуклидов в морской рыбе, м³/кг *

| Элемент | K_p |
|---------|---------------------|
| C | $2,0 \cdot 10^1$ |
| Na | $1,0 \cdot 10^{-3}$ |
| S | $1,0 \cdot 10^{-3}$ |
| Cl | $6,0 \cdot 10^{-3}$ |
| Ca | $2,0 \cdot 10^{-3}$ |
| Sc | $1,0 \cdot 10^0$ |
| Cr | $2,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Mn | $1,0 \cdot 10^0$ |
| Fe | $3,0 \cdot 10^1$ |
| Co | $7,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Ni | $1,0 \cdot 10^0$ |
| Zn | $1,0 \cdot 10^0$ |
| Se | $1,0 \cdot 10^1$ |
| Sr | $3,0 \cdot 10^{-3}$ |
| Y | $2,0 \cdot 10^{-2}$ |
| Zr | $2,0 \cdot 10^{-2}$ |
| Nb | $3,0 \cdot 10^{-2}$ |
| Tc | $8,0 \cdot 10^{-2}$ |
| Ru | $2,0 \cdot 10^{-3}$ |
| Ag | $1,0 \cdot 10^1$ |
| In | $5,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Sb | $6,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Te | $1,0 \cdot 10^0$ |
| I | $9,0 \cdot 10^{-3}$ |
| Cs | $1,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Ba | $1,0 \cdot 10^{-2}$ |
| Ce | $5,0 \cdot 10^{-2}$ |
| Pm | $3,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Eu | $3,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Ir | $2,0 \cdot 10^{-2}$ |
| Hg | $3,0 \cdot 10^1$ |
| Tl | $5,0 \cdot 10^0$ |
| Pb | $2,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Po | $2,0 \cdot 10^0$ |
| Ra | $1,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Ac | $5,0 \cdot 10^{-2}$ |
| Th | $6,0 \cdot 10^{-1}$ |

| Элемент | K_p |
|---------|---------------------|
| U | $1,0 \cdot 10^{-3}$ |
| Np | $1,0 \cdot 10^{-3}$ |
| Pu | $1,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Am | $1,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Cm | $1,0 \cdot 10^{-1}$ |

* Коэффициенты распределения радионуклидов между водой и донными отложениями и коэффициенты накопления радионуклидов в биоте для морских экосистем. Технический отчет № 422 – Вена: МАГАТЭ, 2004 (Sediment Distribution Coefficients and Concentration Factors for Biota in the Marine Environment/ Technical Reports.- Series № 422.-Vienna: IAEA, 2004).

Таблица № 7

Рекомендуемые значения параметров Fv_r , FvI_r , $F^{III}_{milk,r}$, $F^{f}_{meat,r}$ *

| Элемент | Fv_r | $F^{III}_{milk,r}$ сут/л | $F^{f}_{meat,r}$ сут/кг | FvI_r |
|---------|---------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------|
| Ag | $1,0 \cdot 10^{-2}$ | $1,0 \cdot 10^{-4}$ | $6,0 \cdot 10^{-3}$ | $1,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Am | $2,0 \cdot 10^{-3}$ | $2,0 \cdot 10^{-3}$ | $1,0 \cdot 10^{-4}$ | $1,0 \cdot 10^{-1}$ |
| As | $8,0 \cdot 10^{-2}$ | $1,0 \cdot 10^{-4}$ | $2,0 \cdot 10^{-2}$ | $2,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Au | $1,0 \cdot 10^{-1}$ | $1,0 \cdot 10^{-5}$ | $5,0 \cdot 10^{-3}$ | $4,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Ba | $5,0 \cdot 10^{-2}$ | $5,0 \cdot 10^{-3}$ | $2,0 \cdot 10^{-3}$ | $1,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Ce | $5,0 \cdot 10^{-2}$ | $3,0 \cdot 10^{-4}$ | $2,0 \cdot 10^{-4}$ | $1,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Cm | $1,0 \cdot 10^{-3}$ | $2,0 \cdot 10^{-6}$ | $2,0 \cdot 10^{-5}$ | $1,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Co | $8,0 \cdot 10^{-2}$ | $1,0 \cdot 10^{-2}$ | $7,0 \cdot 10^{-2}$ | $2,0 \cdot 10^0$ |
| Cr | $1,0 \cdot 10^{-3}$ | $2,0 \cdot 10^{-4}$ | $9,0 \cdot 10^{-2}$ | $1,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Cs | $3,0 \cdot 10^{-1}$ | $1,0 \cdot 10^{-1}$ | $3,0 \cdot 10^{-1}$ | $2,0 \cdot 10^1$ |
| Cu | $5,0 \cdot 10^{-1}$ | $2,0 \cdot 10^{-3}$ | $1,0 \cdot 10^{-2}$ | $2,0 \cdot 10^0$ |
| Eu | $2,0 \cdot 10^{-3}$ | $6,0 \cdot 10^{-5}$ | $2,0 \cdot 10^{-3}$ | $1,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Fe | $1,0 \cdot 10^{-3}$ | $3,0 \cdot 10^{-4}$ | $5,0 \cdot 10^{-2}$ | $1,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Ga | $3,0 \cdot 10^{-3}$ | $1,0 \cdot 10^{-5}$ | $3,0 \cdot 10^{-4}$ | $1,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Hg | $3,0 \cdot 10^{-1}$ | $5,0 \cdot 10^{-4}$ | $1,0 \cdot 10^{-2}$ | $3,0 \cdot 10^0$ |
| I | $2,0 \cdot 10^{-2}$ | $5,0 \cdot 10^{-1}$ | $4,0 \cdot 10^{-3}$ | $1,0 \cdot 10^{-1}$ |
| In | $3,0 \cdot 10^{-3}$ | $2,0 \cdot 10^{-4}$ | $4,0 \cdot 10^{-3}$ | $1,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Mn | $3,0 \cdot 10^{-1}$ | $3,0 \cdot 10^{-4}$ | $7,0 \cdot 10^{-4}$ | $1,0 \cdot 10^1$ |
| Mo | $2,0 \cdot 10^{-1}$ | $5,0 \cdot 10^{-3}$ | $1,0 \cdot 10^{-2}$ | $1,0 \cdot 10^0$ |
| Na | $5,0 \cdot 10^{-2}$ | $2,5 \cdot 10^{-1}$ | $8,0 \cdot 10^{-1}$ | $6,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Nb | $1,0 \cdot 10^{-2}$ | $4,0 \cdot 10^{-6}$ | $3,0 \cdot 10^{-6}$ | $2,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Ni | $3,0 \cdot 10^{-1}$ | $2,0 \cdot 10^{-1}$ | $5,0 \cdot 10^{-2}$ | $1,0 \cdot 10^0$ |
| Np | $4,0 \cdot 10^{-2}$ | $5,0 \cdot 10^{-5}$ | $1,0 \cdot 10^{-2}$ | $5,0 \cdot 10^{-1}$ |
| P | $1,0 \cdot 10^0$ | $2,0 \cdot 10^{-2}$ | $5,0 \cdot 10^{-2}$ | $1,0 \cdot 10^1$ |
| Pb | $2,0 \cdot 10^{-2}$ | $3,0 \cdot 10^{-4}$ | $7,0 \cdot 10^{-4}$ | $1,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Pm | $2,0 \cdot 10^{-3}$ | $6,0 \cdot 10^{-5}$ | $2,0 \cdot 10^{-3}$ | $1,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Po | $2,0 \cdot 10^{-3}$ | $3,0 \cdot 10^{-3}$ | $5,0 \cdot 10^{-3}$ | $1,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Pu | $1,0 \cdot 10^{-3}$ | $3,0 \cdot 10^{-6}$ | $2,0 \cdot 10^{-4}$ | $1,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Ra | $4,0 \cdot 10^{-2}$ | $1,0 \cdot 10^{-3}$ | $5,0 \cdot 10^{-3}$ | $4,0 \cdot 10^{-1}$ |

| Элемент | Fv_r | $F^{milk,r}$ сут/л | $F^{meat,r}$ сут/кг | FvI_r |
|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Rh | $2,0 \cdot 10^{-1}$ | $5,0 \cdot 10^{-4}$ | $2,0 \cdot 10^{-3}$ | $2,0 \cdot 10^0$ |
| Ru | $5,0 \cdot 10^{-2}$ | $3,0 \cdot 10^{-5}$ | $5,0 \cdot 10^{-2}$ | $2,0 \cdot 10^{-1}$ |
| S | $6,0 \cdot 10^{-1}$ | $2,0 \cdot 10^{-2}$ | $2,0 \cdot 10^{-1}$ | $6,0 \cdot 10^0$ |
| Sb | $1,0 \cdot 10^{-3}$ | $2,5 \cdot 10^{-4}$ | $5,0 \cdot 10^{-3}$ | $1,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Se | $1,0 \cdot 10^{-1}$ | $1,0 \cdot 10^{-3}$ | $1,0 \cdot 10^{-1}$ | $1,0 \cdot 10^0$ |
| Sr | $3,0 \cdot 10^{-1}$ | $3,0 \cdot 10^{-3}$ | $1,0 \cdot 10^{-2}$ | $1,0 \cdot 10^1$ |
| Tc | $5,0 \cdot 10^0$ | $1,0 \cdot 10^{-3}$ | $1,0 \cdot 10^{-3}$ | $8,0 \cdot 10^1$ |
| Te | $1,0 \cdot 10^0$ | $5,0 \cdot 10^{-3}$ | $7,0 \cdot 10^{-2}$ | $1,0 \cdot 10^1$ |
| Th | $1,0 \cdot 10^{-3}$ | $5,0 \cdot 10^{-6}$ | $1,0 \cdot 10^{-4}$ | $1,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Tl | $2,0 \cdot 10^0$ | $3,0 \cdot 10^{-3}$ | $2,0 \cdot 10^{-2}$ | $2,0 \cdot 10^0$ |
| U | $1,0 \cdot 10^{-2}$ | $6,0 \cdot 10^{-4}$ | $3,0 \cdot 10^{-3}$ | $2,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Y | $3,0 \cdot 10^{-3}$ | $6,0 \cdot 10^{-5}$ | $1,0 \cdot 10^{-2}$ | $1,0 \cdot 10^{-1}$ |
| Zn | $2,0 \cdot 10^0$ | $1,0 \cdot 10^{-2}$ | $2,0 \cdot 10^{-1}$ | $2,0 \cdot 10^0$ |
| Zr | $1,0 \cdot 10^{-3}$ | $6,0 \cdot 10^{-6}$ | $1,0 \cdot 10^{-5}$ | $1,0 \cdot 10^{-1}$ |

* Консервативные модели для использования при оценках воздействия радиоактивных выбросов и сбросов на окружающую среду. Отчет по безопасности № 19 – Вена: МАГАТЭ, 2000 (Generic Models for use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment/ Safety Reports.- Series № 19.- Vienna: IAEA, 2000).

Таблица № 8

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

| Возрастная группа (g) | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|
| Энергетические затраты, ккал/сут | 1400 | 2000 | 2600 | 3100 | 2900 |

ПРИЛОЖЕНИЕ № 3
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Рекомендуемые методы расчета
параметров, необходимых для разработки
нормативов допустимых сбросов
радиоактивных веществ в водные
объекты», утвержденному приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от «25» июня 2017 г. № 281

**Рекомендации по установлению контрольных уровней сбросов
радиоактивных веществ в водные объекты**

1. Годовой контрольный уровень сброса r -го радионуклида в воду водного объекта, Бк/год, рекомендуется определять по следующему соотношению:

$$KY'_{год} = \frac{ДС_r}{X}, \quad (1)$$

где $ДС_r$ – допустимый сброс r -го радионуклида в воду водного объекта, Бк/год;

X – безразмерная величина, которую рекомендуется принимать большей или равной 2.

2. Месячный (Бк/мес) и суточный (Бк/сут) контрольные уровни сброса r -го радионуклида в воду водного объекта рекомендуется определять по следующим соотношениям:

$$KY'_{мес} = \frac{KY'_{год}}{12}, \quad (2)$$

$$KY'_{сут} = \frac{KY'_{год}}{365}, \quad (3)$$

где $KY'_{год}$ – годового контрольный уровень сброса r -го радионуклида, Бк/год.

3. В случае если r -й радионуклид, содержание которого в сточных водах не превышает нижний порог обнаружения используемых методик

выполнения измерений, подлежит нормированию в соответствии с рекомендациями раздела III настоящего Руководства по безопасности, проверку непревышения контрольных уровней рекомендуется выполнять с помощью следующих соотношений:

$$0,5 \cdot НПО_r \cdot V^{год} \leq КУ_{год}^r, \quad (4)$$

$$0,5 \cdot НПО_r \cdot V^{мес} \leq КУ_{мес}^r, \quad (5)$$

$$0,5 \cdot НПО_r \cdot V^{сут} \leq КУ_{сут}^r, \quad (6)$$

где $НПО_r$ – нижний порог обнаружения для r -го радионуклида, Бк/м³;

$V^{год}$ – годовой объем сброса, м³/год;

$V^{мес}$ – месячный объем сброса, м³/мес;

$V^{сут}$ – суточный объем сброса, м³/сут;

$КУ_{год}^r$ – годовой контрольный уровень сброса r -го радионуклида, Бк/год, рассчитанный по формуле (1) настоящего приложения к Руководству по безопасности;

$КУ_{мес}^r$ – месячный контрольный уровень сброса r -го радионуклида, Бк/мес, рассчитанный по формуле (2) настоящего приложения к Руководству по безопасности;

$КУ_{сут}^r$ – суточный контрольный уровень сброса r -го радионуклида, Бк/сут, рассчитанный по формуле (3) настоящего приложения к Руководству по безопасности.
