

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору

Утверждено приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 9 сентября 2021 г. № 297.

Рекомендуемые методы расчета
параметров, необходимых для разработки
нормативов допустимых сбросов
радиоактивных веществ в водные
объекты. РБ-126-21

Введено в действие с 9 сентября 2021 г.

© Москва 2021.

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

Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых для разработки нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты» (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 Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 17 декабря 2015 г. № 522 (зарегистрирован Минюстом России 2 февраля 2016 г., регистрационный № 40939), 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 Минюстом России 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 Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 30 июня 2011 г. № 348 (зарегистрирован Минюстом России 29 августа 2011 г., регистрационный № 21700), федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Общие положения обеспечения безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами» (НП-022-17), утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 4 сентября 2017 г. № 351 (зарегистрирован Минюстом России 27 сентября 2017 г., регистрационный № 48344), федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Общие положения обеспечения безопасности радиационных источников» (НП-038-16), утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 28 сентября 2016 г. № 405 (зарегистрирован Минюстом России 24 октября 2016 г., регистрационный № 44120), и федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения» (НП-058-14), утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 5 августа 2014 г. № 347 (зарегистрирован Минюстом России 14 ноября 2014 г., регистрационный № 34701).

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.

Руководство по безопасности распространяется на стационарные объекты, осуществляющие сбросы радиоактивных веществ в водные объекты.

Настоящее Руководство по безопасности предназначено для применения организациями, осуществляющими разработку проектов нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты, а также организациями, осуществляющими экспертизу указанных проектов.

Выпускается взамен РБ-126-17 «Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых для разработки нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух», утвержденного приказом Ростехнадзора от 25 июля 2017 г. № 281.

Руководство по безопасности разработано коллективом авторов в составе: А. В. Курындин, А. С. Шаповалов, Н. Б. Тимофеев, Р. М. Поляков (ФБУ «НТЦ ЯРБ»).

Оглавление

I. Общие положения	5
II. Рекомендуемые методы расчета радиоэкологических параметров, используемых для разработки нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты.....	7
III. Рекомендации по определению перечня источников и радионуклидов, для которых устанавливаются нормативы допустимых сбросов	19
Приложение № 1.....	21
Пример расчета максимальных удельных активностей	21
Приложение № 2.....	24
Рекомендуемые значения параметров, используемых при расчете максимальных удельных активностей	24

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-126-21) (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 Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору 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 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), федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Общие положения обеспечения безопасности исследовательских ядерных установок» (НП-033-11), утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 30 июня 2011 г. № 348 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 29 августа 2011 г., регистрационный № 21700), федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Общие положения обеспечения безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами» (НП-022-17), утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 4 сентября 2017 г. № 351 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 27 сентября 2017 г., регистрационный № 48344), федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Общие положения обеспечения безопасности радиационных источников» (НП-038-16), утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 28 сентября 2016 г. № 405 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 октября 2016 г., регистрационный № 44120), и федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения» (НП-058-14), утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору 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 распространяется на стационарные объекты, осуществляющие сбросы радиоактивных веществ в водные объекты.

4. Настоящее Руководство по безопасности предназначено для применения организациями, осуществляющими разработку проектов нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты, а также организациями, осуществляющими экспертизу указанных проектов.

5. 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 радиоэкологических параметров, используемых для разработки нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты

6. 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.

7. 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, утвержденной приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 22 декабря 2016 г. № 551 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 15 февраля 2017 г., регистрационный № 45652) (далее — Методика), рекомендуется руководствоваться положениями данного раздела настоящего Руководства по безопасности. Пример расчета МУА приведен в приложении № 1 к настоящему Руководству по безопасности.

8. 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:

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

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;

$F_{r, \text{внеш}}$ — 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;

$\tau_{\text{купание}}$ — 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).

9. 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:

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

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;

$T_{\text{рыболовство}}$ — 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).

10. 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:

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

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;

$T_{\text{пребывание на пляже}}$ — 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», м, 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, $\text{м}^3/\text{кг}$ (в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется использовать данные из таблиц № 3 и № 4 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 в поймах рек, рекомендуется формулу (7) Методики привести к следующему виду:

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

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;

K_d^r — коэффициент межфазного распределения «вода-почва», м, который рекомендуется рассчитывать по формуле (4) пункта 10 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).

12. 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:

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

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;

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

$T_{\text{ор}}$ — 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).

13. 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:

$$MUA_r^{\text{потребление рыбы}} = \frac{\delta}{F_{\text{пищ}}^r \cdot K_{P,r} \cdot I_{r,\text{рыба}}} \quad (7)$$

где:

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

$F_{\text{пищ}}^r$ — коэффициент дозового преобразования при пероральном пути поступления радионуклида r для возрастной группы, являющейся критической по данному пути, 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);

$I_{r,\text{рыба}}$ — годовое потребление рыбы лицом из возрастной группы, которая является критической по пероральному пути поступления радионуклида r , кг/год (рекомендуется определять по формуле (23) пункта 29 настоящего Руководства по безопасности).

14. 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:

$$MUA_r^{\text{потребление овощей}} = \frac{\delta}{F_{\text{пищ}}^r \cdot K_{\text{овощи},r} \cdot I_{r,\text{овощи}}} \quad (8)$$

где:

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

$F_{\text{пищ}}^r$ — коэффициент дозового преобразования при пероральном пути поступления радионуклида r для возрастной группы, являющейся критической по данному пути, Зв/Бк;

$K_{\text{овощи},r}$ — коэффициент перехода радионуклидов от воды по пищевым цепочкам в плодоовощные культуры, м³/кг (рекомендуется определять по формуле (17) пункта 24 настоящего Руководства по безопасности);

$I_{r,\text{овощи}}$ — годовое потребление плодоовощной продукции лицом из возрастной группы, которая является критической по пероральному пути поступления радионуклида r , кг/год (рекомендуется определять по формуле (23) пункта 29 настоящего Руководства по безопасности).

15. 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:

$$MUA_r^{\text{потребление мяса(водопой)}} = \frac{\delta}{F_{\text{пищ}}^r \cdot K_{\text{мясо(водопой)},r} \cdot I_{r,\text{мясо}}} \quad (9)$$

где:

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

$F_{\text{пищ}}^r$ — коэффициент дозового преобразования при пероральном пути поступления радионуклида r для возрастной группы, являющейся критической по данному пути, Зв/Бк;

$K_{\text{мясо(водопой),r}$ — коэффициент перехода радионуклидов из воды по пищевым цепочкам в мясо скота за счет его водопоя, м³/кг (рекомендуется определять по формуле (18) пункта 25 настоящего Руководства по безопасности);

$I_{r,\text{мясо}}$ — годовое потребление мяса лицом из возрастной группы, которая является критической по пероральному пути поступления радионуклида r , кг/год (рекомендуется определять по формуле (23) пункта 29 настоящего Руководства по безопасности).

16. 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:

$$\text{МУА}_r^{\text{потребление молока(водопой)}} = \frac{\delta}{F_{\text{пищ}}^r \cdot K_{\text{молоко(водопой),r} \cdot I_{r,\text{молоко}}} \quad (10)$$

где:

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

$F_{\text{пищ}}^r$ — коэффициент дозового преобразования при пероральном пути поступления радионуклида r для возрастной группы, являющейся критической по данному пути, Зв/Бк;

$K_{\text{молоко(водопой),r}$ — коэффициент перехода радионуклидов из воды по пищевым цепочкам в молоко скота за счет его водопоя, м³/кг (рекомендуется определять по формуле (19) пункта 25 настоящего Руководства по безопасности);

$I_{r,\text{молоко}}$ — годовое потребление молока лицом из возрастной группы, которая является критической по пероральному пути поступления радионуклида r , кг/год (рекомендуется определять по формуле (23) пункта 29 настоящего Руководства по безопасности).

17. 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:

$$\text{МУА}_r^{\text{потребление мяса(выпас)}} = \frac{\delta}{F_{\text{пищ}}^r \cdot K_{\text{мясо(выпас),r} \cdot I_{r,\text{мясо}}} \quad (11)$$

где:

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

$F_{\text{пищ}}^r$ — коэффициент дозового преобразования при пероральном пути поступления радионуклида r для возрастной группы, являющейся критической по данному пути, Зв/Бк;

$K_{\text{мясо(выпас),r}$ — коэффициент перехода радионуклидов из воды по пищевым цепочкам в мясо скота за счет его выпаса на орошаемых землях, м³/кг (рекомендуется определять по формуле (20) пункта 26 настоящего Руководства по безопасности);

$I_{r,\text{мясо}}$ — годовое потребление мяса лицом из возрастной группы, которая является критической по пероральному пути поступления радионуклида r , кг/год (рекомендуется определять по формуле (23) пункта 29 настоящего Руководства по безопасности).

18. 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:

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

где:

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

$F_{\text{пищ}}^r$ — коэффициент дозового преобразования при пероральном пути поступления радионуклида r для возрастной группы, являющейся критической по данному пути, Зв/Бк;

$K_{\text{молоко(выпас),r}}$ — коэффициент перехода радионуклидов из воды по пищевым цепочкам в молоко скота за его счет выпаса на орошаемых землях, м³/кг (рекомендуется определять по формуле (21) пункта 26 настоящего Руководства по безопасности);

$I_{r,\text{молоко}}$ — годовое потребление молока лицом из возрастной группы, которая является критической по пероральному пути поступления радионуклида r , кг/год (рекомендуется определять по формуле (23) пункта 29 настоящего Руководства по безопасности).

19. Значения коэффициентов $F_{\text{пищ}}^r$ для различных возрастных групп населения рекомендуется принимать в соответствии с положениями нормативных актов Российской Федерации, в которых они установлены, а в случае отсутствия таких нормативных актов — в соответствии с рекомендациями международных организаций в области использования атомной энергии.

Для определения возрастной группы населения, являющейся критической по пероральному поступлению радионуклида r с продуктом питания f (где f — индекс, обозначающий пищевой продукт: рыба, плодоовощная продукция, мясо или молоко), рекомендуется использовать следующий алгоритм:

1) для каждой возрастной группы населения оценить значение суммы произведений

$$\sum_f I_{r,f} \cdot F_{\text{пищ}}^r$$

2) выполнить сравнение между собой полученных значений и принять в качестве критической ту возрастную группу населения, для которой упомянутое выше значение является максимальным.

20. При расчете МУА r -го радионуклида в воде водного объекта для пути внутреннего облучения, обусловленного вдыханием пыли при работе на орошаемой территории, рекомендуется формулу Методики (11) привести к следующему виду:

$$МУА_r^{\text{пыль}} = \frac{\delta}{F_{\text{инг}}^r \cdot I_{\text{инг}} \cdot \tau \cdot K_{\text{пыль},r}} \quad (13)$$

где:

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

$F_{\text{инг}}^r$ — коэффициент дозового преобразования при ингаляционном пути поступления радионуклида r для возрастной группы, являющейся критической по данному пути, Зв/Бк;

$I_{\text{инг}}$ — интенсивность дыхания для возрастной группы, являющейся критической по ингаляционному поступлению радионуклида r , рекомендуемые значения которой для различных

возрастных групп представлены в таблице № 7 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности, м³/год;

τ — доля времени облучения в течение года, безразмерная величина;

$K_{\text{пыль},r}$ — коэффициент перехода радионуклидов из воды, используемой для полива, через почву в воздух за счет вторичного ветрового подъема пыли и за счет подъема пыли в результате пахоты, безразмерная величина.

Значения коэффициентов $F_{\text{инг}}^r$ для различных возрастных групп населения рекомендуется принимать в соответствии с положениями нормативных актов Российской Федерации, в которых они установлены, а в случае отсутствия таких нормативных актов — в соответствии с рекомендациями международных организаций в области использования атомной энергии.

Для определения возрастной группы населения, являющейся критической по ингаляционному поступлению радионуклида r , рекомендуется использовать следующий алгоритм:

- 1) для каждой возрастной группы населения оценить значение произведения $F_{\text{инг}}^r \cdot I_{\text{инг}}$;
- 2) выполнить сравнение между собой полученных значений и принять в качестве критической ту возрастную группу населения, для которой упомянутое выше значение произведения является максимальным.

21. Коэффициент перехода радионуклидов из воды, используемой для полива, через почву в воздух за счет вторичного ветрового подъема пыли и за счет подъема пыли в результате пахоты определяется следующим соотношением:

$$K_{\text{пыль},r} = \frac{120}{365} \cdot q_{\text{ор}} \cdot \frac{1 - e^{-\lambda_r \cdot t_b}}{\lambda_r \cdot \rho} \cdot 0,74 \cdot \left(\frac{u}{2,2}\right)^{1,2} \cdot \left(\frac{M}{2}\right)^{1,4} \cdot S_{\text{уч}}^{\text{сред}} \cdot L \cdot P \cdot \bar{G}(x = 1 \text{ м}) \quad (14)$$

где:

u — среднегодовая скорость ветра, м/с;

$q_{\text{ор}}$ — расход воды на орошение, м³/(м²·год) (в случае отсутствия данных местных натурных исследований рекомендуется принимать равным 0,475 м³/(м²·год));

λ_r — постоянная распада радионуклида, год⁻¹;

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

ρ — поверхностная плотность корневого слоя почвы, кг/м² (в случае отсутствия данных местных натурных исследований рекомендуется принимать значение в соответствии с таблицей № 8 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности);

M — влажность почвы, % (определяется на основе данных местных натурных исследований);

$S_{\text{уч}}^{\text{сред}}$ — усредненная за дачный сезон интенсивность вскапывания 6 соток земли, м²/с (в случае отсутствия данных местных натурных исследований рекомендуется принимать равной 0,0139 м²/с из расчета, что человек вскапывает 100 м² земли за 2 часа*);

L — глубина корневого вскапываемого слоя почвы, м (в случае отсутствия данных местных натурных исследований рекомендуется принимать равной 0,2 м);

P — объемная плотность почвы, кг/м³ (в случае отсутствия данных местных натурных исследований рекомендуется принимать равной 500 кг/м³ для торфяных почв и 1 300 кг/м³ для других видов почв);

$\bar{G}(x = 1 \text{ м})$ — величина среднегодового метеорологического фактора разбавления на расстоянии 1 м от вспахиваемого участка, с/м³ (расчет рекомендуется выполнять в соответствии с рекомендациями приложения № 1 к руководству по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых для разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух» (РБ-106-21), утвержденному приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 30 августа 2021 г. № 288).

* Типовые нормы времени (выработки) на работы по озеленению, утверждены постановлением Государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам и Секретариата ВЦСПС от 25.04.1986 № 163/9-49.

22. 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^{WS} , рассчитываемой по формуле:

$$MUA_r^{WS} = \frac{\delta}{F_{\text{пищ}}^r \cdot V_{WS} \cdot \tau_{\text{купание}}} \quad (15)$$

где:

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

$F_{\text{пищ}}^r$ — коэффициент дозового преобразования при пероральном пути поступления радионуклида r для возрастной группы, являющейся критической по данному пути, Зв/Бк;

V_{WS} — 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);

$\tau_{\text{купание}}$ — 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).

23. 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 MUA_{3H} , рассчитываемой по формуле:

$$MUA_{3H} = \frac{\delta}{g_{3H} \cdot 10^{-3}} \quad (16)$$

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).

24. Коэффициент перехода радионуклидов от воды по пищевым цепочкам в плодоовощные культуры рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$K_{\text{овощи}, r} = \left(q_{\text{оп}} \cdot \alpha_2 \cdot \frac{1 - e^{-(\lambda_r + \lambda_w) \cdot t_e}}{\lambda_r + \lambda_w} + F\nu_r \cdot \frac{120}{365} \cdot q_{\text{оп}} \cdot \frac{1 - e^{-(\lambda_r + \lambda_{s,r}) \cdot t_b}}{(\lambda_r + \lambda_{s,r}) \cdot \rho} \right) \cdot e^{-\lambda_r \cdot t_h} \quad (17)$$

где:

$q_{\text{оп}}$ — 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 плодоовощных 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);

$F\nu_r$ — коэффициент перехода радионуклида r из корневого слоя почвы в съедобную часть растения, $\text{кг (сухой почвы)}/\text{кг (сырой массы растения)}$;

t_b — параметр, равный $1,1 \cdot 10^4 \text{ сут}$ (30 лет);

ρ — поверхностная плотность корневого слоя почвы, $\text{кг}/\text{м}^2$ (в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется принимать в соответствии с таблицей № 8 приложения № 2 настоящего Руководства по безопасности);

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

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

$$K_{\text{мясо(водопой)}, r} = F_{\text{мясо}, r}^f \cdot Q_{\text{мясо}}^w \cdot e^{-\lambda_r \cdot t_f} \quad (18)$$

$$K_{\text{молоко(водопой)}, r} = F_{\text{молоко}, r}^m \cdot Q_{\text{молоко}}^w \cdot e^{-\lambda_r \cdot t_m} \quad (19)$$

где:

λ_r — постоянная распада, сут^{-1} ;

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

$Q_{\text{мясо}}^w$ — суточный объем воды, потребляемый мясным скотом, в случае отсутствия данных местных натуральных исследований рекомендуется принимать равным 0,04 м³/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);

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

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

26. Коэффициенты перехода по молочной и мясной цепочкам за счет выпаса скота рекомендуется рассчитывать по формулам (20) и (21):

$$K_{\text{мясо(выпас)},r} = K_{\text{корм},r} \cdot F_{\text{мясо},r}^f \cdot Q_{\text{мясо}}^f \cdot e^{-\lambda_r \cdot t_f} \quad (20)$$

$$K_{\text{молоко(выпас)},r} = K_{\text{корм},r} \cdot F_{\text{молоко},r}^m \cdot Q_{\text{молоко}}^m \cdot e^{-\lambda_r \cdot t_m} \quad (21)$$

где:

λ_r — постоянная распада, сут⁻¹;

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

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

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

$F_{\text{мясо},r}^f$ — 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);

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

27. Величину $K_{\text{корм},r}$ рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$K_{\text{корм},r} = K_{\text{корм},r}^1 \cdot f_p + K_{\text{корм},r}^2 \cdot (1 - f_p) \quad (22)$$

где:

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

$K_{\text{КОРМ},r}^1$ — коэффициент перехода при выпасе скота, рассчитываемый аналогично коэффициенту $K_{\text{ОВОЩИ},r}$, со следующими параметрами: $t_h = 0$, $t_e = 30$ сут, с использованием параметра α_1 , равного $3 \text{ м}^2/\text{кг}$ (сухого веса), вместо α_2 , и с использованием $Fv1_r$ вместо Fv_r ;

$K_{\text{КОРМ},r}^2$ — коэффициент перехода при стойловом содержании скота, рассчитываемый аналогично коэффициенту $K_{\text{ОВОЩИ},r}$, со следующими рекомендуемыми параметрами: $t_h = 90$ сут, $t_e = 30$ сут, с использованием параметра α_1 , равного $3 \text{ м}^2/\text{кг}$ (сухого веса), вместо α_2 , и с использованием $Fv1_r$ вместо Fv_r .

28. Рекомендуемые значения величин Fv_r , $Fv1_r$, $F_{\text{МОЛОКО},r}^m$, $F_{\text{МЯСО},r}^f$, используемых для расчетов МУА по формулам (8)–(12), приведены в таблице № 9 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности.

29. При отсутствии достоверно известных данных о годовом потреблении пищевых продуктов питания лицами из различных возрастных групп, для определения возрастной группы, являющейся на основе рекомендаций пункта 19 настоящего Руководства по безопасности критической по пероральному поступлению радионуклида r , рекомендуется оценивать потребление с помощью соотношения:

$$I_{r,f} = \frac{E_g}{E_{g=6}} \cdot I_{f,g=6} \quad (23)$$

где:

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

g — возрастная группа, являющаяся критической по потреблению пищевого продукта (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 натурных 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 № 10 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности.

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

$$\text{МУА}_r^{WD} = \frac{10^3 \cdot \delta}{F_{\text{пищ}}^r \cdot V_D} \quad (24)$$

где:

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

$F_{\text{пищ}}^r$ — коэффициент дозового преобразования при пероральном пути поступления радионуклида r для возрастной группы, являющейся критической по данному пути, Зв/Бк;

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

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

32. 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 натурных исследований в формулах (26) и (28) значения коэффициентов $K_{нд}$ принимать в соответствии с таблицами № 3 и № 4 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности.

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

33. В целях определения перечня источников, для которых устанавливаются нормативы ДС, рекомендуется использовать следующее соотношение для расчета годовой эффективной дозы без учета рассеивания, создаваемой сбросами радионуклидов этого источника:

$$D_i^{\text{б.р.}} = \sum_r \left(\sum_{k_{\text{внеш}}} (A_{V,r} \cdot F_{r,\text{внеш}} \cdot \tau_{k,\text{внеш}}) + A_{V,r} \cdot F_{r,\text{инг}} \cdot I_{\text{инг}} \cdot \tau_{\text{ор}} \cdot K_{\text{пыль},r} + \sum_{k_{\text{внутр}}} (A_{V,r} \cdot F_{r,\text{пищ}} \cdot K_{r,k,\text{внутр}} \cdot P_{k,\text{внутр}}) \right) \quad (25)$$

где:

$A_{V,r}$ — активность r -го радионуклида в сбрасываемой водной среде, Бк/м³;

$F_{r,\text{внеш}}$ — дозовый коэффициент внешнего облучения для k -го пути внешнего облучения (Зв·м³)/(Бк·год);

$\tau_{k,\text{внеш}}$ — время в долях года, затрачиваемое на вид водопользования, связанный с k -м путем внешнего облучения, безразмерная величина;

$F_{r,\text{пищ}}$ — коэффициент дозового преобразования при пероральном пути поступления, Зв/Бк;

$K_{r,k,\text{внутр}}$ — коэффициент перехода радионуклида r в пищевой продукт по пищевым цепочкам, м³/кг;

$P_{k,\text{внутр}}$ — потребление пищевого продукта местного сельскохозяйственного производства, кг/год;

$F_{r,\text{инг}}$ — дозовый коэффициент для ингаляции, Зв/Бк;

$I_{\text{инг}}$ — объем вдыхаемого человеком воздуха за год, м³/год;

$\tau_{\text{ор}}$ — время в долях года, затрачиваемое на пребывание на орошаемой территории, безразмерная величина;

$K_{\text{пыль},r}$ — коэффициент, характеризующий переход радионуклидов из воды, используемой для орошения, через почву в воздух за счет вторичного ветрового подъема пыли и за счет подъема пыли в результате пахоты, безразмерная величина.

В случае если рассчитанная по соотношению (25) доза превышает значение, установленное в первом абзаце пункта 7 Методики, для рассматриваемого источника сбросов требуется установление нормативов ДС.

34. 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» (далее — Перечень), провести расчет отношения (выраженного в процентах) годовой эффективной дозы облучения населения с учетом рассеивания, 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.

Для расчета годовой эффективной дозы «с учетом рассеивания» от сбросов радионуклида r рекомендуется использовать следующее соотношение:

$$D_r = \sum_k Q_r \cdot \Phi_{r,1} \cdot \frac{\delta}{MUA_{r,k}} \quad (26)$$

где:

Q_r — годовой сброс r -го радионуклида, Бк/год;

$\Phi_{r,1}$ — фактор разбавления для r -го радионуклида на I-ом участке водного объекта, год/м³ (описание методов расчета данной величины представлено в Методике);

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

$MUA_{r,k}$ — максимальная удельная активность r -го радионуклида для k -го пути внешнего или внутреннего облучения, Бк/м³.

Для расчета вклада отдельных радионуклидов рекомендуется использовать следующее соотношение:

$$\left(\frac{D_r}{\sum_r D_r} \right) \cdot 100 \% \quad (27)$$

В случае если в сбросах из i -го источника присутствуют радионуклиды, не включенные в Перечень, при определении перечня радионуклидов в сбросах данного источника, для которых в соответствии с пунктом 7 Методики должны быть установлены нормативы, рекомендуется рассмотренный выше алгоритм распространить и на такие радионуклиды. При этом, в случае если реализация такого алгоритма приводит к тому, что ряд радионуклидов, входящих в Перечень, не входит в перечень тех, сумма вкладов которых в годовую эффективную дозу больше или равна значению, установленному в третьем абзаце пункта 7 Методики, рекомендуется предусмотреть расчет нормативов ДС и для таких радионуклидов.

35. Значение фактического годового сброса r -го радионуклида из i -го источника для проведения расчетов с помощью соотношения (26) рекомендуется определять с использованием положений руководства по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендации по методам и средствам контроля сбросов радиоактивных веществ в водные объекты» (РБ-005-21), утвержденного приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 16 февраля 2021 г. № 61.

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 9 сентября 2021 г. № 297.

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 объекта использования атомной энергии, 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.

Таблица № 1. Значения параметров, необходимых для расчета МУА

Параметр	Значение
δ , мкЗв	50
λ_r , сут ⁻¹	$6,33 \cdot 10^{-5}$
$F_{r, \text{внеш}}, \frac{\text{Зв} \cdot \text{м}^3}{\text{Бк} \cdot \text{с}}$	$5,83 \cdot 10^{-17}$
$f_r, \frac{\text{Зв} \cdot \text{м}^2}{\text{Бк} \cdot \text{с}}$	$5,79 \cdot 10^{-16}$
$F_{\text{пищ}}^r$, Зв/Бк	$1,3 \cdot 10^{-8}$
g	6
$K_{\text{нд}}^r$, м ³ /кг	$2,90 \cdot 10^1$
K_p , м ³ /кг	$1,50 \cdot 10^1$
$F_{\text{молоко, г}}^m$, СУТ/л	$1,00 \cdot 10^{-1}$

$F_{\text{мясо,г,сут/кг}}$	$3,0 \cdot 10^{-1}$
$T_{\text{купание}}$	0,011
$T_{\text{рыболовство}}$	0,022
$T_{\text{пребывание на пляже}}$	0,022
V_{ws}	0,184

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

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

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

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

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

$$\text{МУА}_{^{137}\text{Cs}}^{\text{пребывание на пляже}} = \frac{1}{3,15 \cdot 10^7} \cdot \frac{50 \cdot 10^{-6}}{0,2 \cdot 5,79 \cdot 10^{-16} \cdot \left(6 \cdot \frac{1 - e^{-2,31 \cdot 10^{-2} \cdot 1}}{2,31 \cdot 10^{-2} \cdot 1} \cdot 2,9 \cdot 10^1\right) \cdot 0,022} = 3,62 \cdot 10^3 \frac{\text{Бк}}{\text{м}^3}$$

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 годовое потребление 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:

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

9. МУА ^{137}Cs в воде озера для пути внутреннего облучения, связанного с заглатыванием воды при купании, рассчитывается по формуле (15) раздела II настоящего Руководства по безопасности:

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

10. Коэффициенты перехода по молочной и мясной цепочке рассчитываются по формулам (18) и (19) раздела II настоящего Руководства по безопасности:

$$K_{\text{молоко(водопой)}, 137Cs} = 0,1 \cdot 0,06 \cdot e^{-6,33 \cdot 10^{-5} \cdot 1} = 6 \cdot 10^{-3}, \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$$

$$K_{\text{мясо(водопой)}, 137Cs} = 0,3 \cdot 0,04 \cdot e^{-6,33 \cdot 10^{-5} \cdot 20} = 0,012, \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$$

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

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

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

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

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 9 сентября 2021 г. № 297.

Рекомендуемые значения параметров, используемых при расчете максимальных удельных активностей

Таблица № 1. Рекомендуемые значения параметров $F_{r,внеш}$ и f_r *

Радионуклид	$F_{r,внеш}, \frac{Зв \cdot м^3}{Бк \cdot с}$	$f_r, \frac{Зв \cdot м^3}{Бк \cdot с}$
^{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	$6,80 \cdot 10^{-18}$	$6,93 \cdot 10^{-17}$

Радионуклид	$F_{г,внеш}, \frac{Зв \cdot м^3}{Бк \cdot с}$	$f_{г}, \frac{Зв \cdot м^3}{Бк \cdot с}$
¹⁴⁴ Ce	1,68·10 ⁻¹⁸	1,84·10 ⁻¹⁷
³⁶ Cl	1,95·10 ⁻¹⁹	1,12·10 ⁻¹⁷
²⁴² Cm	9,37·10 ⁻²¹	7,02·10 ⁻¹⁹
²⁴³ Cm	1,17·10 ⁻¹⁷	1,18·10 ⁻¹⁶
²⁴⁴ Cm	7,97·10 ⁻²¹	6,44·10 ⁻¹⁹
⁵⁷ Co	1,10·10 ⁻¹⁷	1,08·10 ⁻¹⁶
⁵⁸ Co	9,63·10 ⁻¹⁷	9,25·10 ⁻¹⁶
⁶⁰ Co	2,57·10 ⁻¹⁶	2,30·10 ⁻¹⁵
⁵¹ Cr	3,02·10 ⁻¹⁸	2,97·10 ⁻¹⁷
¹³⁴ Cs	1,53·10 ⁻¹⁶	1,48·10 ⁻¹⁵
¹³⁷ Cs (+ ^{137m} Ba)	5,83·10 ⁻¹⁷	5,79·10 ⁻¹⁶
¹⁶⁹ Er	3,24·10 ⁻²⁰	6,75·10 ⁻²⁰
¹⁵² Eu	1,14·10 ⁻¹⁶	1,08·10 ⁻¹⁵
¹⁵⁴ Eu	1,25·10 ⁻¹⁶	1,17·10 ⁻¹⁵
¹⁵⁵ Eu	4,81·10 ⁻¹⁸	5,35·10 ⁻¹⁷
⁵⁹ Fe	1,22·10 ⁻¹⁶	1,10·10 ⁻¹⁵
²²¹ Fr	2,90·10 ⁻¹⁸	2,84·10 ⁻¹⁷
²²³ Fr	4,67·10 ⁻¹⁸	7,76·10 ⁻¹⁷
⁶⁷ Ga	1,43·10 ⁻¹⁷	1,41·10 ⁻¹⁶
¹⁹⁷ Hg	5,11·10 ⁻¹⁸	5,79·10 ⁻¹⁷
¹²³ I	1,43·10 ⁻¹⁷	1,53·10 ⁻¹⁶
¹²⁹ I	6,57·10 ⁻¹⁹	1,95·10 ⁻¹⁷
¹³¹ I	3,67·10 ⁻¹⁷	3,64·10 ⁻¹⁶
¹³² I	2,27·10 ⁻¹⁶	2,20·10 ⁻¹⁵
¹³³ I	5,96·10 ⁻¹⁷	6,17·10 ⁻¹⁶
¹³⁵ I	1,63·10 ⁻¹⁶	1,47·10 ⁻¹⁵

Радионуклид	$F_{г,внеш}, \frac{Зв \cdot м^3}{Бк \cdot с}$	$f_{г}, \frac{Зв \cdot м^3}{Бк \cdot с}$
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	$1,98 \cdot 10^{-18}$	$1,08 \cdot 10^{-16}$
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	$9,10 \cdot 10^{-22}$	$8,66 \cdot 10^{-21}$

Радионуклид	$F_{г,внеш}, \frac{Зв \cdot м^3}{Бк \cdot с}$	$f_{г}, \frac{Зв \cdot м^3}{Бк \cdot с}$
^{144}Pr	$4,76 \cdot 10^{-18}$	$1,63 \cdot 10^{-16}$
$^{144\text{m}}\text{Pr}$	$5,06 \cdot 10^{-19}$	$1,05 \cdot 10^{-17}$
^{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	$4,53 \cdot 10^{-17}$	$4,49 \cdot 10^{-16}$
$^{106}\text{Ru} (+^{106}\text{Rh})$	$2,19 \cdot 10^{-17}$	$3,45 \cdot 10^{-16}$
^{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	$5,25 \cdot 10^{-19}$	$6,86 \cdot 10^{-17}$
$^{90}\text{Sr} (+^{90}\text{Y})$	$9,87 \cdot 10^{-19}$	$1,64 \cdot 10^{-18}$
^{99}Tc	$3,13 \cdot 10^{-20}$	$6,47 \cdot 10^{-20}$
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	$1,16 \cdot 10^{-17}$	$1,14 \cdot 10^{-16}$
$^{123\text{m}}\text{Te}$	$1,28 \cdot 10^{-17}$	$1,32 \cdot 10^{-16}$

Радионуклид	$F_{г,внеш}, \frac{Зв \cdot м^3}{Бк \cdot с}$	$f_{г}, \frac{Зв \cdot м^3}{Бк \cdot с}$
²²⁷ Th	$9,71 \cdot 10^{-18}$	$9,81 \cdot 10^{-17}$
²²⁸ Th	$1,80 \cdot 10^{-19}$	$2,13 \cdot 10^{-18}$
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	$4,4 \cdot 10^1$
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 $K_{нд}^r$ для морской воды, м³/кг *

Элемент	$K_{нд}^r$
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	$9,0 \cdot 10^2$
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	$4,0 \cdot 10^0$

Элемент	$K_{нд}^r$
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 $K_{p,r}$, м³/кг *

Элемент	K_p
Ag	$1,1 \cdot 10^{-1}$
Am	$2,4 \cdot 10^{-1}$
Au	$2,4 \cdot 10^{-1}$
Ba	$1,2 \cdot 10^{-3}$

Элемент	Кр
C	$4,0 \cdot 10^2$
Ca	$1,2 \cdot 10^{-2}$
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	$3,7 \cdot 10^{-2}$

Элемент	K_p
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).

Таблица № 6. Коэффициенты накопления радионуклидов в морской рыбе $K_{p,r}$, м³/кг *

Элемент	K_p
C	$2,0 \cdot 10^1$
Na	$1,0 \cdot 10^{-3}$
S	$1,0 \cdot 10^{-3}$
Cl	$6,0 \cdot 10^{-5}$
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	$1,0 \cdot 10^1$

Элемент	K_p
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	$6,0 \cdot 10^{-1}$
U	$1,0 \cdot 10^{-3}$
Np	$1,0 \cdot 10^{-3}$
Pu	$1,0 \cdot 10^{-1}$

Элемент	K_p
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 интенсивностей вдыхания для различных возрастных групп населения, м³/год

Возрастная группа, g	2	3	4	5	6
Возраст	1–2 года	2–7 лет	7–12 лет	12–17 лет	>17
$I_{инг}$, м ³ /год	$1,0 \cdot 10^3$	$1,9 \cdot 10^3$	$3,2 \cdot 10^3$	$5,2 \cdot 10^3$	$8,1 \cdot 10^3$

Таблица № 8. Рекомендуемые значения поверхностной плотности корневого слоя почвы, кг/м² *

Вид использования почвы	Тип почвы	
	Торфянистые почвы	Неторфянистые виды почв
Выращивание сельскохозяйственных культур	100	260
Выпас сельскохозяйственных животных	50	130

* Значения коэффициентов приняты в соответствии с Generic Models for use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment / Safety Reports. — Series № 19. — Vienna: IAEA, 2000.

Таблица № 9. Рекомендуемые значения параметров Fv_r , Fvl_r , $F^m_{\text{молоко, г, сут/л}}$, $F^f_{\text{мясо, г, сут/кг}}$, Fvl_r *

Элемент	Fv_r	$F^m_{\text{молоко, г, сут/л}}$	$F^f_{\text{мясо, г, сут/кг}}$	Fvl_r
Ag	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$6,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-1}$
Am	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-1}$
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	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-6}$	$2,0 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-1}$

Элемент	Fv_r	$F^m_{\text{молоко, г, сут/л}}$	$F^{\text{мясо, г, сут/кг}}$	Fvl_r
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	$4,0 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$4,0 \cdot 10^{-1}$
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	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$1,0 \cdot 10^0$

Элемент	Fv_r	$F^m_{\text{молоко, г, сут/л}}$	$F^f_{\text{мясо, г, сут/кг}}$	Fvl_r
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 № 10. Рекомендуемые значения суточных энергетических затрат для лиц из различных возрастных групп, ккал/сут

Возрастная группа (г)	2	3	4	5	6
Энергетические за- траты, ккал/сут	1400	2000	2600	3100	2900