

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ПО
ЯДЕРНОЙ И РАДИАЦИОННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ»**

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ПО ВОПРОСАМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВЫБРОСОВ
И СБРОСОВ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ
В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Часть I

Методические основы регулирования
и мониторинга выбросов и сбросов.
Нормирование выбросов радиоактивных веществ
в окружающую среду

А.В. Курындин, А.А. Строганов, А.С. Шаповалов, Н.Б. Тимофеев

Москва 2015

УДК 621.039.58
ББК 30.69
К 93

К 93

Методическое пособие по вопросам регулирования выбросов и сбросов в окружающую среду: Часть I. Методические основы регулирования и мониторинга выбросов и сбросов. Нормирование выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду – М.: ФБУ «НТЦ ЯРБ», 2015. – 170 с.

Методическое пособие по вопросам регулирования выбросов и сбросов в окружающую среду разработано с целью оптимизации информации по регулированию выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду в Российской Федерации.

В данной части методического пособия рассмотрены основные цели и задачи регулирования выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду. Описаны подходы к установлению нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты, основанные на многолетнем международном опыте, накопленном как Российской Федерацией, так и другими странами-участниками МАГАТЭ. Кроме того, данная часть методического пособия содержит подробное описание математических моделей, рекомендуемых для использования при разработке нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух.

Рекомендуется к использованию при решении вопросов, связанных с регулированием выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду.

Адрес для запросов: 107140, Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5. ФБУ «НТЦ ЯРБ».

УДК 621.039.58
ББК 30.69

ISBN 978-5-902400-74-5

© ФБУ «НТЦ ЯРБ»
2015

СОДЕРЖАНИЕ

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	4
ПРЕДИСЛОВИЕ	5
<i>Глава 1 Цели и задачи регулирования выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду</i>	<i>7</i>
<i>Глава 2 Мониторинг выбросов и сбросов радиоактивных веществ</i>	<i>33</i>
<i>Глава 3 Установление нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух</i>	<i>423</i>
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	52
Приложение А Методика разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух	59
Приложение Б Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендации по содержанию документов, обосновывающих нормативы предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и нормативы допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты»	73
Приложение В Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых для разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух»	97

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АС	-	атомная станция
АЭС	-	атомная электрическая станция
ГРО	-	газообразные радиоактивные отходы
ДС	-	допустимый сброс
ЖРО	-	жидкие радиоактивные отходы
ИИИ	-	источник ионизирующего излучения
ИРГ	-	инертные радиоактивные газы
КУ	-	контрольный уровень
МАГАТЭ	-	Международное агентство по атомной энергии
МКРЗ	-	Международная комиссия по радиационной защите
МУА	-	максимальная удельная активность
НПИ	-	нижний порог измерений
ОАО	-	открытое акционерное общество
ОИАЭ	-	объект использования атомной энергии
ПДВ	-	предельно допустимый выброс
ТРО	-	Твердые радиоактивные отходы
УАНИ	-	удельная активность техногенных радионуклидов, при которой допускается неограниченное использование материалов
ЯТЦ	-	ядерный топливный цикл

ПРЕДИСЛОВИЕ

За последние годы законодательство Российской Федерации, в части регулирования радиоактивных выбросов и сбросов в окружающую среду претерпело существенные изменения. Так, в Положение о Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, утвержденное постановлением Правительства от 30 июля 2004 г. № 401 [1] внесены изменения, в соответствии с которыми в компетенцию Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) включены функции по установлению нормативов предельно допустимых выбросов и допустимых сбросов радиоактивных веществ, по выдаче разрешений на выбросы и сбросы радиоактивных веществ в окружающую среду в пределах установленных нормативов и по утверждению методик разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты.

В 2011 году в «Положение о нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него», утвержденное постановлением Правительства от 2 марта 2000 г. № 183 [2], внесено изменение, в соответствии с которым при определении нормативов выбросов радиоактивных веществ применяются методы определения предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух, утверждаемые Ростехнадзором. В этом же году в постановление Правительства от 23 июля 2007 г. № 469 «О порядке утверждения нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей» [3] внесено изменение, в соответствии с которым нормативы допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты утверждаются Ростехнадзором по согласованию с рядом федеральных органов исполнительной власти в соответствии с методикой разработки нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты, которая также должна быть утверждена Ростехнадзором.

Указанные изменения, безусловно, имеют значимое положительное влияние на обеспечение благоприятной окружающей среды, право на которую предусмотрено в статье 42 Конституции Российской Федерации [4], поскольку для большинства объектов использования атомной энергии (за исключением АЭС, система нормирования радиоактивных выбросов которых базировалась на «Санитарных правилах проекти-

рования и эксплуатации атомных станций» (СП АС-03) [5]) установление нормативов радиоактивных выбросов и сбросов на уровне нормативных правовых актов не регулировалось. Кроме того, сложившаяся практика показывала, что в качестве источников радиоактивных выбросов, для которых необходимо устанавливать нормативы, рассматривались только организованные источники выбросов.

В связи с указанными изменениями Ростехнадзором осуществлена разработка ряда нормативных правовых актов, регламентирующих принципы и критерии установления нормативов радиоактивных выбросов и сбросов, и рекомендательных документов, в которых приводятся методы расчета параметров, применяющихся для расчета этих нормативов. При этом данные документы являются довольно сложными технически и содержат требования и рекомендации, направленные на исполнение положений законодательных актов, подзаконных актов и нормативных документов, которые относятся не только к законодательству в области использования атомной энергии, но и к законодательству в области охраны окружающей среды, которые, однако, необходимо учитывать при разработке нормативов выбросов и сбросов.

Основная цель настоящего методического пособия – показать, как в настоящее время обеспечивается регулирование выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду в Российской Федерации и как принятая в России система нормирования выбросов и сбросов гармонизирована с международно признанными подходами.

ГЛАВА 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВЫБРОСОВ И СБРОСОВ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Главной целью регулирования радиоактивных выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду является обеспечение благоприятной окружающей среды, необходимость которого предусмотрена в статье 42 Конституции Российской Федерации [4].

Для достижения данной цели необходимо решение следующих задач:

- обеспечение устойчивого функционирования естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов;
- обеспечение непревышения допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего излучения;
- установление нормативов выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду;
- проведение измерений выбросов и сбросов радиоактивных веществ как части производственного контроля.

Следует отметить, что непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего излучения и устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов считаются обеспеченными, если нормативы выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду устанавливаются исходя из необходимости такого обеспечения и при этом результаты измерений фактических выбросов и сбросов радиоактивных ве-

ществ в окружающую среду подтверждают неперевышение установленных нормативов.

В законодательстве Российской Федерации содержится ряд положений, так или иначе направленных на достижение указанной цели и решение упомянутых задач. Так, необходимость обеспечения неперевышения допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего излучения обусловлена положениями статьи 3 Федерального закона от 9 января 1996 г. № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» [6]. Необходимость установления нормативов выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду обусловлена положениями статьи 22 Федерального закона от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [7] и статьи 12 Федерального закона от 04 мая 1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» [8], а необходимость проведения измерений выбросов и сбросов радиоактивных веществ, как части производственного контроля, обусловлена положениями статьи 67 [7].

1.1 Обеспечение устойчивого функционирования естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов

Несмотря на то, что задачи неперевышения допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего излучения и обеспечения устойчивого функционирования естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов проистекают из различных ветвей законодательства, формально первая из них является частью второй. Действительно, в соответствии с [7] естественная экологическая система определяется как объективно существующая часть природной среды, которая имеет пространственно-территориальные границы и в которой живые (растения, животные и другие организмы) и неживые ее элементы взаимодействуют как единое функциональное целое и связаны между собой обменом веществом и энергией. Очевидно, что человек является частью этой системы.

Указанная связь является не только формальной, в силу законодательства, она также является вполне научно обоснованной и следует из ряда публикаций авторитетных международных организаций.

Так, задача обеспечения неперевышения допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего излучения непосредственно связана со сформулированным МКРЗ еще в конце 70-х годов 20-го века так называемым антропоцентрическим принципом (подходом) к защите окружающей среды от влияния ионизиру-

щих излучений, сохраняющим актуальность и в настоящее время. Так, данный принцип лежит в основе как национального законодательства Российской Федерации [6], так и международных подходов [9].

Этот принцип определил суть отношения человека к охране окружающей среды и лёг в основу природоохранного законодательства многих стран мира. Даже если в каких-то странах он не был зафиксирован законодательно, в том числе и в России, фактически он является и остается базовым в решении практических вопросов радиационной защиты окружающей среды. Кратко этот принцип гласит, что, если защищен человек, то в этих условиях защищены от действия ионизирующих излучений и другие живые организмы. Этот принцип стал главной парадигмой радиоэкологии: «защищен человек - защищена биота».

В антропоцентрическом подходе окружающая среда с точки зрения радиационного воздействия представляет интерес лишь в контексте миграции радионуклидов по ее компонентам к человеку. В свою очередь, задача обеспечения устойчивого функционирования естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов связана с обновленной парадигмой радиационной безопасности под названием экоцентрический принцип (подход). При экоцентрическом подходе [10] из факта обеспечения радиационной безопасности человека не следует, что защищена окружающая среда.

Следует отметить, что в настоящее время не существует четких критериев того, что считать опасным или безопасным для окружающей среды в целом. Очевидно, что причиной этого является многообразие живых организмов и компонентов окружающей среды. До конца 80-х - начала 90-х годов прошлого века вопросы радиационной защиты объектов окружающей среды - живых организмов, их популяций, сообществ и экосистем детально не рассматривались.

Тем не менее определенные шаги по развитию экоцентрического подхода международным сообществом в настоящее время уже предприняты. Так, в публикации МКРЗ [11] рассматривается влияние ионизирующего излучения на различных представителей биоты и по результатам этого рассмотрения установлены референтные уровни облучения биоты. Данные референтные уровни дифференцированы в зависимости от эффектов, обусловленных воздействием ионизирующего излучения, и могут быть внедрены в национальные законодательства в области охраны окружающей среды.

Ниже в табл. 1 в качестве примера представлены значения вышеупомянутых референтных уровней для оленей, крыс и уток.

Аргументация сторонников антропоцентрического подхода основана на следующем:

- человек обладает наибольшей радиочувствительностью среди представителей биосферы;
- нормы допустимого облучения человека значительно ниже доз, вызывающих какие-либо обнаружимые эффекты в отклонениях показателей здоровья и, тем более, летальных доз.

Таблица 1

Референтные уровни для оленей, крыс и уток [11]

Мощность дозы, мГр/сут	Референтный уровень		
	Олень	Крыса	Утка
> 1000	Смертность от повреждения кроветворной системы ЛД _{50/30} * от 1 до 8 Гр	Смертность от повреждения кроветворной системы у взрослых особей ЛД _{50/30} от 6 до 10 Гр	Смертность у взрослых особей ЛД _{50/30} от 7 до 11 Гр
100 – 1000	Сокращение продолжительности жизни	Сокращение продолжительности жизни	Долгосрочные эффекты, влияющие на развитие эмбриона
10 – 100	1) Повышенная заболеваемость 2) Возможное сокращение продолжительности жизни 3) Снижение репродуктивной способности	1) Повышенная заболеваемость 2) Возможное сокращение продолжительности жизни 3) Снижение репродуктивной способности	Повышенная заболеваемость
1 – 10	Потенциальное снижение репродуктивной способности вследствие стерильности взрослых мужских особей	Потенциальное снижение репродуктивной способности вследствие стерильности взрослых мужских и женских особей	Потенциальное снижение репродуктивной способности вследствие снижения жизнеспособности детенышей
0,1 – 1	Очень низкая вероятность эффектов	Очень низкая вероятность эффектов	Информация отсутствует
0,01 – 0,1	Наблюдаемые эффекты отсутствуют	Наблюдаемые эффекты отсутствуют	Информация отсутствует
< 0,01	Природный фон	Природный фон	Природный фон

* ЛД_{50/30} – доза, приводящая к гибели половины популяции за 30 суток

Аргументация противников антропоцентрического подхода строится на следующем:

- в окружающей среде часто реализуются ситуации, когда объектом воздействия ионизирующего излучения является не человек, а экологические системы или природные объекты;
- в отличие от представителей экосистем человек имеет возможность целенаправленно защищаться от воздействия радиации;
- в ряде случаев человек может получать дозы облучения ниже установленных исходя из антропоцентрического подхода дозовых пределов, однако облучение представителей некоторых экосистем в тех же дозах может быть опасным для ряда видовых сообществ;
- этические соображения.

Регулирование обеспечения устойчивого функционирования естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов в соответствии с законодательством осуществляется посредством установления нормативов допустимых выбросов и сбросов. Так, в соответствии со статьей 22 [7] в целях предотвращения негативного воздействия на окружающую среду хозяйственной и иной деятельности для юридических и физических лиц (природопользователей) устанавливаются нормативы допустимого воздействия на окружающую среду, среди которых указаны нормативы допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов. В [7] нормативы допустимого воздействия на окружающую среду определены как нормативы, которые установлены в соответствии с показателями воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и при которых соблюдаются нормативы качества окружающей среды. При этом нормативами качества окружающей среды в соответствии с [7] являются нормативы, которые установлены в соответствии с физическими, химическими, биологическими и иными показателями для оценки состояния окружающей среды и при соблюдении которых обеспечивается благоприятная окружающая среда. В свою очередь в соответствии с [7], благоприятной окружающей средой является среда, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов.

Следует однако отметить, что в настоящее время радиационные нормативы качества окружающей среды на уровне нормативных правовых актов не установлены. Это объясняется тем, что для установления таких нормативов должен быть выполнен ряд серьезных научно-исследовательских работ по следующим направлениям [12]:

- определение взвешивающих коэффициентов для органов и тканей представителей биоты;
- определение взвешивающих коэффициентов, характеризующих воздействие конкретного вида излучения (альфа-, бета-, гамма-) на органы и ткани представителей биоты;
- выбор референтных представителей биоты;
- определение эффектов воздействия конкретного вида излучения (альфа-, бета-, гамма-) на референтных представителей биоты;
- определение зависимостей между величиной дозы облучения и обусловленным ее воздействием эффектом для референтных представителей биоты;
- определение роли уровня радиационных эффектов при охране биоты;
- установление пределов облучения референтных представителей биоты, выраженных в терминах дозы, на основании описанных выше изысканий.

Непревышение полученных по результатам таких работ дозовых пределов облучения биоты необходимо использовать как критерий для установления нормативов качества окружающей среды и для разработки на их основе нормативов допустимых выбросов и допустимых сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду.

Таким образом, обобщая вышесказанное, можно считать, что в настоящее время законодательство Российской Федерации, направленное на обеспечение благоприятной окружающей среды, основывается на антропоцентрическом подходе, однако также содержит положения, требующие применения экоцентрического подхода.

1.2 Обеспечение непревышения допустимых пределов индивидуальных доз облучения населения

Как было показано выше, законодательство Российской Федерации, направленное на обеспечение непревышения допустимых пределов индивидуальных доз, основывается на антропоцентрическом подходе.

В публикации МКРЗ № 103 [13], заменившей публикацию МКРЗ № 60 [14], выделяется три типа ситуаций облучения, в отношении которых возможно осуществление регулирующего контроля. Они полностью охватывают все возможные варианты ситуаций облучения человека, а именно:

- ситуации планируемого облучения, когда ввод в эксплуатацию и эксплуатация источников ионизирующего излучения были заранее спланированы;

– ситуации аварийного облучения, когда облучение носит непредвиденный характер, например, когда облучение происходит при плановой работе или в результате злонамеренных действий, требующих немедленного реагирования;

– ситуации существующего облучения, когда облучение уже происходит ко времени принятия решения об установлении над ним контроля, например, когда происходит облучение, обусловленное прошлой деятельностью.

Задача обеспечения непревышения допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан в контексте российского законодательства решается в рамках ситуаций планируемого облучения, что соответствует международным рекомендациям [13]. Основным нормативным ограничением, направленным на обеспечение непревышения допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан, является установленный в статье 2 [6] основной допустимый предел годовой эффективной дозы облучения населения на территории Российской Федерации в результате использования источников ионизирующего излучения, равный 0,001 Зв. Дополнительно в [6] установлено, что в отдельные годы допустимы большие значения эффективной дозы при условии, что средняя годовая эффективная доза, исчисленная за пять последовательных лет, не превысит 0,001 Зв.

Для того, чтобы понять, на основании чего установлено такое ограничение, обратимся к публикациям МКРЗ, рекомендации которых много лет являются основой как для развития национальных законодательств в области обеспечения радиационной безопасности в различных странах, так и для развития стандартов безопасности МАГАТЭ.

Указанное выше ограничение (0,001 Зв/год) заимствовано из публикаций МКРЗ [13] и [14]. В его основе лежат результаты многолетних исследований эффектов для здоровья, обусловленных облучением жителей японских городов Хиросима и Нагасаки, а также вспомогательные данные, с использованием которых характерные для японской нации параметры, необходимые для обоснования ограничения, корректировались с целью обеспечения их применимости для представителей европеоидной расы.

На рис.1 представлена зависимость вероятности смерти, обусловленной облучением, от дозы во всем теле. Следует отметить, что на данном рисунке эффекты облучения разделены на детерминированные и стохастические. Суть различия между этими эффектами отражена на рис. 2. На рис. 1 высокие дозы облучения (в том числе дозы, приводящие к детерминированным эффектам) соотнесены с ситуациями аварийного облу-

чения, а более низкие дозы (при которых наблюдаются только стохастические эффекты), - с ситуациями планируемого облучения.

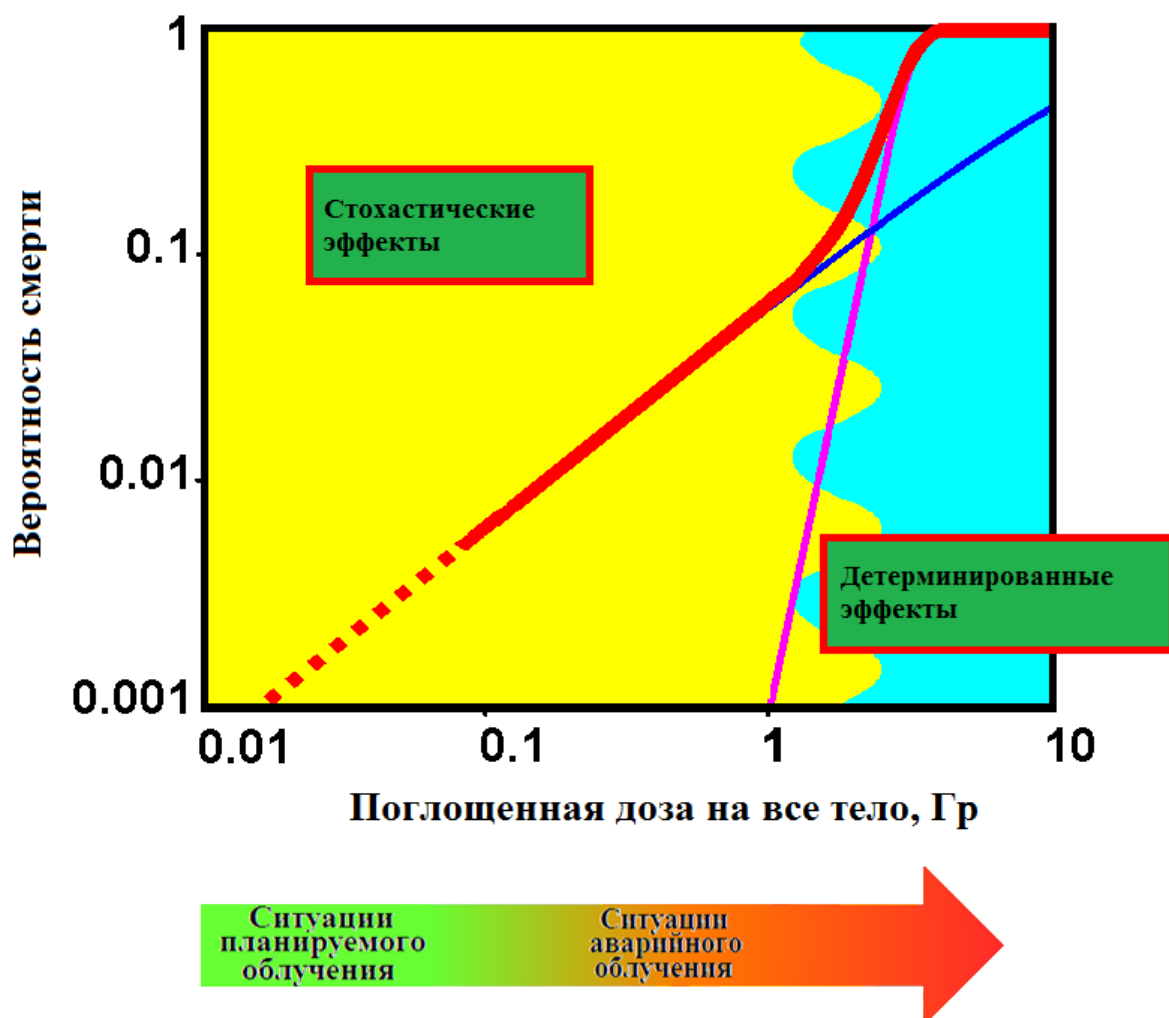


Рис. 1 Зависимость вероятности смерти, обусловленной облучением, от дозы во всем теле

Следует отметить, что за 52 года наблюдения (1950-2002 гг.) за 86 611 людьми, выжившими после бомбардировки Хиросимы и Нагасаки, выявлен 601 случай дополнительных заболеваний раком. Данные случаи заболевания являются дополнительными по отношению к фоновому (не обусловленному бомбардировкой) уровню заболеваемости. Важно отметить, что при дозах облучения всего тела, меньших, чем 0,1-0,2 Гр, дополнительные раки не обнаружены. Зависимость «вероятность смерти - эффект» в диапазоне доз ниже 0,1-0,2 Гр показана на рисунке 1 пунктирной линией. Таким образом, подтверждений тому, что при дозах ниже 0,1-0,2 Гр будут наблюдаться раки или наследственные заболевания, вызванные облучением ионизирующей радиацией, и что показанная пунктиром на рисунке 1 линейная зависимость имеет место, в настоящее время нет. Хотя опровержения такой зависимости отсутствуют. Тем не менее, исходя

из «принципа предосторожности» МКРЗ (см. [15]) рекомендует руководствоваться линейной беспороговой моделью оценки зависимости доза-эффект, т.е. моделью, в которой предполагается, что в диапазоне малых доз (от 0 до 0,1-0,2 Гр) дозы излучения приводят к прямо пропорциональному увеличению риска избыточного рака и/или наследственных заболеваний. Важным моментом, вытекающим из линейной беспороговой модели, является то, что конечная вероятность смерти от рака и наследственных заболеваний, какой бы малой она ни была, должна быть обязательно учтена, а уровень защиты должен быть установлен так, чтобы эта вероятность считалась приемлемой. В [13], а следовательно и в [9], приемлемым рекомендуется считать риск, соответствующий дозе 1 мЗв, эквивалентной 0,001 Гр для фотонного излучения, что нашло отражение и в российском законодательстве [6].



Рис. 2. Иллюстрация различия между эффектами облучения

Для целей обеспечения выполнения требования статьи 2 Федерального закона № 3-ФЗ [6] о непревышении дозового ограничения, в пункте 3.4 [16] установлено, что для недопущения превышения дозового предела техногенного облучения населения, подвергающегося облучению от нескольких радиационных объектов различных категорий, устанавливаются квоты на облучение населения. Иллюстрация, демонстрирующая суть понятия о квотах, приведена на рисунке 3 от каждого из этих нормативов. В соответствии с [9] и [13] квоты устанавливаются в целях реализации принципа оптимизации защиты, состоящего в том, что вероятность облу-

чения, число облученных лиц и величина индивидуальных доз должны быть удерживаемы на таком низком уровне, насколько это разумно достижимо с учетом социально-экономических факторов. Данный принцип также установлен в российском законодательстве в статье 4 Федерального закона № 3-ФЗ [6].

Отмеченное на рисунке 3 требование о гибкости эксплуатационных режимов ОИАЭ и технологического процесса с точки зрения выбросов и сбросов означает, что нормативы выбросов и сбросов должны устанавливаться с учетом возможных изменений технологического процесса и возможного осуществления новых видов деятельности и ввода в эксплуатацию новых производственных мощностей. Например, при наличии на промплощадке АЭС трех энергоблоков, в случае, если нормативы предельно допустимых выбросов и допустимых сбросов устанавливаются исходя из условия непревышения предельного значения дозовой квоты, а не ее определенной части, то ввод в эксплуатацию четвертого энергоблока невозможен без проведения мероприятий по снижению выбросов и/или сбросов на остальных трех энергоблоках.

Следует отметить, что предельное значение дозовой квоты устанавливается путем вычитания из основного дозового предела (1 мЗв) дозы, обусловленной долгоживущими радионуклидами, имеющими глобальное значение, попавшими в окружающую среду за счет ядерных испытаний и выбросов формируемых мировой атомной энергетикой. Согласно стандарту безопасности МАГАТЭ WS-G-2.3 [17], в котором устанавливаются принципы и подходы к регулированию радиоактивных выбросов и сбросов, максимальное возможное значение эффективной дозы от глобальных, региональных и выведенных/изъятых источников равно 200 мкЗв в год на человека, оставшиеся 800 мкЗв в год могут быть приняты в качестве предельного значения квоты.

Для российских АЭС квота на выбросы фиксирована и составляет 50 мкЗв/год для проектируемых и строящихся и 200 мкЗв/год для действующих АЭС [5]. Для сравнения в табл. 2 приведены значения дозовых квот, выделяемые в других странах для различных ОИАЭ.

Таблица 2

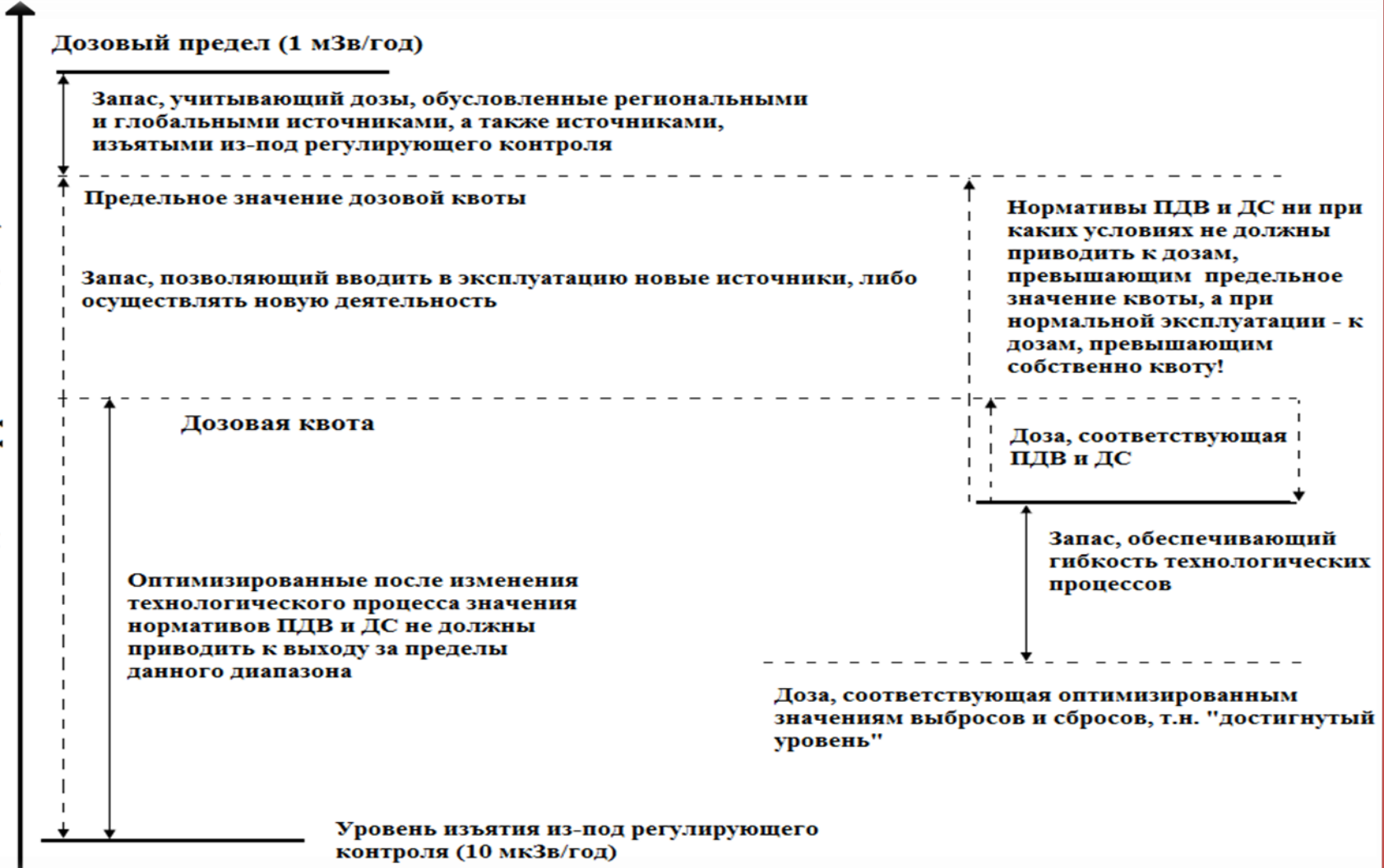
Значения дозовых квот, выделенных в некоторых странах для различных ОИАЭ и их сравнение с квотой, выделяемой для АЭС в России

Страна	Дозовая квота, мЗв/год	ОИАЭ
Аргентина	0,3	предприятия ЯТЦ
Бельгия	0,25	ядерные энергетические реакторы
Китай	0,25	АЭС
Италия	0,1	реакторы с водой под давлением
Люксембург	0,3	предприятия ЯТЦ
Нидерланды	0,3	предприятия ЯТЦ
Испания	0,3	предприятия ЯТЦ
Швеция	0,1	ядерные энергетические реакторы
Украина	0,08	ядерные энергетические реакторы
	0,2	предприятия ЯТЦ
Великобритания	0,3	предприятия ЯТЦ
США	0,25	предприятия ЯТЦ
Россия	0,1	строящиеся или проектируемые АЭС
	0,25	действующие АЭС

Дополнительным дозовым ограничением, действующим в Российской Федерации, являются основные дозовые пределы эквивалентных доз за год на хрусталик глаза, кожу, кисти и стопы, установленные в табл. 3.1 НРБ-99/2009 [18]. Для того, чтобы понять, из каких соображений установлены основные дозовые пределы эквивалентных доз, упомянутые выше, обратимся к публикации МКРЗ № 60 [14].

В действительности, ограничения эффективной дозы, даже в предположении, что эти значения предельны для длительных периодов времени, достаточны, чтобы быть уверенным в предупреждении детерминированных эффектов почти во всех тканях и органах тела, за исключением двух тканей – хрусталика глаза и кожи, которые не будут наверняка защищены пределом эффективной дозы, причем, в основном, при внешнем облучении [14]. По этой причине в [14], а затем и в заменившей ее публикации [13] дополнительно к пределу эффективной дозы (на все тело) установлены пределы годовых эквивалентных доз на хрусталик глаза, кожу, кисти и стопы для персонала ОИАЭ и населения.

Годовая эффективная доза, Зв



Методическое пособие по вопросам регулирования выбросов и сбросов радионуклидных веществ в окружающую среду

Рис. 3 Иллюстрация к понятию дозовой квоты

Оценки порога годовой эквивалентной дозы для нарушения зрения (катаракты) были проведены еще до выхода публикации МКРЗ № 60 [14], их результаты приведены в публикации МКРЗ № 41 [19]. Данный порог в соответствии с [19] составляет 150 мЗв, и принят в [14] (а позднее подтвержден в [13]) в качестве предела годовой эквивалентной дозы для персонала.

Для кожи результаты исследований показали, что одни из детерминированных эффектов возникают в базальном слое кожи на номинальной глубине $7 \text{ мг} \cdot \text{см}^{-2}$ (в интервале от 2 до $10 \text{ мг} \cdot \text{см}^{-2}$), в то время как другие – в более глубоких слоях дермы ($30\text{-}50 \text{ мг} \cdot \text{см}^{-2}$). Рекомендованный в [14] предел годовой эквивалентной дозы при профессиональном облучении составляет 500 мЗв, усредненных по любой площади 1 см^2 , независимо от размера облучаемой площади, при номинальной глубине $7 \text{ мг} \cdot \text{см}^{-2}$. Этот предел, примененный к коже лица, обеспечивает также защиту хрусталиков глаз от локализованного воздействия излучения со слабой проникающей способностью, такого, как β -частицы. Тот же предел согласно [14] можно применять также для кистей рук и стоп.

1.3 Регулирование выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду

Как отмечалось ранее, установление нормативов выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду направлено на обеспечение неперевышения дозовых пределов облучения населения и на обеспечение устойчивого функционирования естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов.

На рис. 4 приведена структура законодательства, относящегося к регулированию выбросов и сбросов радиоактивных веществ, приведены наиболее важные положения нормативных правовых актов, определяющие регулируемую роль государства (в том числе, компетенцию Ростехнадзора) в части выбросов и сбросов, показаны критерии, которые необходимо учитывать при разработке нормативов выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду. Аспекты, касающиеся обеспечения устойчивого функционирования естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов, на рис. 4 не указаны в связи с тем, что, как было отмечено выше, радиационные нормативы качества окружающей среды на уровне нормативных правовых актов не установлены, хотя некоторые работы международных организаций в этом направлении уже выполнены [10].

На рис. 4 не показано законодательство в области использования атомной энергии, так как оно не содержит явных положений, влияющих на значения нормативов выбросов и сбросов радиоактивных веществ в

окружающую среду. Однако в нем содержатся положения, в соответствии с которыми нормативы выбросов и сбросов не должны превышать. Так, например, в федеральных нормах и правилах в области использования атомной энергии ОПБ-88/97 [20], НП-033-11 [21] и НП-016-05 [22], разработанных в соответствии со ст. 6 Федерального закона № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» [23], указано, что ОИАЭ удовлетворяет требованиям безопасности, если его радиационное воздействие на персонал, население и окружающую среду при нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные аварии, не приводит к превышению установленных доз облучения персонала и населения, нормативов по выбросам и сбросам, содержанию радиоактивных веществ в окружающей среде.

На рис. 5 показано, как регулирование нормативов выбросов и сбросов связано с законодательством в области использования атомной энергии через процедуру получения лицензии на осуществление деятельности в области использования атомной энергии, предусмотренную в ст. 26 Федерального закона № 170-ФЗ [23].

Согласно ст. 26 [23] при принятии решения о выдаче разрешения на право ведения работ в области использования атомной энергии проводится экспертиза обоснования безопасности, предметом которой является анализ соответствия документов, представленных соискателем лицензии и обосновывающих безопасность объекта использования атомной энергии и (или) видов деятельности в области использования атомной энергии законодательству, нормам и правилам в области использования атомной энергии, современному уровню развития науки, техники и производства.

При этом, на основании пункта 2 Положения «О лицензировании деятельности в области использования атомной энергии», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 29 марта 2013 г. № 280 [24], лицензирование деятельности в области использования атомной энергии осуществляется Ростехнадзором. В этом же документе определено, что организация проведения экспертизы безопасности обеспечивается органом, осуществляющим лицензирование.



Рис. 4. Структура законодательства, относящегося к регулированию радиоактивных выбросов и сбросов

В 2014 г. Ростехнадзором был утвержден Административный регламент предоставления Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору государственной услуги по лицензированию деятельности в области использования атомной энергии [25], в соответствии с которым в рамках процедуры выдачи Ростехнадзором лицензии на деятельность в области использования атомной энергии представляются лишь сведения о наличии утвержденных нормативов предельно допустимых выбросов и допустимых сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду и о наличии разрешений на выбросы и сбросы.

Таким образом, из представленного выше следует, что документы, обосновывающие нормативы, не являются предметом экспертизы в рамках процедуры выдачи Ростехнадзором лицензии на вид деятельности в области использования атомной энергии. Хотя и очевидно, что данные документы следует подвергать экспертизе (возможно, другой, то есть не в рамках процедуры лицензирования) ввиду их чрезвычайной важности для безопасности, юридические механизмы данного процесса пока не сформированы.

Порядок, сроки и последовательность административных процедур (действий) Ростехнадзора и его территориальных органов, а также порядок взаимодействия между структурными подразделениями территориальных органов определяется положениями Административного регламента предоставления Ростехнадзором услуг по установлению нормативов выбросов и сбросов и по выдаче разрешений на выбросы и сбросы радиоактивных веществ в окружающую среду [26]. В соответствии с данным документом юридические лица, осуществляющие любые виды хозяйственной и иной деятельности на территории Российской Федерации, сопровождающиеся выбросами радиоактивных веществ в атмосферный воздух и сбросами радиоактивных веществ в водные объекты, подают в территориальные органы (межрегиональные территориальные управления по надзору за ядерной и радиационной безопасностью) Ростехнадзора заявление на оказание государственных услуг по установлению нормативов и по выдаче разрешений на выбросы и сбросы.

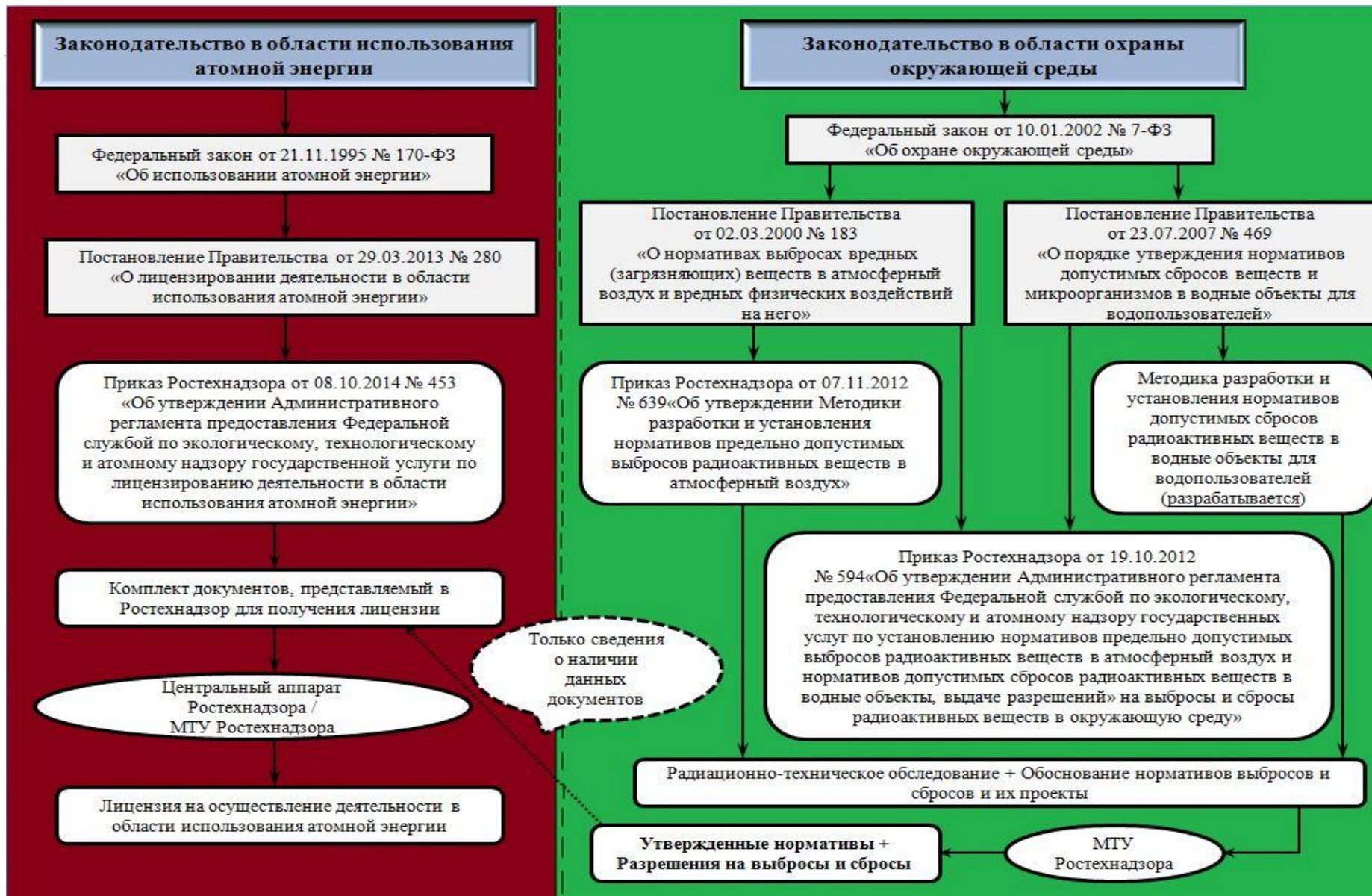


Рис. 5. Связь между законодательством в области использования атомной энергии и законодательством в области охраны окружающей среды

В табл. 3 представлено описание комплектов документов, необходимых для установления и переоформления нормативов ПДВ и ДС в соответствии с [26].

Таблица 3

**Состав комплектов документов, необходимых для установления
и переоформления нормативов ПДВ и ДС радиоактивных веществ в
окружающую среду**

Состав комплекта документов, прилагающихся к заявлению на оказание государственной услуги по		
установлению нормативов ПДВ	установлению нормативов ДС	переоформлению нормативов ПДВ и ДС
1) сведения о местонахождении отдельных производственных площадок, по которым испрашивается установление нормативов ПДВ	1) сведения о местонахождении каждого выпуска сточных и (или) дренажных вод с указанием наименования водных объектов, в которые осуществляются сбросы сточных и (или) дренажных вод	1) материалы, обосновывающие необходимость переоформления документов об утверждении нормативов на выбросы или нормативов на сбросы
2) проект обоснования нормативов, подготовленный в установленном порядке в соответствии с методикой разработки и установления нормативов ПДВ радиоактивных веществ в атмосферный воздух.	2) карта-схема расположения выпусков сточных и (или) дренажных вод; 3) данные о расходе сточных и (или) дренажных вод отдельно по каждому выпуску сточных и (или) дренажных вод; 4) проект обоснования нормативов на сбросы, согласованный с ФОИВ, определенными в [3].	2) сведения о неизменности производственного процесса, расхода сырья и материалов, номенклатуры и объемов выпускаемой продукции (услуг), характеристиках источников выбросов в атмосферный воздух и выпусков сбросов радиоактивных веществ в водный объект, заверенные Заявителем.

Важно отметить следующее. В соответствии с пунктом 10 [27], нормативы ПДВ разрабатываются впервые – до ввода ОИАЭ в эксплуатацию, и далее – каждый раз, когда по результатам мониторинга радиоактивного загрязнения компонент окружающей среды (радиационной обстановки) в зоне потенциального влияния выбросов, будет установлено превышение прогнозных значений, но при этом – не

реже, чем раз в пять лет. Как в соответствии с Методикой [27] (представлена в приложении А к настоящей части методического пособия), так и в соответствии с Административным регламентом [26], любое изменение технологической схемы (независимо от того, приведет ли оно к превышению прогнозных значений радиоактивного загрязнения компонентов окружающей среды) является причиной для переоформления нормативов ПДВ. Таким образом, основаниями для пересмотра нормативов ПДВ могут являться как неподтверждение прогнозных уровней загрязнения компонентов окружающей среды, что характерно для начального этапа эксплуатации недавно сооруженного объекта использования атомной энергии, так и изменение технологической схемы, что характерно для этапа эксплуатации и перехода от эксплуатации к выводу из эксплуатации.

В отношении сбросов радиоактивных веществ в водные объекты Административным регламентом [26] установлено, что изменения в технологической схеме также являются основанием для переоформления нормативов ДС.

Рекомендации по содержанию документов, обосновывающих нормативы ПДВ и ДС содержатся в руководстве по безопасности [28], которое представлено в приложении Б к методическому пособию.

В табл. 4 представлено описание комплектов документов необходимых для выдачи разрешений на выбросы и сбросы радиоактивных веществ в окружающую среду в соответствии с [26].

В дополнение следует отметить, что, согласно ст. 1 Федерального закона № 219-ФЗ [29] с 01 января 2019 г. вступит в силу ряд изменений, который затронет в том числе ст. 22 и 23 [7], касающиеся нормирования выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду. Так, в ст. 22 [7] будет указано, что разрешения на выбросы и сбросы радиоактивных веществ выдаются сроком на семь лет. Таким образом, в случае неизменности технологических процессов, и при условии, что уровень загрязнения компонентов окружающей среды не превышает прогнозируемого, разрешения на выбросы и сбросы потребуется пересматривать (или переутверждать) через семь лет с момента вступления их в силу.

Следует акцентировать внимание на отличии понятия нормативов выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду от понятия лимитов на выбросы и сбросы. Пунктом 3 ст. 23 Федерального закона № 7-ФЗ [7] определено, что при невозможности соблюдения нормативов допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов могут устанавливаться лимиты на выбросы и сбросы на основе

разрешений, действующих только в период проведения мероприятий по охране окружающей среды, внедрения наилучших существующих технологий (т.е. технологий, определяемых на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения) и (или) реализации других природоохранных проектов с учетом поэтапного достижения установленных нормативов допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов. При этом, на основании этой же статьи, установление лимитов допускается только при наличии планов снижения выбросов и сбросов, согласованных с органами исполнительной власти, осуществляющими государственное управление в области охраны окружающей среды.

Таблица 4

Состав комплектов документов, необходимых для выдачи разрешений на выбросы и сбросы радиоактивных веществ в окружающую среду

Состав комплекта документов, прилагающихся к заявлению на оказание государственной услуги по		
выдаче разрешения на выбросы	выдаче разрешения на сбросы	переоформлению разрешений на выбросы и сбросы
1) установленные и утвержденные в соответствии с действующим законодательством нормативы ПДВ для каждого стационарного источника 2) сведения о мероприятиях по снижению выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух, а также отчета о выполнении указанных мероприятий (или их завершенных этапов)	1) установленные и утвержденные в установленном порядке нормативы ДС для каждого выпуска сточных и (или) дренажных вод 2) сведения о мероприятиях по снижению сбросов радиоактивных веществ в водные объекты, а также отчета о выполнении указанных мероприятий (или их завершенных этапов)	1) материалы, обосновывающие необходимость переоформления разрешения на выбросы, разрешения на сбросы 2) сведения о неизменности производственного процесса, расхода сырья и материалов, номенклатуры и объемов выпускаемой продукции (услуг), характеристик источников выбросов в атмосферный воздух, выпусков сбросов радиоактивных веществ со сточными водами в водный объект, заверенные Заявителем

Изменения, вносимые в [7] ст. 1 Федерального закона № 219-ФЗ [29], коснутся также и статьи 23 – с 1 января 2019 г. вступит в силу статья 23.1, в которой термин лимит выброса (сброса) будет заменен на временно разрешенный выброс (сброс), при этом в данной статье указано, что временно разрешенные выбросы и сбросы будут

устанавливаться соответствующими разрешениями на временные выбросы (сбросы) в порядке, установленном Правительством Российской Федерации. Кроме того, в данной статье указывается, что особенности установления временно разрешенных сбросов организации, осуществляющей водоотведение, и их абонентов устанавливаются законодательством Российской Федерации в сфере водоснабжения и водоотведения.

В настоящее время полномочиями по установлению лимитов выбросов загрязняющих веществ (к которым на основании ст. 1 [7] относятся и радиоактивные вещества) на основании [2] обладает только Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. В [2] вместо терминов «лимит выброса» или «временно разрешенный выброс» используется эквивалентный по смысловой нагрузке термин – «временно согласованный выброс».

Что касается лимитов на сбросы загрязняющих веществ, то о них речь идет в статье 27 [30], в которой указывается, что установление лимитов на сбросы осуществляется в порядке, установленном Правительством Российской Федерации. Данный порядок установлен постановлением Правительства Российской Федерации от 30 апреля 2013 г. № 393 [31]. В соответствии с [31] установление лимитов на сбросы загрязняющих веществ (в том числе и радиоактивных, на основании статьи 1 [7]) также относится к полномочиям Федеральной службы по надзору в сфере природопользования.

Из приведенного выше следует, что Ростехнадзор обладает полномочиями по установлению нормативов ПДВ и ДС радиоактивных веществ, но не лимитов на выбросы и сбросы. При этом, поскольку нормативы ПДВ и ДС для радиоактивных веществ устанавливаются исходя из условия не превышения дозовой квоты, выделенной для предприятия в целях обеспечения не превышения за счет выбросов и сбросов радиоактивных веществ дозового предела облучения лиц из населения 1 мЗв/год, установленного в [6], осуществление выбросов или сбросов в объемах, превышающих установленные значения ПДВ и ДС, создает предпосылки для превышения дозового предела. Указанные предпосылки обусловлены тем, что квоты устанавливаются для целей недопущения превышения дозового предела техногенного облучения населения, подвергающегося воздействию от нескольких радиационных объектов.

Несмотря на то, что в соответствии с [6] в отдельные годы допустимы значения годовой эффективной дозы большие, чем 1 мЗв, средняя годовая эффективная доза, исчисленная за 5 лет, не должна

превышать 1 мЗв/год, из чего следует, что в случае, если для организации установлены лимиты на выбросы и сбросы, то планы снижения выбросов и сбросов должны быть составлены таким образом, чтобы среднегодовая эффективная доза облучения населения, исчисленная за 5 лет, не превышала 1 мЗв/год. Но в данном случае существует конфликт различных ветвей законодательства. Так, в части законодательства в области использования атомной энергии ПДВ и ДС являются критериями безопасности ОИАЭ и их превышение недопустимо. Соответственно, и сам процесс установления лимитов (или временно разрешенных выбросов и сбросов) для ОИАЭ невозможен в принципе.

Далее рассмотрим подход МАГАТЭ к регулированию выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду.

В соответствии с [17] вопрос о том, требуется ли выдача разрешений и установление нормативов радиоактивных выбросов и сбросов, и если требуется, то каковы должны быть их значения, решается во время экспертизы, проводимой в рамках процедуры выдачи лицензии на деятельность в области использования атомной энергии.

Согласно [9] организация до начала осуществления выбросов представляет в регулирующий орган информацию о:

- характеристиках источников выбросов и сбросов;
- практике эксплуатации аналогичных источников;
- дозах на население, обусловленных фактическими выбросами или сбросами из источников, для которых получено разрешение на выброс (сброс) или проектными выбросами (сбросами) из источников, эксплуатация которых планируется.

Далее, по результатам рассмотрения представленной информации, регулирующий орган принимает решение либо об освобождении от необходимости установления нормативов, либо о выдаче разрешения на выбросы или сбросы.

При этом в [17] выделяется два типа разрешений на выбросы или сбросы радиоактивных веществ – регистрация или лицензия. В [17] отмечается, что в условиях действия разрешения типа регистрации устанавливаются требования к мониторингу содержания радионуклидов в выбросах/сбросах организации, а в условиях действия разрешения типа лицензии – также и требования к мониторингу радионуклидов в компонентах окружающей среды.

Согласно [17], а также проекту нового стандарта [32], разрабатываемого взамен [17], выдача разрешений на выбросы/сбросы по типу регистрации осуществляется в случае, если доза облучения критической группы населения, обусловленная радиационным воздействием дан-

ного вида деятельности, не превышает 10 мкЗв/год, а также в следующих случаях, если:

- безопасность вида деятельности в значительной степени обеспечивается конструкцией ОИАЭ и оборудованием;
- эксплуатационные процедуры просты;
- количество проблем обеспечения безопасности, исторически возникающих при осуществлении вида деятельности, аналогичного тому, на который запрашивается разрешение на выбросы/сбросы, незначительно.

Во всех остальных случаях выдается разрешение типа лицензии, причем жесткость условий действия данного разрешения (например, требования к частоте мониторинга, к оборудованию и т.п.) в соответствии с [32] должна быть соразмерна уровню дозового воздействия на население, обусловленного этой деятельностью.

В соответствии с подходами МАГАТЭ жизненный цикл любого ОИАЭ состоит из нескольких этапов: 1) выбор площадки; 2) проектирование; 3) сооружение; 4) ввод в эксплуатацию; 5) эксплуатация б) вывод из эксплуатации. При этом нормативы ПДВ и ДС должны устанавливаться с учетом возможных изменений технологического процесса и возможного осуществления новых видов деятельности и ввода в эксплуатацию новых производственных мощностей, что в целом соответствует подходу, принятому в Российской Федерации [27], [26]. Очевидно, что на разных этапах жизненного цикла ОИАЭ нормативы ПДВ и ДС должны уточняться. Схематично подход МАГАТЭ к такому уточнению приведен на рис. 6.

Согласно [32] во время таких этапов жизненного цикла ОИАЭ как выбор площадки, проектирование и сооружение заявитель должен предоставить информацию о проектных выбросах и сбросах радиоактивных веществ, обусловленных ими дозах облучения населения, образовании отходов, обращении с ними и об обусловленном обращении с отходами облучении персонала. В соответствии с [32] облучение персонала в контексте установления выбросов и сбросов важно учитывать, т.к. на указанных этапах жизненного цикла происходит выбор и уточнение проектных технических решений, определяются основные параметры, характеризующие эффективность удержания радионуклидов системами и элементами, предназначенными для очистки жидких и газообразных сред. Выбор такого оборудования является результатом компромисса. Так, население подвергается меньшему облучению, если очистное оборудование высокоэффективно (и, следовательно, выбросы и сбросы незначительны), чем если очистное оборудование менее эффективно (и, следовательно, выбросы и

окружающую среду, по результатам анализа которой регулирующий орган принимает решение о выдаче разрешений на выбросы и сбросы. При этом нормативы, на которые выдается разрешение, являются предварительными и подразумевается, что они могут быть откорректированы на этапе эксплуатации по результатам мониторинга выбросов и сбросов, а для объектов, имеющих значимое воздействие на население при нормальной эксплуатации – также по результатам мониторинга компонентов окружающей среды.

На этапе эксплуатации в соответствии с [32] условия действия разрешения на выбросы и сбросы пересматриваются в рамках периодической оценки безопасности. Любые изменения в технологическом процессе, которые могут повлиять на уровни радиационного воздействия ОИАЭ на население, должны учитываться при принятии регулирующим органом решения о продлении действия разрешения, его переоформлении или об отказе в его выдаче.

Новые разрешения на выбросы и сбросы, и новые нормативы выбросов и сбросов должны оформляться на этапе вывода из эксплуатации, при этом внимание должно уделяться всем факторам, влияющим на величины выбросов и сбросов в процессе вывода из эксплуатации.

После вывода из эксплуатации ОИАЭ освобождается от регулирующего контроля. Однако в некоторых случаях, таких, как добыча или обогащение урана, после вывода из эксплуатации может быть необходим контроль облучения населения, обусловленного «остаточными» выбросами в окружающую среду. В таких случаях регулирующим органом в разрешении на выбросы должен быть определен соответствующий объем мониторинга компонентов окружающей среды, достаточный для того, чтобы подтвердить освобождение объекта из-под регулирующего контроля.

1.4 Проведение измерений выбросов и сбросов радиоактивных веществ как части производственного контроля

Как уже отмечалось ранее, проведение измерений выбросов и сбросов (инвентаризация) радиоактивных веществ является частью программы производственного контроля на основании положений статьи 67 [7]. Также отмечалось, что одним из критериев того, удовлетворяет ли ОИАЭ требованиям безопасности, в соответствии с [20], [21] и [22] является не превышение значениями выбросов и сбросов значений установленных нормативов по выбросам и сбросам при нормальной эксплуатации и нарушениях нормальной эксплуатации.

Из положений федеральных норм и правил [33] следует, что контроль за соблюдением нормативов выбросов и сбросов осуществляется путем сопоставления измеренных величин выбросов и сбросов каждого из

радионуклидов с соответствующими установленными нормативами выбросов и сбросов. Для каждого источника выброса (сброса) радиоактивных веществ должны контролироваться и регистрироваться такие характеристики выбросов (сбросов), как [33]:

- расход воздуха (газа), качественный и количественный радионуклидный состав, суммарная активность радионуклидов в выбросе, усредненная за сутки, за месяц и за год (при выбросе);
- расход жидкости, качественный и количественный радионуклидный состав, усредненная суммарная активность радионуклидов в сбросе, усредненная за сутки, за месяц и за год (при сбросе).

В соответствии с пунктом 11 [34] выбор технических средств и организационных мероприятий по обращению с ГРО, а также методов и средств технологического контроля должен проводиться с учетом ряда факторов, влияющих на безопасность, в том числе – радионуклидного состава и минимальных значений объемных активностей радионуклидов, подлежащих государственному учету и нормированию, в выбросах в атмосферный воздух.

Помимо требований к тому, какие величины должны контролироваться при осуществлении выбросов и сбросов, в федеральных нормах и правилах в области использования атомной энергии установлен ряд требований к методам и средствам радиационного контроля, применяемым на АЭС и объектах ЯТЦ. Данные требования содержатся в документах НП-016-05 [22] и НП-021-15 [34].

Более подробно требования к контролю выбросов рассмотрены в главе 2 настоящего Методического пособия.

ГЛАВА 2 МОНИТОРИНГ ВЫБРОСОВ И СБРОСОВ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Одним из важнейших элементов обеспечения радиационной безопасности является мониторинг поступления радиоактивных веществ в окружающую среду.

При проверке соблюдения нормативов выбросов и сбросов принципиально важно учитывать два фактора, определяющих степень уверенности проверяющего в том, что нормативы соблюдены.

Первый фактор связан с учетом неопределенности изменения выброса (сброса). В связи с этим, например, на уровне международно признанных подходов [35] принято, что проверка соответствия фактических выбросов (сбросов) установленным нормативам должна учитывать неопределенности измерения фактических выбросов (сбросов).

Второй фактор связан с недостаточной чувствительностью измерительных приборов и методик выполнения измерений и пробоотбора, в то время как дозовые ограничения, законодательно установленные в [6] и [18], должны соблюдаться с учетом воздействия всех радионуклидов, оказывающих значимое воздействие на население.

В главе 3 упомянут, а в [36] (см. Приложение В к настоящему методическому пособию) приведен метод определения тех радионуклидов, которые оказывают наиболее значимое влияние. Именно для полученного с помощью указанного метода перечня радионуклидов в [36] рекомендуется устанавливать нормативы выбросов. Однако, далеко не каждый радионуклид, даже из ограниченного перечня может быть зарегистрирован в выбросах (сбросах), причиной чего является ограниченная чувствительность измерительных приборов и методик выполнения измерений и пробоотбора. В соответствии с международно признанными подходами [35] в таких случаях при проверке соблюдения установленных нормативов выбросов (сбросов) по данным радионуклидам, необходимо предполагать,

что значение фактического выброса (сброса), Бк/год, определяется соотношением (1).

$$Q_r = 0,5 \cdot НПИ_r \cdot V^{год}, \quad (1)$$

где $НПИ_r$ – нижний порог измерений выброса (сброса) по r -му радионуклиду, Бк/м³;

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

Наличие множителя 0,5 в формуле (1) обусловлено следующим. В рассматриваемом случае единственным, что априори известно о величине выброса (сброса) радионуклида r , является то, что его значение лежит в интервале от нуля до $НПИ_r \cdot V^{год}$. Какие-либо дополнительные сведения, позволяющие судить о том какое значение выброса (сброса) является наиболее вероятным, отсутствуют, и не могут быть получены иначе как с использованием более совершенных методик и приборов. В связи с этим единственное возможное предположение в данном случае, что вероятность реализации каждого из значений в интервале значений от 0 до $НПИ_r \cdot V^{год}$ одинакова, т.е. что величина выброса (сброса) равномерно распределена на указанном интервале и соответственно математическое ожидание 0,5, чем и обусловлено наличие множителя 0,5 в формуле (1).

Стоит отметить, что данная практика в определенной степени принята и в Российской Федерации, в частности при осуществлении контроля радиоактивных выбросов АЭС. Так, в стандарте ОАО «Концерн Росэнергоатом» [37], указано, что в случае, если существующими на АС приборами и методами выбросы не регистрируются, то выброс принимается равным соответствующему нижнему пределу чувствительности прибора значению выброса за период, что соответствует подходу [35].

В соответствии с пунктом 41 [33] для контроля выбросов и сбросов радиоактивных веществ должны быть установлены контрольные уровни выбросов и сбросов за сутки и за месяц, при этом величины контрольных уровней должны быть ниже значений ПДВ и ДС, и подлежат периодическому (не реже, чем один раз в пять лет) пересмотру. Кроме того, для каждого источника выбросов и сбросов должны регистрироваться величины контролируемых параметров выбросов (сбросов), в том числе расход среды, качественный и количественный радионуклидный состав, суммарная активность радионуклидов в выбросе (сбросе), усредненная за сутки, за месяц, за год.

Указанные положения [33] выполняются на практике. Например, в соответствии с [38], [39], [40] и [41] суточный выброс $q_{r,k}^{сут}$ оценивается по формуле (2).

$$q_{r,k}^{сут} = a_{r,k}^{сут} \cdot \tilde{W}_k \cdot 24, \quad (2)$$

где $a_{r,k}^{сут}$ – среднесуточная объемная активность радионуклида r в выбросе источника k , Бк/м³;

\tilde{W}_k – среднесуточное значение расхода среды в k -ом источнике, м³/ч.

Основным способом измерения $a_{r,k}^{сут}$ является отбор в течение определенного времени радиоактивной среды из потока на пробоотборные фильтры или, в случае инертных радиоактивных газов, - в емкости. В рамках сложившейся в Российской Федерации практики объемная активность инертных радиоактивных газов измеряется с помощью детектора, погруженного в поток радиоактивной среды, что обеспечивает измерение только суммарной (по радионуклидам) активности среды. Данная активность приписывается инертным радиоактивным газам постольку, поскольку их объемная активность в среде значительно выше, чем у прочих радионуклидов.

По результатам отбора проб осуществляется измерение активностей накопленных радионуклидов. Объемные активности радионуклидов получают путем деления измеренных активностей на измеренный с помощью расходомера объем прокачанного через фильтр (емкость) воздуха.

В описанных условиях активность может набираться в течение суток как непрерывно, так и отдельными порциями. Например, в практике мониторинга выбросов, принятой на российских АЭС [42], отбор радионуклидов, имеющих форму, отличную от инертных радиоактивных газов, осуществляется каждые 6 часов, т.е. активность пробы измеряется 4 раза в сутки. Объемная активность инертных радиоактивных газов в связи с отмеченной выше сложившейся практикой мониторинга с помощью детектора, помещенного в поток, измеряется непрерывно [42].

Формула (2) применительно к радионуклидам в форме, отличной от инертных радиоактивных газов корректна, если отбор пробы велся полные сутки. В случае отбора проб чаще, чем один раз в сутки, суточный выброс $q_{r,k}^{сут}$ корректно оценивать не по формуле (2), а по формуле (3):

$$q_{r,k}^{сут} = \sum_{n=1}^N q_{r,k}^n, \quad (3)$$

где N – количество проб, отобранных за сутки;

n – номер пробы;

$q_{r,k}^n$ – выброс, измеренный по пробе n , рассчитываемый по формуле (4), Бк:

$$q_{r,k}^n = a_{r,k}^n \tilde{W}_{k,n} \cdot \frac{24}{N}, \quad (4)$$

где $\tilde{W}_{k,n}$ - значение расхода среды в k -ом источнике, среднее за период времени $24/N$, м³/ч;

$a_{r,k}^n$ – измеренная объемная активность радионуклида r в выбросе источника k , средняя за период времени $24/N$, Бк/м³.

Месячный выброс оценивается по формуле (5).

$$q_{r,k}^{\text{мес}} = \sum_{d=1}^D q_{r,k}^{\text{сут},d}, \quad (5)$$

где d и D – день и полное число дней в месяце, соответственно.

Годовой выброс оценивается по формуле (6).

$$Q_{r,k}^{\text{год}} = \sum_{m=1}^{12} q_{r,k}^{\text{мес},m}, \quad (6)$$

где m – номер месяца.

Из (4) следует, что погрешность измерения выброса за сутки обусловлена погрешностью измерения объемной активности и погрешностью измерений среднего расхода выбрасываемой среды.

Следует отметить, что в соответствии с [43] оценку \bar{Y} измеряемой величины $Y = f(X_1, X_2)$ (в нашем случае $Y = q_{r,k}^n$, $X_1 = a_{r,k}^n$, $X_2 = \tilde{W}_{k,n} \cdot \frac{24}{N}$) предпочтительнее выполнять в виде $\bar{Y} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{n=1}^N f(X_{1,n}, X_{2,n})$, чем в виде $\bar{Y} = f(\bar{X}_1, \bar{X}_2)$, где $\bar{X}_1 = \frac{1}{N} \cdot \sum_{n=1}^N X_{1,n}$, а $\bar{X}_2 = \frac{1}{N} \cdot \sum_{n=1}^N X_{2,n}$. В связи с этим оценка (в виде среднеарифметического) $q_{r,k}^n$ будет иметь вид (7).

$$\bar{q}_{r,k} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{n=1}^N q_{r,k}^n, \quad (7)$$

В соответствии с [43] наилучшей оценкой дисперсии $s^2(\bar{q}_{r,k})$ величины $q_{r,k}^n$, полученной по N независимым измерениям будет являться (8).

$$s^2(\bar{q}_{r,k}) = \frac{1}{N \cdot (N-1)} \cdot \sum_{n=1}^N (q_{r,k}^n - \bar{q}_{r,k})^2. \quad (8)$$

Квадратный корень из $s^2(\bar{q}_{r,k})$ именуется стандартным отклонением и в определенной степени характеризует неопределенность измерения $q_{r,k}^n$. Однако, в связи с тем, что $s^2(\bar{q}_{r,k})$ определен по некоторой выборке из N измерений проб, он характеризует неопределенность измерения в недостаточной степени, ведь в соответствии с [43] неопределенность результата измерения должна характеризоваться уровнем доверия, p , к результату измерения. Например, уровень доверия 95 % означает, что 95 из 100 измерений могут быть обоснованно приписаны измеряемой величине.

Для того, чтобы охарактеризовать результат измерения с неопределенностью, соответствующей определенному уровню доверия p , необходимо получить плотность распределения $q_{r,k}^n$. Так как, $q_{r,k}^n$ – выброс, измеренный за одну процедуру отбора пробы в течение суток, а число отборов за сутки не может быть велико (например, выше отмечено, что в практике мониторинга выбросов на российских АЭС, принято 4 измерения в сутки), то в соответствии с п. 4.7 [44] результат измерения $q_{r,k}^n$ по причине малого количества наблюдений необходимо охарактеризовать при помощи распределения Стьюдента, плотность вероятности которого имеет вид (9):

$$p(t, \nu) = \frac{1}{\sqrt{\pi\nu}} \cdot \frac{\Gamma(\frac{\nu+1}{2})}{\Gamma(\frac{\nu}{2})} \cdot \left(1 + \frac{t^2}{\nu}\right)^{-\frac{(\nu+1)}{2}}, \quad (9)$$

где t – случайная величина, принимающая значения от $-\infty$ до ∞ ;

ν - число степеней свободы;

Γ – гамма-функция.

В соответствии с [43] число степеней свободы распределения величины $q_{r,k}^n$, оцененное по формуле Уэлча-Саттертуэйта, примет вид (10).

$$\nu_{eff} = \frac{(s^2(\bar{a}_{r,k}))^2}{\sum_{n=1}^N \frac{(a_{r,k}^n \cdot s^2(\bar{W}_k) + \bar{W}_k^n \cdot s^2(\bar{a}_{r,k}))^2}{N-1}}, \quad (10)$$

$$\bar{W}_k^n = \tilde{W}_{k,n} \cdot \frac{24}{N}, \quad (11)$$

где $s^2(\bar{W}_k)$, $s^2(\bar{a}_{r,k})$ - оценки дисперсий величин \bar{W}_k^n и $a_{r,k}^n$, соответственно, рассчитываемые по формулам (12) и (14).

$$s^2(\bar{W}_k) = \frac{1}{N \cdot (N-1)} \cdot \sum_{n=1}^N \left(\tilde{W}_{k,n} \cdot \frac{24}{N} - \bar{W}_k \right)^2, \quad (12)$$

где \bar{W}_k - оценка (в виде среднеарифметического) величины \bar{W}_k^n , рассчитываемая по формуле (13):

$$\bar{W}_k = \frac{1}{N} \cdot \sum_{n=1}^N \left(\tilde{W}_{k,n} \cdot \frac{24}{N} \right). \quad (13)$$

$$s^2(\bar{a}_{r,k}) = \frac{1}{N \cdot (N-1)} \cdot \sum_{n=1}^N (a_{r,k}^n - \bar{a}_{r,k})^2, \quad (14)$$

где $\bar{a}_{r,k}$ - оценка (в виде среднеарифметического) величины $a_{r,k}^n$, рассчитываемая по формуле (15):

$$\bar{a}_{r,k} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{n=1}^N a_{r,k}^n. \quad (15)$$

Согласно [43] результат измерения случайной величины $q_{r,k}$ выражается в виде (16):

$$q_{r,k} \mp t_p(v_{eff}) \cdot s(\bar{q}_{r,k}), \quad (16)$$

где $t_p(v_{eff})$ - значения распределения Стьюдента с числом степеней свободы v_{eff} , определяющие интервал от $-t_p(v_{eff})$ до $+t_p(v_{eff})$, в пределах которого находится доля p распределения случайной величины $q_{r,k}$, оцениваемые по табл. 5, принятой в соответствии с [43].

Таким образом, с использованием оцененной как показано выше, неопределенности измерения $q_{r,k}$ (за одну процедуру отбора пробы), обусловленной случайными эффектами, неопределенность измерения суточного выброса (2) может быть выражена в виде (17):

$$q_{r,k}^{сут,d} \mp t_p(v_{eff}^d) \cdot N_d \cdot s(\bar{q}_{r,k}^d), \quad (17)$$

где $q_{r,k}^{сут,d}$ - выброс радионуклида r из источника k за конкретные сутки d ;

N_d - количество измерений (отобранных проб) за конкретные сутки d ;

v_{eff}^d - число степеней свободы, оцененное по формуле (10), по измерениям за конкретные сутки d ;

$s(\bar{q}_{r,k}^d)$ - оценка дисперсии величины выброса $q_{r,k}$, полученная по N_d измерениям за конкретные сутки d , вычисляемая по формуле (8).

Неопределенность измерения месячного выброса (5) может быть выражена в виде (18):

$$q_{r,k}^{мес,m} \mp \sqrt{\sum_{d=1}^{D_m} (t_p(v_{eff}^d) \cdot N_d \cdot s(\bar{q}_{r,k}^d))^2}, \quad (18)$$

где $q_{r,k}^{мес,m}$ - выброс радионуклида r из источника k за месяц m ;

D_m - количество дней в месяце m .

Таблица 5

Значения распределения Стьюдента с числом степеней свободы ν_{eff} , определяющие интервал от $-t_p(\nu_{eff})$ до $+t_p(\nu_{eff})$, в пределах которого находится доля p распределения случайной величины $q_{r,k}$

Число степеней свободы ν_{eff}	Доля p , %		
	90	95	99
1	6,31	12,71	63,66
2	2,92	4,30	9,92
3	2,35	3,18	5,84
4	2,13	2,78	4,60
5	2,02	2,57	4,03
6	1,94	2,45	3,71
7	1,89	2,36	3,50
8	1,86	2,31	3,36
9	1,83	2,26	3,25
10	1,81	2,23	3,17
11	1,80	2,20	3,11
12	1,78	2,18	3,05
13	1,77	2,16	3,01
14	1,76	2,14	2,98
15	1,75	2,13	2,95
16	1,75	2,12	2,92
17	1,74	2,11	2,90
18	1,73	2,10	2,88
19	1,73	2,09	2,86
20	1,72	2,09	2,85
25	1,71	2,06	2,79
30	1,70	2,04	2,75
35	1,70	2,03	2,72
40	1,68	2,02	2,70
45	1,68	2,01	2,69
50	1,68	2,01	2,68
100	1,660	1,984	2,626
∞	1,645	1,960	2,576

Для других значений p значения $t_p(\nu_{eff})$ могут быть взяты из [43].

Обозначив $\sqrt{\sum_{d=1}^{D_m} (t_p(\nu_{eff}^d) \cdot N_d \cdot s(\bar{q}_{r,k}^d))^2}$ как $s(\bar{q}_{r,k}^{мес,m})$ неопределенность измерения годового выброса (6) может быть выражена в виде (19):

$$Q_{r,k}^{\text{год}} \mp \sqrt{\sum_{m=1}^{12} s^2 (\bar{q}_{r,k}^{\text{мес},m})}. \quad (19)$$

Выше были рассмотрены аспекты, связанные с вычислением случайной составляющей ошибки измерения. Следует однако отметить, что практически любая измерительная система может давать показания, которые рассеяны не вокруг истинного значения величины (которое в связи с несовершенством методов измерения практически невозможно измерить), а вокруг некоторого другого, смещенного значения, что отмечается в [43]. Разницу между смещенным значением и истинным значением величины называют значением систематической погрешности [44]. Характерно наличие систематической погрешности и для измерений выбросов (сбросов).

Значения систематической погрешности и для измерений выбросов (сбросов) в какой-то мере могут быть охарактеризованы пределами допускаемой относительной основной погрешности, принятыми в [45]. Данные пределы (указаны в таблице 6) являются приемочными критериями, принятыми при разработке средств измерений ионизирующих излучений, и в каждом конкретном случае могут быть взяты из паспорта средства измерения, применяемого при измерении радиоактивных выбросов (сбросов).

Систематические погрешности измерения $q_{r,k}^{\text{сут},d}$, $q_{r,k}^{\text{мес},m}$, $Q_{r,k}^{\text{год}}$, оцениваются по формулам (20), (21), (22).

$$\Delta q_{r,k}^{\text{сут},d} = \delta \cdot q_{r,k}^{\text{сут},d}, \quad (20)$$

где δ – паспортное значение допускаемой относительной основной погрешности измерения.

$$\Delta q_{r,k}^{\text{мес},m} = \delta \cdot q_{r,k}^{\text{мес},m}. \quad (21)$$

$$\Delta Q_{r,k}^{\text{год}} = \delta \cdot Q_{r,k}^{\text{год}}. \quad (22)$$

Неопределенность измерений Σ в общем случае определяется следующим образом:

$$\Sigma = \sqrt{\Delta^2 + \delta^2}, \quad (23)$$

где Δ - случайная ошибка;

δ - систематическая ошибка.

Таким образом, общие неопределенности измерения суточного, месячного и годового выброса, обусловленные систематическими и случайными эффектами, определяются по формулам (24), (25) и (26).

Таблица 6

Значения допускаемой относительной основной погрешности [45]

Вид средства измерения	Предел допускаемой относительной основной погрешности, % (не более)
Средства измерения активности и объемной активности радионуклида в газах	60
Средства измерения активности, удельной активности и объемной активности радионуклида в жидкостях	35

$$\Delta_{r,k}^{\text{сут},d} = \sqrt{(t_p(v_{eff}^d) \cdot N_d \cdot s(\bar{q}_{r,k}^d))^2 + (\Delta q_{r,k}^{\text{сут},d})^2}. \quad (24)$$

$$\Delta_{r,k}^{\text{мес},m} = \sqrt{s^2(\bar{q}_{r,k}^{\text{мес},m}) + (\Delta q_{r,k}^{\text{мес},m})^2}. \quad (25)$$

$$\Delta_{r,k}^{\text{год}} = \sqrt{\sum_{m=1}^{12} s^2(\bar{q}_{r,k}^{\text{мес},m}) + (\Delta Q_{r,k}^{\text{год}})^2}. \quad (26)$$

Значения выбросов (сбросов) за сутки и месяц должны сравниваться с соответствующими контрольными уровнями. В общем виде связь между значениями контрольных уровней выбросов и сбросов за год и значениями нормативов ПДВ и ДС имеет следующий вид:

$$КУ_{год}^{r,k} = \frac{ПДВ^{r,k}}{X}, \quad (27)$$

$$КУ_{год}^{r,k} = \frac{ДС^{r,k}}{X}, \quad (28)$$

где $КУ_{год}^{r,k}$ – контрольный уровень выброса (сброса) радионуклида r из источника k за год, Бк/год;

$ПДВ^{r,k}$ и $ДС^{r,k}$ – значения предельно допустимого выброса и допустимого сброса r -го радионуклида из k -го источника выброса или сброса, Бк/год;

X – безразмерная величина, которую в [36] рекомендуется принимать большей или равной 2.

Месячный (Бк/мес) и суточный (Бк/сут) контрольные уровни выброса (сброса) r -го радионуклида из k -го источника связаны с годовым контрольным уровнем соотношениями:

$$КУ_{мес}^{r,k} = \frac{КУ_{год}^{r,k}}{12}, \quad (29)$$

$$KY_{\text{сут}}^{r,k} = \frac{KY_{\text{год}}^{r,k}}{365}. \quad (30)$$

Введем параметр I , называемый индексом выброса (31):

$$I = \sum_k \sum_r \frac{Q_{r,k}^{\text{год}}}{\text{ПДВ}_{r,k}}. \quad (31)$$

Неопределенность его расчета U может быть оценена по формуле (32).

$$U = \sqrt{\sum_k \sum_r \frac{\Delta_{r,k}^{\text{год}}}{\text{ПДВ}_{r,k}}}. \quad (32)$$

Таким образом, выбросы $Q_{r,k}^{\text{год}}$ предприятия соответствуют установленным нормативам $\text{ПДВ}_{r,k}$ при выполнении условия (33):

$$I + U < 1. \quad (33)$$

Аналогичное неравенство верно и для суточных и месячных выбросов, а также сбросов, при условии, что вместо $\text{ПДВ}_{r,k}$ или $\text{ДС}_{r,k}$ использованы значения суточных и месячных контрольных уровней. При этом следует иметь в виду, что контрольные уровни не являются обязательными к соблюдению и используются, как вспомогательные величины, позволяющие контролировать соблюдение нормативов выбросов и сбросов.

ГЛАВА 3 УСТАНОВЛЕНИЕ НОРМАТИВОВ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ ВЫБРОСОВ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

В главе 1 (рис. 4) показано, что в соответствии с законодательством Российской Федерации порядок разработки и установления нормативов ПДВ радиоактивных веществ в атмосферный воздух установлен Методикой разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух [27] (далее - Методика).

Областью применения Методики [27] является разработка и установление нормативов ПДВ радиоактивных веществ в атмосферный воздух для организаций, эксплуатирующих ОИАЭ или промышленные объекты, осуществляющие выбросы радиоактивных веществ в атмосферный воздух, и представляющие собой стационарные источники выбросов. Методика [27] не распространяется на передвижные источники выбросов.

Нормативы ПДВ устанавливаются для конкретного стационарного источника выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и организации в целом, для всех радионуклидов, входящих в состав выбросов источников и включенных в перечень радионуклидов, подлежащих учету и нормированию, в соответствии с положениями [46].

В соответствии с [46]:

- государственному учету и нормированию подлежат только такие источники, суммарный выброс которых может создать без учета рассеивания индивидуальную годовую эффективную дозу более 10 мкЗв;
- допускается не учитывать радиоактивные вещества, выбрасываемые из источника выбросов, если их суммарный вклад в годовую эффективную дозу облучения лиц из критической группы населения составляет менее 1 %.

Таким образом, нормативы ПДВ требуется устанавливать для широкого перечня источников выбросов, характеризующихся различными гео-

метриями, конструктивными особенностями, временными режимами выброса и механизмами, приводящими к поступлению активностей в атмосферный воздух.

Важно отметить, что в Методике [27] предусмотрены как положения, основанные на антропоцентрическом принципе, так и положения, основанные на экоцентрическом подходе. Действительно, в целях реализации экоцентрического принципа установлена необходимость соблюдения соотношения:

$$U_{r,l} = \sum_i U_{i,r,l} \leq ППВ_{r,l}, \quad (34)$$

где $U_{r,l}$ – показатель негативного воздействия (l -го типа) радиационного загрязнения окружающей среды r -тым радионуклидом на экологические системы, природные и природно-антропогенные объекты;

$U_{i,r,l}$ – вклад в это негативное воздействие от i -го источника;

$ППВ_{r,l}$ – предел приемлемого воздействия l -го типа на экологические системы, природные и природно-антропогенные объекты.

Под $ППВ_{r,l}$ в Методике [27] понимаются различные уровни содержания радионуклидов в компонентах окружающей среды, на которые установлено ограничение, например, удельная активность r -го радионуклида, допускающая неограниченное использование загрязненных им твердых материалов – УАНИ_r, определенная согласно приложению № 3 к СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)» [47], накопление r -го радионуклида в продуктах питания, воде источников питьевого водоснабжения и др. Следует еще раз подчеркнуть (см. раздел 1.1 главы 1), что в настоящее время вышеупомянутые уровни содержания радионуклидов в компонентах окружающей среды какими-либо нормативными правовыми актами не установлены.

Основные нормативные ограничения, в целях соблюдения которых разработана Методика [27], установлены в статье 9 Федерального закона № 3 [6] а также в таблице 3.1 НРБ-99/2009 [18], и, таким образом, хотя в [27] и содержатся положения, направленные на выполнение природоохранного законодательства посредством применения экоцентрического принципа, ввиду отсутствия в ней допустимых уровней содержания радионуклидов в компонентах окружающей среды (которое в свою очередь обусловлено отсутствием в законодательстве Российской Федерации ограничений на дозы облучения биоты), Методика [27] в настоящее время в основном сосредоточена на антропоцентрическом принципе.

Так, с целью недопущения превышения дозовых пределов техногенного облучения населения, подвергающегося облучению от нескольких

радиационных объектов различных категорий или от радиационного объекта I категории, устанавливаются квоты на облучение населения, что регламентируется пунктом 3.4 [16]. При этом в соответствии с данным пунктом [16], сумма квот от различных источников излучения не должна превышать дозового предела облучения населения.

В соответствии с Методикой [27] ПДВ r -го радионуклида, выбрасываемого из i -го источника, определяется с помощью следующего соотношения:

$$ПДВ^{r,i} = \min\left(ПДВ_{eff}^{r,i}, ПДВ_{eq,кожа}^{r,i}, ПДВ_{хрусталик}^{r,i}, ПДВ_{eq,кисти}^{r,i}, ПДВ_{eq,стопы}^{r,i}\right) \quad (35)$$

где $ПДВ_{eff}^{r,i}$ – нормативы ПДВ, рассчитанные исходя из неперевышения части предела (квоты) годовой эффективной дозы;

$ПДВ_{eq,кожа}^{r,i}$ – нормативы ПДВ, рассчитанные исходя из неперевышения части предела годовой эквивалентной дозы в коже;

$ПДВ_{eq,хрусталик}^{r,i}$ – нормативы ПДВ, рассчитанные исходя из неперевышения части предела годовой эквивалентной дозы в хрусталике глаза;

$ПДВ_{eq,кисти}^{r,i}$ – нормативы ПДВ, рассчитанные исходя из неперевышения части предела годовой эквивалентной дозы в кистях;

$ПДВ_{eq,стопы}^{r,i}$ – нормативы ПДВ, рассчитанные исходя из неперевышения части предела годовой эквивалентной дозы в стопах.

Нормативы $ПДВ_{eff}^{r,i}$ и $ПДВ_{eq,k}^{r,i}$ (где k – индекс органа или ткани, принимающий значения: 1 – для кожи, 2 – для хрусталика глаза, 3 – для кистей, 4 – для стоп) в соответствии с Методикой [27] определяются следующим образом:

$$ПДВ_{eff}^{r,i} = \frac{\xi_{r,i} \cdot \delta}{\sum_r \xi_r \cdot \Psi_{r,i}(x^{\max}, y^{\max})}; \quad (36)$$

$$ПДВ_{eq,k}^{r,i} = \frac{\xi_{r,i} \cdot \delta_k}{\sum_r \xi_{r,i} \cdot \Psi_{r,i}^{eq,k}(x_k^{\max}, y_k^{\max})}, \quad (37)$$

где $\xi_{r,i}$ – относительный вклад каждого радионуклида r в общую активность его выброса из i -го источника, определяемый по формуле (38):

$$\xi_{r,i} = \frac{Q_{r,i}}{\sum_r Q_{r,i}}, \quad (38)$$

$Q_{r,i}$ – выброс r -го радионуклида из i -го источника;

δ – часть предела эффективной дозы для лиц из населения, Зв/год;

δ_k – часть предела эквивалентной дозы в хрусталике глаза, коже, кистях и стопах соответственно, Зв/год, рассчитываемая (в случае, если она

не установлена органами, осуществляющими санитарно-эпидемиологический надзор) по формуле (39):

$$\delta_k = \delta \cdot \frac{ПД_k}{ПД}, \quad (39)$$

$ПД$ – предел годовой эффективной дозы для населения, Зв/год;

$ПД_k$ – предел годовой эквивалентной дозы в k -ом органе или ткани для населения в соответствии с таблицей 3.1 [18];

x^{max} и y^{max} – декартовы координаты точки на местности в окрестности источника выбросов, в которой достигается максимум годовой эффективной дозы, м;

x_k^{max} и y_k^{max} – декартовы координаты точек на местности в окрестности источника выбросов, в которых достигаются максимумы эквивалентной дозы в хрусталике глаза, коже, кистях и стопах, м;

$\Psi_{r,i}(x, y)$, $\Psi_{r,i}^{eq,k}(x, y)$ - функции перехода, связывающая активность выброса с годовой эффективной дозой облучения населения или с эквивалентной дозой в k -ом органе или ткани, зависящие от декартовых координат, и определенные соотношениями:

$$\Psi_{r,i}(x, y) = \hat{A}((x, n) \rightarrow (x, y))\Psi_{r,i}(x, n), \quad (40)$$

$$\Psi_{r,i}^{eq,k}(x, y) = \hat{A}((x, n) \rightarrow (x, y))\Psi_{r,i}^{eq,k}(x, n), \quad (41)$$

где $\hat{A}((x, n) \rightarrow (x, y))$ - оператор преобразования набора координат «расстояние от источника, направление» (x, n) в набор декартовых координат (x, y) .

Пример распределения годовой эффективной дозы на местности для случая выбросов из множественных удаленных друг от друга источников представлен на рисунке 7.

Характерной особенностью Методики [27] является то, что в ней отсутствуют требования к методам расчета параметров, характеризующих рассеяние примеси в атмосфере, переход радионуклидов из почвы и их миграцию по пищевым цепочкам, а также формирование дозовых нагрузок. Таким образом, эти методы, под которыми понимаются используемые модели и исходные данные, а, следовательно, и степень их консервативности, выбираются и обосновываются разработчиком нормативов самостоятельно.

Для целей содействия соблюдению требований Методики [27] авторами настоящего пособия разработано руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых для разработки и установления нормативов пре-

дельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух» (РБ-106-15) [36].

В Руководстве по безопасности учтены положения ряда документов международных организаций, компетентных в области использования атомной энергии, а также нормативные и технические документы стран с развитой атомной энергетикой, в том числе положения ряда документов МАГАТЭ [9], [48], [17], МКРЗ [49], [50], Агентства по охране окружающей среды США [51], [52] и Национального совета по радиационной защите США [53].

Руководство по безопасности [36] состоит из пяти разделов и четырех приложений, которые включают в себя: 1) описание рекомендуемых методов расчета радиэкологических и метеорологических параметров, необходимых для разработки и установления нормативов ПДВ радиоактивных веществ в атмосферный воздух; 2) рекомендации по определению подлежащего нормированию радионуклидного состава выбросов; 3) рекомендации по применению рассчитанных параметров для расчета нормативов ПДВ; 4) рекомендации по установлению контрольных уровней выбросов; 5) справочные данные для расчета радиэкологических и метеорологических параметров, необходимых для разработки и установления нормативов ПДВ радиоактивных веществ в атмосферный воздух; 6) пример расчета вышеупомянутых параметров.

Поскольку в Методике [27], как уже отмечалось выше, не содержится конкретных методов расчета функции перехода, связывающей активность годового выброса с годовой эффективной дозой облучения населения (функция перехода «выброс – доза»), второй раздел [36] ориентирован на описание методов расчета этой функции перехода.

В [36] функция перехода «выброс – доза» представлена в виде суперпозиции четырех функций перехода, каждая из которых связывает выброс с дозой за счет одного из следующих путей облучения:

- 1) внешнее облучение от облака;
- 2) внешнее облучение от радиоактивного загрязнения поверхности земли;
- 3) внутреннее облучение от вдыхания радионуклидов (ингаляционный путь);
- 4) внутреннее облучение от потребления пищевых продуктов, содержащих радионуклиды (пероральный путь).

Здесь стоит отметить, что одной из особенностей [36] является то, что в нем содержатся рекомендации, использование которых позволяет учитывать ингаляцию инертных радиоактивных газов (ИРГ). Важно отметить, что ИРГ, в отличие от других радионуклидов, при их ингаляции не

поступают в кровь, и облучение человека за счет ингаляции ИРГ обусловлено их нахождением в легких.

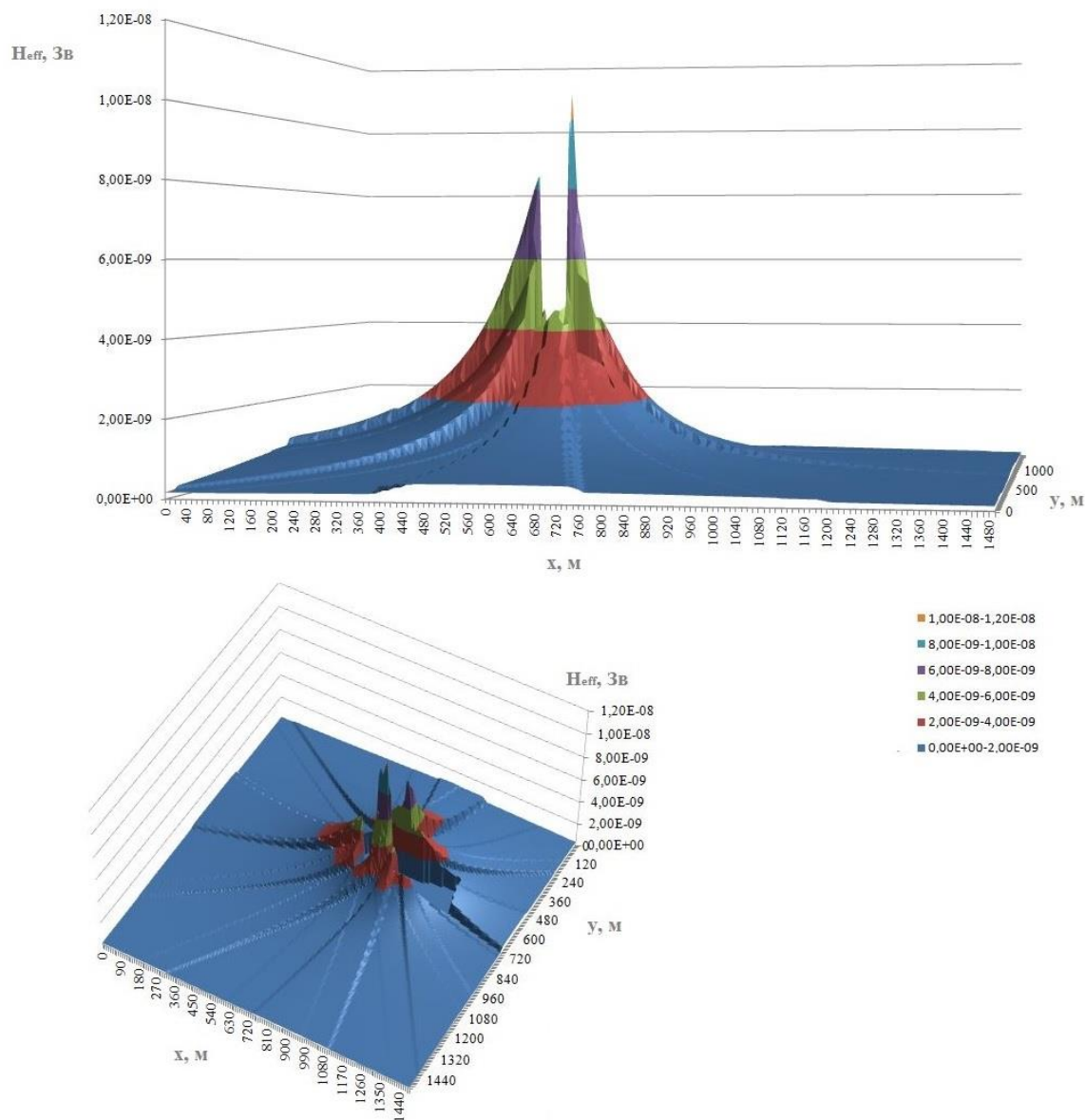


Рис. 7. Пример распределения на местности годовой эффективной дозы, обусловленной выбросами совокупности удаленных друг от друга источников

В ряде российских документов, относящихся к нормированию выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух, например в [54], [55] и [56], предполагается, что ИРГ не поступают в организм ингаляционным путем. Однако ингаляционный путь облучения для данных радионуклидов может давать в годовую эффективную дозу вклад, соизмеримый с вкладом, который вносит в годовую эффективную дозу внешнее облучение от облака, обусловленное данными радионуклидами. В [36] учитываются рекомендации 72-ой [49] и 119-ой [50] публикаций МКРЗ, которые

содержат значения дозовых коэффициентов в том числе и для ингаляции ИРГ.

Стоит также отметить, что в [36] подробно описана специфика расчета функции перехода «выброс – доза» для трития и радиоуглерода, поскольку модели оценки дозовых нагрузок за счет радиационного воздействия этих радионуклидов имеют свои характерные особенности.

Третий раздел [36] направлен на реализацию положений пункта 7 Методики [27] и пункта 7 [46]. В соответствии с пунктом 7 [46] государственному учету и нормированию подлежат радиоактивные вещества, выбрасываемые из источника выбросов, приведенные в Перечне загрязняющих веществ [46], суммарный вклад которых в годовую эффективную дозу облучения лиц из критической группы населения, создаваемую выбросом этого источника, составляет не менее 99 %. Для того, чтобы определить, какие из содержащихся в выбросах конкретного источника радионуклиды подлежат государственному учету и нормированию, фактически необходимо выполнить следующий пошаговый алгоритм: 1) для каждого радионуклида, входящего в состав выброса из данного источника, определить значение отношения максимальной годовой эффективной дозы облучения населения, обусловленной этим радионуклидом, к годовой эффективной дозе, обусловленной всеми радионуклидами, выбрасываемыми из этого источника; 2) произвести суммирование отношений доз в порядке убывания их значений до достижения суммой значения большего или равного 0,99; 3) определить перечень радионуклидов, подлежащих нормированию по количеству отношений, вошедших в перечень тех, сумма которых больше или равна 0,99.

Описанная выше процедура определения нормируемых радионуклидов требует проведения сложных математических расчетов, учитывающих рассеяние облака выброса в атмосфере. Для упрощения в [36] предложен «экспресс-метод» решения данной задачи. Данный метод основан на том, что при проведении оценки подлежащего государственному учету и нормированию радионуклидного состава выбросов среднегодовая концентрация радионуклидов в трубе принимается в качестве среднегодовой объемной активности радионуклидов, воздействию которой подвергается индивид, в том числе и через продукты питания, им потребляемые, таким образом учитываются все четыре ранее упомянутых пути облучения населения.

Указанное допущение позволяет не осуществляя расчетов атмосферной дисперсии выполнить оценку вкладов каждого радионуклида в годовую эффективную дозу (шаг 1 вышеобозначенного алгоритма), и при этом не приводит к значимому искажению оценки отношения годовой эффек-

тивной дозы облучения населения, обусловленной данным радионуклидом, входящим в состав выброса из данного источника, к годовой эффективной дозе, обусловленной всеми радионуклидами, выбрасываемыми из данного источника.

Стоит также выделить еще одну важную особенность [36]. Нормирование выбросов радиоактивных веществ атомных станций до утверждения Методики [27] осуществлялось в соответствии с [5], согласно которым перечень радионуклидов, для которых необходимо устанавливать нормативы выбросов, ограничивается инертными радиоактивными газами (далее – ИРГ), ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{60}Co . При этом нормативы учитывались только для организованных источников выбросов. С утверждением Методики [27] данный подход претерпел изменения – в соответствии с ее положениями нормативы ПДВ должны устанавливаться для любых радионуклидов, суммарный вклад которых в годовую эффективную дозу населения составляет не менее 99 %, при этом должны учитываться как организованные, так и неорганизованные источники выбросов.

Действительно, ряд российских АЭС (Калининская, Ростовская и Балаковская) характеризуются тем, что, помимо труб, источниками выбросов радиоактивных веществ в атмосферу на этих АЭС также являются брызгальные бассейны, представляющие собой площадные источники. Необходимость нормирования выбросов радиоактивных веществ из брызгальных бассейнов Калининской, Ростовской и Балаковской АЭС показана в [57]. При этом ни один из ранее упомянутых документов, относящихся к нормированию выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух ([54], [55], [56]), не содержит описание методов расчета среднегодового метеорологического фактора разбавления, а также факторов сухого осаждения и влажного выведения для площадных источников, без чего не представляется возможным с использованием данных документов выполнить оценку нормативов ПДВ радиоактивных веществ из брызгальных бассейнов в атмосферу в соответствии с Методикой [27]. В связи с этим в приложении № 1 к [36] даны рекомендации по определению данных параметров.

В разделе 5 [36] содержатся рекомендации по установлению контрольных уровней выбросов, что направлено на реализацию требований пункта 41 НП-058-14 [33].

Без учета неопределенности измерения выбросов условие обеспечения предельно допустимого выброса радионуклидов в атмосферу выполняется, если соблюдается соотношение:

$$\sum_i \sum_r \frac{Q^{r,i}}{ПДВ^{r,i}} \leq 1, \quad (42)$$

*Часть I. Методические основы регулирования и мониторинга выбросов и сбросов.
Нормирование выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду*

где $Q^{r,i}$ – фактический выброс радионуклида r из источника i , Бк/год;
 $ПДВ^{r,i}$ – предельно допустимый выброс радионуклида r из источника i , Бк/год.

Подход к оценке соблюдения нормативов с учетом неопределенности измерения выбросов изложен в главе 2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной части настоящего методического пособия показано как обеспечивается регулирование выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду в Российской Федерации и как принятая в России система нормирования выбросов и сбросов гармонизирована с международно признанными подходами. Рассмотрены базовые законодательные положения, связанные с нормированием радиоактивных выбросов и сбросов, дано представление о научных и нормативных основах критериев, используемых при установлении нормативов выбросов. Для практики нормирования радиоактивных выбросов и сбросов, принятой в Российской Федерации, рассмотрены компетенции органов исполнительной власти и процедурные аспекты, связанные с установлением нормативов и получением разрешений.

В методическом пособии также приведены разработанные коллективом авторов нормативные правовые акты, направленные на реализацию действующих положений законодательства Российской Федерации, а также рекомендательные документы, в которых подробно раскрыты подходы к выполнению нормативных требований.

Методическое пособие является статичной проекцией законодательства Российской Федерации, практики его применения и прочих упомянутых выше аспектов, актуальной на текущий момент времени. Следует отметить, что законодательство, связанное нормированием воздействия на человека и окружающую среду, интенсивно развивается. Так, основы прогресса в области нормирования радиоактивных выбросов и сбросов заложены Федеральным законом [29], в целях реализации которого утвержден Перечень нормативных правовых актов Правительства Российской Федерации, необходимых для реализации Федерального закона от 21.07.2014 № 219-ФЗ [58]. В соответствии с [58] в ближайшем будущем будут разработаны и утверждены нормативные правовые акты, регулирующие:

- порядок разработки и установления нормативов выбросов и сбросов радиоактивных веществ, а также выдачи разрешений на радиоактивные выбросы и сбросы;

- перечень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды.

Указанные нормативные правовые акты безусловно будут способствовать росту эффективности и прозрачности системы нормирования радиоактивных выбросов и сбросов, что в конечном счете обеспечит повышение уровня радиационной безопасности населения и окружающей среды. Однако утверждение указанных актов способно привести к кардинальному изменению системы нормирования, временной срез которой представлен в настоящем методическом пособии.

Список использованных источников

- 1 Положение «О Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору», утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июля 2004 г. № 401.
- 2 Постановление Правительства Российской Федерации от 2 марта 2000 г. № 183 «О нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него».
- 3 Постановление Правительства Российской Федерации от 23 июля 2007 г. № 469 «О порядке утверждения нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей».
- 4 Конституция Российской Федерации (1993).
- 5 Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-03). Санитарные правила и гигиенические нормативы СанПин 2.6.1.24-03: утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28 апреля 2003 г. № 69.
- 6 Федеральный закон от 09 января 1996 г. № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения».
- 7 Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
- 8 Федеральный закон от 04 мая 1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха».
- 9 General Safety Requirements Part 3 No.-IAEA, 2014.
- 10 A Framework for Assessing the Impact of Ionising Radiation on Non-human Species/ ICRP Publication 91.- Ann. ICRP 33 (3). - ICRP, 2003.
- 11 Environmental Protection: the Concept and Use of Reference Animals and Plants/ ICRP Publication 108.- Ann. ICRP 38 (4 - 6). – ICRP, 2008.
- 12 Алексахин Р.М. Радиационная защита окружающей среды: антропоцентрический и экологический принципы // Рефераты докладов Тринадцатой ежегодной конференции Ядерного общества России «Экологическая безопасность, техногенные риски и устойчивое развитие». (Москва, 23-27 июня 2002 г.). – с. 20-23.
- 13 The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection/ ICRP Publication 103.- Ann. ICRP 37 (2-4). - ICRP, 2007.
- 14 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection/ ICRP Publication 60.- Ann. ICRP 21 (1-3). - ICRP, 1991.
- 15 The Precautionary Principle. – France, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- 16 Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 29 мая 2007 г. № 30 «Об утверждении Санитарных правил СП 2.6.1.2216-07 «Санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения радиационных объектов. Условия эксплуатации и обоснование границ» (вместе с «СП 2.6.1.2216-07. 2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения радиационных объектов. Условия эксплуатации и обоснование границ (СП С33 И ЗН-07). Санитарные правила»).
- 17 Regulatory control of radioactive discharges to the environment. - Safety guide № WS-G-2.3.- Vienna: IAEA, 2000.

18 СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009), утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 7 июля 2009 г. № 47.

19 Nonstochastic Effects of Ionizing Radiation/ ICRP Publication 41. - Ann. ICRP 14 (3). – ICRP, 1984.

20 Общие положения обеспечения безопасности атомных станций: (ОПБ-88/97), утверждены постановлением Госатомнадзора России от 14 ноября 1997 г. № 9.

21 Общие положения обеспечения безопасности исследовательских ядерных установок (НП-033-11), утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 30 июня 2011 г. № 348.

22 Общие положения обеспечения безопасности объектов ядерного топливного цикла (ОПБ ОЯТЦ) (НП-016-05), утверждены постановлением Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 2 декабря 2005 г. № 11.

23 Федеральный закон от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии».

24 Постановление Правительства Российской Федерации от 29 марта 2013 г. № 280 «О лицензировании деятельности в области использования атомной энергии».

25 Приказ Ростехнадзора от 08 октября 2014 г. № 453 «Об утверждении административного регламента предоставления Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору государственной услуги по лицензированию деятельности в области использования атомной энергии».

26 Приказ Ростехнадзора от 19 октября 2012 г. № 594 «Об утверждении административного регламента предоставления Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору государственных услуг по установлению нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты, выдаче разрешений на выбросы и сбросы радиоактивных веществ в окружающую среду».

27 Приказ Ростехнадзора от 07 ноября 2012 г. № 639 «Об утверждении методики разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух».

28 Приказ Ростехнадзора от 19 августа 2013 г. № 362 «Об утверждении руководства по безопасности «Рекомендации по содержанию документов, обосновывающих нормативы предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и нормативы сбросов радиоактивных веществ в водные объекты».

29 Федеральный закон от 21 июля 2014 г. № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

30 Федеральный закон от 07 декабря 2011 г. № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении».

31 Постановление Правительства Российской Федерации от 30 апреля 2013 г. № 393 «Об утверждении правил установления для абонентов организаций, осуществляющих водоотведение, нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ,

иных веществ и микроорганизмов в водные объекты через централизованные системы водоотведения и лимитов на сбросы загрязняющих веществ, иных веществ и микроорганизмов, и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации».

32 Regulatory control of radioactive discharges to the environment. – Draft Safety guide DS442 (Revision of WS-G-2.3).- Vienna, IAEA, 2015.

33 Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения (НП-058-14), утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 05 августа 2014 г. № 347.

34 Обращение с газообразными радиоактивными отходами. Требования безопасности (НП-021-15), утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 25 июня 2015 г. № 244.

35 Environmental and Source Monitoring for Purposes of Radiation Protection// IAEA Safety Standards Series № RS-G-1.8.- Vienna: IAEA, 2005.

36 Приказ Ростехнадзора от 11 ноября 2015 г. № 458 «Об утверждении руководства по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых для разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух».

37 СТО 1.1.1.04.001.0143-2009 «Положение о годовых отчетах по оценке состояния безопасной эксплуатации энергоблоков атомных станций».

38 Методика выполнения контроля активности газоаэрозольных выбросов АЭС (типовая): МВК 6.2.20-10, утверждена приказом ОАО «Концерн Росэнергоатом» от 25 апреля 2011 г. № 518.

39 Методика выполнения контроля выброса аэрозолей АС (типовая): МВК 6.2.13-07.

40 Методика выполнения контроля активности выброса I-131 в газоаэрозольных выбросах АЭС (типовая): МВК 6.2.19-10, утверждена приказом ОАО «Концерн Росэнергоатом» от 25 апреля 2011 г. № 518.

41 Методика контроля активности инертных газов в выбросах АЭС: МВК 6.2.8-06.

42 СТО 1.1.1.01.005.0841-2010 «Общие требования к объёму радиационного контроля в системах радиационного контроля атомных станций».

43 ГОСТ Р 54500.3-2011/Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008. Национальный стандарт Российской Федерации. Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения: утвержден и введен в действие Приказом Росстандарта от 16 ноября 2011 г. № 555-ст.

44 ГОСТ Р 54500.1-2011/Руководство ИСО/МЭК 98-1:2009. Национальный стандарт Российской Федерации. Неопределенность измерения. Часть 1. Введение в руководства по неопределенности измерения: утвержден и введен в действие Приказом Росстандарта от 16 ноября 2011 г. № 555-ст.

45 ГОСТ 27451-87 Средства измерений ионизирующих излучений, утвержден Государственным комитетом СССР по стандартам.- Москва, 1989.

46 Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 31 декабря 2010 г. № 579 «О порядке установления источников выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, подлежащих государствен-

ному учету и нормированию, и о Перечне вредных (загрязняющих) веществ, подлежащих государственному учету и нормированию».

47 Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 26 апреля 2010 г. № 40 «Об утверждении СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)».

48 Generic Models for use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment// Safety Reports.- Series № 19.-Vienna: IAEA, 2000.

49 Age-dependent Doses to the Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Coefficients/ ICRP Publication 72.- Ann. ICRP 26(1). - ICRP, 1995.

50 Compendium of Dose Coefficients Based on ICRP Publication 60/ ICRP Publication 119.- Ann. ICRP 41(s). – ICRP, 2012.

51 External exposure to radionuclides in air// Federal guidance report 12.- EPA 402-R-93-08, ORNL, TN.- US Environmental protection agency.

52 CAP88-PC. Version 3.0 User Guide.-US Environmental protection agency. — December 2007.

53 Screening Models for Releases of Radionuclides to the Atmosphere, Surface Water, and Ground, Bethesda, MD// NCRP Report No. 123.-1996.

54 Руководство по установлению допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферу (ДВ-98), утверждено Государственным комитетом Российской Федерации по охране окружающей среды и Министерством Российской Федерации по атомной энергии. Москва, 1999.

55 Методика расчета предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ с атомных станций в атмосферу (ПДВ АС-2013) МТ 1.2.5.05.0161-2013, утверждена приказом ОАО «Концерн Росэнергоатом» от 12 августа 2013 г. № 9/733-П.

56 Методические рекомендации по расчету нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ из организованных источников в атмосферный воздух применительно для организаций Госкорпорации «Росатом»: утверждены распоряжением ГК «Росатом» от 15 июля 2014 г. № 1-1/310-Р.

57 Курындин А.В., Строганов А.А., Шаповалов А.С. О радиационном воздействии выбросов брызгальных бассейнов атомных станций // Ядерная и радиационная безопасность. – 2014. № 4(74). – С. 11-17.- ISSN 2218-8665.

58 Перечень нормативных правовых актов Правительства Российской Федерации, необходимых для реализации Федерального закона от 21.07.2014 № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации», утв. заместителем председателя Правительства Российской Федерации А.Г. Хлопониным 10.10.2014.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

**МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ И УСТАНОВЛЕНИЯ НОРМАТИВОВ
ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ ВЫБРОСОВ РАДИОАКТИВНЫХ
ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ**

Утверждена
приказом Федеральной службы
по экологическому,
технологическому
и атомному надзору
от «07» ноября 2012 г. № 639

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Методика разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух (далее – Методика) разработана в соответствии с:

Федеральным законом от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2002, № 2, ст. 133; 2004, № 35, ст. 3607; 2005, № 1, ст. 25; № 19, ст. 1752; 2006, № 1, ст. 10; № 52, ст. 5498; 2007, № 7, ст. 834; № 27, ст. 3213; 2008, № 26, ст. 3012; № 29, ст. 3418; № 30, ст. 3616; 2009, № 1, ст. 17; № 11, ст. 1261; № 52, ст. 6450; 2011, № 1, ст. 54; № 29, ст. 4281; № 30, ст. 4590, ст. 4591, ст. 4596; № 48, ст. 6732; № 50, ст. 7359; 2012, № 26, ст. 3446);

Федеральным законом от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» (Собрание законодательства Российской Федерации, 1995, № 48, ст. 4552; 1997, № 7, ст. 808; 2001, № 29, ст. 2949; 2002, № 1, ст. 2; № 13, ст. 1180; 2003, № 46, ст. 4436; 2004, № 35, ст. 3607; 2006, № 52, ст. 5498; 2007, № 7, ст. 834; № 49, ст. 6079; 2008, № 29, ст. 3418; № 30, ст. 3616; 2009, № 1, ст. 17; № 52, ст. 6450; 2011, № 29, ст. 4281; № 30, ст. 4590, ст. 4596; № 45, ст. 6333; № 48, ст. 6732; № 49, ст. 7025; 2012, № 26, ст. 3446);

Федеральным законом от 4 мая 1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» (Собрание законодательства Российской Федерации, 1999, № 18, ст. 2222; 2004, № 35, ст. 3607; 2005, № 19, ст. 1752; 2006, № 1, ст. 10; 2008, № 30, ст. 3616; 2009, № 1, ст. 17, ст. 21; № 52, ст. 6450; 2011, № 30, ст. 4590, ст. 4596; № 48, ст. 6732; 2012, № 26, ст. 3446);

Федеральным законом от 23 ноября 1995 г. № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе» (Собрание законодательства Российской Федерации, 1995, № 48, ст. 4556; 1998, № 16, ст. 1800; 2004, № 35, ст. 3607; № 52, ст. 5276; 2006, № 1, ст. 10; № 50, ст. 5279; № 52, ст. 5498; 2008, № 20, ст. 2260; № 26, ст. 3015; № 30,

ст. 3616, ст. 3618; № 45, ст. 5148; 2009, № 1, ст. 17; № 19, ст. 2283; 2011, № 27, ст. 3880; № 30, ст. 4591, ст. 4594, ст. 4596; 2012, № 26, ст. 3446; № 31, ст. 4322);

Федеральным законом от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (Собрание законодательства Российской Федерации, 1999, № 14, ст. 1650; 2002, № 1, ст. 2; 2003, № 2, ст. 167; № 27, ст. 2700; 2004, № 35, ст. 3607; 2005, № 19, ст. 1752; 2006, № 1, ст. 10; № 52, ст. 5498; 2007, № 1, ст. 21, ст. 29; № 27, ст. 3213; № 46, ст. 5554; № 49, ст. 6070; 2008, № 29, ст. 3418; № 30, ст. 3616; 2009, № 1, ст. 17; 2010, № 40, ст. 4969; 2011, № 1, ст. 6; № 30, ст. 4563, ст. 4590, ст. 4591, ст. 4596; № 50, ст. 7359; 2012, № 24, ст. 3069; № 26, ст. 3446);

Федеральным законом от 9 января 1996 г. № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» (Собрание законодательства Российской Федерации, 1996, № 3, ст. 141; 2004, № 35, ст. 3607; 2008, № 30, ст. 3616; 2011, № 30, ст. 4590, ст. 4596);

постановлением Правительства Российской Федерации от 2 марта 2000 г. № 183 «О нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2000, № 11, ст. 1180; 2007, № 17, ст. 2045; 2009, № 18, ст. 2248; 2011, № 9, ст. 1246; 2012, № 37, ст. 5002);

постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июля 2004 г. № 401 «О Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2004, № 32, ст. 3348; 2006, № 5, ст. 544; № 23, ст. 2527; № 52, ст. 5587; 2008, № 22, ст. 2581; № 46, ст. 5337; 2009, № 6, ст. 738; № 33, ст. 4081; № 49, ст. 5976; 2010, № 9, ст. 960; № 26, ст. 3350; № 38, ст. 4835; 2011, № 6, ст. 888; № 14, ст. 1935; № 41, ст. 5750; № 50, ст. 7385; 2012, № 29, ст. 4123; № 42, ст. 5726);

постановлением Правительства Российской Федерации от 15 февраля 2011 г. № 78 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросу осуществления отдельных полномочий Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федеральной службой по надзору в сфере природопользования и Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2011, № 9, ст. 1246; 2012, № 15, ст. 1781);

постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 7 июля 2009 г. № 47 «Об утверждении СанПиН 2.6.1.2523 – 09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)» (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 14 августа 2009 г., регистрационный № 14534; «Российская газета», 2009 г., № 171/1);

постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 26 апреля 2010 г. № 40 «Об утверждении СП 2.6.1.2612–10

**Часть I. Методические основы регулирования и мониторинга выбросов и сбросов.
Нормирование выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду**

«Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)» (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 11 августа 2010 г., регистрационный № 18115; «Российская газета», 2010 г., № 210/1);

постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 апреля 2003 г. № 69 «О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.6.1.24–03 «Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций» (СП АС–03)» (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 26 мая 2003 г., регистрационный № 4593; «Российская газета», 2003 г., № 119/1);

постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 17 мая 2001 г. № 14 «О введении в действие санитарных правил «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест СанПиН 2.1.6.1032–01» (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 18 мая 2001 г., регистрационный № 2711; Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, 2001, № 22; № 31);

постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 октября 2003 г. № 158 «О введении в действие санитарных правил СП 2.6.1.45–03 «Обеспечение радиационной безопасности при проектировании, строительстве, эксплуатации и выводе из эксплуатации атомных теплоэлектростанций малой мощности на базе плавучего энергетического блока СП АТЭС–2003» (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 17 декабря 2003 г., регистрационный № 5332; Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, 2004, № 6);

приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 31 декабря 2010 г. № 579 «О Порядке установления источников выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, подлежащих государственному учету и нормированию, и о перечне вредных (загрязняющих) веществ, подлежащих государственному учету и нормированию» (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 9 февраля 2011 г., регистрационный № 19753; Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, 2011, № 10).

2. Применяемые сокращения и условные обозначения приведены в приложении к Методике.

3. Методика устанавливает порядок разработки (определения) и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух (далее – ПДВ) и методы разработки (определения) нормативов ПДВ радиоактивных веществ в атмосферный воздух. ПДВ устанавливаются для объектов, производящих постоянные непрерывные (с характеристиками, практически не изменяющимися в течение года) и кратковременные (длящиеся не более нескольких часов) повышенные по

сравнению с постоянными непрерывными (но не превышающие 1/100 от ПДВ, а в сумме с непрерывными за год не превышающие ПДВ) выбросы радиоактивных веществ в атмосферный воздух.

4. Разработка ПДВ обеспечивается юридическим лицом, эксплуатирующим (имеющим) стационарные сооружения, устройства или установки, хранящиеся на поверхности земли вне каких-либо инженерных сооружений радиоактивные вещества, или радиоактивно загрязненные участки территории, из которых радиоактивные вещества поступают в атмосферный воздух (далее – источники выбросов).

5. Методика распространяется на организации, эксплуатирующие объекты, представляющие собой стационарные и эксплуатируемые в стационарных условиях источники выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух (далее – организации), в том числе эксплуатирующие организации объектов использования атомной энергии (далее – ОИАЭ) для условий их нормальной эксплуатации и иные организации, эксплуатирующие промышленные объекты, не являющиеся ОИАЭ, но производящие выбросы радиоактивных веществ в атмосферный воздух (далее – промышленные объекты) для любых условий их эксплуатации.

6. Методика не распространяется на организации, эксплуатирующие ОИАЭ или промышленные объекты, представляющие собой подвижные источники выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух.

7. ПДВ устанавливаются для конкретного стационарного источника выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и их совокупности (организации в целом) в форме таблиц ПДВ^{ir} – предельно допустимых выбросов радионуклида Γ в атмосферный воздух из каждого (i -го) стационарного изолированного источника выброса радиоактивных веществ в атмосферный воздух, Бк/год, и для всех радионуклидов, входящих в состав выбросов источников и включенных в перечень радионуклидов, установленный приказом Минприроды России от 31 декабря 2010 г. № 579 «О Порядке установления источников выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, подлежащих государственному учету и нормированию, и о перечне вредных (загрязняющих) веществ, подлежащих государственному учету и нормированию» (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 9 февраля 2011 г., регистрационный № 19753; Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, 2011, № 10), исходя из условий:

1) не превышения выделенной организации части предела эффективной дозы (или пределов каждой из эквивалентных доз) для лиц из населения (далее – ПД, Зв/год), приведенных в таблице № 3.1 «Основные пределы доз» санитарных правил и нормативов СанПиН 2.6.1.2523 – 09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)», утвержденных постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 7 июля 2009 г.

№ 47 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 14 августа 2009 г., регистрационный № 14534; «Российская газета», 2009 г., №171/1) от всех путей облучения, связанных с выбросами радионуклидов в атмосферный воздух из всех источников выброса организации, установленной для ограничения облучения населения от этой организации (далее - квоты δ от ПД, или квоты δ). Для атомных станций квоты являются фиксированными и установлены в санитарно-эпидемиологических правилах и нормативах СанПиН 2.6.1.24-03 «Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-03)», утвержденных постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 апреля 2003 г. № 69 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 26 мая 2003 г., регистрационный № 4593; «Российская газета», 2003 г., № 119/1);

2) обеспечения сохранения благоприятных условий жизнедеятельности человека и устойчивого функционирования естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов, а также сохранения биологического видового разнообразия.

8. Условие, изложенное в подпункте 1) пункта 7 Методики, выполняется, если соблюдается соотношение:

$$\sum_i E_i \leq \delta, \quad (1)$$

где E_i – годовая индивидуальная доза облучения лиц из населения, живущего в окрестности данной точки местности от рассматриваемого i -го источника, вычисленная на время установления равновесия процессов формирования радиационного загрязнения окружающей среды для группы лиц из населения (не менее 10 человек), однородной по одному или нескольким признакам – полу, возрасту, социальным или профессиональным условиям, месту проживания, рациону питания, которая подвергается наибольшему радиационному воздействию по всем путям облучения от данного источника излучения (далее – критическая группа лиц из населения).

9. Условие, изложенное в подпункте 2) пункта 7 Методики, выполняется, если соблюдается соотношение

$$U_{r,l} = \sum_i U_{i,r,l} \leq ППВ_{r,l}, \quad (2)$$

где $U_{r,l}$ – показатель негативного воздействия (l -го типа) радиационного загрязнения окружающей среды r -тым радионуклидом на экологические системы, природные и природно-антропогенные объекты; $U_{i,r,l}$ – вклад в это негативное воздействие от i -го источника; $ППВ_{r,l}$ – предел приемлемого воздействия l -го типа на экологические системы, природные и природно-антропогенные объекты, например:

накопление в приповерхностном слое почвы или в донных отложениях расположенных в окрестности источника выброса поверхностных водоемов r -го радионуклида в концентрациях ($U_{r,l}$), превышающих допустимые уровни ($ППВ_{r,l}$ – удельная активность r -го радионуклида, допускающая неограниченное

использование загрязненных им твердых материалов – УАНИг, определенная согласно приложению № 3 «Удельные активности техногенных радионуклидов, при которых допускается неограниченное использование материалов» к санитарным правилам и нормативам СП 2.6.1.2612–10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)», утвержденным постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 26 апреля 2010 г. № 40 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 11 августа 2010 г., регистрационный № 18115; «Российская газета», 2010 г. № 210/1);

накопление г-го радионуклида в продуктах питания, воде источников питьевого водоснабжения и биоте в концентрациях, превышающих установленные допустимые уровни.

II. ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ (ОПРЕДЕЛЕНИЯ) И УСТАНОВЛЕНИЯ НОРМАТИВОВ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ ВЫБРОСОВ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

10. Проекты нормативов ПДВ разрабатываются организациями для их последующего установления территориальными органами Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору для конкретного стационарного источника выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и их совокупности (организации в целом) впервые – до ввода в эксплуатацию ОИАЭ и промышленных объектов, далее – каждый раз, когда по результатам мониторинга радиоактивного загрязнения компонент окружающей среды (радиационной обстановки) в зоне потенциального влияния выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух, производимых ОИАЭ и промышленными объектами организации, будет установлено превышение уровня этого загрязнения по сравнению с прогнозными значениями, но не реже, чем один раз в 5 лет.

В случае изменения условий, влияющих на радиационную обстановку и на дозы облучения критической группы лиц из населения за счет выбросов, а также изменений технологии, необходим внеочередной пересмотр нормативов ПДВ.

11. При разработке нормативов ПДВ организация на первом этапе проводит радиационно-техническое обследование (инвентаризацию) существующих источников выбросов радиоактивных веществ и определяет фактическое радиоактивное загрязнение атмосферного воздуха в контрольных точках. Результаты радиационно-технического обследования документируются в отчете «Радиационно-техническое обследование для оценки влияния существующих выбросов организации на окружающую среду», содержащем:

- 1) описание используемых технологических процессов и связанных с ними выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух;
- 2) результаты обследования (инвентаризацию) существующих и вновь создаваемых источников выбросов радиоактивных веществ, включая

радионуклидный состав и условия выбросов (геометрические характеристики источников, температура и скорость выбрасываемой газоаэрозольной смеси, размеры близлежащих зданий), дисперсность аэрозольной компоненты и ее физико-химическую форму для установления классов транспортабельности;

3) данные по динамике выбросов по годам (за последние 5 лет) или проектные данные о среднегодовом выбросе, диапазон разброса (дисперсия) его значений, возможные максимальные значения;

4) карту промплощадки (включая санитарно-защитную зону) с указанием всех источников выбросов и характеристик застройки;

5) характеристику существующего на текущий момент времени загрязнения объектов окружающей среды (фоновое загрязнение) в зоне потенциального влияния выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух, производимых ОИАЭ и промышленными объектами организации – на промплощадке, в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения, карту годовых доз фонового излучения на местности (предоставляется при необходимости);

6) прогнозные расчеты годовых доз облучения населения, связанных с планируемым вводом в эксплуатацию новых источников выбросов.

12. На втором этапе на основе результатов прогнозных расчетов годовых доз облучения населения разрабатывается проект нормативов ПДВ, а также производных от них дифференциальных величин (критериев, пределов и показателей), необходимых для практической деятельности по мониторингу и контролю за ограничением фактических выбросов. По результатам работ подготавливается том «Нормативы предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух», содержащий проект нормативов ПДВ для каждого источника и для организации в целом.

III. МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ (ОПРЕДЕЛЕНИЯ) НОРМАТИВОВ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ ВЫБРОСОВ РАДИОАКТИВНЫХ Веществ в атмосферный воздух

13. Расчет величин ПДВ необходимо выполнять по соотношению, связывающему выброс радиоактивных веществ в атмосферный воздух Q с дозой облучения населения E , с учетом того, что для каждого отдельного радионуклида, содержащегося в выбрасываемых радиоактивных веществах, в обобщенном виде это соотношение может быть представлено, как:

$$E(\text{или } H) = Q \cdot \Psi(x, y), \quad (3)$$

где E – годовая эффективная или эквивалентная H (в хрусталике глаза, коже, кистях и стопах) индивидуальная доза, получаемая критической группой лиц из населения, живущих и работающих в «окрестности» точки (x, y) местности, Зв/год; Q – величина годового выброса данного радионуклида в составе выбрасываемых радиоактивных веществ, Бк/год; $\Psi(x, y)$ – функционал, связывающий дозу с выбросом радионуклидов из данного источника и зависящий

от: условий выброса (эффективной высоты выброса, равной сумме геометрической высоты источника и дополнительного подъема выброса за счет динамических и термических факторов – объема и скорости истечения газоздушнoй смеси, степени ее перегрева по отношению к атмосферному воздуху, агрегатного и дисперсного состава выбрасываемых веществ), условий рассеяния выбросов в атмосфере, выпадения их на поверхность почвы, миграции в наземных экосистемах и по пищевым цепочкам выращиваемых в данной местности растительных культур, доли сельскохозяйственной продукции местного производства в рационе питания местных жителей. Функционал $\Psi(x,y)$ рассчитывается с учетом воздействия материнских и образующихся дочерних радионуклидов.

14. В случае выброса из одного источника радиоактивного вещества, содержащего несколько радионуклидов, для каждого из них должно быть установлено значение ПДВ^{r,i} – общего предельно-допустимого выброса радионуклида r, выбрасываемого из источника i в атмосферный воздух в составе радиоактивных веществ, содержащих смесь радионуклидов.

Значения общих ПДВ^{r,i}, учитывающих суммарное облучение по всем путям облучения, для каждого радионуклида r, в соответствии с критерием неперевышения квоты эффективной дозы облучения населения от смеси радионуклидов, должны удовлетворять соотношению

$$\delta = \sum_r ПДВ^{r,i} \cdot \Psi_{r,i}(x_{r,i}^{max}, y_{r,i}^{max}), \quad (4)$$

где $(x_{r,i}^{max}, y_{r,i}^{max})$ – точка местности, в окрестности которой реализуется максимум дозы облучения населения, суммарной по всем путям облучения, за счет всех радионуклидов, входящих в состав смесей, выбрасываемой всеми источниками (далее - критическая точка местности);

$\Psi_{r,i}$ – значение функционала, связывающего дозу с выбросом радионуклида r из источника i, определяемое по формуле

$$\Psi_{r,i} = R_A^r \bar{G}_i^r + \frac{R_S^r \cdot (\bar{F}_i^r + \bar{W}_i^r)}{\lambda_{ef}^r} + \varepsilon_{нас,r}^{возд} \cdot U_{IH} \bar{G}_i^r + \varepsilon_{нас,r}^{пища} \cdot \left[K_{S1}^r (\bar{F}_i^r + 0,2\bar{W}_i^r) + K_{S2}^r (\bar{F}_i^r + \bar{W}_i^r) \right] \quad (5)$$

Входящие в формулу (5) условные обозначения определены в приложении к Методике.

Значения общих ПДВ^{r,i} для каждого радионуклида смеси для фактического состава выброса источника, усредненного за год, исходя из того, что радионуклидный состав выброса неизменен, определяются по формуле

$$ПДВ^{r,i} = \frac{\xi_{r,i} \cdot \delta}{\sum_r \xi_{r,i} \cdot \Psi_{r,i}(x_{r,i}^{max}, y_{r,i}^{max})}, \quad (6)$$

где $\xi_{r,i} = \frac{Q_{r,i}}{\sum_r Q_{r,i}}$ относительный вклад каждого радионуклида в общую

активность выброса (принимается постоянным для данного радионуклида), а $Q_{r,i}$ – измеренная инструментально величина фактического выброса радионуклида r , или ее проектное значение.

Для установления окончательных значений ПДВ^{r,i} для отдельного источника выброса, определяемых по условию неперевышения значениями эффективной и эквивалентных (в хрусталике глаза, коже, кистях и стопах) доз ни одного из установленных пределов эффективной и эквивалентных доз, приведенных в таблице 3.1 «Основные пределы доз» санитарных правил и нормативов СанПиН 2.6.1.2523 – 09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)», утвержденных постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 7 июля 2009 г. № 47 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 14 августа 2009 г., регистрационный № 14534; «Российская газета», 2009 г., № 171/1), следует использовать формулу

$$\frac{1}{ПДВ^{r,i}} = \frac{1}{\xi_{r,i}} \cdot \sum_r \xi_{r,i} \cdot \max_{k=1,2,3,4} \left[\frac{\Psi_{r,i,k}(x_{r,i,k}^{max}, y_{r,i,k}^{max})}{\delta_k} \right], \quad (7)$$

где индекс k относится к эффективной дозе и эквивалентным дозам в хрусталике глаза, коже, кистях и стопах соответственно; δ_k – величины выделенной квоты по эффективной дозе, по эквивалентным дозам в хрусталике глаза, коже, кистях и стопах (в случае, если квоты пределов эквивалентных доз не установлены, их значения принимаются равными $\delta_k = \delta \cdot ПД_k / ПД$); $\Psi_{r,i,k}(x_{r,i,k}^{max}, y_{r,i,k}^{max})$ – максимальные значения функционала «выброс – доза» для радионуклида r и для k -ой группы органов.

15. При определении общих ПДВ^{r,i} для нескольких значимо удаленных друг от друга источников выброса организации (критерием значимости взаимной удаленности источников может служить несовпадение их критических точек местности, в каждой из которых достигается максимум дозы облучения населения, обусловленной отдельным источником) необходимо выполнить расчеты пространственного распределения эффективной дозы облучения населения E – поля доз, создаваемых фактическими (проектными) выбросами по формуле

$$E = \sum_i \sum_r Q_{r,i} \Psi_{r,i}(x^*, y^*), \quad (8)$$

где $Q_{r,i}$ – выброс r -го нуклида i -м источником, значения функционала $\Psi_{r,i}(x^*, y^*)$ вычисляются для r -го нуклида и i -го источника выброса с учетом всех путей облучения для количества точек на местности, достаточного для выявления особенностей пространственного распределения поля доз.

16. Поле доз, рассчитанное по формуле (8), может иметь сложную конфигурацию с несколькими локальными максимумами, наибольший из которых должен быть принят в качестве критической точки местности. Для общего случая нормативы общих ПДВ^{r,i} для нескольких значимо удаленных друг от друга источников выброса организации следует определять методом последовательных приближений с принятием для первого приближения при расчетах поля доз фактических (проектных) выбросов всех источников в соответствии с формулой (8) Методики.

17. Если рассматривается изолированная группа близко расположенных источников с похожим радионуклидным составом выбросов (типичным примером такой группы является атомная электростанция, в состав которой входит несколько блоков с отдельными выбросами радиоактивных веществ в атмосферу), их можно рассматривать, как один источник (критерием возможности такого рассмотрения является совпадение для всех источников положения максимумов функционалов $\Psi_{r,i}(x, y)$). В этом случае для определения ПДВ могут быть использованы формулы (6) – (7) для определения аналогичных нормативов для единичного источника, а нормировать суммарный выброс такой организации допускается в целом.

18. Если выброс группы источников не приводит к облучению в дозе свыше 10 мкЗв/год в каждой критической точке местности, допускается обосновывать значения ПДВ, исходя из фактической величины и радионуклидного состава выбросов каждого источника, без выполнения дальнейшей оптимизации.

19. По завершению разработки проекта нормативов ПДВ для всех источников выбросов, имеющих в организации, должна быть выполнена расчетная проверка корректности их значений. Результат проверки считается положительным, если в поле доз от всех источников организации, одновременно осуществляющих постоянные непрерывные или кратковременные повышенные выбросы на уровне значений ПДВ, со значениями консервативно определенных погрешностей расчетов, добавленными к расчетным значениям доз, не будет ни одного значения, превышающего установленную квоту δ от ПД.

20. При необходимости обеспечения выполнения сохранения условий устойчивого функционирования естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов по какому-либо конкретному

установленному пределу приемлемого воздействия l -го типа на эти системы и объекты $ППВ_{r,l}$ (согласно пункту 9 Методики) следует, с использованием значений ПДВ, полученных исходя из условия не превышения установленной квоты δ от ПД, выполнить прямой расчет значений $U_{r,l}(ПДВ; x, y)$ – показателя негативного воздействия выброса радиоактивных веществ на соответствующий природный или природно-антропогенный объект согласно соотношению, определяющему это негативное воздействие в обобщенном виде через значение ПДВ:

$$U_{r,l}(ПДВ; x, y) = \sum_i ПДВ^{r,i} \cdot K_{l,i}(x, y), \quad (9)$$

где – $K_{l,i}(x, y)$ – функционал, связывающий значение этого показателя с величиной выброса радионуклидов из данного источника или всех источников.

В случае, если полученное значение этого показателя $U_l(ПДВ; x, y)$ превысит установленный предел приемлемого воздействия l -го типа на экологические системы, природные и природно-антропогенные объекты $ППВ_{r,l}$, ранее установленные значения ПДВ следует пропорционально уменьшить, умножив их на коэффициент $ППВ_{r,l} / U_l(ПДВ)$.

Приложение
к Методике разработки и установления
нормативов предельно допустимых
выбросов радиоактивных веществ в
атмосферный воздух, утвержденной
приказом Федеральной службы по
экологическому, технологическому и
атомному надзору
от 07 ноября 2012 г. № 639

СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

δ_1	–	квота от предела эффективной дозы ($k=1$), выделенная организации, Зв/год;
δ_k	–	квота от предела эквивалентной дозы на орган или группу органов k ($k=2,3,4$), выделенная организации, Зв/год;
$\mathcal{E}_{нас,r}^{возд}$	–	дозовый коэффициент при ингаляции радионуклида r с воздухом, Зв/Бк;
$\mathcal{E}_{нас,r}^{пища}$	–	дозовый коэффициент при поступлении радионуклида r с продуктами питания, Зв/Бк;
λ_{ef}^r	–	постоянная уменьшения уровня излучения от одномоментно загрязненной почвы за счет

$\Psi(x,y)$	–	радиоактивного распада и экранирования верхним слоем при диффузии радионуклидов в глубь почвы, c^{-1} ; функционал, связывающий дозу с выбросом радионуклидов из источника и зависящий от условий выброса, Зв/Бк;
$\Psi_{r,i}$	–	функционал, связывающий эффективную дозу, обусловленную воздействием радионуклида r , с его выбросом из источника i , Зв/Бк;
$\Psi_{r,i,k}$	–	функционал, связывающий эффективную либо эквивалентную дозы на весь организм или группу органов k , обусловленную воздействием радионуклида r , с его выбросом из источника i , Зв/Бк;
ξ_r	–	инструментально регистрируемый (или предполагаемый проектный) относительный состав выбросов радионуклидов r в составе смеси, безразмерен;
C_S^r	–	интенсивность выпадения r -го радионуклида на почву, Бк/($c \cdot m^2$);
C_V^r	–	среднегодовая концентрация (объемная активность) r -го радионуклида в приземном слое атмосферного воздуха, Бк/ m^3 ;
E	–	эффективная доза, Зв;
E_i	–	эффективная годовая доза в данной точке местности от рассматриваемого i -го источника, Зв;
\bar{F}_i^r	–	фактор сухого выпадения метеорологический приземный среднегодовой – отношение среднегодовой плотности поступления (Бк/(год $\cdot m^2$)) из атмосферного воздуха радионуклида r , входящего в состав выброса радиоактивных веществ в атмосферный воздух источника i , на подстилающую поверхность земли за счет не связанного с осадками (дождем и снегом) осаждения радиоактивных веществ в критической (для источника i) точке местности к среднегодовому значению выброса (Бк/год) этого радионуклида в атмосферный воздух, m^{-2} ;
\bar{G}_i^r	–	фактор разбавления метеорологический приземный среднегодовой – отношение среднегодовой объемной активности (Бк/ m^3) радионуклида r , входящего в состав выброса радиоактивных веществ в атмосферный воздух источника i , в приземном слое атмосферного воздуха в критической (для источника i) точке местности к среднегодовому значению выброса (Бк/с) этого радионуклида в атмосферный воздух;

**Часть I. Методические основы регулирования и мониторинга выбросов и сбросов.
Нормирование выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду**

H	–	эквивалентная доза, Зв;
k	–	индекс, обозначающий органы или группы органов: весь организм, хрусталик глаза, кожу, кисти и стопы;
K_{S1}^r	–	коэффициент перехода «выпадение из атмосферы – поступление в организм человека» радионуклида r с продуктами питания по воздушному пути, m^2 ;
K_{S2}^r	–	коэффициент перехода «выпадение из атмосферы – поступление в организм человека» радионуклида r с продуктами питания по корневому пути, m^2 ;
l	–	индекс негативного воздействия на экологические системы, природные и природно-антропогенные объекты окружающей среды (почвы, воды поверхностных водоемов, донных отложений, объектов живой природы – рыбы, моллюской, диких животных) за счет их радиационного загрязнения;
$\min_{k=1,2,3,4} []$	–	входящее в формулу (8) Методики обозначение минимального из 4-х значений доз (эффективной дозы и эквивалентных доз на хрусталик глаза, кожу, кисти и стопы), которые определяются согласно выражению, приведенному в квадратных скобках, для 4-х наборов соответствующих параметров;
$Q_{r,i}$	–	величина фактического годового выброса r -го радионуклида i -ым источником, Бк/год;
R_A^r	–	дозовый фактор конверсии при облучении от облака для радионуклидов r , Зв· m^3 /(Бк·с);
R_S^r	–	дозовый фактор конверсии при облучении от поверхности почвы для радионуклидов r , Зв· m^2 /(Бк·с);
U_{IH}	–	интенсивность вдыхания стандартного человека (для населения), $m^3/с$;
$U_{i,r,l}$	–	вклад в негативное воздействие (l -го типа) на экологические системы, природные и природно-антропогенные объекты радиационного загрязнения окружающей среды r -тым радионуклидом от i -го источника;
$U_{r,l}$	–	показатель негативного воздействия (l -го типа) на экологические системы, природные и природно-антропогенные объекты радиационного загрязнения окружающей среды r -тым радионуклидом;
\bar{W}_i^r	–	фактор влажного выведения метеорологический приземный среднегодовой – отношение среднегодовой плотности поступления (Бк/(год· m^2)) из атмосферного воздуха радионуклида r , входящего в состав выброса

		радиоактивных веществ в атмосферный воздух источника i , на подстилающую поверхность земли за счет вымывания радиоактивных веществ из атмосферного воздуха осадками (дождем и снегом) в критической (для источника i) точке местности к среднегодовому значению выброса (Бк/год) этого радионуклида в атмосферный воздух, m^{-2} ;
x	–	расстояние от источника по оси абсцисс, м;
y	–	расстояние от источника по оси ординат, м;
$x^{\max}_{i,r,k}$ $y^{\max}_{i,r,k}$	и –	координаты точки, в которой реализуется максимум функционалов – доз облучения критической группы лиц из населения (по облучению k -ой группы органов): эффективной дозы ($k=1$), эквивалентных доз в хрусталике глаза ($k=2$), коже ($k=3$), кистях и стопах ($k=4$) в случае выброса одного радионуклида r из единичного источника i ;
$x^{\max}_{i,r}$ $y^{\max}_{i,r}$	и –	координаты точки, в которой реализуется максимум эффективной дозы облучения критической группы лиц из населения в случае выброса одного радионуклида r из единичного источника i ;
$ПГП^r_{iH}$	–	предел годового поступления r -го радионуклида для критической группы лиц из населения при вдыхании, Бк/год;
$ПД$	–	предел годовой эффективной дозы для населения, Зв/год;
$ПД_k$	–	предел дозы для соответствующей группы органов k или всего организма, Зв/год;
$ПДВ^{r,i}$	–	предельно-допустимый выброс радионуклида r , выбрасываемого в атмосферный воздух из источника i в составе смеси других нуклидов, вычисленный с учетом совместного облучения от всех радионуклидов смеси (называемый общим ПДВ или ПДВ группового действия), Бк/год;
$ПДВ$	–	общее обозначение группы нормативов, относящихся к ограничению предельно допустимого выброса радиоактивных веществ в атмосферный воздух;
$ППВ_{r,l}$	–	установленный предел приемлемого воздействия l -го типа на экологические системы, природные и природно-антропогенные объекты r -го радионуклида.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

**Руководство по безопасности при использовании атомной энергии
«Рекомендации по содержанию документов, обосновывающих нормативы
предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух
и нормативы допустимых сбросов радиоактивных веществ
в водные объекты»
РБ-085-13**

УТВЕРЖДЕНО

приказом Федеральной службы
по экологическому,
технологическому
и атомному надзору
от «19» августа 2013 г. № 362

I. Общие положения

1. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендации по содержанию документов, обосновывающих нормативы предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и нормативы 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 ПНАЭ Г-01-011-97 «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций. ОПБ-88/97» утвержденных постановлением Госатомнадзора России от 14 ноября 1997 г. № 9, НП-016-05 «Общие положения обеспечения безопасности объектов ядерного топливного цикла (ОПБ ОЯТЦ)» утвержденных постановлением Ростехнадзора от 2 декабря 2005 г. № 11 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 1 февраля 2006 г., регистрационный № 7433), НП-033-11 «Общие положения обеспечения безопасности исследовательских ядерных установок», утвержденных приказом Ростехнадзора от 30 июня 2011 г. № 348 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 29 августа 2011 г., регистрационный № 21700).

2. Настоящее Руководство по безопасности содержит рекомендации Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (далее – Ростехнадзор) по содержанию обосновывающих документов, представляемых для установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты.

3. Настоящее Руководство по безопасности распространяется на объекты использования атомной энергии, осуществляющие выбросы радиоактивных веществ в атмосферный воздух и сбросы радиоактивных веществ в водные объекты.

4. Настоящее Руководство по безопасности предназначено для применения специалистами Ростехнадзора, осуществляющими оценку и утверждение нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты, а также

организациями, осуществляющими разработку нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты.

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

II. Рекомендации по содержанию документов, обосновывающих нормативы предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и нормативы допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты

6. Документы, обосновывающие нормативы предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух или нормативы допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты, рекомендуется оформлять в соответствии с рекомендациями по содержанию и структуре обоснования, изложенными в настоящем Руководстве по безопасности.

7. Рекомендуемый перечень разделов документа, обосновывающего нормативы предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух, содержится в приложении № 1 к настоящему Руководству по безопасности. Рекомендации по содержанию разделов документа, обосновывающего нормативы предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух, изложены в приложении № 2 к настоящему Руководству по безопасности.

8. Рекомендуемый перечень разделов документа, обосновывающего нормативы допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты, содержится в приложении № 3 к настоящему Руководству по безопасности. Рекомендации по содержанию разделов документа, обосновывающего нормативы допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты, изложены в приложении № 4 к настоящему Руководству по безопасности.

9. Рекомендации по оформлению документов, обосновывающих нормативы предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и нормативы допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты, изложены в приложении № 5 к настоящему Руководству по безопасности.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Рекомендации по содержанию документов,
обосновывающих нормативы предельно
допустимых выбросов радиоактивных веществ
в атмосферный воздух и нормативы
допустимых сбросов радиоактивных веществ в
водные объекты», утвержденному приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от «19» августа 2013 г. № 362

**Рекомендуемый перечень разделов документа, обосновывающего
нормативы предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ
в атмосферный воздух**

Перечень разделов, которые рекомендуется включить в документ, обосновывающий нормативы предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух:

Введение;

Раздел 1. Общие сведения об организации и ее деятельности;

Раздел 2. Характеристика организации как источника выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух;

Раздел 3. Местные условия формирования дозовых нагрузок на население;

Раздел 4. Модель переноса примеси в атмосфере и расчет нормативов предельно допустимых выбросов;

Раздел 5. Характеристика существующего на текущий момент времени радиационного загрязнения местности;

Заключение.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 2

к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Рекомендации по содержанию документов,
обосновывающих нормативы предельно
допустимых выбросов радиоактивных веществ
в атмосферный воздух и нормативы
допустимых сбросов радиоактивных веществ в
водные объекты», утвержденному приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от «19» августа 2013 г. № 362

**Рекомендации по содержанию разделов документа, обосновывающего
нормативы предельно допустимых выбросов в атмосферный воздух**

Введение

В разделе «Введение» рекомендуется представлять следующие сведения:
наименование организации, для которой проводится подготовка документа,
обосновывающего нормативы предельно допустимых выбросов радиоактивных ве-
ществ в атмосферный воздух (далее – Обоснование);
перечень документов, в соответствии с которыми разработано Обоснование;
сведения о разработчике Обоснования.

Раздел 1. Общие сведения об организации и ее деятельности

В этом разделе рекомендуется представлять:
полное наименование организации, организационно-правовую форму, юриди-
ческий адрес, адрес места нахождения юридического лица;
краткие общие сведения о видах осуществляемой деятельности;
категорию объекта по потенциальной радиационной опасности (в соответствии
с классификацией, принятой в СП 2.6.1.2612–10 «Основные санитарные правила
обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)», утвержденных поста-
новлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от
26 апреля 2010 г. № 40 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Фе-
дерации 11 августа 2010 г., регистрационный № 18115);
при необходимости – сведения о запланированных новых видах деятельности
или изменениях в технологических процессах, после начала реализации которых воз-
никнут новые источники выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух
или изменятся существующие;
сведения о населенных пунктах (название, местонахождение и численность
населения), расположенных в тридцатикилометровой зоне от источника выбросов.

**Раздел 2. Характеристика организации как источника выбросов радиоак-
тивных веществ в атмосферный воздух**

В этом разделе рекомендуется приводить краткое общее описание применяе-
мых технологических процессов, в результате которых осуществляются выбросы, до-
статочное для того, чтобы обосновать радионуклидный состав и иные характеристики
выбросов, и описание связанных с данными процессами организованных, неоргани-
зованных, точечных, линейных и площадных источников выбросов радиоактивных
веществ в атмосферный воздух.

Источниками выброса могут быть трубы, вентиляционные шахты, аэрационные фонари, газоходы, воздухопроводы, места загрузки, выгрузки или хранения сырья, материалов, продукции и веществ, неплотности, из которых радиоактивные вещества поступают в атмосферный воздух, а также размещенные на промплощадке или в санитарно-защитной зоне организации радиоактивные отходы или радиоактивные вещества, на пути распространения которых отсутствуют барьеры, исключаяющие их непосредственный контакт с атмосферным воздухом (например пылящие поверхности хвостохранилищ).

В этом разделе рекомендуется описывать процессы перемещения выбрасываемых радионуклидов в технологическом оборудовании и средах, начиная от момента их образования в источниках выделения до момента поступления в атмосферный воздух. При этом рекомендуется описывать изменения химической и физической формы перемещаемых радиоактивных веществ, параметры процессов улавливания и обезвреживания (коэффициенты очистки на фильтрах и времена удержания), которым подвергаются радиоактивные вещества.

В описании рекомендуется помещать информацию таким образом, чтобы каждому источнику выброса соответствовала обособленная структурная единица текста, в которой описаны все технологические процессы, приводящие к выбросу, при этом рекомендуется привести описание связи с источниками выделения радиоактивных веществ для каждой вентиляционной системы, которая связана с рассматриваемым источником выброса. В случае, если разные источники выброса имеют сложную совместную конфигурацию, например «труба в трубе», данный факт также рекомендуется отразить в описании.

Для каждого существующего и вновь создаваемого источника выброса рекомендуется приводить результаты инвентаризации выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух, а также следующие характеристики и данные:

тип источника выбросов (организованный, неорганизованный);

вид источника (точечный, линейный, площадной);

радионуклидный состав, величины фактических годовых выбросов каждого нормируемого радионуклида из каждого источника;

геометрические характеристики источников, размеры зданий, дисперсность аэрозольной компоненты, химический и агрегатный состав выбросов;

термогидродинамические характеристики газовой смеси, в составе которой радиоактивные вещества выбрасываются из источника (температура, скорость и расход выбрасываемой газовой смеси);

результаты обследования динамики выбросов по годам за срок не менее чем пять лет или проектные оценки с предоставлением среднегодового выброса, диапазона разброса (дисперсии) его значений, возможных максимальных значений;

карты промплощадки организации и её санитарно-защитной зоны (с указанием всех источников выбросов и застройки, расположения зданий и конфигурации сооружений), а также карты зоны наблюдения.

Указанные сведения в части, касающейся описания типа источника, радионуклидного состава выбросов из него, геометрических характеристик источников, термогидродинамических характеристик, химического и агрегатного состава выбросов, рекомендуется представлять в объеме, согласно табл. № 1 – 4 настоящего приложения (в табл. № 3, 4 настоящего приложения не включаются неорганизованные поверхностные источники, выбросы которых улавливаются и выбрасываются в составе выбросов организованных источников).

Характеристики источников выбросов

1	2	3	4	5	6	Размеры устья источника			Координаты источника на карте-схеме				14	15	Объем (расход) газовой смеси, м ³ /с (полный расход, м ³)		Название выбрасываемого радиоактивного вещества		Средний диаметр частиц (или активный радиус) и дисперсия функции плотности распределения частиц по размерам, мкм		22
						7	8	9							16	17	18	19			
(наименование территориально обособленного подразделения хозяйствующего субъекта)																					
Инвентаризационный номер источника и вентсистема																					
Тип источника																					
Вид организованного источника																					
Число источников, объединенных под одним номером																					
Длина, ширина и высота здания, м																					
Высота источника, м																					
Круглое устье																					
Прямоугольное устье																					
Площадь площадного источника, м ² (объем, занимаемый радиоактивным веществом, м ³ ; плотность материала источника, кг/м ³)																					
Время работы источника																					
Тепл.																					
Холод.																					
Тепл.																					
Холод.																					
Примечание																					

Примечание.

В графе 1 указывается инвентарный номер, а для организованного источника также обозначения связанных с ним вентсистем.

В графе 2 указывается тип источника (организованный, неорганизованный).

В графе 3 указывается вид организованного источника (труба, вентшахта, аэрационный фонарь, дефлектор, свеча и другие источники).

В графе 4 указывается число объединенных под одним инвентарным номером источников.

В графе 5 указываются габаритные размеры здания, на котором расположен источник выброса (если источник размещается непосредственно на земле, то графа не заполняется).

В графе 6 приводится высота источника. В случаях, когда источник расположен на крыше здания, дополнительно в скобках указывается его высота относительно крыши. В случаях, когда источник расположен не выше уровня земной поверхности (например пылящая поверхность шламохранилища), он считается неорганизованным и аппроксимируется площадным источником с высотой, равной 0 м. Если источник расположен не выше уровня земной поверхности, но данный объект (например вентшахта) оборудован системой вентиляции с выбросом над земной поверхностью, то эти источники считаются организованными, их высота принимается равной 0 м, а в скобках указывается фактическая высота подъема выброса над уровнем земной поверхности, обусловленная тепловыми и динамическими процессами.

Диаметр организованного источника с круглым устьем, длина и ширина источника с прямоугольным устьем указываются в графах 7–9.

При описании одиночных точечных источников графы 12–14 не заполняются; для точечных источников с круглым устьем не заполняются графы 8–9.

Значения координат X_1 и Y_1 , X_2 и Y_2 указываются в графах 10, 11, 12 и 13. Для точечных источников указываются только X_1 и Y_1 , для линейных источников – координаты концов источника (X_1 , Y_1 и X_2 , Y_2), для горизонтальных площадных источников (например шламохранилищ) в графах 12 и 13 попарно и последовательно в столбец указываются координаты вершин многоугольника, ограничивающего источник. Для негоризонтальных источников (например оконные и дверные проемы) в графах 10, 11 указываются значения координат X_1 и Y_1 , а графы 12 и 13 не заполняются.

В графе 14 указывается площадь площадного источника, при этом, если горизонтальный площадной источник дополнительно характеризуется распределением радиоактивного вещества по вертикали (например вглубь земли в случае шламохранилищ), то в скобках через запятую указываются объем радиоактивного вещества в источнике и плотность материала источника. В том случае, когда поверхность площадного источника не горизонтальна, как например у оконных и дверных проемов, в этой графе рекомендуется указывать площадь проема. В случае наличия источников, отличных от площадных, данная графа не заполняется.

Для неорганизованных источников графы 7–9, 16–19 не заполняются.

В графе 15 указывается время работы источника в течение суток в формате чч:мм–чч:мм. Описание временных режимов работы источника за время, например, превышающее сутки, указание периодов простоя в течение года дается в графе

«Примечание» или в отдельном описании к данной таблице. Для неорганизованных источников время не указывается.

В графах 16 и 17 приводится средний расход газовой смеси из источника за теплый и холодный периоды года соответственно. В скобках после значений средних расходов газовой смеси, указанных в графах 16 и 17, приводятся полные расходы за теплый и холодный периоды года. В случае, если отдельные данные для теплого и холодного периодов отсутствуют, допускается приводить средний расход газовой смеси за год (m^3/c) и соответствующий полный годовой расход (m^3).

В графах 18 и 19 приводятся средние температуры газовой смеси во время теплого и холодного периодов года соответственно. В случае, если отдельные данные для теплого и холодного периодов отсутствуют, допускается приводить среднегодовую температуру.

Графы 16–19 заполняются для организованных источников.

В графе 20 указывается наименование радиоактивного вещества, которое не следует путать с названием радионуклида.

В графе 21 указывается информация (если таковая имеется) о дисперсности выбрасываемого радиоактивного вещества: приводятся значения средних по распределению диаметров частиц выбрасываемой примеси и в скобках – дисперсий функций их (диаметров) распределения. Вместо указанных параметров (в случае наличия) приводится значение активностного медианного аэродинамического диаметра примеси и в скобках значение плотности материала примеси.

Таблица № 2

Сведения, характеризующие радионуклидный состав выбросов организованных источников

Наименование территориально обособленного подразделения хозяйствующего субъекта, к которому относятся источники	Название радионуклида	Активность радионуклида, образованная в источнике выделение Бк/год	В том числе		Из поступивших на очистку			Всего выброшено в атмосферный воздух, Бк/год
			выбрасывается без очистки, Бк/год	поступает на очистку Бк/год	выброшено в атмосферу, Бк/год	Уловлено и обезврежено		
						фактически, Бк/год	из них утилизировано, Бк/год	
Источник 1 (инвентарный номер и вентсистемы, с которыми он связан)								
	радионуклид 1							
	радионуклид 2							
	...							
	радионуклид n							
Источник 2 (инвентарный номер и вентсистемы, с которыми он связан)								
Источник m (инвентарный номер и вентсистемы, с которыми он связан)								

Таблица № 3

Сведения о радионуклидном составе неорганизованных площадных источников выбросов, характеризующихся распределением радиоактивного вещества по вертикали

Номер и наименование территориально обособленного подразделения хозяйствующего субъекта, к которому относятся источники	Название радионуклида	Удельная активность радионуклида в материале источника, Бк/кг	Объемная активность радионуклида в материале источника, Бк/м ³
	Источник 1 (инвентарный номер)		
	радионуклид 1		
	радионуклид 2		
	...		
	радионуклид n		
	Источник 2 (инвентарный номер)		
	Источник m (инвентарный номер)		

Таблица № 4

Сведения о радионуклидном составе неорганизованных площадных источников выбросов, характеризующихся отсутствием распределения радиоактивного вещества по вертикали

Номер и наименование территориально обособленного подразделения хозяйствующего субъекта, к которому относятся источники	Название радионуклида	Поверхностная активность радионуклида источника, Бк/м ²
	Источник 1 (инвентарный номер)	
	радионуклид 1	
	радионуклид 2	
	...	
	радионуклид n	
	Источник 2 (инвентарный номер)	
	Источник m (инвентарный номер)	

Раздел 3. Местные условия формирования дозовых нагрузок на население

В этом разделе рекомендуется приводить исходные метеорологические, гидрологические, демографические, радиоэкологические и иные параметры, характеризующие в целом местные условия формирования дозовых нагрузок на население.

В качестве метеорологических параметров рекомендуется приводить измеренные данные о частотах событий ($\omega_{j,n,k}$), заключающихся в реализации n -го направления ветра, j -й категории устойчивости атмосферы и k -й скорости ветра. Данные о частотах реализации рекомендуется приводить для холодного ($\omega_{j,n,k}^c$) и теплого ($\omega_{j,n,k}^w$) периодов года в отдельности, с указанием общего числа многолетних наблюдений за холодные и теплые периоды года. Представление частот $\omega_{j,n,k}^c$ и $\omega_{j,n,k}^w$ рекомендуется принимать таким, чтобы для всей их совокупности выполнялось условие нормировки на единицу (с учетом штилей). В случае, если в организации имеются организованные источники или их группы, эксплуатирующиеся в различное время в течение суток (чч:мм–чч:мм), то также приводятся значения $\omega_{j,n,k}^c$ и $\omega_{j,n,k}^w$, рассчитанные по выборке условий, реализующихся за время чч:мм–чч:мм, характерное для работы каждой из групп источников, причем совокупность значений $\omega_{j,n,k}^c$ и $\omega_{j,n,k}^w$, определенную для каждого временного интервала, рекомендуется рассчитывать таким образом, чтобы удовлетворялось условие нормировки на единицу (с учетом штилей).

Для объектов 3-й и 4-й категорий по потенциальной радиационной опасности:

в случае, если данные, учитывающие частоты реализации категорий устойчивости атмосферы, отсутствуют, рекомендуется привести повторяемости направлений ветра в различных румбах и среднегодовые скорости ветра в каждом из румбов, измеренные на высоте флюгера;

при отсутствии данных, указанных в предыдущем абзаце, рекомендуется привести повторяемости направлений ветра в различных румбах и среднегодовую скорость ветра на высоте флюгера;

для указанных выше случаев возможно предоставлять среднегодовые метеорологические данные, оцененные без учета реализации в течение года теплого и холодного периодов.

В качестве демографических параметров рекомендуется приводить данные о распределении и плотности населения в районе размещения организации по радиусам и румбам, с учетом перспектив роста населения и с указанием названий населенных пунктов.

Информация, касающаяся гидрологических параметров, приводится при наличии в радиусе тридцати километров вокруг организации водоемов, являющихся однородными (водохранилище, озеро, морской залив, для которых скорость перемешивания водных масс внутри водоема много больше скорости водного обмена с внешней частью водной системы).

Если имеется только один водоем, удовлетворяющий критерию однородности, то для него рекомендуется приводить следующие данные:

- площадь водного зеркала водоема;
- площадь водосборного бассейна водоема;
- объем содержащейся в водоеме воды;
- средняя глубина водоема;

годовые объемы испарения, поверхностного стока, фильтрации и забора воды на технологические нужды организации, для которой проводится подготовка документа, обосновывающего нормативы предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух, а также годовые объемы забора воды на технологические нужды иными организациями, осуществляющими водопользование водоемом, в случае если такие данные имеются;

информация об использовании водоема в качестве источника питьевой воды.

В случае наличия нескольких водоемов, удовлетворяющих критерию однородности, рекомендуется выбрать один водоем, характеризующийся максимальными по сравнению с другими водоемами объемными активностями радионуклидов в воде, обусловленными годовыми выпадениями на его водосборную площадь от фактических или проектных выбросов.

В качестве радиозэкологических параметров для каждой пищевой и кормовой культуры, произрастающей в местности размещения организации, рекомендуется представлять:

площади ближайших к организации посевных площадей, занимаемые каждой из культур (м^2);

годовые потребления различных пищевых продуктов лицами тех возрастных групп, которые, согласно нормам радиационной безопасности, являются критическими для выбрасываемых организацией радионуклидов (рацион питания жителей), кг/год ;

долю продукта питания, произведенного в местности размещения организации, в годовом потреблении данного пищевого продукта;

средний за время вегетации культуры коэффициент первоначального задержания, $\text{м}^2/\text{кг}$;

урожайность данной культуры на квадратный метр почвы, $\text{кг}/\text{м}^2$;

массу вегетативной части культуры, приходящуюся на единицу площади поверхности почвы к моменту сбора урожая, $\text{кг}/\text{м}^2$;

содержание сухого вещества в продуктивных частях культуры;

время между весенней пахотой и началом периода цветения культуры, сут.;

длительность периода цветения культуры, сут.;

период вегетации плодовых частей культур (время от начала цветения до начала сбора урожая), сут.;

продолжительность сбора урожая, сут.;

промежуток времени между сбором урожая и поступлением продукта питания в хранилища или на переработку, сут.;

период времени, за который потребляются данные продукты питания, сут.;

продолжительность зимней паузы роста культуры, сут.;

дата весенней пахоты;

дата сева культуры.

В качестве радиозэкологических параметров, характеризующих процессы очищения шлейфа выброса от радионуклидов за счет влажного выведения, обусловленного атмосферными осадками, рекомендуется приводить годовые уровни (мм/год) жидких, смешанных и твердых типов осадков. В случае отсутствия таких данных допускается указывать суммарный годовой уровень осадков.

Также в настоящем разделе рекомендуется указывать:

средние за теплый и холодный периоды года температуры воздуха, характерные для местности размещения организации, либо зависимость годового хода температуры воздуха от месяца;

оценочную высоту шероховатости подстилающей поверхности.

Раздел 4. Модель переноса примеси в атмосфере и расчет нормативов предельно допустимых выбросов

В этом разделе рекомендуется представлять описание реализации модели переноса примеси в атмосфере и методов расчета нормативов предельно допустимых выбросов. В случае, если для расчета нормативов предельно допустимых выбросов использовалось программное средство, то рекомендуется привести описание реализованных в нем методов и сведения об его аттестации.

При описании модели переноса примеси в атмосфере рекомендуется показать, каким образом учитывались:

рассеивающие свойства атмосферы;

динамический и тепловой подъем шлейфа выбросов по траектории до своего максимального значения;

начальное разбавление в источнике выброса и зоне аэродинамической тени в случае, если выброс происходит на высоте здания;

накопление дочерних и выведение материнских радионуклидов во время нахождения радионуклидов в шлейфе;

очищение шлейфа выброса за счет сухого осаждения и влажного (во время выпадения осадков) выведения;

изменение скорости ветра с высотой;

влияние холмистого рельефа.

По результатам расчетов по модели переноса примеси в атмосфере рекомендуется представлять сведения о критической точке, которая характеризуется максимальным значением ожидаемой годовой эффективной дозы, получаемой лицом из населения, принадлежащим к критической группе, от всех радионуклидов за пределами промплощадки (для объектов 3-й и 4-й категорий по потенциальной радиационной опасности) или за пределами санитарно-защитной зоны (для объектов 1-й и 2-й категорий по потенциальной радиационной опасности) организации, обусловленной воздействием всей совокупности источников выбросов организации и рассчитанной с учетом следующих путей облучения:

внешнее облучение от облака выброса;

внешнее облучение от выпадений на поверхность земли за счет процессов сухого осаждения и влажного выведения радионуклидов из облака выброса;

внутреннее облучение за счет ингаляции радионуклидов из облака выброса;

внутреннее облучение за счет перорального поступления радионуклидов с продуктами питания, произведенными в районе размещения организации.

Для каждого из указанных выше путей облучения рекомендуется приводить сведения об используемых при расчетах значениях дозовых коэффициентов с указанием источников, откуда они были взяты.

Рекомендуется представить дозовые ограничения, в целях содействия соблюдению которых разрабатываются нормативы предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух.

**Часть I. Методические основы регулирования и мониторинга выбросов и сбросов.
Нормирование выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду**

Рекомендуется представить критерии обеспечения сохранения благоприятных условий жизнедеятельности человека и устойчивого функционирования естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов, а также сохранения биологического видового разнообразия, в целях содействия соблюдению которых разрабатываются нормативы предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух.

Результаты расчетов по модели переноса примеси в атмосфере рекомендуется представлять в объеме, указанном в таблице № 5 настоящего приложения. Результаты расчетов нормативов предельно допустимых выбросов рекомендуется представлять в объеме, указанном в таблице № 6 настоящего приложения.

Таблица № 5

Результаты расчетов по модели переноса примеси в атмосфере

Радио- нуклид	Координаты критиче- ской точки	$H_r^{cloudshine}$, мЗв/год	$H_r^{groundshine}$, мЗв/год	H_r^{inh} , мЗв/год	H_r^{ing} , мЗв/год	C_v^r , Бк/м ³	C_s^r , Бк/ (год·м ²)	G_r , с/м ³	G_r^z , 1/м ²
Радио- нуклид 1	X, Y								
Радио- нуклид 2									
...									

Примечание.

$H_r^{cloudshine}$ – эффективная доза внешнего облучения от излучения радионуклида r , находящегося в облаке выброса;

$H_r^{groundshine}$ – эффективная доза внешнего облучения от выпадений радионуклида r на поверхность земли за счет процессов сухого осаждения и влажного выведения радионуклидов из шлейфа выброса;

H_r^{inh} – эффективная доза внутреннего облучения за счет ингаляции радионуклидов из облака выброса;

H_r^{ing} – эффективная доза внутреннего облучения за счет перорального поступления радионуклидов с продуктами питания, выращенными в районе размещения организации;

C_v^r - среднегодовая объемная активность (концентрация) r -го радионуклида в воздухе;

C_s^r - годовое отложение радионуклида r на почву;

G_r – среднегодовой метеорологический фактор разбавления концентрации радионуклида r ;

G_r^z – фактор отложения за счет процессов сухого осаждения и влажного выведения радионуклида r из облака выброса.

Все перечисленные выше параметры определяются для фактических или проектных выбросов.

Таблица № 6

Результаты расчетов нормативов предельно допустимых выбросов

№ п/п	№ и/или наименование источника выброса	Наименование радиоактивного вещества (радионуклида)	Форма выброса (газ, аэрозоль, химическая форма)	ПДВ _г , Бк/год			Фактический годовой выброс в год, предшествующий периоду, на который запрашивается разрешение, или годовой выброс, оцененный по данным проектной документации строительства (реконструкции), Бк/год
1	2	3	4	5			6
1.	Источник 1	Радионуклид 1 Радионуклид 2 ... Радионуклид m1					
2.	Источник 2	Радионуклид 1 Радионуклид 2 ... Радионуклид m2					
...
n	Источник n	Радионуклид 1 Радионуклид 2 ... Радионуклид mn					

Раздел 5. Характеристика существующего на текущий момент времени радиоактивного загрязнения местности

В этом разделе рекомендуется представлять следующие сведения о существующем на текущий момент времени радиоактивном загрязнении местности на промплощадке, в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения с оценкой вклада в него за счет предыдущей деятельности организации:

- содержание радионуклидов в донных отложениях однородных водоемов;
- содержание радионуклидов в пищевых продуктах;
- содержание радионуклидов в тканях рыбы;
- содержание радионуклидов в приземном слое атмосферного воздуха;
- содержание радионуклидов в атмосферных выпадениях;
- содержание радионуклидов в почве;
- содержание радионуклидов в воде водных объектов;
- содержание радионуклидов в растительности;
- результаты мониторинга мощности дозы внешнего гамма-излучения.

Заключение

В разделе «Заключение» рекомендуется привести общие выводы по выполненной работе.

На основании фактических или проектных значений выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и с учетом совокупного воздействия источников выбросов и выбрасываемых радионуклидов рекомендуется сделать вывод о том, что фактические или проектные выбросы превышают или не превышают значений разработанных нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух.

Также рекомендуется привести информацию о радиационном контроле выбросов радионуклидов с указанием периодичности контроля, точек контроля, характеристик измерительной аппаратуры (диапазон измерения) и обоснование достаточности радиационного контроля для подтверждения непревышения нормативов предельно допустимых выбросов.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 3
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии «Рекомен-
дации по содержанию документов, обосновы-
вающих нормативы предельно допустимых вы-
бросов радиоактивных веществ в атмосферный
воздух и нормативы допустимых сбросов ра-
диоактивных веществ в водные объекты»,
утвержденному приказом Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от «19» августа 2013 г. № 362

**Рекомендуемый перечень разделов документа, обосновывающего нормативы
допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты**

Перечень разделов, которые рекомендуется включить в документ, обосновывающий нормативы допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты:

Введение;

Раздел 1. Общие сведения об организации;

Раздел 2. Характеристика организации как источника сбросов радиоактивных веществ в водные объекты;

Раздел 3. Характеристика местных условий формирования дозовых нагрузок на население;

Раздел 4. Модель и результаты расчета нормативов допустимых сбросов в водные объекты;

Раздел 5. Характеристика существующего на текущий момент времени загрязнения водных объектов;

Заключение.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 4

к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии «Рекомен-
дации по содержанию документов, обосновы-
вающих нормативы предельно допустимых вы-
бросов радиоактивных веществ в атмосферный
воздух и нормативы допустимых сбросов ра-
диоактивных веществ в водные объекты»,
утвержденному приказом Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от «19» августа 2013 г. № 362

Рекомендации по содержанию разделов документа, обосновывающего нормати- вы допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты

Введение

В разделе «Введение» рекомендуется представлять следующие сведения:
наименование организации, для которой проводится подготовка документа,
обосновывающего нормативы допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные
объекты (далее – Обоснование);
перечень документов, в соответствии с которыми разработано Обоснование;
сведения о разработчике Обоснования.

Раздел 1. Общие сведения об организации

В этом разделе рекомендуется представлять следующие данные:
полное наименование организации, организационно-правовую форму, юриди-
ческий адрес, адрес места нахождения юридического лица и его отдельных производ-
ственных территорий;
краткие общие сведения о видах осуществляемой деятельности;
категорию объекта по потенциальной радиационной опасности;
при необходимости – сведения о запланированных новых видах деятельности
или изменениях в технологических процессах, после начала реализации которых воз-
никнут новые источники сбросов радиоактивных веществ в водные объекты или из-
меняются существующие;
сведения о близлежащих к источнику сбросов радиоактивных веществ насе-
ленных пунктах, население которых является водопользователями водного объекта;
карты промплощадки организации с указанием всех источников сбросов, а
также его санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения.

Раздел 2. Характеристика организации как источника сбросов радиоактивных веществ в водные объекты

В данном разделе рекомендуется приводить краткое общее описание осуществ-
ляемых в организации технологических процессов, в результате которых осуществ-
ляются сбросы, достаточное для того, чтобы обосновать радионуклидный состав и

иные характеристики сбросов. Также рекомендуется описать связанные с данными процессами сбросные устройства.

В данном разделе рекомендуется описывать процессы перемещения сбрасываемых радионуклидов в технологическом оборудовании и средах, начиная от момента их первичного включения в состав перемещаемых радиоактивных веществ в источниках выделения до момента поступления в водный объект. При этом описываются изменения химической и физической формы перемещаемых радиоактивных веществ, параметры процессов очистки и обезвреживания (коэффициенты очистки на фильтрах, времена удержания и другие), которым подвергаются радиоактивные вещества. Описание рекомендуется формировать таким образом, чтобы каждому сбросному устройству соответствовала обособленная структурная единица текста, в которой описаны все технологические процессы, приводящие к сбросу через данное сбросное устройство. Рекомендуется описать связь каждого трубопровода, связанного с рассматриваемым сбросным устройством, с источниками выделения радиоактивных веществ. В случае, если разные сбросные устройства имеют сложную конфигурацию, в том числе совместную, данный факт также рекомендуется отразить в описании.

Для каждого существующего и создаваемого сбросного устройства приводятся следующие характеристики и данные:

радионуклидный состав, удельные активности, величины фактических годовых сбросов каждого нормируемого радионуклида из каждого сбросного устройства;

геометрические характеристики сбросных устройств, их размеры и конфигурация, химический состав сбросов;

термогидродинамические характеристики среды, в составе которой радиоактивные вещества сбрасываются из сбросного устройства (температура и расход среды);

результаты обследования динамики сбросов по годам за срок не менее чем пять лет или проектные оценки с предоставлением: среднегодового сброса, диапазона сброса (дисперсии) его значений, возможных максимальных значений;

карты промплощадки организации, его санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения (с указанием всех сбросных устройств, водных объектов и населенных пунктов);

сведения о приборах учета сбросов.

Указанные сведения в части, касающейся величин фактических годовых сбросов, их радионуклидного состава и гидродинамических характеристик сбросных устройств, рекомендуется представлять в объеме, указанном в таблицах № 7 и 8 настоящего приложения.

Таблица № 7

Гидродинамические характеристики сбросных устройств

Сбросное устройство	Наименование водного объекта – приемника сброса	Количество отводимых сточных вод, м ³ /год	Количество сточных вод, проходящих очистку, м ³ /год	Проектная мощность очистных сооружений, м ³ /год	Категория сточных вод (производственные, ливневые, дренажные, фильтрационные)

Таблица № 8

Радионуклидный состав сбросов организации

Сбросное устройство	Наименование водного объекта – приемника сброса	Сброс радионуклида, Бк/год			
		Радионуклид 1	Радионуклид 2	...	Радионуклид n
Источник 1					
Источник 2					
...					
Источник m					

Раздел 3. Характеристика местных условий формирования дозовых нагрузок на население

В данном разделе рекомендуется приводить исходные гидрологические, демографические и радиозоологические параметры, характеризующие в целом местные условия формирования дозовых нагрузок на население.

В случае, если организация осуществляет сбросы в водный объект, являющийся однородным водотоком, примерами которого служат река и ручей, рекомендуется представлять следующие сведения:

минимальный за последние тридцать лет расход воды в водотоке (без учета вклада сбросных устройств);

глубину водотока, соответствующую минимальному за последние тридцать лет расходу воды в нем;

ширину водотока, соответствующую минимальному за последние тридцать лет расходу воды в нем;

скорость водотока, соответствующую минимальному за последние тридцать лет расходу воды;

расстояние по нормали от береговой линии до сбросного устройства;
гидравлический уклон.

В случае, если организация осуществляет сбросы в водный объект, являющийся однородным водоемом, примерами которого служат небольшое озеро, пруд, небольшое водохранилище или обводненный карьер, рекомендуется представлять следующие сведения об этом объекте:

- площадь водного зеркала;
- площадь водосборного бассейна;
- объем содержащейся воды;
- среднюю глубину;

годовые объемы испарения, поверхностного стока, фильтрации и забора на технологические нужды организации, для которой проводится подготовка документа, обосновывающего нормативы допустимых сбросов радиоактивных веществ в данный однородный водоем, а также годовые объемы забора воды на технологические нужды иными организациями, осуществляющими водопользование данным однородным водоемом, в случае если такие данные имеются.

В случае, если организация осуществляет сбросы в водный объект, являющийся неоднородным водоемом, примерами которого служат большое озеро, большое водохранилище, море, залив или его часть, рекомендуется представлять следующие сведения об этом объекте:

скорость прибрежного течения в месте расположения сбросного устройства, которая в случае отсутствия результатов натурных наблюдений может быть принята равной 1 м/с;

- расстояние по нормали от береговой линии до сбросного устройства;
- глубину в месте расположения сбросного устройства.

Помимо указанных выше сведений, характерных для определенных типов водных объектов, рекомендуется привести значения коэффициентов распределения между водой и донными отложениями водных объектов для химических элементов, изотопами которых являются сбрасываемые радионуклиды, а также следующую информацию:

- используется ли водный объект как источник питьевой воды;
- производится ли орошение пастбищ и иных сельскохозяйственных территорий из водного объекта;
- есть ли орошаемое земледелие в районе размещения организации;
- есть ли в районе размещения организации заливные земли, в половодье подвергающиеся затоплению и используемые для целей сельского хозяйства.

В случае, если организация осуществляет сбросы в несколько различных водных объектов, рекомендуется привести подробные сведения о гидрологической связи данных водных объектов друг с другом, а также с водными объектами, в которые непосредственный сброс не осуществляется. В указанные сведения рекомендуется включать годовые объемы притока воды из одного водного объекта в другой. Данные сведения рекомендуется приводить как в случае наличия естественной гидрологической связи между водными объектами, так и при наличии гидрологической связи, созданной искусственно.

Раздел 4. Модель и результаты расчета нормативов допустимых сбросов в водные объекты

В этом разделе рекомендуется представлять описание реализации модели переноса радионуклидов в водной среде и методы расчета нормативов допустимых сбросов. В случае, если для расчета нормативов допустимых сбросов использовалось программное средство, то рекомендуется привести описание реализованных в нем методов и сведения о его аттестации.

При реализации модели переноса радионуклидов в водной среде рекомендуется показать, каким образом учитывались:

изменение концентрации каждого из сбрасываемых радионуклидов в воде водного объекта, начиная от момента сброса из сбросного устройства и заканчивая моментом достижения участков, на которых осуществляется водопользование;

водообмен между различными водными объектами, как непосредственно являющимися приемниками сбросов, так и теми, в которые непосредственный сброс через сбросные устройства не осуществляется;

накопление радионуклидов в донных отложениях.

В качестве результатов расчетов по модели переноса радионуклидов в водной среде рекомендуется привести значения факторов разбавления концентрации радионуклидов в воде критических участков.

Рекомендуется показать, каким образом учитывались следующие пути облучения:

внешнее облучение от пребывания на заливных землях, в которых накоплены радионуклиды;

внешнее облучение от пребывания на пляже, в песках или почве которого накоплены радионуклиды;

внешнее облучение от пребывания на орошаемых землях, в которых накоплены радионуклиды;

внешнее облучение при купании или плавании на лодке от радионуклидов, взвешенных или растворенных в воде водного объекта;

внутреннее облучение за счет потребления рыбы;

внутреннее облучение за счет потребления питьевой воды;

внутреннее облучение за счет потребления молока или мяса скота, для водопоя которого используется водный объект;

внутреннее облучение за счет потребления молока или мяса скота, пасущегося на орошаемых пастбищах;

внутреннее облучение за счет потребления овощей с земель, орошаемых водой из водного объекта;

внутреннее облучение за счет ингаляции взвешенных частиц пыли при нахождении человека на орошаемой территории;

внутреннее облучение за счет ингаляции паров трития;

прочие пути облучения.

Для каждого из указанных выше путей рекомендуется приводить сведения об используемых при расчетах значениях дозовых коэффициентов с указанием источников, откуда они были взяты.

Методическое пособие по вопросам регулирования выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду

Рекомендуется представить ограничения, на основании и в целях содействия соблюдению которых разрабатываются нормативы допустимых сбросов радиоактивных веществ (например установленная для организации дозовая квота и т.д.), также рекомендуется привести консервативно рассчитанные с использованием фактических или проектных годовых сбросов параметры, которые подлежат сравнению с указанными ограничениями.

Сведения о значениях рассчитанных нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты рекомендуется представлять в объеме, указанном в таблице № 9 настоящего приложения.

Таблица № 9

Нормативы допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты

№ п/п	Наименование подразделения (цех, завод)	№ и/или наименование источника сброса	Наименование водного объекта – приемника сброса	Наименование радиоактивного вещества (радионуклида)	Норматив сброса, Бк/год (ДС _г)
1	2	3		4	5
2					
2					
	Итого по подразделению:				
	В целом по производственной территории:				

Раздел 5. Характеристика существующего на текущий момент времени загрязнения водных объектов

В этом разделе рекомендуется представлять следующие сведения о существующем на текущий момент времени загрязнении водных объектов в непосредственной близости от организации, а также в местах наиболее вероятного водопользования, осуществляемого населением, проживающим в непосредственной близости от организации:

- содержание радионуклидов в донных отложениях однородных водоемов;
- содержание радионуклидов в тканях рыбы;
- содержание радионуклидов в источниках водоснабжения;
- содержание радионуклидов в воде водных объектов.

Заключение

В разделе «Заключение» рекомендуется привести общие выводы по выполненной работе.

На основании фактических или проектных значений сбросов радиоактивных веществ в водные объекты и с учетом совокупного воздействия источников сбросов и сбрасываемых радионуклидов рекомендуется сделать вывод о том, что фактические или проектные сбросы превышают или не превышают значений разработанных нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты.

Также рекомендуется привести информацию о радиационном контроле сбросов радионуклидов с указанием периодичности контроля, точек контроля, характеристик измерительной аппаратуры (диапазон измерения) и обоснование достаточности радиационного контроля для целей подтверждения непревышения нормативов допустимых сбросов.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 5
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии «Рекомен-
дации по содержанию документов, обосновы-
вающих нормативы предельно допустимых вы-
бросов радиоактивных веществ в атмосферный
воздух и нормативы допустимых сбросов ра-
диоактивных веществ в водные объекты»,
утвержденному приказом Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от «19» августа 2013 г. № 362

**Рекомендации по оформлению документов, обосновывающих нормативы
предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный
воздух и нормативы допустимых сбросов радиоактивных веществ
в водные объекты**

Документы, обосновывающие нормативы предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и нормативы допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты (далее – Обоснование) рекомендуется оформлять в формате текстового редактора MS Word на одной или двух сторонах листа бумаги формата А4 через полтора интервала. Рекомендуемый размер шрифта для основного текста – не менее 12.

Обоснование нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух рекомендуется представлять в виде документа «Обоснование нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух».

Обоснование нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ рекомендуется представлять в виде документа «Обоснование нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в поверхностные водные объекты».

При оформлении Обоснования рекомендуется соблюдать следующие основные правила представления данных:

указывать даты в формате ДД.ММ.ГГГГ (например, 17.03.1982);

обозначать наименования радионуклидов химическим символом с указанием массового числа изотопа (например, Co-60, Cs-137);

представлять числовые значения (за исключением целочисленных величин, выражаемых в штуках) с точностью до двух знаков после запятой (например, для положительной степени – $4,15 \times 10^{11}$, для отрицательной степени – $2,89 \times 10^{-5}$).

ПРИЛОЖЕНИЕ В

**Руководство по безопасности при использовании атомной энергии
«Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых
для разработки и установления нормативов предельно допустимых
выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух»**

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от 11 ноября 2015 г. № 458

I. Общие положения

1. Руководство 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-106-15) (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 правил и норм ядерной и радиационной безопасности ПНАЭ Г-01-011-97 «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций. ОПБ-88/97», утвержденных постановлением Госатомнадзора России от 14 ноября 1997 г. № 9, федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Общие положения обеспечения безопасности объектов ядерного топливного цикла» (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, необходимых для разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух.

3. Настоящее Руководство по безопасности распространяется на объекты использования атомной энергии, осуществляющие выбросы радиоактивных веществ в атмосферный воздух.

4. Настоящее Руководство по безопасности предназначено для применения организациями, осуществляющими разработку нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух, а также специалистами Ростехнадзора, осуществляющими оценку и утверждение нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух.

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

II. Рекомендуемые методы расчета радиозологических и метеорологических параметров, необходимых для разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух

6. Параметры, необходимые для разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух, рекомендуется рассчитывать в соответствии с соотношениями, изложенными в настоящем Руководстве по безопасности.

7. Для выполнения требований раздела III Методики разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух, утвержденной приказом Ростехнадзора от 7 ноября 2012 г. № 639 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 18 января 2013 г., регистрационный № 26595) (далее – Методика), согласно которым для расчета нормативов предельно допустимых выбросов (далее – ПДВ) проводится расчет функции перехода, связывающей дозу с выбросом радионуклидов (для ее определения рекомендуется руководствоваться пунктами 8 – 23 настоящего Руководства по безопасности).

8. Соотношение для расчета функции перехода, связывающей активность годового выброса радионуклида r из i -го источника с годовой эффективной дозой облучения населения, приведенное в пункте 14 Методики, рекомендуется представить в следующем виде:

$$\Psi_{r,i}(x,n) = \Psi_{r,i}^{obl}(x,n) + \Psi_{r,i}^{nov}(x,n) + \Psi_{r,i}^{инг}(x,n) + \Psi_{r,i}^{пищ}(x,n), \quad (1)$$

где: $\Psi_{r,i}^{obl}(x,n)$ – функция перехода для расчета годовой дозы внешнего облучения от облака, Зв/Бк;

$\Psi_{r,i}^{nov}(x,n)$ – функция перехода для расчета годовой дозы внешнего облучения от радиоактивного загрязнения поверхности земли, Зв/Бк;

$\Psi_{r,i}^{инг}(x,n)$ – функция перехода для расчета годовой дозы внутреннего облучения от вдыхания радионуклидов (ингаляционный путь), Зв/Бк;

$\Psi_{r,i}^{пищ}(x,n)$ – функция перехода для расчета годовой дозы внутреннего облучения от потребления пищевых продуктов, содержащих радионуклиды (пероральный путь), Зв/Бк;

x – расстояние от источника, м;

n – номер румба, определяющего направление распространения выброса.

9. Расчет функции перехода $\Psi_{r,i}^{obl}(x,n)$ рекомендуется производить по следующему соотношению:

$$\Psi_{r,i}^{obl}(x,n) = R_{obl}^r \cdot \bar{G}_{i,n}^r(x), \quad (2)$$

где: $R_{обл}^r$ – коэффициент дозового преобразования при внешнем облучении человека от облака для радионуклида r , (Зв·м³)/(с·Бк);

$\overline{G}_{i,n}^r(x)$ – среднегодовой метеорологический фактор разбавления в приземном слое атмосферы для радионуклида r на расстоянии x от i -го источника в n -ом румбе, с/м³.

Рекомендуемый порядок расчета величины $\overline{G}_{i,n}^r(x)$ изложен в пунктах 1 и 2 приложения № 1 к настоящему Руководству по безопасности. Рекомендуемые численные значения коэффициентов $R_{обл}^r$ приведены в таблице № 1 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности.

10. Расчет функции перехода $\Psi_{r,i}^{nos}(x,n)$ рекомендуется производить по формуле:

$$\Psi_{r,i}^{nos}(x,n) = (F_{r,i,n}(x) + W_{r,i,n}(x)) \cdot \frac{R_{nos}^r}{\lambda^r + \lambda_b}, \quad (3)$$

где: $F_{r,i,n}(x)$ – среднегодовой метеорологический фактор сухого осаждения радионуклида r на подстилающую поверхность на расстоянии x от i -го источника выброса в n -ом румбе, м⁻²;

$W_{r,i,n}(x)$ – среднегодовой метеорологический фактор влажного выведения радионуклида r из облака на подстилающую поверхность на расстоянии x от i -го источника выброса в n -ом румбе, м⁻²;

R_{nos}^r – коэффициент дозового преобразования при внешнем облучении человека от радиоактивно загрязненной поверхности без учета глубинного распределения для радионуклида r , (Зв·м²)/(с·Бк);

λ^r – постоянная радиоактивного распада радионуклида r , с⁻¹;

λ_b – постоянная спада мощности дозы γ -излучения от загрязненной поверхности земли за счет экранирования верхними слоями почвы, диффузии вглубь и выведения радионуклидов из нее за счет различных процессов, кроме радиоактивного распада, с⁻¹ (в случае отсутствия экспериментальных данных рекомендуется принимать равной $1,27 \cdot 10^{-9}$ с⁻¹).

Рекомендуемые численные значения дозовых коэффициентов R_{nos}^r приведены в таблице № 1 (приложение № 2) настоящего Руководства по безопасности. Рекомендуемый порядок расчета величин $F_{r,n}(x)$ и $W_{r,n}(x)$ описан в пунктах 3 и 4 приложения № 1 к настоящему Руководству по безопасности.

11. Для изотопов ²³⁴U, ²³⁵U и ²³⁸U, присутствующих в выбросе, рекомендуется принимать равными 0 функции перехода $\Psi_{r,i}^{обл}(x,n)$ и $\Psi_{r,i}^{nos}(x,n)$. Для всех остальных радионуклидов, присутствующих в выбросе, расчет данных функций перехода рекомендуется производить по формулам (2) и (3) настоящего Руководства по безопасности.

12. Расчет функции перехода $\Psi_{r,i}^{инт}$ рекомендуется производить по формуле:

$$\Psi_{r,i}^{инг} (x, n) = U_{ИН}^r \cdot \varepsilon_{инг}^r \cdot \overline{G}_{i,n}^r (x), \quad (4)$$

где: $U_{ИН}^r$ – интенсивность вдыхания для лиц возрастной группы, которая является критической в соответствии с СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности. Санитарные правила и нормативы», утвержденными постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 7 июля 2009 г. № 47 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 14 августа 2009 г., регистрационный № 14534) (далее – НРБ-99/2009), по поступлению радионуклида r за счет ингаляции, м³/с;

$\varepsilon_{инг}^r$ – коэффициент дозового преобразования при ингаляции радионуклида r в соответствии с таблицей приложения 2 к НРБ-99/2009, Зв/Бк;

$\overline{G}_{i,n}^r (x)$ – среднегодовой метеорологический фактор разбавления в приземном слое атмосферы для радионуклида r на расстоянии x от i -го источника в n -ом румбе, с/м³.

Рекомендуемые значения $U_{ИН}^r$ для различных возрастных групп населения приведены в таблице № 2 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности.

13. Для инертных радиоактивных газов расчет функции перехода $\Psi_{r,i}^{инг}$ рекомендуется выполнять по формуле:

$$\Psi_{r,i}^{инг ИРГ} (x, n) = \overline{G}_{i,n}^r (x) \cdot \varepsilon_{инг ИРГ}^r, \quad (5)$$

где: $\varepsilon_{инг ИРГ}^r$ – коэффициент дозового преобразования при ингаляции для r -го радионуклида, относящегося к группе инертных радиоактивных газов, (Зв·м³)/(с·Бк).

Рекомендуемые значения $\varepsilon_{инг ИРГ}^r$ приведены в таблице № 6 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности.

14. Расчет функции перехода $\Psi_{r,i}^{пищ}$ для всех радионуклидов, за исключением ³Н и ¹⁴С, рекомендуется проводить по формуле:

$$\Psi_{r,i}^{пищ} (x, n) = \sum_f I_{r,f} \cdot \varepsilon_{пищ}^r \cdot \left[K_1^{r,f} \cdot (F_{r,i,n}(x) + 0,2 \cdot W_{r,i,n}(x)) + K_2^{r,f} \cdot (F_{r,i,n}(x) + W_{r,i,n}(x)) \right], \quad (6)$$

где: $I_{r,f}$ – годовое потребление продукта f лицом из возрастной группы, которая является критической по пероральному поступлению радионуклида r с пищевыми продуктами (рекомендуется выделить три группы продуктов – «молоко», «мясо», «овощи»), кг/год;

$\varepsilon_{пищ}^r$ – коэффициент дозового преобразования при пероральном поступлении радионуклида r в соответствии с таблицей приложения 2 к НРБ-99/2009, Зв/Бк;

$K_1^{r,f}$ – коэффициент перехода «выпадение из атмосферы – поступление в продукт» радионуклида r в продукт питания f по воздушному пути, рассчитываемый для овощной, молочной и мясной пищевых цепочек, м²·год/кг;

$K_2^{r,f}$ – коэффициент перехода «выпадение из атмосферы – поступление в продукт» радионуклида r в продукт питания f по корневому пути, рассчитываемый для овощной, молочной и мясной пищевых цепочек, м²·год/кг;

$F_{r,i,n}(x)$ – среднегодовой метеорологический фактор сухого осаждения радионуклида r на подстилающую поверхность на расстоянии x от i -го источника выброса в n -ом румбе, м^{-2} ;

$W_{r,i,n}(x)$ – среднегодовой метеорологический фактор влажного выведения радионуклида r из облака на подстилающую поверхность на расстоянии x от i -го источника выброса в n -ом румбе, м^{-2} .

15. Коэффициенты перехода для овощной цепочки рекомендуется рассчитывать по формулам:

$$K_1^{r, \text{овощи}} = \frac{1}{365} \cdot \alpha_2 \cdot \frac{1 - e^{-(\lambda_r + \lambda_w) \cdot t_e}}{\lambda_r + \lambda_w} \cdot e^{-\lambda_r \cdot t_h}, \quad (7)$$

$$K_2^{r, \text{овощи}} = \frac{1}{365} \cdot Fv_r \cdot \frac{1 - e^{-(\lambda_r + \lambda_{s,r}) \cdot t_b}}{\rho \cdot (\lambda_r + \lambda_{s,r})} \cdot e^{-\lambda_r \cdot t_h}, \quad (8)$$

где: α_2 – фактор удержания для овощей, 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 экспериментальных данных рекомендуется принимать равным 30 сут);

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

λ_w – постоянная, характеризующая процессы снижения содержания радионуклидов на поверхности растений за счет всех процессов, за исключением радиоактивного распада (в случае отсутствия экспериментальных данных 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 экспериментальных данных рекомендуется принимать равной $0,00014 \text{ сут}^{-1}$ для изотопов цезия и стронция и 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 $1,1 \cdot 10^4$ суток (30 лет);

ρ – поверхностная плотность корневого слоя почвы (в случае отсутствия экспериментальных данных рекомендуется принимать равной $260 \text{ кг}/\text{м}^2$ для почвы, используемой для пастбищ, и $130 \text{ кг}/\text{м}^2$ для почвы, используемой для выращивания сельскохозяйственных культур);

t_h – время между сбором урожая и потреблением овощного продукта (в случае отсутствия фактических данных рекомендуется принимать равным 90 сут).

16. Для изотопов ^{234}U , ^{235}U и ^{238}U , присутствующих в выбросе, рекомендуется коэффициенты перехода по овощной цепочке рассчитывать по формулам:

$$K_1^{r, \text{овощи}} = \frac{1}{365} \cdot \alpha_2 \cdot \frac{1 - e^{-(\lambda_r + \lambda_w) \cdot t_e}}{\lambda_r + \lambda_w}, \quad (9)$$

$$K_2^{r, \text{овощи}} = \frac{1}{365} \cdot Fv_r \cdot \frac{1 - e^{-\lambda_r \cdot t_b}}{\lambda_r \cdot \rho} \quad (10)$$

Для остальных радионуклидов, присутствующих в выбросе, коэффициенты перехода по овощной цепочке рекомендуется рассчитывать по формулам (7) и (8) настоящего Руководства по безопасности.

17. Коэффициенты перехода по молочной и мясной цепочкам рекомендуется рассчитывать по формулам:

$$K_1^{r, \text{молоко}} = K_{\text{корм}, r}^1 \cdot F_{\text{молоко}, r}^m \cdot Q_{\text{молоко}}^m \cdot e^{-\lambda_r \cdot t_m} \quad (11)$$

$$K_2^{r, \text{молоко}} = K_{\text{корм}, r}^2 \cdot F_{\text{молоко}, r}^m \cdot Q_{\text{молоко}}^m \cdot e^{-\lambda_r \cdot t_m} \quad (12)$$

$$K_1^{r, \text{мясо}} = K_{\text{корм}, r}^1 \cdot F_{\text{мясо}, r}^f \cdot Q_{\text{мясо}}^f \cdot e^{-\lambda_r \cdot t_f} \quad (13)$$

$$K_2^{r, \text{мясо}} = K_{\text{корм}, r}^2 \cdot F_{\text{мясо}, r}^f \cdot Q_{\text{мясо}}^f \cdot e^{-\lambda_r \cdot t_f} \quad (14)$$

где: λ_r – постоянная распада, сут⁻¹;

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

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

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

$F_{\text{мясо}, r}^f$ – относительная доля активности радионуклида r , которая попадает в килограмм мяса от суточного потребления корма скотом, сут/кг;

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

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

$K_{\text{корм}, r}^1$ – коэффициент перехода «выпадение из атмосферы – поступление в корм» радионуклида r по воздушному пути, м²·год/кг;

$K_{\text{корм}, r}^2$ – коэффициент перехода «выпадение из атмосферы – поступление в корм» радионуклида r по корневому пути, м²·год/кг.

18. Величины $K_{\text{корм}, r}^1$ и $K_{\text{корм}, r}^2$ рекомендуется рассчитывать по формулам:

$$K_{\text{корм}, r}^1 = K_{\text{корм}, r}^{1,1} \cdot f_p + K_{\text{корм}, r}^{1,2} \cdot (1 - f_p) \quad (15)$$

$$K_{\text{корм}, r}^2 = K_{\text{корм}, r}^{2,1} \cdot f_p + K_{\text{корм}, r}^{2,2} \cdot (1 - f_p) \quad (16)$$

где: коэффициент $K_{\text{корм}, r}^{1,1}$ рассчитывается аналогично коэффициенту $K_1^{r, \text{овощи}}$ со следующими параметрами: $t_h = 0$, $t_e = 30$ сут, с использованием параметра α_1 , равного 3 м²/кг (сухого веса), вместо α_2 ;

**Часть I. Методические основы регулирования и мониторинга выбросов и сбросов.
Нормирование выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду**

коэффициент $K_{корм,r}^{1,2}$ рассчитывается аналогично коэффициенту $K_1^{r,овоци}$ со следующими 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 ;

коэффициент $K_{корм,r}^{2,1}$ рассчитывается аналогично коэффициенту $K_2^{r,овоци}$ со следующими параметрами: $t_h = 0$, с использованием FvI_r вместо Fv_r ;

коэффициент $K_{корм,r}^{2,2}$ рассчитывается аналогично коэффициенту $K_2^{r,овоци}$ со следующими параметрами: $t_h = 90$ сут, с использованием FvI_r вместо Fv_r ;

f_p – доля года, в течение которой скот питается подножным кормом (в случае отсутствия фактических данных рекомендуется принимать равной 0,7).

Рекомендуемые значения Fv_r , FvI_r , $F_{молока,r}^m$, $F_{мясо,r}^f$ приведены в таблице № 3 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности.

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

$$I_{r,f} = \frac{E_g}{E_{g=6}} \cdot I_{f,g=6}, \quad (17)$$

где: g – возрастная группа в соответствии с НРБ-99/2009 (данная переменная принимает следующие значения: 2 – дети в возрасте 1 – 2 лет; 3 – дети в возрасте 2 – 7 лет; 4 – дети в возрасте 7 – 12 лет; 5 – дети в возрасте 12 – 17 лет; 6 – взрослые (старше 17 лет);

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 фактических данных рекомендуется годовые потребления продуктов лицом из возрастной группы «взрослые» принимать согласно таблице № 4 приложения № 1 к настоящему Руководству по безопасности, суточные энергетические затраты для возрастных групп – согласно таблице № 5 приложения № 1 к настоящему Руководству по безопасности.

20. Внутри санитарно-защитной зоны (далее – СЗЗ) рекомендуется принимать равной нулю $\Psi_{r,i}^{пищ}$ в случае, если на использование земель СЗЗ для сельскохозяйственных целей нет разрешения органов государственного санитарно-эпидемиологического надзора и положительного санитарно-эпидемиологического заключения на производимую продукцию в соответствии с пунктом 5.4 СП 2.6.1.2216-07 «2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения радиационных объектов. Условия эксплуатации и обоснование границ (СП СЗЗ И ЗН-07)», утвержденных постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 29 мая 2007 г. № 30 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 27 июня 2007 г., регистрационный № 9727), а также, если пищевые продукты и корма для скота в СЗЗ не производятся и если выпас скота на территории СЗЗ не осуществляется.

21. Функцию перехода, связывающую активность выброса ${}^3\text{H}$ из i -го источника с годовой эффективной дозой облучения населения за счет поступления трития ингаляционно, перорально и через кожные покровы, рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$\Psi_{{}^3\text{H},i}(x,n) = \frac{1}{3,15 \cdot 10^7} \cdot \frac{\overline{G_{n,i}^{{}^3\text{H}}}(x)}{H} \cdot g_{{}^3\text{H}}, \quad (18)$$

где: $g_{{}^3\text{H}}$ – дозовый коэффициент для трития, Зв·л/(Бк·год), который рекомендуется принять в случае отсутствия экспериментальных данных равным $2,6 \cdot 10^{-8}$ (Зв·л)/(Бк·год);

H – абсолютная влажность воздуха, л/м³;

$\overline{G_n^{{}^3\text{H}}}(x)$ – среднегодовой метеорологический фактор разбавления для трития, с/м³.

22. Функцию перехода, связывающую активность выброса ${}^{14}\text{C}$ из i -го источника с годовой эффективной дозой облучения населения за счет воздействия углерода, поступающего в организм человека пероральным путем, рекомендуется определять следующим образом:

$$\Psi_{{}^{14}\text{C},i}(x,n) = \frac{1}{3,15 \cdot 10^7} \cdot \frac{\overline{G_{n,i}^{{}^{14}\text{C}}}(x)}{\gamma} \cdot g_{{}^{14}\text{C}}, \quad (19)$$

где: $g_{{}^{14}\text{C}}$ – дозовый коэффициент для углерода, (Зв·г)/(Бк·год), который рекомендуется в случае отсутствия экспериментальных данных принять равным $5,6 \cdot 10^{-5}$ (Зв·г)/(Бк·год);

γ – параметр, который рекомендуется принять равным $1,8 \cdot 10^{-1}$ г/м³;

$\overline{G_n^{{}^{14}\text{C}}}(x)$ – среднегодовой метеорологический фактор разбавления для углерода, с/м³.

23. При расчете функции перехода для ${}^3\text{H}$ и ${}^{14}\text{C}$ за счет выбросов из точечного источника фактор истощения струи за счет радиоактивного распада, сухого осаждения и вымывания атмосферными осадками в формулах (1) и (2) приложения № 1 к настоящему Руководству по безопасности рекомендуется принять равным 1.

III. Рекомендации по определению подлежащего нормированию радионуклидного состава выбросов в целях разработки нормативов предельно допустимых выбросов

24. Для определения радионуклидов, содержащихся в выбросах и подлежащих нормированию в соответствии с пунктом 7 Порядка установления источников выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, подлежащих государственному учету и нормированию, утвержденного приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 31 декабря 2010 г. № 579 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 9 февраля 2011 г., регистрационный № 19753), рекомендуется учитывать пункты настоящего раздела.

25. Определение перечня радионуклидов, подлежащих нормированию, рекомендуется выполнять в несколько этапов:

1) для каждого радионуклида, входящего в состав выброса из данного источника, определить значение отношения максимальной годовой эффективной дозы облучения населения, обусловленной этим радионуклидом, к годовой эффективной дозе, обусловленной всеми радионуклидами, выбрасываемыми из этого источника;

2) произвести суммирование отношений доз в порядке убывания их значений до достижения суммой значения, большего или равного 0,99;

3) определить перечень радионуклидов, подлежащих нормированию по количеству отношений, вошедший в перечень тех, сумма которых больше или равна 0,99.

26. Для определения перечня радионуклидов, подлежащих нормированию, без выполнения сложных расчетов, рекомендуется:

1) для каждого радионуклида r , входящего в состав выброса из источника i , рассчитать отношение:

$$\frac{\delta_r}{\sum_r \delta_r}, \quad (20)$$

где: δ_r – либо $H_{r,i}^{обл.} + H_{r,i}^{нов.} + H_{r,i}^{инт.} + H_{r,i}^{пищ.}$, если радионуклид r отличен от ^3H и ^{14}C , либо $H_i^{^{14}\text{C}}$ или $H_i^{^3\text{H}}$, если радионуклид r является ^3H или ^{14}C , Зв/год;

$H_{r,i}^{обл.}$ – годовая эффективная доза внешнего облучения от облака, обусловленная данным радионуклидом, рассчитанная с учетом разбавления в трубе, Зв/год;

$H_{r,i}^{нов.}$ – годовая эффективная доза внешнего облучения за счет радиоактивного загрязнения поверхности земли, обусловленная данным радионуклидом, рассчитанная с учетом разбавления в трубе, Зв/год;

$H_{r,i}^{инт.}$ – годовая эффективная доза внутреннего облучения от вдыхания радионуклидов, обусловленная данным радионуклидом, рассчитанная с учетом разбавления в трубе, Зв/год;

$H_{r,i}^{пищ.}$ – годовая эффективная доза внутреннего облучения за счет потребления пищевых продуктов, обусловленная данным радионуклидом, рассчитанная с учетом разбавления в трубе, Зв/год;

$H_i^{^3\text{H}}$ – годовая эффективная доза облучения, обусловленная воздействием трития, Зв/год;

$H_i^{^{14}\text{C}}$ – годовая эффективная доза облучения, обусловленная воздействием углерода, Зв/год;

2) произвести суммирование отношений доз в порядке убывания их значений до достижения суммой значения, большего или равного 0,99;

3) определить перечень радионуклидов, подлежащих нормированию по количеству отношений, вошедший в перечень тех, сумма которых больше или равна 0,99.

27. Годовую эффективную дозу внешнего облучения от облака для всех радионуклидов, кроме ^3H и ^{14}C , рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$H_{r,i}^{obl} = 3,15 \cdot 10^7 \cdot \frac{\dot{Q}_{r,i}}{W_i} R_{obl}^r, \quad (21)$$

где: R_{obl}^r – коэффициент дозового преобразования при внешнем облучении человека от облака для радионуклида r , (Зв·м³)/(с·Бк);

$\dot{Q}_{r,i}$ – среднегодовая мощность выброса, Бк/с;

W_i – расход выбрасываемой в атмосферу газовой смеси, м³/с;

$3,15 \cdot 10^7$ – число секунд в году.

28. Годовую эффективную дозу внешнего облучения за счет радиоактивного загрязнения поверхности земли для всех радионуклидов, кроме ³H и ¹⁴C, рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$H_{r,i}^{nov} = 3,15 \cdot 10^7 \cdot V_d^r \cdot \frac{\dot{Q}_{r,i}}{W_i} \cdot \frac{R_{nov}^r}{\lambda^r}, \quad (22)$$

где: V_d^r – скорость сухого осаждения радионуклида r на подстилающую поверхность (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности), м/с;

R_{nov}^r – коэффициент дозового преобразования при внешнем облучении человека от радиоактивно загрязненной поверхности без учета глубинного распределения для радионуклида r , (Зв·м²)/(с·Бк);

λ^r – постоянная радиоактивного распада радионуклида r , с⁻¹;

$\dot{Q}_{r,i}$ – среднегодовая мощность выброса, Бк/с;

W_i – расход выбрасываемой в атмосферу газовой смеси, м³/с;

$3,15 \cdot 10^7$ – число секунд в году.

29. Годовую эффективную дозу внутреннего облучения за счет вдыхания радионуклидов, кроме ³H и ¹⁴C, рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$H_{r,i}^{ing} = 3,15 \cdot 10^7 \cdot \frac{\dot{Q}_{r,i}}{W_i} \cdot \varepsilon_{ing}^r \cdot U_{IH}^r, \quad (23)$$

где: U_{IH}^r – интенсивность вдыхания для лиц возрастной группы, которая в соответствии с НРБ-99/2009 является критической по поступлению радионуклида r за счет ингаляции, м³/с;

ε_{ing}^r – коэффициент дозового преобразования при ингаляции радионуклида r в соответствии с таблицей приложения 2 к НРБ-99/2009, Зв/Бк;

$\dot{Q}_{r,i}$ – среднегодовая мощность выброса, Бк/с;

W_i – расход выбрасываемой в атмосферу газовой смеси, м³/с;

$3,15 \cdot 10^7$ – число секунд в году.

30. Годовую эффективную дозу внутреннего облучения за счет потребления пищевых продуктов, содержащих радионуклиды, за исключением ^3H и ^{14}C , рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$H_{r,i}^{инт} = 3,15 \cdot 10^7 \cdot \sum_f I_{r,f} \cdot \varepsilon_{инт}^r \cdot V_d^r \cdot \frac{Q_{r,i}}{W_i} \cdot (K_1^{r,f} + K_2^{r,f}), \quad (24)$$

где: V_d^r – скорость сухого осаждения радионуклида r на подстилающую поверхность (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности), м/с;

$Q_{r,i}$ – среднегодовая мощность выброса, Бк/с;

W_i – расход выбрасываемой в атмосферу газовой смеси, м³/с;

$I_{r,f}$ – годовое потребление продукта f лицом из возрастной группы, которая является критической по пероральному поступлению радионуклида r с пищевыми продуктами, кг/год;

$\varepsilon_{инт}^r$ – коэффициент дозового преобразования при пероральном поступлении радионуклида r в соответствии с таблицей приложения 2 к НРБ-99/2009, Зв/Бк;

$K_1^{r,f}$ – коэффициент перехода «выпадение из атмосферы – поступление в продукт» радионуклида r в продукт питания f по воздушному пути, м²·год/кг;

$K_2^{r,f}$ – коэффициент перехода «выпадение из атмосферы – поступление в продукт» радионуклида r в продукт питания f по корневому пути, м²·год/кг.

31. Годовые эффективные дозы (Зв/год) за счет воздействия радионуклидов трития и углерода рекомендуется рассчитывать по формулам:

$$H_i^{^3\text{H}} = \frac{Q_{^3\text{H},i}}{3,15 \cdot 10^7 \cdot W_i \cdot H} \cdot g_{^3\text{H}}, \quad (25)$$

$$H_i^{^{14}\text{C}} = \frac{Q_{^{14}\text{C},i}}{3,15 \cdot 10^7 \cdot W_i \cdot \gamma} \cdot g_{^{14}\text{C}}, \quad (26)$$

где: W_i – расход выбрасываемой в атмосферу газовой смеси, м³/с;

$Q_{^3\text{H},i}$ – годовой выброс ^3H из i -го источника, Бк/год;

$Q_{^{14}\text{C},i}$ – годовой выброс ^{14}C из i -го источника, Бк/год;

H – абсолютная влажность воздуха, л/м³;

γ – параметр, который рекомендуется принять равным $1,8 \cdot 10^{-1}$ г/м³;

$g_{^3\text{H}}$ – дозовый коэффициент для трития, (Зв·л)/(Бк·год), который рекомендуется принять в случае отсутствия экспериментальных данных равным $2,6 \cdot 10^{-8}$ (Зв·л)/(Бк·год);

$g_{^{14}\text{C}}$ – дозовый коэффициент для углерода, (Зв·г)/(Бк·год), который рекомендуется в случае отсутствия экспериментальных данных принять равным $5,6 \cdot 10^{-5}$ (Зв·г)/(Бк·год).

IV. Рекомендации по применению рассчитанных параметров для расчета нормативов предельно допустимых выбросов

32. Так как согласно пункту 7 Методики нормативы ПДВ устанавливаются исходя из непревышения выделенной организации части предела эффективной дозы (или пределов каждой из эквивалентных доз), рекомендуется их рассчитывать с использованием следующего соотношения:

$$ПДВ^{r,i} = \min \left(ПДВ_{eff}^{r,i}, ПДВ_{eq,кожа}^{r,i}, ПДВ_{хрусталик}^{r,i}, ПДВ_{eq,кисти}^{r,i}, ПДВ_{eq,стопы}^{r,i} \right), \quad (27)$$

где: $ПДВ_{eff}^{r,i}$ – нормативы ПДВ, рассчитанные исходя из непревышения части предела годовой эффективной дозы;

$ПДВ_{eq,кожа}^{r,i}$ – нормативы ПДВ, рассчитанные исходя из непревышения части предела годовой эквивалентной дозы в коже;

$ПДВ_{хрусталик}^{r,i}$ – нормативы ПДВ, рассчитанные исходя из непревышения части предела годовой эквивалентной дозы в хрусталике глаза;

$ПДВ_{eq,кисти}^{r,i}$ – нормативы ПДВ, рассчитанные исходя из непревышения части предела годовой эквивалентной дозы в кистях;

$ПДВ_{eq,стопы}^{r,i}$ – нормативы ПДВ, рассчитанные исходя из непревышения части предела годовой эквивалентной дозы в стопах.

Нормативы $ПДВ_{eff}^{r,i}$ и $ПДВ_{eq,k}^{r,i}$, где k – индекс органа или ткани, принимающий значения: 1 – для кожи, 2 – для хрусталика глаза, 3 – для кистей, 4 – для стоп, рекомендуется рассчитывать по формулам (28) и (29):

$$ПДВ_{eff}^{r,i} = \frac{\xi_{r,i} \cdot \delta}{\sum_r \xi_r \cdot \Psi_{r,i}(x_{max}, y_{max})}, \quad (28)$$

$$ПДВ_{eq,k}^{r,i} = \frac{\xi_{r,i} \cdot \delta_k}{\sum_r \xi_{r,i} \cdot \Psi_{r,i}^{eq,k}(x_k^{max}, y_k^{max})}, \quad (29)$$

где: $\xi_{r,i}$ – относительный вклад каждого радионуклида r в общую активность его выброса из i -го источника, который рекомендуется рассчитывать по формуле (30):

$$\xi_r = Q_r / \sum_r Q_r, \quad (30)$$

δ – часть предела эффективной дозы для населения, Зв/год;

δ_k – часть предела эквивалентной дозы в хрусталике глаза, коже, кистях и стопах соответственно, Зв/год, рассчитываемая (в случае, если она не установлена органами, осуществляющими санитарно-эпидемиологический надзор) по формуле (31):

$$\delta_k = \delta \cdot \frac{ПД_k}{ПД}, \quad (31)$$

где: $ПД$ – предел годовой эффективной дозы для населения в соответствии с таблицей 3.1 НРБ-99/2009;

$ПД_k$ – предел годовой эквивалентной дозы в k -ом органе или ткани для населения в соответствии с таблицей 3.1 НРБ-99/2009;

**Часть I. Методические основы регулирования и мониторинга выбросов и сбросов.
Нормирование выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду**

x^{max} и y^{max} – декартовы координаты точки максимума годовой эффективной дозы, м;

x_k^{max} и y_k^{max} – декартовы координаты точек максимума эквивалентной дозы в хрусталике глаза, коже, кистях и стопах, м;

$\Psi_{r,i}(x, y)$, $\Psi_{r,i}^{eq,k}(x, y)$ – функции перехода, связывающие активность выброса с годовой эффективной дозой облучения населения или эквивалентной дозой в k -ом органе или ткани, зависящие от декартовых координат и определенные соотношениями:

$$\Psi_{r,i}(x, y) = \hat{A}((x, n) \rightarrow (x, y)) \Psi_{r,i}(x, n), \quad (32)$$

$$\Psi_{r,i}^{eq,k}(x, y) = \hat{A}((x, n) \rightarrow (x, y)) \Psi_{r,i}^{eq,k}(x, n), \quad (33)$$

где $\hat{A}((x, n) \rightarrow (x, y))$ – оператор преобразования набора координат «расстояние от источника, направление» (x, n) в набор декартовых координат (x, y) .

33. Функционал $\Psi_{r,i}^{eq,k}(x, n)$ рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$\Psi_{r,i}^{eq,k}(x, n) = R_{обл}^{r,k} \cdot \overline{G}_{i,n}^r(x) + (F_{r,i,n}(x) + W_{r,i,n}(x)) \cdot \frac{R_{нов}^{r,k}}{\lambda^r + \lambda_b}, \quad (34)$$

где: $R_{обл}^{r,k}$ – дозовый коэффициент, предназначенный для пересчета единичной концентрации радионуклида r в приземном слое воздуха в мощность эквивалентной дозы в k -ом органе или ткани, $\text{Зв} \cdot \text{м}^3 / (\text{Бк} \cdot \text{с})$;

$R_{нов}^{r,k}$ – дозовый коэффициент, предназначенный для пересчета единичной поверхностной концентрации радионуклида r на поверхности земли в мощность эквивалентной дозы в k -ом органе или ткани, $\text{Зв} \cdot \text{м}^2 / (\text{Бк} \cdot \text{с})$;

$\overline{G}_{i,n}^r(x)$ – среднегодовой метеорологический фактор разбавления в приземном слое атмосферы для радионуклида r на расстоянии x от i -го источника выброса в n -ом румбе, $\text{с} / \text{м}^3$;

$F_{r,i,n}(x)$ – среднегодовой метеорологический фактор сухого осаждения радионуклида r на подстилающую поверхность на расстоянии x от i -го выброса в n -ом румбе, м^{-2} ;

$W_{r,i,n}(x)$ – среднегодовой метеорологический фактор влажного выведения радионуклида r на подстилающую поверхность на расстоянии x от i -го выброса в n -ом румбе, м^{-2} ;

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

λ_b – постоянная спада мощности дозы со временем от загрязненного слоя почвы за счет всех процессов, кроме радиоактивного распада, приводящих к выведению активности из этого слоя, с^{-1} (в случае отсутствия экспериментальных данных рекомендуется принимать равной $1,27 \cdot 10^{-9} \text{ с}^{-1}$).

Рекомендуемые значения $R_{обл}^{r,k}$ и $R_{нов}^{r,k}$ для кожи приведены в таблице № 1 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности.

Значения дозовых коэффициентов для хрусталика глаза рекомендуется консервативно принять равными 0,3 от значений соответствующих дозовых коэффициентов для кожи.

34. В случае, если максимальное расчетное значение годовой эффективной дозы облучения населения, обусловленной выбросами всех источников предприятия меньше, чем δ , рекомендуется для расчета нормативов ПДВ использовать максимальное расчетное значение годовой эффективной дозы вместо δ .

35. Для случая множественных удаленных друг от друга на значительные расстояния и отличающихся по своим характеристикам источников расчет нормативов ПДВ рекомендуется выполнять с помощью следующего алгоритма:

1) задать пространственную сетку координат и во всех ее узлах рассчитать функционал $\Psi_{r,i}$ (с помощью формул (1) – (6)) для каждого радионуклида r , выбрасываемого из каждого источника i ;

2) рассчитанные в каждом узле сетки функционалы $\Psi_{r,i}$ умножить на значение фактического выброса $Q_{r,i}$ r -го радионуклида из i -го источника и выполнить суммирование по всем радионуклидам и источникам, получив таким образом значение годовой эффективной дозы в каждом из узлов пространственной сетки;

3) выбрать максимальное значение годовой эффективной дозы H_{eff}^{max} и рассчитать отношение δ/H_{eff}^{max} ;

4) определить величины $ПДВ_{eff}^{r,i}$, используя следующее соотношение:

$$ПДВ_{eff}^{r,i} = Q_{r,i} \cdot \frac{\delta}{H_{eff}^{max}} ; \quad (35)$$

5) аналогично выполнить расчет $ПДВ_{eq,кожа}^{r,i}$ и $ПДВ_{eq,хрусталик}^{r,i}$ с использованием в формуле (35) значений δ_k вместо δ и $H_{eq,k}^{max}$ вместо H_{eff}^{max} .

36. Так как согласно пункту 7 Методики нормативы ПДВ должны устанавливаться исходя из выполнения условия обеспечения сохранения благоприятных условий жизнедеятельности человека и устойчивого функционирования естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов, а также сохранения биологического видового разнообразия, для проверки соблюдения требований по ограничению содержания радионуклидов в объектах окружающей среды рекомендуется использовать соотношения, приведенные в пунктах 37 и 38 настоящего Руководства по безопасности.

37. Выбросы радионуклидов в атмосферный воздух не приведут к ограничению использования поверхностного слоя почвы, если в любой точке местности выполняется следующее рекомендуемое условие:

$$\sum_i \sum_r \frac{ПДВ^{r,i} \cdot (F_{r,i,n}(x) + W_{r,i,n}(x))}{УАНИ^r \cdot (\lambda^r + \lambda_b) \cdot \rho \cdot h} \leq 1, \quad (36)$$

где: $ПДВ^{r,i}$ – значение предельно допустимого выброса r -го радионуклида из i -го источника, Бк/год;

$УАНИ^r$ – удельная активность радионуклида r , допускающая неограниченное использование материалов, установленная в приложении 3 к санитарным правилам и

**Часть I. Методические основы регулирования и мониторинга выбросов и сбросов.
Нормирование выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду**

нормативам СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности» (ОСПОРБ-99/2010), утвержденным постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 26 апреля 2010 г. № 40 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 11 августа 2010 г., регистрационный № 18115), Бк/кг;

h – толщина поверхностного слоя почвы, рекомендуется принимать равной 0,1 м;

$F_{r,i,n}(x)$ – среднегодовой метеорологический фактор сухого осаждения радионуклида r на подстилающую поверхность на расстоянии x от i -го источника выброса в n -ом румбе, м²;

$W_{r,i,n}(x)$ – среднегодовой метеорологический фактор влажного выведения радионуклида r на подстилающую поверхность на расстоянии x от i -го источника выброса в n -ом румбе, м²;

λ^r – постоянная радиоактивного распада радионуклида r , с⁻¹;

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

ρ – плотность поверхностного слоя почвы (в случае отсутствия экспериментальных данных рекомендуется принимать равной 130 кг/м²).

Величины $УАНИ^r$ для изотопов урана приведены в таблице № 7 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности.

38. Выбросы радионуклидов ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в атмосферный воздух не приведут к ограничению использования местных пищевых продуктов, если в любой точке местности, где производится f -й местный продукт питания, выполняется следующее рекомендуемое условие:

$$\sum_i \sum_r \frac{ПДВ^{r,i} \cdot T \cdot K^{r,f} \cdot (F_{r,i,n}(x) + W_{r,i,n}(x))}{A_f^r} \leq 1, \quad (37)$$

где: $ПДВ^{r,i}$ – значение предельно допустимого выброса r -го радионуклида из i -го источника, Бк/год;

T – время, равное одному году;

A_f^r – допустимая удельная активность радионуклидов ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в f -м продукте питания, установленная СанПиН 2.3.2.1078-01 «2.3.2. Продовольственное сырье и пищевые продукты. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», утвержденными постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации 14 ноября 2001 г. № 36 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 22 марта 2002 г., регистрационный № 3326);

$F_{r,i,n}(x)$ – среднегодовой метеорологический фактор сухого осаждения радионуклида r на подстилающую поверхность на расстоянии x от i -го источника выброса в n -ом румбе, м²;

$W_{r,i,n}(x)$ – среднегодовой метеорологический фактор влажного выведения радионуклида r на подстилающую поверхность на расстоянии x от i -го источника выброса в n -ом румбе, m^{-2} ;

$K^{r,f}$ – коэффициент перехода «выпадение из атмосферы – поступление в продукт» радионуклида r в продукт питания f , рассчитанный для овощной, молочной и мясной цепочек, $m^2 \cdot \text{год}/\text{кг}$.

39. Пример расчета параметров, необходимых для расчета нормативов ПДВ, приведен в приложении № 4 к настоящему Руководству по безопасности.

V. Рекомендации по установлению контрольных уровней выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух

40. Методы расчета, приведенные в настоящем Руководстве по безопасности и Методике, характеризуются погрешностью расчета, поэтому для контроля за соблюдением нормативов ПДВ тех радионуклидов, для которых по результатам определения подлежащего нормированию радионуклидного состава выбросов из источника (раздел III настоящего Руководства по безопасности), требуется установление нормативов ПДВ, рекомендуется устанавливать контрольные уровни выбросов, для определения которых рекомендуется руководствоваться рекомендациями пунктов 41 и 42 настоящего раздела Руководства по безопасности.

41. Годовой контрольный уровень выброса r -го радионуклида из i -го источника в атмосферный воздух, (Бк/год), рекомендуется определять по следующему соотношению:

$$KY_{год}^{r,i} = \frac{ПДВ^{r,i}}{X}, \quad (38)$$

где: $ПДВ^{r,i}$ – предельно допустимый выброс r -го радионуклида из i -го источника в атмосферный воздух, Бк/год;

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

42. Месячный (Бк/мес) и суточный (Бк/сут) контрольные уровни выброса r -го радионуклида из i -го источника в атмосферный воздух рекомендуется определять по следующим соотношениям:

$$KY_{мес}^{r,i} = \frac{KY_{год}^{r,i}}{12}, \quad (39)$$

$$KY_{сут}^{r,i} = \frac{KY_{год}^{r,i}}{365}, \quad (40)$$

где $KY_{год}^{r,i}$ – годовой контрольный уровень выброса r -го радионуклида, Бк/год.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 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», утвержденному приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 11 ноября 2015 г. № 458

**Рекомендуемый порядок расчета фактора разбавления,
факторов сухого осаждения и влажного выведения**

1. Для расчета среднегодового метеорологического фактора разбавления рекомендуется использовать Гауссову модель рассеивания примеси в атмосфере. Среднегодовой метеорологический фактор разбавления радионуклида r в приземном слое воздуха на расстоянии x от источника выбросов в n -ом румбе в рамках Гауссовой модели рассеивания примеси в атмосфере рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$\begin{aligned} \bar{G}_n^r(x) = & (1 - K_b) \cdot \frac{2 \cdot N}{(2 \cdot \pi)^{3/2} \cdot x} \cdot \sum_j \sum_k \frac{\omega_{n,j,k} \cdot \Phi_{j,k}^r(x)}{\sigma_{z,j}(x) \cdot U_{j,k}} \cdot \exp\left(-\frac{(h_s + \Delta h_{j,k}(x))^2}{2 \cdot \sigma_{z,j}^2(x)}\right) + \\ & + K_b \cdot \frac{2 \cdot N}{(2 \cdot \pi)^{3/2}} \cdot \sum_j \sum_k \frac{\omega_{n,j,k} \cdot \Phi_{j,k}^r(x)}{\sigma_{z,j}(x + x_g^j) \cdot U_{j,k} \cdot (x + x_g^j)} \cdot \exp\left(-\frac{h_s^2}{2 \cdot \sigma_{z,j}^2(x + x_g^j)}\right), \quad (1) \end{aligned}$$

где: j – номер градации категории устойчивости атмосферы, определяемый согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности;

k – номер градации модуля скорости ветра на высоте флюгера (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

n – номер румба;

N – число румбов;

x – расстояние от источника выбросов, м;

$U_{j,k}$ – модуль скорости ветра на высоте выброса h_s при скорости ветра на высоте флюгера из градации k для j -й категории устойчивости атмосферы, м/с (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

$\sigma_{z,j}(x)$ – дисперсия струи по вертикали на расстоянии x от источника выбросов для j -й категории устойчивости атмосферы (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

$\omega_{n,j,k}$ – повторяемость метеорологических условий, представляющая собой вероятность совместной реализации направления ветра в румбе n при категории устойчивости j и градации скорости ветра k (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

h_s – геометрическая высота трубы, из которой осуществляется выброс, м;

$\Delta h_{j,k}(x)$ – высота подъема струи над устьем трубы при скорости ветра на высоте флюгера из градации k для j -й категории устойчивости атмосферы за счет динамических и термических факторов, м (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

$\Phi_{j,k}^r(x)$ – фактор истощения струи за счет радиоактивного распада радионуклида r , сухого осаждения и влажного выведения из атмосферы на подстилающую поверхность (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

K_b – доля выбросов, попадающая в зону аэродинамической тени за зданием при низком выбросе, для высоких источников принимаемая равной нулю (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

x_g^j – величина «виртуального» сдвига характеристик рассеяния доли выброса, попадающей в зону аэродинамической тени, м (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности).

2. В случае, если отсутствуют данные о совместной реализации направления ветра в румбе n при категории устойчивости j и градации скорости ветра k , фактор разбавления рекомендуется рассчитывать следующим образом:

$$\begin{aligned} \overline{G}_n^r(x) = \max_j \left[(1 - K_b) \cdot \frac{2 \cdot N \cdot \omega_n}{(2 \cdot \pi)^{3/2} \cdot x} \cdot \frac{\Phi_j^r(x)}{\sigma_{z,j}(x) \cdot \overline{U}_j} \cdot \exp\left(-\frac{(h_s + \Delta h_j(x))^2}{2 \cdot \sigma_{z,j}^2(x)}\right) + \right. \\ \left. + K_b \cdot \frac{2 \cdot N \cdot \omega_n}{(2 \cdot \pi)^{3/2}} \cdot \frac{\Phi_j^r(x)}{\sigma_{z,j}(x + x_g^j) \cdot \overline{U}_j \cdot (x + x_g^j)} \cdot \exp\left(-\frac{h_s^2}{2 \cdot \sigma_{z,j}^2(x + x_g^j)}\right) \right], \quad (2) \end{aligned}$$

где: j – номер категории устойчивости атмосферы;

n – номер румба;

N – число румбов;

x – расстояние от источника выбросов, м;

ω_n – повторяемость направлений ветра;

\overline{U}_j – среднегодовая скорость ветра на высоте выброса, м/с;

$\sigma_{z,j}(x)$ – дисперсия струи по вертикали на расстоянии x от источника выбросов для j -й категории устойчивости атмосферы (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

h_s – геометрическая высота трубы, из которой осуществляется выброс, м;

$\Delta h_{j,k}(x)$ – высота подъема струи над устьем трубы при скорости ветра на высоте флюгера из градации k для j -й категории устойчивости атмосферы за счет динамических и термических факторов, м (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

$\Phi_{j,k}^r(x)$ – фактор истощения струи за счет радиоактивного распада радионуклида r , сухого осаждения и влажного выведения из атмосферы на подстилающую

поверхность (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

K_b – доля выбросов, попадающая в зону аэродинамической тени за зданием при низком выбросе, для высоких источников принимается равной нулю (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

$x_e^{j,k}$ – величина «виртуального» сдвига, м (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности).

3. Среднегодовой метеорологический фактор сухого осаждения радионуклида r на подстилающую поверхность на расстоянии x от источника выбросов в n -ом румбе рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$F_{r,n}(x) = V_d^r \cdot \bar{G}_n^r(x), \quad (3)$$

где: V_d^r – скорость сухого осаждения радионуклида r на подстилающую поверхность (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности), м/с;

$\bar{G}_n^r(x)$ – среднегодовой метеорологический фактор разбавления, с/м³.

4. Среднегодовой метеорологический фактор влажного выведения радионуклида r из облака на подстилающую поверхность на расстоянии x от источника выбросов в n -ом румбе рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$W_{r,n}(x) = \Lambda^r \cdot G_{r,n}^z(x), \quad (4)$$

где: Λ^r – постоянная вымывания радионуклида r из атмосферы осадками, усредненная за год с учетом типа и продолжительности осадков в течение года, с⁻¹ (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

$G_{r,n}^z(x)$ – интеграл по вертикальной координате z от зависящего от высоты над поверхностью земли среднегодового фактора разбавления, который рекомендуется определять по следующей формуле:

$$G_{r,n}^z(x) = \frac{N}{2\pi \cdot x} \cdot \sum_j \sum_k \frac{\omega_{n,j,k}}{U_{j,k}} \cdot \Phi_{j,k}^r(x), \quad (5)$$

где: j – номер градации категории устойчивости атмосферы, (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

k – номер градации модуля скорости ветра на высоте флюгера, (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

n – номер румба;

N – число румбов;

x – расстояние от источника выбросов, м;

$U_{j,k}$ – модуль скорости ветра на высоте выброса h_s при скорости ветра на высоте флюгера из градации k для j -й категории устойчивости атмосферы, м/с (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

$\sigma_{z,j}(x)$ – дисперсия струи по вертикали на расстоянии x от источника выбросов для j -й категории устойчивости атмосферы (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

$\omega_{n,j,k}$ – повторяемость метеорологических условий, представляющая собой вероятность совместной реализации направления ветра в румбе n при категории устойчивости j и градации скорости ветра k (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

$\Phi_{j,k}^r(x)$ – фактор истощения струи за счет радиоактивного распада радионуклида r , сухого осаждения и влажного выведения из атмосферы на подстилающую поверхность (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

5. Среднегодовой метеорологический фактор разбавления на расстоянии x от площадного источника выброса в n -ом румбе, с/м^3 , рекомендуется определять следующим образом:

$$\bar{G}_n(z, x) = \begin{cases} \sum_j \sum_k \int_{-a}^a \frac{\omega_{n,j,k}}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \sigma_{z,j}(x-\zeta)} \cdot U_k \cdot S} \cdot P(z, x-\zeta) d\zeta & \text{при } a \leq x \leq 5,093 \cdot x \\ \sum_j \sum_k \frac{16 \cdot a}{\pi \cdot x} \cdot \int_{-a}^a \frac{\omega_{n,j,k}}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \sigma_{z,j}(x-\zeta)} \cdot U_k \cdot S} \cdot P(z, x-\zeta) d\zeta & \text{при } x > 5,093 \cdot x \end{cases}, \quad (6)$$

где: S – площадь поверхности площадного источника, м^2 ;

a – половина длины стороны площадного источника, м ;

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

x – расстояние от центра площадного источника вдоль направления ветра, м ;

$\sigma_{z,j}(x)$ – дисперсия струи по вертикали на расстоянии x от источника выбросов для j -й категории устойчивости атмосферы (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

ζ – переменная интегрирования, м ;

$P_j(z, x)$ – функция, определяемая следующим соотношением:

$$P_j(z, x) = \sum_{n=-2}^2 \exp \left[-\frac{(2 \cdot \pi \cdot H - z)^2}{2 \cdot \sigma_{z,j}(x)^2} \right] + \exp \left[-\frac{(2 \cdot \pi \cdot H + z)^2}{2 \cdot \sigma_{z,j}(x)^2} \right], \quad (7)$$

где: H – высота слоя перемешивания (рекомендуется принять равной 100 м);

z – высота над поверхностью земли (рекомендуется принять равной 1 м);

n – переменная суммирования.

6. Среднегодовой метеорологический фактор влажного выведения радионуклида r из облака на подстилающую поверхность на расстоянии x от площадного источника выброса в n -ом румбе рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$W_{r,n}(x) = \sum_k \sum_j \frac{\Lambda^r \cdot \omega_{n,j,k}}{U_{j,k} \cdot \max(2 \cdot \arctg \frac{\pi \cdot x}{16}, \sigma_{y,j}(x))}, \quad (8)$$

где: Λ^r – постоянная вымывания примеси из атмосферы осадками, усредненная за год с учетом типа и продолжительности осадков в течение года, c^{-1} (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

$U_{j,k}$ – модуль скорости ветра на высоте выброса h_s при скорости ветра на высоте флюгера из градации k для j -й категории устойчивости атмосферы, м/с (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

$\omega_{n,j,k}$ – повторяемость метеорологических условий, представляющая собой вероятность совместной реализации направления ветра в румбе n при категории устойчивости j и градации скорости ветра k (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

x – расстояние от источника выбросов, м;

$\sigma_{y,j}(x)$ – дисперсия струи в горизонтальном направлении на расстоянии x от источника выбросов для j -й категории устойчивости атмосферы (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

j – номер градации категории устойчивости атмосферы, определяемый согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности;

k – номер градации модуля скорости ветра на высоте флюгера, определяемый согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности;

n – номер румба.

7. Среднегодовой метеорологический фактор сухого осаждения радионуклида r на подстилающую поверхность на расстоянии x от площадного источника выброса в n -ом румбе рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$F_{r,n}(x) = V_d^r \cdot \sum_k \sum_j \frac{\omega_{n,j,k}}{U_{j,k} \cdot \max(2 \cdot \arctg \frac{\pi \cdot x}{16}, \sigma_{y,j}(x))}, \quad (9)$$

где: V_d^r – скорость сухого осаждения радионуклида r на подстилающую поверхность (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности), м/с;

$U_{j,k}$ – модуль скорости ветра на высоте выброса h_s при скорости ветра на высоте флюгера из градации k для j -й категории устойчивости атмосферы, м/с (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

$\omega_{n,j,k}$ – повторяемость метеорологических условий, представляющая собой вероятность совместной реализации направления ветра в румбе n при категории устойчивости j и градации скорости ветра k (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

x – расстояние от источника выбросов, м;

$\sigma_{y,j}(x)$ – дисперсия струи в горизонтальном направлении на расстоянии x от источника выбросов для j -й категории устойчивости атмосферы (определяется согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

j – номер градации категории устойчивости атмосферы, определяемый согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности;

k – номер градации модуля скорости ветра на высоте флюгера, определяемый согласно рекомендациям приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности);

n – номер румба.

8. Рекомендации по учету начального разбавления выброса и учет влияния зданий при выбросах из низких источников описаны в приложении № 3 к настоящему Руководству по безопасности.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 2
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Рекомендуемые методы расчета параметров,
необходимых для разработки и установления нор-
мативов предельно допустимых выбросов радио-
активных веществ в атмосферный
воздух», утвержденному приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 11 ноября 2015 г. № 458

**Рекомендуемые значения параметров,
используемых при расчете доз облучения человека**

Для расчета функций перехода рекомендуется использовать данные из таблиц № 1–№ 6 настоящего приложения.

Таблица № 1

Рекомендуемые значения дозовых коэффициентов *

Радионуклид	$R_{обл}^{г, **}$,	$R_{пов}^{г, ***}$,	$R_{обл}^{г, кожа **}$,	$R_{пов}^{г, кожа ***}$,
	$\frac{Зв \times м^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times м^2}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times м^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times м^2}{с \times Бк}$
^{223}Ac	$1,87 \cdot 10^{-16}$	$4,42 \cdot 10^{-18}$	$3,05 \cdot 10^{-16}$	$1,62 \cdot 10^{-17}$
^{224}Ac	$8,01 \cdot 10^{-15}$	$1,77 \cdot 10^{-16}$	$1,08 \cdot 10^{-14}$	$2,54 \cdot 10^{-16}$
^{225}Ac	$6,37 \cdot 10^{-16}$	$1,47 \cdot 10^{-17}$	$9,40 \cdot 10^{-16}$	$3,08 \cdot 10^{-17}$
^{226}Ac	$5,57 \cdot 10^{-15}$	$1,35 \cdot 10^{-16}$	$2,15 \cdot 10^{-14}$	$1,84 \cdot 10^{-15}$
^{227}Ac	$5,12 \cdot 10^{-18}$	$1,41 \cdot 10^{-19}$	$1,10 \cdot 10^{-17}$	$7,43 \cdot 10^{-19}$
^{228}Ac	$4,49 \cdot 10^{-14}$	$9,39 \cdot 10^{-16}$	$7,88 \cdot 10^{-14}$	$4,75 \cdot 10^{-15}$
^{102}Ag	$1,57 \cdot 10^{-13}$	$3,19 \cdot 10^{-15}$	$2,45 \cdot 10^{-13}$	$1,28 \cdot 10^{-14}$
^{103}Ag	$3,43 \cdot 10^{-14}$	$7,45 \cdot 10^{-16}$	$5,84 \cdot 10^{-14}$	$3,86 \cdot 10^{-15}$
^{104}Ag	$1,23 \cdot 10^{-13}$	$2,52 \cdot 10^{-15}$	$1,56 \cdot 10^{-13}$	$3,97 \cdot 10^{-15}$
^{104m}Ag	$5,48 \cdot 10^{-14}$	$1,14 \cdot 10^{-15}$	$1,00 \cdot 10^{-13}$	$6,86 \cdot 10^{-15}$
^{105}Ag	$2,26 \cdot 10^{-14}$	$4,9 \cdot 10^{-16}$	$2,90 \cdot 10^{-14}$	$6,70 \cdot 10^{-16}$
^{106}Ag	$3,18 \cdot 10^{-14}$	$7,41 \cdot 10^{-16}$	$7,27 \cdot 10^{-14}$	$6,96 \cdot 10^{-15}$
^{106m}Ag	$1,29 \cdot 10^{-13}$	$2,64 \cdot 10^{-15}$	$1,58 \cdot 10^{-13}$	$3,32 \cdot 10^{-15}$
^{108}Ag	$1,25 \cdot 10^{-15}$	$8,96 \cdot 10^{-17}$	$4,00 \cdot 10^{-14}$	$7,07 \cdot 10^{-15}$
^{108m}Ag	$7,24 \cdot 10^{-14}$	$1,55 \cdot 10^{-15}$	$9,05 \cdot 10^{-14}$	$2,00 \cdot 10^{-15}$
^{109m}Ag	$1,59 \cdot 10^{-16}$	$7,52 \cdot 10^{-18}$	$5,59 \cdot 10^{-16}$	$3,28 \cdot 10^{-17}$

*Методическое пособие по вопросам регулирования выбросов
и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду*

Радионуклид	$R_{обл}^r$,	$R_{пов}^r$,	$R_{обл}^{r,кожа}$,	$R_{пов}^{r,кожа}$,
	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$
^{110}Ag	$2,46 \cdot 10^{-15}$	$1,63 \cdot 10^{-16}$	$8,22 \cdot 10^{-14}$	$1,27 \cdot 10^{-14}$
^{110m}Ag	$1,27 \cdot 10^{-13}$	$2,58 \cdot 10^{-15}$	$1,57 \cdot 10^{-13}$	$3,22 \cdot 10^{-15}$
^{111}Ag	$1,38 \cdot 10^{-15}$	$5,28 \cdot 10^{-17}$	$2,19 \cdot 10^{-14}$	$2,75 \cdot 10^{-15}$
^{112}Ag	$3,23 \cdot 10^{-14}$	$7,46 \cdot 10^{-16}$	$1,33 \cdot 10^{-13}$	$1,38 \cdot 10^{-14}$
^{115}Ag	$3,46 \cdot 10^{-14}$	$7,5 \cdot 10^{-16}$	$1,11 \cdot 10^{-13}$	$1,15 \cdot 10^{-14}$
^{26}Al	$1,28 \cdot 10^{-13}$	$2,47 \cdot 10^{-15}$	$1,81 \cdot 10^{-13}$	$7,88 \cdot 10^{-15}$
^{28}Al	$8,87 \cdot 10^{-14}$	$1,71 \cdot 10^{-15}$	$1,88 \cdot 10^{-13}$	$1,51 \cdot 10^{-14}$
^{237}Am	$1,55 \cdot 10^{-14}$	$3,38 \cdot 10^{-16}$	$2,14 \cdot 10^{-14}$	$4,94 \cdot 10^{-16}$
^{238}Am	$4,04 \cdot 10^{-14}$	$8,27 \cdot 10^{-16}$	$5,09 \cdot 10^{-14}$	$1,31 \cdot 10^{-15}$
^{239}Am	$9,26 \cdot 10^{-15}$	$2,08 \cdot 10^{-16}$	$1,56 \cdot 10^{-14}$	$3,39 \cdot 10^{-16}$
^{240}Am	$4,67 \cdot 10^{-14}$	$9,57 \cdot 10^{-16}$	$5,79 \cdot 10^{-14}$	$1,39 \cdot 10^{-15}$
^{241}Am	$6,74 \cdot 10^{-16}$	$2,33 \cdot 10^{-17}$	$1,28 \cdot 10^{-15}$	$8,32 \cdot 10^{-17}$
^{242}Am	$6,09 \cdot 10^{-16}$	$1,61 \cdot 10^{-17}$	$8,20 \cdot 10^{-15}$	$2,55 \cdot 10^{-16}$
^{242m}Am	$2,49 \cdot 10^{-17}$	$2,26 \cdot 10^{-18}$	$1,36 \cdot 10^{-16}$	$2,41 \cdot 10^{-17}$
^{243}Am	$1,85 \cdot 10^{-15}$	$4,79 \cdot 10^{-17}$	$2,75 \cdot 10^{-15}$	$7,60 \cdot 10^{-17}$
^{244}Am	$3,59 \cdot 10^{-14}$	$7,6 \cdot 10^{-16}$	$5,25 \cdot 10^{-14}$	$1,57 \cdot 10^{-15}$
^{244m}Am	$3,63 \cdot 10^{-16}$	$5,55 \cdot 10^{-17}$	$3,11 \cdot 10^{-14}$	$5,34 \cdot 10^{-15}$
^{245}Am	$1,45 \cdot 10^{-15}$	$4,12 \cdot 10^{-17}$	$1,62 \cdot 10^{-14}$	$1,25 \cdot 10^{-15}$
^{246}Am	$3,06 \cdot 10^{-14}$	$6,8 \cdot 10^{-16}$	$6,42 \cdot 10^{-14}$	$3,92 \cdot 10^{-15}$
^{246m}Am	$4,74 \cdot 10^{-14}$	$9,95 \cdot 10^{-16}$	$8,56 \cdot 10^{-14}$	$5,72 \cdot 10^{-15}$
^{39}Ar	$1,15 \cdot 10^{-16}$	$2,53 \cdot 10^{-18}$	$1,07 \cdot 10^{-14}$	$2,24 \cdot 10^{-16}$
^{41}Ar	$6,14 \cdot 10^{-14}$	$1,22 \cdot 10^{-15}$	$1,01 \cdot 10^{-13}$	$6,04 \cdot 10^{-15}$
^{69}As	$4,61 \cdot 10^{-14}$	$1,11 \cdot 10^{-15}$	$1,43 \cdot 10^{-13}$	$1,46 \cdot 10^{-14}$
^{70}As	$1,92 \cdot 10^{-13}$	$3,9 \cdot 10^{-15}$	$2,89 \cdot 10^{-13}$	$1,47 \cdot 10^{-14}$
^{71}As	$2,53 \cdot 10^{-14}$	$5,42 \cdot 10^{-16}$	$3,78 \cdot 10^{-14}$	$1,22 \cdot 10^{-15}$
^{72}As	$8,26 \cdot 10^{-14}$	$1,81 \cdot 10^{-15}$	$1,70 \cdot 10^{-13}$	$1,33 \cdot 10^{-14}$
^{73}As	$1,55 \cdot 10^{-16}$	$5,18 \cdot 10^{-18}$	$2,78 \cdot 10^{-16}$	$1,55 \cdot 10^{-17}$
^{74}As	$3,4 \cdot 10^{-14}$	$7,47 \cdot 10^{-16}$	$5,80 \cdot 10^{-14}$	$3,23 \cdot 10^{-15}$
^{76}As	$2,06 \cdot 10^{-14}$	$5,24 \cdot 10^{-16}$	$9,61 \cdot 10^{-14}$	$1,18 \cdot 10^{-14}$
^{77}As	$5,09 \cdot 10^{-16}$	$1,41 \cdot 10^{-17}$	$1,20 \cdot 10^{-14}$	$5,63 \cdot 10^{-16}$
^{78}As	$6,03 \cdot 10^{-14}$	$1,29 \cdot 10^{-15}$	$1,65 \cdot 10^{-13}$	$1,40 \cdot 10^{-14}$
^{207}At	$6,09 \cdot 10^{-14}$	$1,22 \cdot 10^{-15}$	$7,76 \cdot 10^{-14}$	$1,70 \cdot 10^{-15}$
^{211}At	$1,37 \cdot 10^{-15}$	$3,32 \cdot 10^{-17}$	$1,96 \cdot 10^{-15}$	$5,47 \cdot 10^{-17}$
^{215}At	$8,51 \cdot 10^{-18}$	$1,84 \cdot 10^{-19}$	$1,12 \cdot 10^{-17}$	$2,30 \cdot 10^{-19}$
^{216}At	$5,38 \cdot 10^{-17}$	$1,29 \cdot 10^{-18}$	$8,03 \cdot 10^{-17}$	$1,96 \cdot 10^{-18}$
^{217}At	$1,37 \cdot 10^{-17}$	$2,93 \cdot 10^{-19}$	$1,86 \cdot 10^{-17}$	$4,11 \cdot 10^{-19}$

**Часть I. Методические основы регулирования и мониторинга выбросов и сбросов.
Нормирование выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду**

Радионуклид	$R_{обл}^r$,	$R_{пов}^r$,	$R_{обл}^{r,кожа}$,	$R_{пов}^{r,кожа}$,
	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$
^{218}At	$9,71 \cdot 10^{-17}$	$3,64 \cdot 10^{-18}$	$2,12 \cdot 10^{-16}$	$2,32 \cdot 10^{-17}$
^{193}Au	$6,03 \cdot 10^{-15}$	$1,42 \cdot 10^{-16}$	$9,16 \cdot 10^{-15}$	$1,93 \cdot 10^{-16}$
^{194}Au	$4,94 \cdot 10^{-14}$	$9,72 \cdot 10^{-16}$	$6,19 \cdot 10^{-14}$	$1,35 \cdot 10^{-15}$
^{195}Au	$2,73 \cdot 10^{-15}$	$7,05 \cdot 10^{-17}$	$4,12 \cdot 10^{-15}$	$1,09 \cdot 10^{-16}$
^{195m}Au	$8,52 \cdot 10^{-15}$	$1,84 \cdot 10^{-16}$	$1,35 \cdot 10^{-14}$	$2,42 \cdot 10^{-16}$
^{198}Au	$1,81 \cdot 10^{-14}$	$4,07 \cdot 10^{-16}$	$4,08 \cdot 10^{-14}$	$2,53 \cdot 10^{-15}$
^{198m}Au	$2,39 \cdot 10^{-14}$	$5,23 \cdot 10^{-16}$	$3,75 \cdot 10^{-14}$	$6,66 \cdot 10^{-16}$
^{199}Au	$3,67 \cdot 10^{-15}$	$7,97 \cdot 10^{-17}$	$8,23 \cdot 10^{-15}$	$1,04 \cdot 10^{-16}$
^{200}Au	$1,32 \cdot 10^{-14}$	$3,37 \cdot 10^{-16}$	$6,36 \cdot 10^{-14}$	$8,43 \cdot 10^{-15}$
^{200m}Au	$9,32 \cdot 10^{-14}$	$1,98 \cdot 10^{-15}$	$1,27 \cdot 10^{-13}$	$2,79 \cdot 10^{-15}$
^{201}Au	$2,62 \cdot 10^{-15}$	$9,03 \cdot 10^{-17}$	$2,78 \cdot 10^{-14}$	$3,95 \cdot 10^{-15}$
^{126}Ba	$6,41 \cdot 10^{-15}$	$1,51 \cdot 10^{-16}$	$9,26 \cdot 10^{-15}$	$2,66 \cdot 10^{-16}$
^{128}Ba	$2,54 \cdot 10^{-15}$	$6,78 \cdot 10^{-17}$	$3,85 \cdot 10^{-15}$	$1,17 \cdot 10^{-16}$
^{131}Ba	$1,92 \cdot 10^{-14}$	$4,29 \cdot 10^{-16}$	$2,55 \cdot 10^{-14}$	$5,89 \cdot 10^{-16}$
^{131m}Ba	$2,64 \cdot 10^{-15}$	$6,7 \cdot 10^{-17}$	$3,94 \cdot 10^{-15}$	$9,99 \cdot 10^{-17}$
^{133}Ba	$1,62 \cdot 10^{-14}$	$3,73 \cdot 10^{-16}$	$2,19 \cdot 10^{-14}$	$5,13 \cdot 10^{-16}$
^{133m}Ba	$2,44 \cdot 10^{-15}$	$5,97 \cdot 10^{-17}$	$1,36 \cdot 10^{-14}$	$9,65 \cdot 10^{-17}$
^{135m}Ba	$2,16 \cdot 10^{-15}$	$5,38 \cdot 10^{-17}$	$1,30 \cdot 10^{-14}$	$8,86 \cdot 10^{-17}$
^{137m}Ba	$2,69 \cdot 10^{-14}$	$5,79 \cdot 10^{-16}$	$3,73 \cdot 10^{-14}$	$1,65 \cdot 10^{-15}$
^{139}Ba	$2,54 \cdot 10^{-15}$	$1,46 \cdot 10^{-16}$	$6,16 \cdot 10^{-14}$	$1,03 \cdot 10^{-14}$
^{140}Ba	$8,07 \cdot 10^{-15}$	$1,9 \cdot 10^{-16}$	$2,52 \cdot 10^{-14}$	$1,95 \cdot 10^{-15}$
^{141}Ba	$3,92 \cdot 10^{-14}$	$8,86 \cdot 10^{-16}$	$1,07 \cdot 10^{-13}$	$1,06 \cdot 10^{-14}$
^{142}Ba	$4,84 \cdot 10^{-14}$	$1,01 \cdot 10^{-15}$	$8,37 \cdot 10^{-14}$	$4,80 \cdot 10^{-15}$
^{10}Be	$1,38 \cdot 10^{-16}$	$3,41 \cdot 10^{-18}$	$1,29 \cdot 10^{-14}$	$3,06 \cdot 10^{-16}$
7Be	$2,19 \cdot 10^{-15}$	$4,72 \cdot 10^{-17}$	$2,74 \cdot 10^{-15}$	$5,83 \cdot 10^{-17}$
^{200}Bi	$1,08 \cdot 10^{-13}$	$2,26 \cdot 10^{-15}$	$1,43 \cdot 10^{-13}$	$4,15 \cdot 10^{-15}$
^{201}Bi	$6,08 \cdot 10^{-14}$	$1,28 \cdot 10^{-15}$	$8,99 \cdot 10^{-14}$	$4,69 \cdot 10^{-15}$
^{202}Bi	$1,24 \cdot 10^{-13}$	$2,54 \cdot 10^{-15}$	$1,57 \cdot 10^{-13}$	$3,75 \cdot 10^{-15}$
^{203}Bi	$1,13 \cdot 10^{-13}$	$2,18 \cdot 10^{-15}$	$1,39 \cdot 10^{-13}$	$3,32 \cdot 10^{-15}$
^{205}Bi	$7,98 \cdot 10^{-14}$	$1,54 \cdot 10^{-15}$	$9,7 \cdot 10^{-14}$	$2,03 \cdot 10^{-15}$
^{206}Bi	$1,51 \cdot 10^{-13}$	$3,06 \cdot 10^{-15}$	$1,90 \cdot 10^{-13}$	$4,25 \cdot 10^{-15}$
^{207}Bi	$7,04 \cdot 10^{-14}$	$1,45 \cdot 10^{-15}$	$9,31 \cdot 10^{-14}$	$3,18 \cdot 10^{-15}$
^{210}Bi	$2,58 \cdot 10^{-16}$	$3,51 \cdot 10^{-17}$	$2,30 \cdot 10^{-14}$	$3,42 \cdot 10^{-15}$
^{210m}Bi	$1,12 \cdot 10^{-14}$	$2,4 \cdot 10^{-16}$	$1,63 \cdot 10^{-14}$	$3,13 \cdot 10^{-16}$
^{211}Bi	$2,04 \cdot 10^{-15}$	$4,4 \cdot 10^{-17}$	$3,07 \cdot 10^{-15}$	$5,55 \cdot 10^{-17}$
^{212}Bi	$8,95 \cdot 10^{-15}$	$2,25 \cdot 10^{-16}$	$4,05 \cdot 10^{-14}$	$5,35 \cdot 10^{-15}$

*Методическое пособие по вопросам регулирования выбросов
и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду*

Радионуклид	$R_{обл}^r$,	$R_{пов}^r$,	$R_{обл}^{г,кожа}$,	$R_{пов}^{г,кожа}$,
	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$
²¹³ Bi	$6,16 \cdot 10^{-15}$	$1,68 \cdot 10^{-16}$	$3,39 \cdot 10^{-14}$	$4,23 \cdot 10^{-15}$
²¹⁴ Bi	$7,25 \cdot 10^{-14}$	$1,44 \cdot 10^{-15}$	$1,28 \cdot 10^{-13}$	$8,48 \cdot 10^{-15}$
²⁴⁵ Bk	$9,26 \cdot 10^{-15}$	$2,06 \cdot 10^{-16}$	$1,58 \cdot 10^{-14}$	$3,14 \cdot 10^{-16}$
²⁴⁶ Bk	$4,27 \cdot 10^{-14}$	$8,88 \cdot 10^{-16}$	$5,31 \cdot 10^{-14}$	$1,25 \cdot 10^{-15}$
²⁴⁷ Bk	$4,2 \cdot 10^{-15}$	$9,42 \cdot 10^{-17}$	$7,43 \cdot 10^{-15}$	$1,29 \cdot 10^{-16}$
²⁴⁹ Bk	$4,68 \cdot 10^{-19}$	$5,34 \cdot 10^{-21}$	$4,07 \cdot 10^{-17}$	$3,80 \cdot 10^{-20}$
²⁵⁰ Bk	$4,12 \cdot 10^{-14}$	$8,43 \cdot 10^{-16}$	$6,43 \cdot 10^{-14}$	$2,40 \cdot 10^{-15}$
⁷⁴ Br	$2,26 \cdot 10^{-13}$	$4,05 \cdot 10^{-15}$	$3,40 \cdot 10^{-13}$	$1,58 \cdot 10^{-14}$
^{74m} Br	$1,96 \cdot 10^{-13}$	$3,82 \cdot 10^{-15}$	$3,31 \cdot 10^{-13}$	$1,74 \cdot 10^{-14}$
⁷⁵ Br	$5,43 \cdot 10^{-14}$	$1,22 \cdot 10^{-15}$	$1,01 \cdot 10^{-13}$	$7,59 \cdot 10^{-15}$
⁷⁶ Br	$1,26 \cdot 10^{-13}$	$2,44 \cdot 10^{-15}$	$1,97 \cdot 10^{-13}$	$9,52 \cdot 10^{-15}$
⁷⁷ Br	$1,4 \cdot 10^{-14}$	$2,99 \cdot 10^{-16}$	$1,77 \cdot 10^{-14}$	$4,05 \cdot 10^{-16}$
⁸⁰ Br	$3,73 \cdot 10^{-15}$	$1,04 \cdot 10^{-16}$	$2,02 \cdot 10^{-14}$	$2,80 \cdot 10^{-15}$
^{80m} Br	$2,37 \cdot 10^{-16}$	$1,37 \cdot 10^{-17}$	$7,13 \cdot 10^{-16}$	$8,46 \cdot 10^{-17}$
⁸² Br	$1,21 \cdot 10^{-13}$	$2,48 \cdot 10^{-15}$	$1,54 \cdot 10^{-13}$	$3,05 \cdot 10^{-15}$
⁸³ Br	$5,34 \cdot 10^{-16}$	$2,86 \cdot 10^{-17}$	$1,85 \cdot 10^{-14}$	$2,09 \cdot 10^{-15}$
⁸⁴ Br	$9,02 \cdot 10^{-14}$	$1,67 \cdot 10^{-15}$	$1,88 \cdot 10^{-13}$	$1,28 \cdot 10^{-14}$
¹¹ C	$4,56 \cdot 10^{-14}$	$1,01 \cdot 10^{-15}$	$7,91 \cdot 10^{-14}$	$4,15 \cdot 10^{-15}$
⁴⁵ Ca	$1,53 \cdot 10^{-17}$	$3,77 \cdot 10^{-20}$	$1,46 \cdot 10^{-15}$	$1,61 \cdot 10^{-19}$
⁴⁷ Ca	$5,06 \cdot 10^{-14}$	$1 \cdot 10^{-15}$	$8,02 \cdot 10^{-14}$	$3,42 \cdot 10^{-15}$
⁴⁹ Ca	$1,66 \cdot 10^{-13}$	$2,67 \cdot 10^{-15}$	$2,46 \cdot 10^{-13}$	$1,30 \cdot 10^{-14}$
¹⁰⁴ Cd	$1,04 \cdot 10^{-14}$	$2,36 \cdot 10^{-16}$	$1,38 \cdot 10^{-14}$	$3,63 \cdot 10^{-16}$
¹⁰⁷ Cd	$5,11 \cdot 10^{-16}$	$2,33 \cdot 10^{-17}$	$1,50 \cdot 10^{-15}$	$1,02 \cdot 10^{-16}$
¹⁰⁹ Cd	$2,28 \cdot 10^{-16}$	$1,66 \cdot 10^{-17}$	$9,95 \cdot 10^{-16}$	$8,95 \cdot 10^{-17}$
¹¹³ Cd	$2,53 \cdot 10^{-17}$	$5,8 \cdot 10^{-20}$	$2,41 \cdot 10^{-15}$	$2,19 \cdot 10^{-19}$
^{113m} Cd	$9,06 \cdot 10^{-17}$	$1,77 \cdot 10^{-18}$	$8,48 \cdot 10^{-15}$	$1,55 \cdot 10^{-16}$
¹¹⁵ Cd	$1,05 \cdot 10^{-14}$	$2,43 \cdot 10^{-16}$	$2,97 \cdot 10^{-14}$	$2,28 \cdot 10^{-15}$
^{115m} Cd	$1,48 \cdot 10^{-15}$	$9,24 \cdot 10^{-17}$	$3,99 \cdot 10^{-14}$	$7,00 \cdot 10^{-15}$
¹¹⁷ Cd	$5,14 \cdot 10^{-14}$	$1,04 \cdot 10^{-15}$	$8,79 \cdot 10^{-14}$	$5,15 \cdot 10^{-15}$
^{117m} Cd	$9,89 \cdot 10^{-14}$	$1,85 \cdot 10^{-15}$	$1,29 \cdot 10^{-13}$	$3,12 \cdot 10^{-15}$
¹³⁴ Ce	$3,52 \cdot 10^{-16}$	$2,15 \cdot 10^{-17}$	$9,60 \cdot 10^{-16}$	$5,5 \cdot 10^{-17}$
¹³⁵ Ce	$7,93 \cdot 10^{-14}$	$1,7 \cdot 10^{-15}$	$1,10 \cdot 10^{-13}$	$2,73 \cdot 10^{-15}$
¹³⁷ Ce	$7,3 \cdot 10^{-16}$	$2,98 \cdot 10^{-17}$	$1,45 \cdot 10^{-15}$	$6,64 \cdot 10^{-17}$
^{137m} Ce	$1,83 \cdot 10^{-15}$	$4,72 \cdot 10^{-17}$	$1,20 \cdot 10^{-14}$	$7,82 \cdot 10^{-17}$
¹³⁹ Ce	$5,97 \cdot 10^{-15}$	$1,43 \cdot 10^{-16}$	$8,94 \cdot 10^{-15}$	$2,06 \cdot 10^{-16}$
¹⁴¹ Ce	$3,1 \cdot 10^{-15}$	$6,93 \cdot 10^{-17}$	$1,02 \cdot 10^{-14}$	$1,32 \cdot 10^{-16}$

**Часть I. Методические основы регулирования и мониторинга выбросов и сбросов.
Нормирование выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду**

Радионуклид	$R_{обл}^r$,	$R_{пов}^r$,	$R_{обл}^{r,кожа}$,	$R_{пов}^{r,кожа}$,
	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$
¹⁴³ Ce	1,21•10 ⁻¹⁴	3,01•10 ⁻¹⁶	3,96•10 ⁻¹⁴	3,99•10 ⁻¹⁵
¹⁴⁴ Ce	7,63•10 ⁻¹⁶	1,84•10 ⁻¹⁷	2,93•10 ⁻¹⁵	2,61•10 ⁻¹⁷
²⁴⁴ Cf	4,74•10 ⁻¹⁸	8,19•10 ⁻¹⁹	4,65•10 ⁻¹⁷	9,25•10 ⁻¹⁸
²⁴⁶ Cf	3,92•10 ⁻¹⁸	5,73•10 ⁻¹⁹	3,35•10 ⁻¹⁷	6,30•10 ⁻¹⁸
²⁴⁸ Cf	3,25•10 ⁻¹⁸	5,58•10 ⁻¹⁹	3,17•10 ⁻¹⁷	6,29•10 ⁻¹⁸
²⁴⁹ Cf	1,45•10 ⁻¹⁴	3,15•10 ⁻¹⁶	1,91•10 ⁻¹⁴	4,13•10 ⁻¹⁶
²⁵⁰ Cf	3,09•10 ⁻¹⁸	5,32•10 ⁻¹⁹	3,02•10 ⁻¹⁷	5,99•10 ⁻¹⁸
²⁵¹ Cf	5,01•10 ⁻¹⁵	1,13•10 ⁻¹⁶	1,12•10 ⁻¹⁴	1,97•10 ⁻¹⁶
²⁵² Cf	3,63•10 ⁻¹⁸	5,24•10 ⁻¹⁹	3,08•10 ⁻¹⁷	5,75•10 ⁻¹⁸
²⁵³ Cf	1,75•10 ⁻¹⁷	5,17•10 ⁻²⁰	1,66•10 ⁻¹⁵	2,80•10 ⁻¹⁹
²⁵⁴ Cf	1,01•10 ⁻²⁰	1,73•10 ⁻²¹	9,83•10 ⁻²⁰	1,95•10 ⁻²⁰
³⁶ Cl	1,66•10 ⁻¹⁶	1,12•10 ⁻¹⁷	1,47•10 ⁻¹⁴	1,06•10 ⁻¹⁵
³⁸ Cl	7,58•10 ⁻¹⁴	1,43•10 ⁻¹⁵	1,94•10 ⁻¹³	1,40•10 ⁻¹⁴
³⁹ Cl	6,9•10 ⁻¹⁴	1,41•10 ⁻¹⁵	1,36•10 ⁻¹³	1,10•10 ⁻¹⁴
²³⁸ Cm	2,85•10 ⁻¹⁵	6,56•10 ⁻¹⁷	3,94•10 ⁻¹⁵	1,10•10 ⁻¹⁶
²⁴⁰ Cm	4,17•10 ⁻¹⁸	7,69•10 ⁻¹⁹	4,68•10 ⁻¹⁷	1,03•10 ⁻¹⁷
²⁴¹ Cm	2,11•10 ⁻¹⁴	4,65•10 ⁻¹⁶	3,14•10 ⁻¹⁴	7,52•10 ⁻¹⁶
²⁴² Cm	4,02•10 ⁻¹⁸	7,02•10 ⁻¹⁹	4,29•10 ⁻¹⁷	9,38•10 ⁻¹⁸
²⁴³ Cm	5,3•10 ⁻¹⁵	1,18•10 ⁻¹⁶	9,79•10 ⁻¹⁵	1,90•10 ⁻¹⁶
²⁴⁴ Cm	3,4•10 ⁻¹⁸	6,44•10 ⁻¹⁹	3,91•10 ⁻¹⁷	8,70•10 ⁻¹⁸
²⁴⁵ Cm	3,49•10 ⁻¹⁵	8,05•10 ⁻¹⁷	5,36•10 ⁻¹⁵	1,46•10 ⁻¹⁶
²⁴⁶ Cm	3,1•10 ⁻¹⁸	5,76•10 ⁻¹⁹	3,49•10 ⁻¹⁷	7,74•10 ⁻¹⁸
²⁴⁷ Cm	1,38•10 ⁻¹⁴	2,99•10 ⁻¹⁶	1,79•10 ⁻¹⁴	3,79•10 ⁻¹⁶
²⁴⁸ Cm	2,35•10 ⁻¹⁸	4,4•10 ⁻¹⁹	2,67•10 ⁻¹⁷	5,92•10 ⁻¹⁸
²⁴⁹ Cm	1,02•10 ⁻¹⁵	3,32•10 ⁻¹⁷	1,59•10 ⁻¹⁴	1,47•10 ⁻¹⁵
⁵⁵ Co	9,16•10 ⁻¹⁴	1,93•10 ⁻¹⁵	1,39•10 ⁻¹³	6,99•10 ⁻¹⁵
⁵⁶ Co	1,73•10 ⁻¹³	3,23•10 ⁻¹⁵	2,13•10 ⁻¹³	5,22•10 ⁻¹⁵
⁵⁷ Co	4,97•10 ⁻¹⁵	1,08•10 ⁻¹⁶	6,63•10 ⁻¹⁵	1,38•10 ⁻¹⁶
⁵⁸ Co	4,44•10 ⁻¹⁴	9,25•10 ⁻¹⁶	5,58•10 ⁻¹⁴	1,14•10 ⁻¹⁵
^{58m} Co	6,06•10 ⁻²⁰	6,65•10 ⁻²¹	3,05•10 ⁻¹⁹	3,24•10 ⁻²⁰
⁶⁰ Co	1,19•10 ⁻¹³	2,3•10 ⁻¹⁵	1,45•10 ⁻¹³	2,76•10 ⁻¹⁵
^{60m} Co	2•10 ⁻¹⁶	4,38•10 ⁻¹⁸	3,46•10 ⁻¹⁶	2,22•10 ⁻¹⁷
⁶¹ Co	3,74•10 ⁻¹⁵	1,29•10 ⁻¹⁶	3,24•10 ⁻¹⁴	4,69•10 ⁻¹⁵
^{62m} Co	1,3•10 ⁻¹³	2,58•10 ⁻¹⁵	2,25•10 ⁻¹³	1,43•10 ⁻¹⁴
⁴⁸ Cr	1,87•10 ⁻¹⁴	4,04•10 ⁻¹⁶	2,40•10 ⁻¹⁴	4,98•10 ⁻¹⁶
⁴⁹ Cr	4,68•10 ⁻¹⁴	1,07•10 ⁻¹⁵	9,65•10 ⁻¹⁴	8,29•10 ⁻¹⁵

*Методическое пособие по вопросам регулирования выбросов
и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду*

Радионуклид	$R_{обл}^r$,	$R_{пов}^r$,	$R_{обл}^{r,кожа}$,	$R_{пов}^{r,кожа}$,
	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$
⁵¹ Cr	$1,38 \cdot 10^{-15}$	$2,97 \cdot 10^{-17}$	$1,75 \cdot 10^{-15}$	$3,68 \cdot 10^{-17}$
¹²⁵ Cs	$3,01 \cdot 10^{-14}$	$6,85 \cdot 10^{-16}$	$5,97 \cdot 10^{-14}$	$4,88 \cdot 10^{-15}$
¹²⁶ Cs	$4,96 \cdot 10^{-14}$	$1,18 \cdot 10^{-15}$	$1,62 \cdot 10^{-13}$	$1,48 \cdot 10^{-14}$
¹²⁷ Cs	$1,78 \cdot 10^{-14}$	$3,95 \cdot 10^{-16}$	$2,38 \cdot 10^{-14}$	$6,13 \cdot 10^{-16}$
¹²⁸ Cs	$4,06 \cdot 10^{-14}$	$9,54 \cdot 10^{-16}$	$1,07 \cdot 10^{-13}$	$1,02 \cdot 10^{-14}$
¹²⁹ Cs	$1,13 \cdot 10^{-14}$	$2,62 \cdot 10^{-16}$	$1,52 \cdot 10^{-14}$	$3,75 \cdot 10^{-16}$
¹³⁰ Cs	$2,3 \cdot 10^{-14}$	$5,41 \cdot 10^{-16}$	$5,48 \cdot 10^{-14}$	$5,43 \cdot 10^{-15}$
¹³¹ Cs	$2,38 \cdot 10^{-16}$	$1,79 \cdot 10^{-17}$	$7,84 \cdot 10^{-16}$	$5,56 \cdot 10^{-17}$
¹³² Cs	$3,11 \cdot 10^{-14}$	$6,69 \cdot 10^{-16}$	$3,92 \cdot 10^{-14}$	$9,10 \cdot 10^{-16}$
¹³⁴ Cs	$7,06 \cdot 10^{-14}$	$1,48 \cdot 10^{-15}$	$9,45 \cdot 10^{-14}$	$2,17 \cdot 10^{-15}$
^{134m} Cs	$7,95 \cdot 10^{-16}$	$2,25 \cdot 10^{-17}$	$2,88 \cdot 10^{-15}$	$4,14 \cdot 10^{-17}$
¹³⁵ Cs	$9,5 \cdot 10^{-18}$	$2,69 \cdot 10^{-20}$	$9,06 \cdot 10^{-16}$	$1,27 \cdot 10^{-19}$
^{135m} Cs	$7,25 \cdot 10^{-14}$	$1,51 \cdot 10^{-15}$	$9,10 \cdot 10^{-14}$	$2,37 \cdot 10^{-15}$
¹³⁶ Cs	$9,94 \cdot 10^{-14}$	$2,03 \cdot 10^{-15}$	$1,25 \cdot 10^{-13}$	$2,54 \cdot 10^{-15}$
¹³⁷ Cs	$9,28 \cdot 10^{-17}$	$2,99 \cdot 10^{-18}$	$8,63 \cdot 10^{-15}$	$2,75 \cdot 10^{-16}$
¹³⁸ Cs	$1,15 \cdot 10^{-13}$	$2,26 \cdot 10^{-15}$	$2,17 \cdot 10^{-13}$	$1,52 \cdot 10^{-14}$
⁶⁰ Cu	$1,87 \cdot 10^{-13}$	$3,64 \cdot 10^{-15}$	$2,82 \cdot 10^{-13}$	$1,44 \cdot 10^{-14}$
⁶¹ Cu	$3,72 \cdot 10^{-14}$	$8,21 \cdot 10^{-16}$	$6,50 \cdot 10^{-14}$	$4,15 \cdot 10^{-15}$
⁶² Cu	$4,6 \cdot 10^{-14}$	$1,11 \cdot 10^{-15}$	$1,44 \cdot 10^{-13}$	$1,48 \cdot 10^{-14}$
⁶⁴ Cu	$8,5 \cdot 10^{-15}$	$1,83 \cdot 10^{-16}$	$1,64 \cdot 10^{-14}$	$3,93 \cdot 10^{-16}$
⁶⁶ Cu	$4,89 \cdot 10^{-15}$	$2,03 \cdot 10^{-16}$	$7,69 \cdot 10^{-14}$	$1,19 \cdot 10^{-14}$
⁶⁷ Cu	$4,9 \cdot 10^{-15}$	$1,05 \cdot 10^{-16}$	$1,18 \cdot 10^{-14}$	$1,61 \cdot 10^{-16}$
¹⁵⁵ Dy	$2,56 \cdot 10^{-14}$	$5,38 \cdot 10^{-16}$	$3,27 \cdot 10^{-14}$	$7,27 \cdot 10^{-16}$
¹⁵⁷ Dy	$1,48 \cdot 10^{-14}$	$3,33 \cdot 10^{-16}$	$1,94 \cdot 10^{-14}$	$4,29 \cdot 10^{-16}$
¹⁵⁹ Dy	$9,93 \cdot 10^{-16}$	$3,87 \cdot 10^{-17}$	$1,89 \cdot 10^{-15}$	$6,59 \cdot 10^{-17}$
¹⁶⁵ Dy	$1,35 \cdot 10^{-15}$	$6,91 \cdot 10^{-17}$	$2,82 \cdot 10^{-14}$	$4,41 \cdot 10^{-15}$
¹⁶⁶ Dy	$1,21 \cdot 10^{-15}$	$3,51 \cdot 10^{-17}$	$5,79 \cdot 10^{-15}$	$5,18 \cdot 10^{-17}$
¹⁶¹ Er	$4,11 \cdot 10^{-14}$	$8,55 \cdot 10^{-16}$	$5,23 \cdot 10^{-14}$	$1,13 \cdot 10^{-15}$
¹⁶⁵ Er	$8,96 \cdot 10^{-16}$	$3,24 \cdot 10^{-17}$	$1,61 \cdot 10^{-15}$	$5,14 \cdot 10^{-17}$
¹⁶⁹ Er	$2,97 \cdot 10^{-17}$	$6,75 \cdot 10^{-20}$	$2,83 \cdot 10^{-15}$	$2,46 \cdot 10^{-19}$
¹⁷¹ Er	$1,64 \cdot 10^{-14}$	$3,85 \cdot 10^{-16}$	$4,22 \cdot 10^{-14}$	$3,34 \cdot 10^{-15}$
¹⁷² Er	$2,29 \cdot 10^{-14}$	$4,96 \cdot 10^{-16}$	$3,21 \cdot 10^{-14}$	$6,32 \cdot 10^{-16}$
^{250m} Es	$1,76 \cdot 10^{-14}$	$3,65 \cdot 10^{-16}$	$2,21 \cdot 10^{-14}$	$5,38 \cdot 10^{-16}$
²⁵¹ Es	$3,65 \cdot 10^{-15}$	$8,39 \cdot 10^{-17}$	$5,35 \cdot 10^{-15}$	$1,44 \cdot 10^{-16}$
²⁵³ Es	$1,6 \cdot 10^{-17}$	$6,63 \cdot 10^{-19}$	$4,55 \cdot 10^{-17}$	$4,14 \cdot 10^{-18}$
²⁵⁴ Es	$1,57 \cdot 10^{-16}$	$9,76 \cdot 10^{-18}$	$5,65 \cdot 10^{-16}$	$7,85 \cdot 10^{-17}$

**Часть I. Методические основы регулирования и мониторинга выбросов и сбросов.
Нормирование выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду**

Радионуклид	$R_{обл}^r$,	$R_{пов}^r$,	$R_{обл}^{r,кожа}$,	$R_{пов}^{r,кожа}$,
	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$
^{254m}Es	$2,11 \cdot 10^{-14}$	$4,58 \cdot 10^{-16}$	$3,76 \cdot 10^{-14}$	$1,77 \cdot 10^{-15}$
^{145}Eu	$6,78 \cdot 10^{-14}$	$1,34 \cdot 10^{-15}$	$8,33 \cdot 10^{-14}$	$1,87 \cdot 10^{-15}$
^{146}Eu	$1,15 \cdot 10^{-13}$	$2,35 \cdot 10^{-15}$	$1,43 \cdot 10^{-13}$	$3,34 \cdot 10^{-15}$
^{147}Eu	$2,14 \cdot 10^{-14}$	$4,62 \cdot 10^{-16}$	$2,77 \cdot 10^{-14}$	$6,17 \cdot 10^{-16}$
^{148}Eu	$9,83 \cdot 10^{-14}$	$2,06 \cdot 10^{-15}$	$1,22 \cdot 10^{-13}$	$2,67 \cdot 10^{-15}$
^{149}Eu	$1,95 \cdot 10^{-15}$	$5,66 \cdot 10^{-17}$	$3,09 \cdot 10^{-15}$	$9,07 \cdot 10^{-17}$
^{150m}Eu	$2,22 \cdot 10^{-15}$	$6,78 \cdot 10^{-17}$	$2,05 \cdot 10^{-14}$	$2,40 \cdot 10^{-15}$
^{150}Eu	$6,64 \cdot 10^{-14}$	$1,42 \cdot 10^{-15}$	$8,50 \cdot 10^{-14}$	$2,00 \cdot 10^{-15}$
^{152}Eu	$5,28 \cdot 10^{-14}$	$1,08 \cdot 10^{-15}$	$6,9 \cdot 10^{-14}$	$1,75 \cdot 10^{-15}$
^{152m}Eu	$1,36 \cdot 10^{-14}$	$3,35 \cdot 10^{-16}$	$4,85 \cdot 10^{-14}$	$6,11 \cdot 10^{-15}$
^{154}Eu	$5,75 \cdot 10^{-14}$	$1,17 \cdot 10^{-15}$	$8,29 \cdot 10^{-14}$	$2,91 \cdot 10^{-15}$
^{155}Eu	$2,14 \cdot 10^{-15}$	$5,35 \cdot 10^{-17}$	$3,39 \cdot 10^{-15}$	$7,04 \cdot 10^{-17}$
^{156}Eu	$6,38 \cdot 10^{-14}$	$1,24 \cdot 10^{-15}$	$9,98 \cdot 10^{-14}$	$5,05 \cdot 10^{-15}$
^{157}Eu	$1,09 \cdot 10^{-14}$	$2,76 \cdot 10^{-16}$	$3,57 \cdot 10^{-14}$	$3,35 \cdot 10^{-15}$
^{158}Eu	$5 \cdot 10^{-14}$	$1,08 \cdot 10^{-15}$	$1,21 \cdot 10^{-13}$	$1,10 \cdot 10^{-14}$
^{18}F	$4,56 \cdot 10^{-14}$	$9,82 \cdot 10^{-16}$	$6,94 \cdot 10^{-14}$	$1,65 \cdot 10^{-15}$
^{52}Fe	$3,27 \cdot 10^{-14}$	$7,11 \cdot 10^{-16}$	$5,17 \cdot 10^{-14}$	$1,87 \cdot 10^{-15}$
^{59}Fe	$5,62 \cdot 10^{-14}$	$1,1 \cdot 10^{-15}$	$7,13 \cdot 10^{-14}$	$1,34 \cdot 10^{-15}$
^{60}Fe	$1,79 \cdot 10^{-18}$	$1,17 \cdot 10^{-20}$	$1,64 \cdot 10^{-16}$	$7,20 \cdot 10^{-20}$
^{252}Fm	$3,45 \cdot 10^{-18}$	$5,41 \cdot 10^{-19}$	$2,95 \cdot 10^{-17}$	$5,32 \cdot 10^{-18}$
^{253}Fm	$3,12 \cdot 10^{-15}$	$7,14 \cdot 10^{-17}$	$4,55 \cdot 10^{-15}$	$1,18 \cdot 10^{-16}$
^{254}Fm	$4,76 \cdot 10^{-18}$	$5,99 \cdot 10^{-19}$	$3,43 \cdot 10^{-17}$	$5,66 \cdot 10^{-18}$
^{255}Fm	$8,82 \cdot 10^{-17}$	$6,29 \cdot 10^{-18}$	$3,95 \cdot 10^{-16}$	$6,07 \cdot 10^{-17}$
^{257}Fm	$4,15 \cdot 10^{-15}$	$9,5 \cdot 10^{-17}$	$7,18 \cdot 10^{-15}$	$1,65 \cdot 10^{-16}$
^{219}Fr	$1,53 \cdot 10^{-16}$	$3,3 \cdot 10^{-18}$	$2,04 \cdot 10^{-16}$	$4,34 \cdot 10^{-18}$
^{220}Fr	$4,4 \cdot 10^{-16}$	$9,87 \cdot 10^{-18}$	$8,53 \cdot 10^{-16}$	$2,11 \cdot 10^{-17}$
^{221}Fr	$1,32 \cdot 10^{-15}$	$2,84 \cdot 10^{-17}$	$2,02 \cdot 10^{-15}$	$3,67 \cdot 10^{-17}$
^{222}Fr	$5,79 \cdot 10^{-16}$	$8,74 \cdot 10^{-17}$	$4,76 \cdot 10^{-14}$	$8,43 \cdot 10^{-15}$
^{223}Fr	$2,2 \cdot 10^{-15}$	$7,76 \cdot 10^{-17}$	$2,30 \cdot 10^{-14}$	$2,72 \cdot 10^{-15}$
^{65}Ga	$5,28 \cdot 10^{-14}$	$1,21 \cdot 10^{-15}$	$1,19 \cdot 10^{-13}$	$1,09 \cdot 10^{-14}$
^{66}Ga	$1,23 \cdot 10^{-13}$	$2,25 \cdot 10^{-15}$	$2,11 \cdot 10^{-13}$	$1,09 \cdot 10^{-14}$
^{67}Ga	$6,49 \cdot 10^{-15}$	$1,41 \cdot 10^{-16}$	$8,50 \cdot 10^{-15}$	$1,74 \cdot 10^{-16}$
^{68}Ga	$4,29 \cdot 10^{-14}$	$9,99 \cdot 10^{-16}$	$1,01 \cdot 10^{-13}$	$1,00 \cdot 10^{-14}$
^{70}Ga	$8,4 \cdot 10^{-16}$	$8,48 \cdot 10^{-17}$	$4,17 \cdot 10^{-14}$	$7,55 \cdot 10^{-15}$
^{72}Ga	$1,31 \cdot 10^{-13}$	$2,48 \cdot 10^{-15}$	$1,86 \cdot 10^{-13}$	$7,19 \cdot 10^{-15}$
^{73}Ga	$1,39 \cdot 10^{-14}$	$3,35 \cdot 10^{-16}$	$4,37 \cdot 10^{-14}$	$4,64 \cdot 10^{-15}$

**Методическое пособие по вопросам регулирования выбросов
и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду**

Радионуклид	$R_{обл}^r$,	$R_{пов}^r$,	$R_{обл}^{r,кожа}$,	$R_{пов}^{r,кожа}$,
	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$
¹⁴⁵ Gd	1,09•10 ⁻¹³	2,09•10 ⁻¹⁵	1,66•10 ⁻¹³	8,38•10 ⁻¹⁵
¹⁴⁶ Gd	8,61•10 ⁻¹⁵	2,22•10 ⁻¹⁶	1,33•10 ⁻¹⁴	3,14•10 ⁻¹⁶
¹⁴⁷ Gd	5,98•10 ⁻¹⁴	1,25•10 ⁻¹⁵	7,67•10 ⁻¹⁴	1,62•10 ⁻¹⁵
¹⁴⁹ Gd	1,75•10 ⁻¹⁴	3,92•10 ⁻¹⁶	2,42•10 ⁻¹⁴	5,19•10 ⁻¹⁶
¹⁵¹ Gd	1,88•10 ⁻¹⁵	5,57•10 ⁻¹⁷	3,25•10 ⁻¹⁵	8,96•10 ⁻¹⁷
¹⁵³ Gd	3,11•10 ⁻¹⁵	9,22•10 ⁻¹⁷	5,00•10 ⁻¹⁵	1,41•10 ⁻¹⁶
¹⁵⁹ Gd	2,16•10 ⁻¹⁵	6,48•10 ⁻¹⁷	1,91•10 ⁻¹⁴	1,84•10 ⁻¹⁵
⁶⁶ Ge	3•10 ⁻¹⁴	6,5•10 ⁻¹⁶	4,26•10 ⁻¹⁴	1,31•10 ⁻¹⁵
⁶⁷ Ge	6,45•10 ⁻¹⁴	1,46•10 ⁻¹⁵	1,68•10 ⁻¹³	1,48•10 ⁻¹⁴
⁶⁸ Ge	1,01•10 ⁻¹⁹	4,1•10 ⁻²⁰	6,62•10 ⁻¹⁸	2,90•10 ⁻¹⁸
⁶⁹ Ge	3,99•10 ⁻¹⁴	8,39•10 ⁻¹⁶	5,96•10 ⁻¹⁴	2,82•10 ⁻¹⁵
⁷¹ Ge	1,02•10 ⁻¹⁹	4,15•10 ⁻²⁰	6,71•10 ⁻¹⁸	2,93•10 ⁻¹⁸
⁷⁵ Ge	1,78•10 ⁻¹⁵	7,2•10 ⁻¹⁷	2,71•10 ⁻¹⁴	3,94•10 ⁻¹⁵
⁷⁷ Ge	4,98•10 ⁻¹⁴	1,09•10 ⁻¹⁵	1,02•10 ⁻¹³	8,23•10 ⁻¹⁵
⁷⁸ Ge	1,23•10 ⁻¹⁴	2,67•10 ⁻¹⁶	2,75•10 ⁻¹⁴	9,56•10 ⁻¹⁶
¹⁷⁰ Hf	2,29•10 ⁻¹⁴	5,11•10 ⁻¹⁶	3,00•10 ⁻¹⁴	6,60•10 ⁻¹⁶
¹⁷² Hf	3,4•10 ⁻¹⁵	9,92•10 ⁻¹⁷	5,46•10 ⁻¹⁵	1,50•10 ⁻¹⁶
¹⁷³ Hf	1,66•10 ⁻¹⁴	3,73•10 ⁻¹⁶	2,23•10 ⁻¹⁴	4,78•10 ⁻¹⁶
¹⁷⁵ Hf	1,54•10 ⁻¹⁴	3,45•10 ⁻¹⁶	2,15•10 ⁻¹⁴	4,36•10 ⁻¹⁶
^{177m} Hf	9,67•10 ⁻¹⁴	2,1•10 ⁻¹⁵	1,39•10 ⁻¹³	2,65•10 ⁻¹⁵
^{178m} Hf	1,03•10 ⁻¹³	2,22•10 ⁻¹⁵	1,36•10 ⁻¹³	2,88•10 ⁻¹⁵
^{179m} Hf	3,84•10 ⁻¹⁴	8,42•10 ⁻¹⁶	5,26•10 ⁻¹⁴	1,06•10 ⁻¹⁵
^{180m} Hf	4,33•10 ⁻¹⁴	9,46•10 ⁻¹⁶	5,82•10 ⁻¹⁴	1,21•10 ⁻¹⁵
¹⁸¹ Hf	2,42•10 ⁻¹⁴	5,25•10 ⁻¹⁶	3,62•10 ⁻¹⁴	6,82•10 ⁻¹⁶
¹⁸² Hf	1,03•10 ⁻¹⁴	2,23•10 ⁻¹⁶	1,46•10 ⁻¹⁴	2,77•10 ⁻¹⁶
^{182m} Hf	4,08•10 ⁻¹⁴	8,78•10 ⁻¹⁶	5,82•10 ⁻¹⁴	1,37•10 ⁻¹⁵
¹⁸³ Hf	3,39•10 ⁻¹⁴	7,52•10 ⁻¹⁶	6,83•10 ⁻¹⁴	5,06•10 ⁻¹⁵
¹⁸⁴ Hf	1,04•10 ⁻¹⁴	2,46•10 ⁻¹⁶	3,12•10 ⁻¹⁴	2,17•10 ⁻¹⁵
¹⁹³ Hg	7,7•10 ⁻¹⁵	1,8•10 ⁻¹⁶	1,26•10 ⁻¹⁴	3,78•10 ⁻¹⁶
^{193m} Hg	4,69•10 ⁻¹⁴	9,66•10 ⁻¹⁶	6,21•10 ⁻¹⁴	1,34•10 ⁻¹⁵
¹⁹⁴ Hg	6,23•10 ⁻¹⁹	2,24•10 ⁻¹⁹	2,65•10 ⁻¹⁷	1,04•10 ⁻¹⁷
¹⁹⁵ Hg	8,38•10 ⁻¹⁵	1,85•10 ⁻¹⁶	1,11•10 ⁻¹⁴	2,82•10 ⁻¹⁶
^{195m} Hg	8,78•10 ⁻¹⁵	1,93•10 ⁻¹⁶	1,38•10 ⁻¹⁴	2,93•10 ⁻¹⁶
¹⁹⁷ Hg	2,26•10 ⁻¹⁵	5,79•10 ⁻¹⁷	3,35•10 ⁻¹⁵	9,10•10 ⁻¹⁷
^{197m} Hg	3,62•10 ⁻¹⁵	8,12•10 ⁻¹⁷	1,02•10 ⁻¹⁴	1,15•10 ⁻¹⁶
^{199m} Hg	7,63•10 ⁻¹⁵	1,67•10 ⁻¹⁶	2,71•10 ⁻¹⁴	2,29•10 ⁻¹⁶

**Часть I. Методические основы регулирования и мониторинга выбросов и сбросов.
Нормирование выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду**

Радионуклид	$R_{обл}^r$,	$R_{пов}^r$,	$R_{обл}^{r,кожа}$,	$R_{пов}^{r,кожа}$,
	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$
^{203}Hg	$1,04 \cdot 10^{-14}$	$2,22 \cdot 10^{-16}$	$1,56 \cdot 10^{-14}$	$2,79 \cdot 10^{-16}$
^{155}Ho	$1,65 \cdot 10^{-14}$	$3,89 \cdot 10^{-16}$	$3,46 \cdot 10^{-14}$	$2,89 \cdot 10^{-15}$
^{157}Ho	$2,04 \cdot 10^{-14}$	$4,61 \cdot 10^{-16}$	$2,90 \cdot 10^{-14}$	$8,95 \cdot 10^{-16}$
^{159}Ho	$1,43 \cdot 10^{-14}$	$3,34 \cdot 10^{-16}$	$1,98 \cdot 10^{-14}$	$4,40 \cdot 10^{-16}$
^{161}Ho	$1,4 \cdot 10^{-15}$	$5,14 \cdot 10^{-17}$	$2,59 \cdot 10^{-15}$	$9,59 \cdot 10^{-17}$
^{162}Ho	$6,7 \cdot 10^{-15}$	$1,55 \cdot 10^{-16}$	$1,01 \cdot 10^{-14}$	$4,19 \cdot 10^{-16}$
^{162m}Ho	$2,54 \cdot 10^{-14}$	$5,3 \cdot 10^{-16}$	$3,22 \cdot 10^{-14}$	$6,65 \cdot 10^{-16}$
^{164}Ho	$8,03 \cdot 10^{-16}$	$3,38 \cdot 10^{-17}$	$8,33 \cdot 10^{-15}$	$8,46 \cdot 10^{-16}$
^{164m}Ho	$1,06 \cdot 10^{-15}$	$3,9 \cdot 10^{-17}$	$1,93 \cdot 10^{-15}$	$6,35 \cdot 10^{-17}$
^{166}Ho	$1,72 \cdot 10^{-15}$	$1,05 \cdot 10^{-16}$	$4,46 \cdot 10^{-14}$	$7,71 \cdot 10^{-15}$
^{166m}Ho	$7,84 \cdot 10^{-14}$	$1,65 \cdot 10^{-15}$	$9,90 \cdot 10^{-14}$	$2,11 \cdot 10^{-15}$
^{167}Ho	$1,59 \cdot 10^{-14}$	$3,51 \cdot 10^{-16}$	$2,95 \cdot 10^{-14}$	$1,07 \cdot 10^{-15}$
^{120}I	$1,31 \cdot 10^{-13}$	$2,62 \cdot 10^{-15}$	$2,55 \cdot 10^{-13}$	$1,58 \cdot 10^{-14}$
^{120m}I	$2,49 \cdot 10^{-13}$	$5,01 \cdot 10^{-15}$	$3,86 \cdot 10^{-13}$	$1,81 \cdot 10^{-14}$
^{121}I	$1,78 \cdot 10^{-14}$	$3,96 \cdot 10^{-16}$	$2,72 \cdot 10^{-14}$	$1,16 \cdot 10^{-15}$
^{122}I	$4,31 \cdot 10^{-14}$	$1,02 \cdot 10^{-15}$	$1,25 \cdot 10^{-13}$	$1,21 \cdot 10^{-14}$
^{123}I	$6,49 \cdot 10^{-15}$	$1,53 \cdot 10^{-16}$	$9,40 \cdot 10^{-15}$	$2,33 \cdot 10^{-16}$
^{124}I	$5,04 \cdot 10^{-14}$	$1,04 \cdot 10^{-15}$	$7,39 \cdot 10^{-14}$	$3,50 \cdot 10^{-15}$
^{125}I	$3,73 \cdot 10^{-16}$	$3,14 \cdot 10^{-17}$	$1,39 \cdot 10^{-15}$	$1,13 \cdot 10^{-16}$
^{126}I	$2,01 \cdot 10^{-14}$	$4,42 \cdot 10^{-16}$	$3,37 \cdot 10^{-14}$	$1,61 \cdot 10^{-15}$
^{128}I	$4,33 \cdot 10^{-15}$	$1,71 \cdot 10^{-16}$	$5,38 \cdot 10^{-14}$	$8,78 \cdot 10^{-15}$
^{129}I	$2,81 \cdot 10^{-16}$	$1,95 \cdot 10^{-17}$	$1,10 \cdot 10^{-15}$	$5,80 \cdot 10^{-17}$
^{130}I	$9,67 \cdot 10^{-14}$	$2,05 \cdot 10^{-15}$	$1,36 \cdot 10^{-13}$	$4,29 \cdot 10^{-15}$
^{131}I	$1,69 \cdot 10^{-14}$	$3,64 \cdot 10^{-16}$	$2,98 \cdot 10^{-14}$	$6,43 \cdot 10^{-16}$
^{132}I	$1,05 \cdot 10^{-13}$	$2,2 \cdot 10^{-15}$	$1,58 \cdot 10^{-13}$	$7,54 \cdot 10^{-15}$
^{132m}I	$1,42 \cdot 10^{-14}$	$3,11 \cdot 10^{-16}$	$2,22 \cdot 10^{-14}$	$1,06 \cdot 10^{-15}$
^{133}I	$2,76 \cdot 10^{-14}$	$6,17 \cdot 10^{-16}$	$5,83 \cdot 10^{-14}$	$4,55 \cdot 10^{-15}$
^{134}I	$1,22 \cdot 10^{-13}$	$2,53 \cdot 10^{-15}$	$1,87 \cdot 10^{-13}$	$9,85 \cdot 10^{-15}$
^{135}I	$7,54 \cdot 10^{-14}$	$1,47 \cdot 10^{-15}$	$1,11 \cdot 10^{-13}$	$4,83 \cdot 10^{-15}$
^{109}In	$2,98 \cdot 10^{-14}$	$6,24 \cdot 10^{-16}$	$3,91 \cdot 10^{-14}$	$9,62 \cdot 10^{-16}$
^{110m}In	$7,15 \cdot 10^{-14}$	$1,53 \cdot 10^{-15}$	$1,29 \cdot 10^{-13}$	$9,11 \cdot 10^{-15}$
^{110}In	$1,39 \cdot 10^{-13}$	$2,88 \cdot 10^{-15}$	$1,71 \cdot 10^{-13}$	$3,64 \cdot 10^{-15}$
^{111}In	$1,68 \cdot 10^{-14}$	$3,68 \cdot 10^{-16}$	$2,29 \cdot 10^{-14}$	$5,09 \cdot 10^{-16}$
^{112}In	$1,19 \cdot 10^{-14}$	$2,74 \cdot 10^{-16}$	$2,88 \cdot 10^{-14}$	$2,29 \cdot 10^{-15}$
^{113m}In	$1,12 \cdot 10^{-14}$	$2,43 \cdot 10^{-16}$	$2,18 \cdot 10^{-14}$	$3,29 \cdot 10^{-16}$
^{114}In	$1,59 \cdot 10^{-16}$	$2,76 \cdot 10^{-18}$	$2,95 \cdot 10^{-15}$	$1,86 \cdot 10^{-17}$

*Методическое пособие по вопросам регулирования выбросов
и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду*

Радионуклид	$R_{обл}^r$,	$R_{пов}^r$,	$R_{обл}^{г,кожа}$,	$R_{пов}^{г,кожа}$,
	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$
^{114m}In	$3,89 \cdot 10^{-15}$	$8,63 \cdot 10^{-17}$	$1,05 \cdot 10^{-14}$	$1,31 \cdot 10^{-16}$
^{115}In	$6,55 \cdot 10^{-17}$	$3,57 \cdot 10^{-19}$	$6,18 \cdot 10^{-15}$	$2,07 \cdot 10^{-17}$
^{115m}In	$6,86 \cdot 10^{-15}$	$1,51 \cdot 10^{-16}$	$1,81 \cdot 10^{-14}$	$2,73 \cdot 10^{-16}$
^{116m}In	$1,18 \cdot 10^{-13}$	$2,28 \cdot 10^{-15}$	$1,58 \cdot 10^{-13}$	$4,69 \cdot 10^{-15}$
^{117}In	$3,06 \cdot 10^{-14}$	$6,64 \cdot 10^{-16}$	$5,16 \cdot 10^{-14}$	$1,65 \cdot 10^{-15}$
^{117m}In	$4,07 \cdot 10^{-15}$	$1,25 \cdot 10^{-16}$	$3,17 \cdot 10^{-14}$	$4,16 \cdot 10^{-15}$
^{119}In	$3,53 \cdot 10^{-14}$	$8,02 \cdot 10^{-16}$	$8,20 \cdot 10^{-14}$	$7,92 \cdot 10^{-15}$
^{119m}In	$1,26 \cdot 10^{-15}$	$1,3 \cdot 10^{-16}$	$7,11 \cdot 10^{-14}$	$1,15 \cdot 10^{-14}$
^{182}Ir	$6,07 \cdot 10^{-14}$	$1,34 \cdot 10^{-15}$	$1,35 \cdot 10^{-13}$	$9,34 \cdot 10^{-15}$
^{184}Ir	$8,75 \cdot 10^{-14}$	$1,78 \cdot 10^{-15}$	$1,21 \cdot 10^{-13}$	$3,99 \cdot 10^{-15}$
^{185}Ir	$2,74 \cdot 10^{-14}$	$5,33 \cdot 10^{-16}$	$3,52 \cdot 10^{-14}$	$8,40 \cdot 10^{-16}$
^{186}Ir	$7,51 \cdot 10^{-14}$	$1,51 \cdot 10^{-15}$	$9,55 \cdot 10^{-14}$	$2,10 \cdot 10^{-15}$
^{186m}Ir	$4,33 \cdot 10^{-14}$	$9,16 \cdot 10^{-16}$	$6,41 \cdot 10^{-14}$	$2,76 \cdot 10^{-15}$
^{187}Ir	$1,54 \cdot 10^{-14}$	$3,37 \cdot 10^{-16}$	$2,03 \cdot 10^{-14}$	$4,93 \cdot 10^{-16}$
^{188}Ir	$7,52 \cdot 10^{-14}$	$1,42 \cdot 10^{-15}$	$9,18 \cdot 10^{-14}$	$1,84 \cdot 10^{-15}$
^{189}Ir	$2,77 \cdot 10^{-15}$	$6,99 \cdot 10^{-17}$	$4,14 \cdot 10^{-15}$	$1,03 \cdot 10^{-16}$
^{190}Ir	$6,32 \cdot 10^{-14}$	$1,36 \cdot 10^{-15}$	$8,24 \cdot 10^{-14}$	$1,80 \cdot 10^{-15}$
^{190m}Ir	$1,38 \cdot 10^{-19}$	$5,32 \cdot 10^{-20}$	$7,52 \cdot 10^{-18}$	$3,14 \cdot 10^{-18}$
^{190n}Ir	$6,81 \cdot 10^{-14}$	$1,47 \cdot 10^{-15}$	$8,89 \cdot 10^{-14}$	$1,97 \cdot 10^{-15}$
^{191m}Ir	$2,62 \cdot 10^{-15}$	$6,33 \cdot 10^{-17}$	$4,07 \cdot 10^{-15}$	$9,31 \cdot 10^{-17}$
^{192n}Ir	$3,61 \cdot 10^{-14}$	$7,77 \cdot 10^{-16}$	$5,53 \cdot 10^{-14}$	$1,21 \cdot 10^{-15}$
^{192m}Ir	$6,84 \cdot 10^{-15}$	$1,47 \cdot 10^{-16}$	$8,81 \cdot 10^{-15}$	$1,80 \cdot 10^{-16}$
^{194}Ir	$4,73 \cdot 10^{-15}$	$1,81 \cdot 10^{-16}$	$5,85 \cdot 10^{-14}$	$9,33 \cdot 10^{-15}$
^{194m}Ir	$1,04 \cdot 10^{-13}$	$2,23 \cdot 10^{-15}$	$1,34 \cdot 10^{-13}$	$2,95 \cdot 10^{-15}$
^{195}Ir	$2,17 \cdot 10^{-15}$	$7,37 \cdot 10^{-17}$	$2,19 \cdot 10^{-14}$	$2,44 \cdot 10^{-15}$
^{195m}Ir	$1,78 \cdot 10^{-14}$	$3,98 \cdot 10^{-16}$	$3,53 \cdot 10^{-14}$	$1,43 \cdot 10^{-15}$
^{38}K	$1,56 \cdot 10^{-13}$	$2,97 \cdot 10^{-15}$	$2,66 \cdot 10^{-13}$	$1,65 \cdot 10^{-14}$
^{40}K	$7,92 \cdot 10^{-15}$	$2,04 \cdot 10^{-16}$	$4,20 \cdot 10^{-14}$	$6,25 \cdot 10^{-15}$
^{42}K	$1,48 \cdot 10^{-14}$	$3,98 \cdot 10^{-16}$	$1,15 \cdot 10^{-13}$	$1,41 \cdot 10^{-14}$
^{43}K	$4,35 \cdot 10^{-14}$	$9,41 \cdot 10^{-16}$	$7,11 \cdot 10^{-14}$	$2,88 \cdot 10^{-15}$
^{44}K	$1,14 \cdot 10^{-13}$	$2,12 \cdot 10^{-15}$	$2,35 \cdot 10^{-13}$	$1,51 \cdot 10^{-14}$
^{45}K	$9,2 \cdot 10^{-14}$	$1,76 \cdot 10^{-15}$	$1,74 \cdot 10^{-13}$	$1,30 \cdot 10^{-14}$
^{74}Kr	$5,2 \cdot 10^{-14}$	$1,2 \cdot 10^{-15}$	$1,16 \cdot 10^{-13}$	$1,07 \cdot 10^{-14}$
^{76}Kr	$1,86 \cdot 10^{-14}$	$4,03 \cdot 10^{-16}$	$2,37 \cdot 10^{-14}$	$5,50 \cdot 10^{-16}$
^{77}Kr	$4,51 \cdot 10^{-14}$	$1,04 \cdot 10^{-15}$	$9,74 \cdot 10^{-14}$	$8,78 \cdot 10^{-15}$
^{79}Kr	$1,12 \cdot 10^{-14}$	$2,39 \cdot 10^{-16}$	$1,50 \cdot 10^{-14}$	$3,60 \cdot 10^{-16}$

**Часть I. Методические основы регулирования и мониторинга выбросов и сбросов.
Нормирование выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду**

Радионуклид	$R_{обл}^r$,	$R_{пов}^r$,	$R_{обл}^{r,кожа}$,	$R_{пов}^{r,кожа}$,
	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$
^{81}Kr	$2,44 \cdot 10^{-16}$	$5,99 \cdot 10^{-18}$	$4,04 \cdot 10^{-16}$	$4,39 \cdot 10^{-17}$
^{81m}Kr	$5,56 \cdot 10^{-15}$	$1,18 \cdot 10^{-16}$	$9,42 \cdot 10^{-15}$	$1,60 \cdot 10^{-16}$
^{83m}Kr	$1,2 \cdot 10^{-18}$	$3,57 \cdot 10^{-19}$	$3,56 \cdot 10^{-17}$	$1,29 \cdot 10^{-17}$
^{85}Kr	$2,4 \cdot 10^{-16}$	$1,05 \cdot 10^{-17}$	$1,32 \cdot 10^{-14}$	$8,00 \cdot 10^{-16}$
^{85m}Kr	$6,87 \cdot 10^{-15}$	$1,57 \cdot 10^{-16}$	$2,24 \cdot 10^{-14}$	$1,36 \cdot 10^{-15}$
^{87}Kr	$3,97 \cdot 10^{-14}$	$8,4 \cdot 10^{-16}$	$1,37 \cdot 10^{-13}$	$1,35 \cdot 10^{-14}$
^{88}Kr	$9,71 \cdot 10^{-14}$	$1,73 \cdot 10^{-15}$	$1,35 \cdot 10^{-13}$	$4,43 \cdot 10^{-15}$
^{131}La	$2,91 \cdot 10^{-14}$	$6,55 \cdot 10^{-16}$	$4,87 \cdot 10^{-14}$	$2,96 \cdot 10^{-15}$
^{132}La	$9,41 \cdot 10^{-14}$	$1,9 \cdot 10^{-15}$	$1,49 \cdot 10^{-13}$	$7,53 \cdot 10^{-15}$
^{134}La	$3,15 \cdot 10^{-14}$	$7,5 \cdot 10^{-16}$	$8,88 \cdot 10^{-14}$	$8,96 \cdot 10^{-15}$
^{135}La	$7,75 \cdot 10^{-16}$	$3,04 \cdot 10^{-17}$	$1,49 \cdot 10^{-15}$	$6,89 \cdot 10^{-17}$
^{137}La	$3 \cdot 10^{-16}$	$1,96 \cdot 10^{-17}$	$8,68 \cdot 10^{-16}$	$5,34 \cdot 10^{-17}$
^{138}La	$5,84 \cdot 10^{-14}$	$1,13 \cdot 10^{-15}$	$7,09 \cdot 10^{-14}$	$1,39 \cdot 10^{-15}$
^{140}La	$1,11 \cdot 10^{-13}$	$2,16 \cdot 10^{-15}$	$1,66 \cdot 10^{-13}$	$8,24 \cdot 10^{-15}$
^{141}La	$2,88 \cdot 10^{-15}$	$1,52 \cdot 10^{-16}$	$6,58 \cdot 10^{-14}$	$1,08 \cdot 10^{-14}$
^{142}La	$1,37 \cdot 10^{-13}$	$2,49 \cdot 10^{-15}$	$2,16 \cdot 10^{-13}$	$1,17 \cdot 10^{-14}$
^{143}La	$5,78 \cdot 10^{-15}$	$2,27 \cdot 10^{-16}$	$9,64 \cdot 10^{-14}$	$1,34 \cdot 10^{-14}$
^{169}Lu	$4,75 \cdot 10^{-14}$	$9,56 \cdot 10^{-16}$	$5,90 \cdot 10^{-14}$	$1,30 \cdot 10^{-15}$
^{170}Lu	$1,21 \cdot 10^{-13}$	$2,19 \cdot 10^{-15}$	$1,46 \cdot 10^{-13}$	$3,08 \cdot 10^{-15}$
^{171}Lu	$3 \cdot 10^{-14}$	$6,54 \cdot 10^{-16}$	$3,80 \cdot 10^{-14}$	$8,55 \cdot 10^{-16}$
^{172}Lu	$8,64 \cdot 10^{-14}$	$1,76 \cdot 10^{-15}$	$1,07 \cdot 10^{-13}$	$2,31 \cdot 10^{-15}$
^{173}Lu	$4,42 \cdot 10^{-15}$	$1,16 \cdot 10^{-16}$	$6,45 \cdot 10^{-15}$	$1,57 \cdot 10^{-16}$
^{174}Lu	$4,94 \cdot 10^{-15}$	$1,12 \cdot 10^{-16}$	$6,53 \cdot 10^{-15}$	$1,45 \cdot 10^{-16}$
^{174m}Lu	$1,84 \cdot 10^{-15}$	$5,33 \cdot 10^{-17}$	$2,89 \cdot 10^{-15}$	$7,71 \cdot 10^{-17}$
^{176}Lu	$2,11 \cdot 10^{-14}$	$4,57 \cdot 10^{-16}$	$3,74 \cdot 10^{-14}$	$7,15 \cdot 10^{-16}$
^{176m}Lu	$7,65 \cdot 10^{-16}$	$5,6 \cdot 10^{-17}$	$2,72 \cdot 10^{-14}$	$4,30 \cdot 10^{-15}$
^{177}Lu	$1,5 \cdot 10^{-15}$	$3,21 \cdot 10^{-17}$	$7,13 \cdot 10^{-15}$	$5,64 \cdot 10^{-17}$
^{177m}Lu	$4,24 \cdot 10^{-14}$	$9,31 \cdot 10^{-16}$	$5,89 \cdot 10^{-14}$	$1,16 \cdot 10^{-15}$
^{178}Lu	$7,12 \cdot 10^{-15}$	$2,15 \cdot 10^{-16}$	$5,68 \cdot 10^{-14}$	$8,63 \cdot 10^{-15}$
^{178m}Lu	$4,8 \cdot 10^{-14}$	$1,08 \cdot 10^{-15}$	$9,06 \cdot 10^{-14}$	$5,51 \cdot 10^{-15}$
^{179}Lu	$1,66 \cdot 10^{-15}$	$7,67 \cdot 10^{-17}$	$2,99 \cdot 10^{-14}$	$4,72 \cdot 10^{-15}$
^{257}Md	$4,52 \cdot 10^{-15}$	$1,01 \cdot 10^{-16}$	$6,20 \cdot 10^{-15}$	$1,54 \cdot 10^{-16}$
^{258}Md	$3,89 \cdot 10^{-17}$	$3,32 \cdot 10^{-18}$	$1,82 \cdot 10^{-16}$	$2,55 \cdot 10^{-17}$
^{28}Mg	$6,38 \cdot 10^{-14}$	$1,26 \cdot 10^{-15}$	$8,33 \cdot 10^{-14}$	$1,58 \cdot 10^{-15}$
^{51}Mn	$4,51 \cdot 10^{-14}$	$1,07 \cdot 10^{-15}$	$1,18 \cdot 10^{-13}$	$1,22 \cdot 10^{-14}$
^{52}Mn	$1,62 \cdot 10^{-13}$	$3,22 \cdot 10^{-15}$	$1,99 \cdot 10^{-13}$	$3,95 \cdot 10^{-15}$

*Методическое пособие по вопросам регулирования выбросов
и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду*

Радионуклид	$R_{обл}^r$,	$R_{пов}^r$,	$R_{обл}^{r,кожа}$,	$R_{пов}^{r,кожа}$,
	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$
^{52m} Mn	$1,13 \cdot 10^{-13}$	$2,36 \cdot 10^{-15}$	$2,13 \cdot 10^{-13}$	$1,52 \cdot 10^{-14}$
⁵⁴ Mn	$3,83 \cdot 10^{-14}$	$7,91 \cdot 10^{-16}$	$4,67 \cdot 10^{-14}$	$9,65 \cdot 10^{-16}$
⁵⁶ Mn	$8,16 \cdot 10^{-14}$	$1,62 \cdot 10^{-15}$	$1,51 \cdot 10^{-13}$	$1,02 \cdot 10^{-14}$
¹⁰¹ Mo	$6,48 \cdot 10^{-14}$	$1,31 \cdot 10^{-15}$	$1,14 \cdot 10^{-13}$	$7,06 \cdot 10^{-15}$
⁹⁰ Mo	$3,64 \cdot 10^{-14}$	$7,78 \cdot 10^{-16}$	$5,52 \cdot 10^{-14}$	$2,20 \cdot 10^{-15}$
⁹³ Mo	$1,73 \cdot 10^{-17}$	$3,88 \cdot 10^{-18}$	$2,43 \cdot 10^{-16}$	$5,51 \cdot 10^{-17}$
^{93m} Mo	$1,06 \cdot 10^{-13}$	$2,07 \cdot 10^{-15}$	$1,32 \cdot 10^{-13}$	$2,52 \cdot 10^{-15}$
⁹⁹ Mo	$6,99 \cdot 10^{-15}$	$1,78 \cdot 10^{-16}$	$3,14 \cdot 10^{-14}$	$3,76 \cdot 10^{-15}$
¹³ N	$4,57 \cdot 10^{-14}$	$1,03 \cdot 10^{-15}$	$8,68 \cdot 10^{-14}$	$6,26 \cdot 10^{-15}$
²² Na	$1,02 \cdot 10^{-13}$	$2,05 \cdot 10^{-15}$	$1,33 \cdot 10^{-13}$	$2,60 \cdot 10^{-15}$
²⁴ Na	$2,08 \cdot 10^{-13}$	$3,59 \cdot 10^{-15}$	$2,75 \cdot 10^{-13}$	$1,03 \cdot 10^{-14}$
⁸⁸ Nb	$1,89 \cdot 10^{-13}$	$4,02 \cdot 10^{-15}$	$3,12 \cdot 10^{-13}$	$1,74 \cdot 10^{-14}$
^{89m} Nb	$8,65 \cdot 10^{-14}$	$1,94 \cdot 10^{-15}$	$1,63 \cdot 10^{-13}$	$1,20 \cdot 10^{-14}$
⁸⁹ Nb	$6,62 \cdot 10^{-14}$	$1,39 \cdot 10^{-15}$	$1,56 \cdot 10^{-13}$	$1,26 \cdot 10^{-14}$
⁹⁰ Nb	$2,05 \cdot 10^{-13}$	$3,79 \cdot 10^{-15}$	$2,66 \cdot 10^{-13}$	$8,73 \cdot 10^{-15}$
^{93m} Nb	$3,05 \cdot 10^{-18}$	$6,82 \cdot 10^{-19}$	$4,28 \cdot 10^{-17}$	$9,70 \cdot 10^{-18}$
⁹⁴ Nb	$7,2 \cdot 10^{-14}$	$1,49 \cdot 10^{-15}$	$9,52 \cdot 10^{-14}$	$1,87 \cdot 10^{-15}$
⁹⁵ Nb	$3,49 \cdot 10^{-14}$	$7,28 \cdot 10^{-16}$	$4,30 \cdot 10^{-14}$	$9,05 \cdot 10^{-16}$
^{95m} Nb	$2,74 \cdot 10^{-15}$	$5,91 \cdot 10^{-17}$	$1,12 \cdot 10^{-14}$	$1,09 \cdot 10^{-16}$
⁹⁶ Nb	$1,14 \cdot 10^{-13}$	$2,34 \cdot 10^{-15}$	$1,52 \cdot 10^{-13}$	$3,73 \cdot 10^{-15}$
⁹⁷ Nb	$2,99 \cdot 10^{-14}$	$6,75 \cdot 10^{-16}$	$6,51 \cdot 10^{-14}$	$5,56 \cdot 10^{-15}$
^{97m} Nb	$3,31 \cdot 10^{-14}$	$6,95 \cdot 10^{-16}$	$4,16 \cdot 10^{-14}$	$1,08 \cdot 10^{-15}$
^{98m} Nb	$1,14 \cdot 10^{-13}$	$2,37 \cdot 10^{-15}$	$1,96 \cdot 10^{-13}$	$1,26 \cdot 10^{-14}$
¹³⁶ Nd	$1,15 \cdot 10^{-14}$	$2,73 \cdot 10^{-16}$	$1,71 \cdot 10^{-14}$	$6,17 \cdot 10^{-16}$
¹³⁸ Nd	$1,07 \cdot 10^{-15}$	$3,75 \cdot 10^{-17}$	$1,92 \cdot 10^{-15}$	$7,17 \cdot 10^{-17}$
¹³⁹ Nd	$1,77 \cdot 10^{-14}$	$4,07 \cdot 10^{-16}$	$3,50 \cdot 10^{-14}$	$2,87 \cdot 10^{-15}$
^{139m} Nd	$7,12 \cdot 10^{-14}$	$1,48 \cdot 10^{-15}$	$9,17 \cdot 10^{-14}$	$2,40 \cdot 10^{-15}$
¹⁴¹ Nd	$2,59 \cdot 10^{-15}$	$6,84 \cdot 10^{-17}$	$4,24 \cdot 10^{-15}$	$1,58 \cdot 10^{-16}$
^{141m} Nd	$3,45 \cdot 10^{-14}$	$7,32 \cdot 10^{-16}$	$4,67 \cdot 10^{-14}$	$1,90 \cdot 10^{-15}$
¹⁴⁷ Nd	$5,72 \cdot 10^{-15}$	$1,4 \cdot 10^{-16}$	$1,95 \cdot 10^{-14}$	$1,10 \cdot 10^{-15}$
¹⁴⁹ Nd	$1,68 \cdot 10^{-14}$	$4,06 \cdot 10^{-16}$	$4,99 \cdot 10^{-14}$	$5,04 \cdot 10^{-15}$
¹⁵¹ Nd	$4,21 \cdot 10^{-14}$	$9,23 \cdot 10^{-16}$	$9,12 \cdot 10^{-14}$	$7,87 \cdot 10^{-15}$
¹⁹ Ne	$4,62 \cdot 10^{-14}$	$1,1 \cdot 10^{-15}$	$1,21 \cdot 10^{-13}$	$1,25 \cdot 10^{-14}$
⁵⁶ Ni	$7,82 \cdot 10^{-14}$	$1,62 \cdot 10^{-15}$	$9,61 \cdot 10^{-14}$	$1,97 \cdot 10^{-15}$
⁵⁷ Ni	$9,12 \cdot 10^{-14}$	$1,76 \cdot 10^{-15}$	$1,17 \cdot 10^{-13}$	$2,89 \cdot 10^{-15}$
⁶⁵ Ni	$2,67 \cdot 10^{-14}$	$5,69 \cdot 10^{-16}$	$7,18 \cdot 10^{-14}$	$7,23 \cdot 10^{-15}$

**Часть I. Методические основы регулирования и мониторинга выбросов и сбросов.
Нормирование выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду**

Радионуклид	$R_{обл}^r$,	$R_{пов}^r$,	$R_{обл}^{r,кожа}$,	$R_{пов}^{r,кожа}$,
	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$
^{66}Ni	$1,06 \cdot 10^{-17}$	$2,83 \cdot 10^{-20}$	$1,01 \cdot 10^{-15}$	$1,30 \cdot 10^{-19}$
^{232}Np	$5,38 \cdot 10^{-14}$	$1,13 \cdot 10^{-15}$	$6,94 \cdot 10^{-14}$	$1,67 \cdot 10^{-15}$
^{233}Np	$3,39 \cdot 10^{-15}$	$7,79 \cdot 10^{-17}$	$4,78 \cdot 10^{-15}$	$1,30 \cdot 10^{-16}$
^{234}Np	$6,83 \cdot 10^{-14}$	$1,31 \cdot 10^{-15}$	$8,41 \cdot 10^{-14}$	$2,03 \cdot 10^{-15}$
^{235}Np	$4,19 \cdot 10^{-17}$	$2,86 \cdot 10^{-18}$	$1,82 \cdot 10^{-16}$	$3,45 \cdot 10^{-17}$
^{236}Np	$4,74 \cdot 10^{-15}$	$1,11 \cdot 10^{-16}$	$9,17 \cdot 10^{-15}$	$2,38 \cdot 10^{-16}$
^{236m}Np	$1,92 \cdot 10^{-15}$	$4,38 \cdot 10^{-17}$	$5,76 \cdot 10^{-15}$	$1,12 \cdot 10^{-16}$
^{237}Np	$8,87 \cdot 10^{-16}$	$2,52 \cdot 10^{-17}$	$1,54 \cdot 10^{-15}$	$8,36 \cdot 10^{-17}$
^{238}Np	$2,56 \cdot 10^{-14}$	$5,34 \cdot 10^{-16}$	$4,31 \cdot 10^{-14}$	$2,47 \cdot 10^{-15}$
^{239}Np	$6,95 \cdot 10^{-15}$	$1,54 \cdot 10^{-16}$	$1,60 \cdot 10^{-14}$	$2,63 \cdot 10^{-16}$
^{240}Np	$5,88 \cdot 10^{-14}$	$1,24 \cdot 10^{-15}$	$9,15 \cdot 10^{-14}$	$3,12 \cdot 10^{-15}$
^{240m}Np	$1,55 \cdot 10^{-14}$	$3,87 \cdot 10^{-16}$	$5,93 \cdot 10^{-14}$	$7,44 \cdot 10^{-15}$
^{15}O	$4,59 \cdot 10^{-14}$	$1,07 \cdot 10^{-15}$	$1,04 \cdot 10^{-13}$	$1,00 \cdot 10^{-14}$
^{180}Os	$1,96 \cdot 10^{-15}$	$5,39 \cdot 10^{-17}$	$3,19 \cdot 10^{-15}$	$1,17 \cdot 10^{-16}$
^{181}Os	$5,52 \cdot 10^{-14}$	$1,13 \cdot 10^{-15}$	$7,03 \cdot 10^{-14}$	$1,68 \cdot 10^{-15}$
^{182}Os	$1,83 \cdot 10^{-14}$	$4,06 \cdot 10^{-16}$	$2,46 \cdot 10^{-14}$	$5,88 \cdot 10^{-16}$
^{185}Os	$3,18 \cdot 10^{-14}$	$6,81 \cdot 10^{-16}$	$4,01 \cdot 10^{-14}$	$9,50 \cdot 10^{-16}$
^{189m}Os	$1,24 \cdot 10^{-19}$	$4,83 \cdot 10^{-20}$	$7,16 \cdot 10^{-18}$	$3,05 \cdot 10^{-18}$
^{190m}Os	$7,03 \cdot 10^{-14}$	$1,51 \cdot 10^{-15}$	$9,12 \cdot 10^{-14}$	$2,01 \cdot 10^{-15}$
^{191}Os	$2,78 \cdot 10^{-15}$	$6,75 \cdot 10^{-17}$	$4,35 \cdot 10^{-15}$	$9,88 \cdot 10^{-17}$
^{191m}Os	$2,31 \cdot 10^{-16}$	$6,4 \cdot 10^{-18}$	$3,67 \cdot 10^{-16}$	$1,31 \cdot 10^{-17}$
^{193}Os	$3,29 \cdot 10^{-15}$	$9,59 \cdot 10^{-17}$	$2,44 \cdot 10^{-14}$	$2,81 \cdot 10^{-15}$
^{194}Os	$2,17 \cdot 10^{-17}$	$9,55 \cdot 10^{-19}$	$5,22 \cdot 10^{-17}$	$4,60 \cdot 10^{-18}$
^{30}P	$4,68 \cdot 10^{-14}$	$1,13 \cdot 10^{-15}$	$1,56 \cdot 10^{-13}$	$1,57 \cdot 10^{-14}$
^{32}P	$5,36 \cdot 10^{-16}$	$8,52 \cdot 10^{-17}$	$4,49 \cdot 10^{-14}$	$8,26 \cdot 10^{-15}$
^{33}P	$1,45 \cdot 10^{-17}$	$3,64 \cdot 10^{-20}$	$1,38 \cdot 10^{-15}$	$1,58 \cdot 10^{-19}$
^{227}Pa	$7,38 \cdot 10^{-16}$	$1,81 \cdot 10^{-17}$	$1,08 \cdot 10^{-15}$	$3,69 \cdot 10^{-17}$
^{228}Pa	$5,16 \cdot 10^{-14}$	$1,05 \cdot 10^{-15}$	$6,56 \cdot 10^{-14}$	$1,55 \cdot 10^{-15}$
^{230}Pa	$2,91 \cdot 10^{-14}$	$6,07 \cdot 10^{-16}$	$3,73 \cdot 10^{-14}$	$8,54 \cdot 10^{-16}$
^{231}Pa	$1,57 \cdot 10^{-15}$	$3,78 \cdot 10^{-17}$	$2,44 \cdot 10^{-15}$	$1,07 \cdot 10^{-16}$
^{232}Pa	$4,26 \cdot 10^{-14}$	$8,82 \cdot 10^{-16}$	$5,57 \cdot 10^{-14}$	$1,26 \cdot 10^{-15}$
^{233}Pa	$8,55 \cdot 10^{-15}$	$1,86 \cdot 10^{-16}$	$1,66 \cdot 10^{-14}$	$2,70 \cdot 10^{-16}$
^{234}Pa	$8,72 \cdot 10^{-14}$	$1,8 \cdot 10^{-15}$	$1,24 \cdot 10^{-13}$	$3,89 \cdot 10^{-15}$
^{234m}Pa	$1,21 \cdot 10^{-15}$	$1,08 \cdot 10^{-16}$	$5,48 \cdot 10^{-14}$	$9,39 \cdot 10^{-15}$
^{195m}Pb	$7,12 \cdot 10^{-14}$	$1,52 \cdot 10^{-15}$	$9,97 \cdot 10^{-14}$	$3,11 \cdot 10^{-15}$
^{198}Pb	$1,86 \cdot 10^{-14}$	$4,06 \cdot 10^{-16}$	$2,66 \cdot 10^{-14}$	$5,67 \cdot 10^{-16}$

*Методическое пособие по вопросам регулирования выбросов
и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду*

Радионуклид	$R_{обл}^r$,	$R_{пов}^r$,	$R_{обл}^{r,кожа}$,	$R_{пов}^{r,кожа}$,
	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$
¹⁹⁹ Pb	$6,83 \cdot 10^{-14}$	$1,36 \cdot 10^{-15}$	$8,55 \cdot 10^{-14}$	$1,79 \cdot 10^{-15}$
²⁰⁰ Pb	$8,17 \cdot 10^{-15}$	$1,86 \cdot 10^{-16}$	$1,31 \cdot 10^{-14}$	$2,65 \cdot 10^{-16}$
²⁰¹ Pb	$3,35 \cdot 10^{-14}$	$7,08 \cdot 10^{-16}$	$4,43 \cdot 10^{-14}$	$9,73 \cdot 10^{-16}$
²⁰² Pb	$4,96 \cdot 10^{-19}$	$1,91 \cdot 10^{-19}$	$2,72 \cdot 10^{-17}$	$1,14 \cdot 10^{-17}$
^{202m} Pb	$9,29 \cdot 10^{-14}$	$1,93 \cdot 10^{-15}$	$1,17 \cdot 10^{-13}$	$2,49 \cdot 10^{-15}$
²⁰³ Pb	$1,3 \cdot 10^{-14}$	$2,86 \cdot 10^{-16}$	$1,87 \cdot 10^{-14}$	$3,78 \cdot 10^{-16}$
²⁰⁵ Pb	$5,45 \cdot 10^{-19}$	$2,08 \cdot 10^{-19}$	$2,92 \cdot 10^{-17}$	$1,22 \cdot 10^{-17}$
²⁰⁹ Pb	$1 \cdot 10^{-16}$	$3,19 \cdot 10^{-18}$	$9,35 \cdot 10^{-15}$	$2,94 \cdot 10^{-16}$
²¹⁰ Pb	$4,48 \cdot 10^{-17}$	$2,13 \cdot 10^{-18}$	$1,28 \cdot 10^{-16}$	$1,98 \cdot 10^{-17}$
²¹¹ Pb	$2,59 \cdot 10^{-15}$	$9,5 \cdot 10^{-17}$	$3,06 \cdot 10^{-14}$	$4,64 \cdot 10^{-15}$
²¹² Pb	$6,24 \cdot 10^{-15}$	$1,35 \cdot 10^{-16}$	$1,35 \cdot 10^{-14}$	$1,88 \cdot 10^{-16}$
²¹⁴ Pb	$1,09 \cdot 10^{-14}$	$2,4 \cdot 10^{-16}$	$2,77 \cdot 10^{-14}$	$9,10 \cdot 10^{-16}$
¹⁰⁰ Pd	$3,98 \cdot 10^{-15}$	$1,06 \cdot 10^{-16}$	$6,11 \cdot 10^{-15}$	$2,13 \cdot 10^{-16}$
¹⁰¹ Pd	$1,42 \cdot 10^{-14}$	$3,09 \cdot 10^{-16}$	$1,94 \cdot 10^{-14}$	$5,66 \cdot 10^{-16}$
¹⁰³ Pd	$5,32 \cdot 10^{-17}$	$7,67 \cdot 10^{-18}$	$3,90 \cdot 10^{-16}$	$6,02 \cdot 10^{-17}$
¹⁰⁹ Pd	$4,2 \cdot 10^{-16}$	$3,73 \cdot 10^{-17}$	$2,15 \cdot 10^{-14}$	$2,87 \cdot 10^{-15}$
¹⁴¹ Pm	$3,39 \cdot 10^{-14}$	$7,73 \cdot 10^{-16}$	$8,42 \cdot 10^{-14}$	$7,77 \cdot 10^{-15}$
¹⁴² Pm	$4,01 \cdot 10^{-14}$	$9,62 \cdot 10^{-16}$	$1,44 \cdot 10^{-13}$	$1,35 \cdot 10^{-14}$
¹⁴³ Pm	$1,35 \cdot 10^{-14}$	$2,97 \cdot 10^{-16}$	$1,72 \cdot 10^{-14}$	$4,04 \cdot 10^{-16}$
¹⁴⁴ Pm	$6,95 \cdot 10^{-14}$	$1,49 \cdot 10^{-15}$	$8,71 \cdot 10^{-14}$	$1,96 \cdot 10^{-15}$
¹⁴⁵ Pm	$5,49 \cdot 10^{-16}$	$2,61 \cdot 10^{-17}$	$1,22 \cdot 10^{-15}$	$5,49 \cdot 10^{-17}$
¹⁴⁶ Pm	$3,34 \cdot 10^{-14}$	$7,19 \cdot 10^{-16}$	$4,64 \cdot 10^{-14}$	$1,25 \cdot 10^{-15}$
¹⁴⁷ Pm	$8,67 \cdot 10^{-18}$	$2,8 \cdot 10^{-20}$	$8,11 \cdot 10^{-16}$	$1,20 \cdot 10^{-19}$
¹⁴⁸ Pm	$2,76 \cdot 10^{-14}$	$6,11 \cdot 10^{-16}$	$7,97 \cdot 10^{-14}$	$8,36 \cdot 10^{-15}$
^{148m} Pm	$9,01 \cdot 10^{-14}$	$1,91 \cdot 10^{-15}$	$1,18 \cdot 10^{-13}$	$2,62 \cdot 10^{-15}$
¹⁴⁹ Pm	$7,08 \cdot 10^{-16}$	$4,04 \cdot 10^{-17}$	$2,19 \cdot 10^{-14}$	$2,97 \cdot 10^{-15}$
¹⁵⁰ Pm	$6,77 \cdot 10^{-14}$	$1,41 \cdot 10^{-15}$	$1,34 \cdot 10^{-13}$	$1,05 \cdot 10^{-14}$
¹⁵¹ Pm	$1,4 \cdot 10^{-14}$	$3,18 \cdot 10^{-16}$	$3,32 \cdot 10^{-14}$	$2,07 \cdot 10^{-15}$
²⁰³ Po	$7,59 \cdot 10^{-14}$	$1,53 \cdot 10^{-15}$	$1,00 \cdot 10^{-13}$	$2,95 \cdot 10^{-15}$
²⁰⁵ Po	$7,29 \cdot 10^{-14}$	$1,47 \cdot 10^{-15}$	$9,10 \cdot 10^{-14}$	$2,20 \cdot 10^{-15}$
²⁰⁷ Po	$6,08 \cdot 10^{-14}$	$1,24 \cdot 10^{-15}$	$7,67 \cdot 10^{-14}$	$1,89 \cdot 10^{-15}$
²¹⁰ Po	$3,89 \cdot 10^{-19}$	$8,09 \cdot 10^{-21}$	$4,81 \cdot 10^{-19}$	$1,11 \cdot 10^{-20}$
²¹¹ Po	$3,56 \cdot 10^{-16}$	$7,42 \cdot 10^{-18}$	$4,47 \cdot 10^{-16}$	$1,12 \cdot 10^{-17}$
²¹⁴ Po	$3,81 \cdot 10^{-18}$	$7,93 \cdot 10^{-20}$	$4,71 \cdot 10^{-18}$	$1,09 \cdot 10^{-19}$
²¹⁵ Po	$7,79 \cdot 10^{-18}$	$1,68 \cdot 10^{-19}$	$1,01 \cdot 10^{-17}$	$2,15 \cdot 10^{-19}$
²¹⁶ Po	$7,75 \cdot 10^{-19}$	$1,61 \cdot 10^{-20}$	$9,57 \cdot 10^{-19}$	$2,20 \cdot 10^{-20}$

**Часть I. Методические основы регулирования и мониторинга выбросов и сбросов.
Нормирование выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду**

Радионуклид	$R_{обл}^r$,	$R_{пов}^r$,	$R_{обл}^{r,кожа}$,	$R_{пов}^{r,кожа}$,
	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$
^{218}Po	$4,21 \cdot 10^{-19}$	$8,66 \cdot 10^{-21}$	$7,56 \cdot 10^{-19}$	$1,17 \cdot 10^{-20}$
^{136}Pr	$9,72 \cdot 10^{-14}$	$2,04 \cdot 10^{-15}$	$1,69 \cdot 10^{-13}$	$1,02 \cdot 10^{-14}$
^{137}Pr	$2,2 \cdot 10^{-14}$	$4,97 \cdot 10^{-16}$	$4,01 \cdot 10^{-14}$	$2,95 \cdot 10^{-15}$
^{138}Pr	$3,72 \cdot 10^{-14}$	$8,98 \cdot 10^{-16}$	$1,25 \cdot 10^{-13}$	$1,23 \cdot 10^{-14}$
^{138m}Pr	$1,13 \cdot 10^{-13}$	$2,35 \cdot 10^{-15}$	$1,52 \cdot 10^{-13}$	$5,02 \cdot 10^{-15}$
^{139}Pr	$4,75 \cdot 10^{-15}$	$1,17 \cdot 10^{-16}$	$8,75 \cdot 10^{-15}$	$5,53 \cdot 10^{-16}$
^{142}Pr	$3,5 \cdot 10^{-15}$	$1,47 \cdot 10^{-16}$	$5,67 \cdot 10^{-14}$	$9,15 \cdot 10^{-15}$
^{143}Pr	$1,94 \cdot 10^{-16}$	$2,06 \cdot 10^{-17}$	$1,76 \cdot 10^{-14}$	$2,00 \cdot 10^{-15}$
^{144}Pr	$2,65 \cdot 10^{-15}$	$1,63 \cdot 10^{-16}$	$8,43 \cdot 10^{-14}$	$1,27 \cdot 10^{-14}$
^{144m}Pr	$2,2 \cdot 10^{-16}$	$1,05 \cdot 10^{-17}$	$5,08 \cdot 10^{-16}$	$2,67 \cdot 10^{-17}$
^{145}Pr	$1,12 \cdot 10^{-15}$	$9,38 \cdot 10^{-17}$	$4,44 \cdot 10^{-14}$	$7,90 \cdot 10^{-15}$
^{147}Pr	$3,9 \cdot 10^{-14}$	$8,95 \cdot 10^{-16}$	$9,75 \cdot 10^{-14}$	$9,59 \cdot 10^{-15}$
^{186}Pt	$3,27 \cdot 10^{-14}$	$7 \cdot 10^{-16}$	$4,10 \cdot 10^{-14}$	$9,05 \cdot 10^{-16}$
^{188}Pt	$7,9 \cdot 10^{-15}$	$1,82 \cdot 10^{-16}$	$1,18 \cdot 10^{-14}$	$2,42 \cdot 10^{-16}$
^{189}Pt	$1,34 \cdot 10^{-14}$	$2,99 \cdot 10^{-16}$	$1,82 \cdot 10^{-14}$	$4,59 \cdot 10^{-16}$
^{191}Pt	$1,21 \cdot 10^{-14}$	$2,78 \cdot 10^{-16}$	$1,71 \cdot 10^{-14}$	$4,00 \cdot 10^{-16}$
^{193}Pt	$4,07 \cdot 10^{-19}$	$1,54 \cdot 10^{-19}$	$2,07 \cdot 10^{-17}$	$8,51 \cdot 10^{-18}$
^{193m}Pt	$3,76 \cdot 10^{-16}$	$9,31 \cdot 10^{-18}$	$3,07 \cdot 10^{-15}$	$1,82 \cdot 10^{-17}$
^{195m}Pt	$2,44 \cdot 10^{-15}$	$6,19 \cdot 10^{-17}$	$5,92 \cdot 10^{-15}$	$1,02 \cdot 10^{-16}$
^{197}Pt	$9,73 \cdot 10^{-16}$	$2,39 \cdot 10^{-17}$	$1,06 \cdot 10^{-14}$	$3,33 \cdot 10^{-16}$
^{197m}Pt	$3,25 \cdot 10^{-15}$	$7,28 \cdot 10^{-17}$	$1,86 \cdot 10^{-14}$	$1,26 \cdot 10^{-16}$
^{199}Pt	$9,32 \cdot 10^{-15}$	$2,47 \cdot 10^{-16}$	$4,38 \cdot 10^{-14}$	$5,67 \cdot 10^{-15}$
^{200}Pt	$2,33 \cdot 10^{-15}$	$5,46 \cdot 10^{-17}$	$1,13 \cdot 10^{-14}$	$2,90 \cdot 10^{-16}$
^{234}Pu	$2,49 \cdot 10^{-15}$	$5,78 \cdot 10^{-17}$	$3,46 \cdot 10^{-15}$	$1,01 \cdot 10^{-16}$
^{235}Pu	$3,45 \cdot 10^{-15}$	$8 \cdot 10^{-17}$	$4,78 \cdot 10^{-15}$	$1,44 \cdot 10^{-16}$
^{236}Pu	$4,68 \cdot 10^{-18}$	$7,35 \cdot 10^{-19}$	$4,83 \cdot 10^{-17}$	$1,10 \cdot 10^{-17}$
^{237}Pu	$1,76 \cdot 10^{-15}$	$4,25 \cdot 10^{-17}$	$2,54 \cdot 10^{-15}$	$9,06 \cdot 10^{-17}$
^{238}Pu	$3,5 \cdot 10^{-18}$	$6,26 \cdot 10^{-19}$	$4,09 \cdot 10^{-17}$	$9,64 \cdot 10^{-18}$
^{239}Pu	$3,48 \cdot 10^{-18}$	$2,84 \cdot 10^{-19}$	$1,86 \cdot 10^{-17}$	$3,67 \cdot 10^{-18}$
^{240}Pu	$3,42 \cdot 10^{-18}$	$6,01 \cdot 10^{-19}$	$3,92 \cdot 10^{-17}$	$9,18 \cdot 10^{-18}$
^{241}Pu	$6,33 \cdot 10^{-20}$	$1,72 \cdot 10^{-21}$	$1,17 \cdot 10^{-19}$	$7,06 \cdot 10^{-21}$
^{242}Pu	$2,9 \cdot 10^{-18}$	$4,98 \cdot 10^{-19}$	$3,27 \cdot 10^{-17}$	$7,61 \cdot 10^{-18}$
^{243}Pu	$9,61 \cdot 10^{-16}$	$2,27 \cdot 10^{-17}$	$8,15 \cdot 10^{-15}$	$1,18 \cdot 10^{-16}$
^{244}Pu	$2,08 \cdot 10^{-18}$	$4,16 \cdot 10^{-19}$	$2,69 \cdot 10^{-17}$	$6,49 \cdot 10^{-18}$
^{245}Pu	$1,86 \cdot 10^{-14}$	$4,06 \cdot 10^{-16}$	$4,00 \cdot 10^{-14}$	$2,03 \cdot 10^{-15}$
^{246}Pu	$5,35 \cdot 10^{-15}$	$1,23 \cdot 10^{-16}$	$8,82 \cdot 10^{-15}$	$1,94 \cdot 10^{-16}$

*Методическое пособие по вопросам регулирования выбросов
и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду*

Радионуклид	$R_{обл}^r$,	$R_{пов}^r$,	$R_{обл}^{r,кожа}$,	$R_{пов}^{r,кожа}$,
	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$
^{222}Ra	$4,03 \cdot 10^{-16}$	$8,66 \cdot 10^{-18}$	$5,51 \cdot 10^{-16}$	$1,08 \cdot 10^{-17}$
^{223}Ra	$5,47 \cdot 10^{-15}$	$1,21 \cdot 10^{-16}$	$8,87 \cdot 10^{-15}$	$1,67 \cdot 10^{-16}$
^{224}Ra	$4,29 \cdot 10^{-16}$	$9,15 \cdot 10^{-18}$	$6,35 \cdot 10^{-16}$	$1,16 \cdot 10^{-17}$
^{225}Ra	$2,4 \cdot 10^{-16}$	$1,07 \cdot 10^{-17}$	$3,01 \cdot 10^{-15}$	$3,25 \cdot 10^{-17}$
^{226}Ra	$2,84 \cdot 10^{-16}$	$6,11 \cdot 10^{-18}$	$4,79 \cdot 10^{-16}$	$8,12 \cdot 10^{-18}$
^{227}Ra	$7,01 \cdot 10^{-15}$	$1,82 \cdot 10^{-16}$	$3,19 \cdot 10^{-14}$	$3,34 \cdot 10^{-15}$
^{79}Rb	$6,08 \cdot 10^{-14}$	$1,38 \cdot 10^{-15}$	$1,28 \cdot 10^{-13}$	$1,08 \cdot 10^{-14}$
^{80}Rb	$5,77 \cdot 10^{-14}$	$1,38 \cdot 10^{-15}$	$2,11 \cdot 10^{-13}$	$1,83 \cdot 10^{-14}$
^{81}Rb	$2,73 \cdot 10^{-14}$	$5,98 \cdot 10^{-16}$	$4,46 \cdot 10^{-14}$	$1,98 \cdot 10^{-15}$
^{81m}Rb	$1,63 \cdot 10^{-16}$	$4,91 \cdot 10^{-18}$	$4,01 \cdot 10^{-16}$	$4,06 \cdot 10^{-17}$
^{82}Rb	$5,01 \cdot 10^{-14}$	$1,2 \cdot 10^{-15}$	$1,58 \cdot 10^{-13}$	$1,54 \cdot 10^{-14}$
^{82m}Rb	$1,34 \cdot 10^{-13}$	$2,74 \cdot 10^{-15}$	$1,68 \cdot 10^{-13}$	$3,98 \cdot 10^{-15}$
^{83}Rb	$2,21 \cdot 10^{-14}$	$4,76 \cdot 10^{-16}$	$2,77 \cdot 10^{-14}$	$6,37 \cdot 10^{-16}$
^{84}Rb	$4,18 \cdot 10^{-14}$	$8,74 \cdot 10^{-16}$	$5,71 \cdot 10^{-14}$	$1,87 \cdot 10^{-15}$
^{86}Rb	$4,94 \cdot 10^{-15}$	$1,67 \cdot 10^{-16}$	$4,85 \cdot 10^{-14}$	$7,72 \cdot 10^{-15}$
^{87}Rb	$3,3 \cdot 10^{-17}$	$7,3 \cdot 10^{-20}$	$3,15 \cdot 10^{-15}$	$2,73 \cdot 10^{-19}$
^{88}Rb	$3,33 \cdot 10^{-14}$	$7,41 \cdot 10^{-16}$	$1,83 \cdot 10^{-13}$	$1,67 \cdot 10^{-14}$
^{89}Rb	$1,01 \cdot 10^{-13}$	$1,97 \cdot 10^{-15}$	$1,87 \cdot 10^{-13}$	$1,21 \cdot 10^{-14}$
^{177}Re	$2,76 \cdot 10^{-14}$	$5,95 \cdot 10^{-16}$	$5,17 \cdot 10^{-14}$	$3,63 \cdot 10^{-15}$
^{178}Re	$5,73 \cdot 10^{-14}$	$1,15 \cdot 10^{-15}$	$1,04 \cdot 10^{-13}$	$6,37 \cdot 10^{-15}$
^{180}Re	$5,33 \cdot 10^{-14}$	$1,12 \cdot 10^{-15}$	$7,11 \cdot 10^{-14}$	$2,31 \cdot 10^{-15}$
^{181}Re	$3,37 \cdot 10^{-14}$	$7,2 \cdot 10^{-16}$	$4,76 \cdot 10^{-14}$	$9,24 \cdot 10^{-16}$
^{182m}Re	$5,39 \cdot 10^{-14}$	$1,08 \cdot 10^{-15}$	$6,71 \cdot 10^{-14}$	$1,49 \cdot 10^{-15}$
^{182}Re	$8,49 \cdot 10^{-14}$	$1,73 \cdot 10^{-15}$	$1,08 \cdot 10^{-13}$	$2,23 \cdot 10^{-15}$
^{184}Re	$3,99 \cdot 10^{-14}$	$8,37 \cdot 10^{-16}$	$5,00 \cdot 10^{-14}$	$1,10 \cdot 10^{-15}$
^{184m}Re	$1,67 \cdot 10^{-14}$	$3,59 \cdot 10^{-16}$	$2,19 \cdot 10^{-14}$	$4,64 \cdot 10^{-16}$
^{186}Re	$9,97 \cdot 10^{-16}$	$4,42 \cdot 10^{-17}$	$2,03 \cdot 10^{-14}$	$2,56 \cdot 10^{-15}$
^{186m}Re	$4,14 \cdot 10^{-16}$	$1,28 \cdot 10^{-17}$	$7,24 \cdot 10^{-16}$	$3,48 \cdot 10^{-17}$
^{188}Re	$3,13 \cdot 10^{-15}$	$1,45 \cdot 10^{-16}$	$5,35 \cdot 10^{-14}$	$8,89 \cdot 10^{-15}$
^{188m}Re	$2,56 \cdot 10^{-15}$	$6,77 \cdot 10^{-17}$	$3,91 \cdot 10^{-15}$	$9,91 \cdot 10^{-17}$
^{189}Re	$3,08 \cdot 10^{-15}$	$8,41 \cdot 10^{-17}$	$2,15 \cdot 10^{-14}$	$2,10 \cdot 10^{-15}$
^{100}Rh	$1,33 \cdot 10^{-13}$	$2,49 \cdot 10^{-15}$	$1,63 \cdot 10^{-13}$	$3,71 \cdot 10^{-15}$
^{101}Rh	$1,09 \cdot 10^{-14}$	$2,4 \cdot 10^{-16}$	$1,49 \cdot 10^{-14}$	$3,56 \cdot 10^{-16}$
^{101m}Rh	$1,29 \cdot 10^{-14}$	$2,83 \cdot 10^{-16}$	$1,71 \cdot 10^{-14}$	$4,03 \cdot 10^{-16}$
^{102}Rh	$9,68 \cdot 10^{-14}$	$2,02 \cdot 10^{-15}$	$1,19 \cdot 10^{-13}$	$2,57 \cdot 10^{-15}$
^{102m}Rh	$2,15 \cdot 10^{-14}$	$4,77 \cdot 10^{-16}$	$3,68 \cdot 10^{-14}$	$2,28 \cdot 10^{-15}$

**Часть I. Методические основы регулирования и мониторинга выбросов и сбросов.
Нормирование выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду**

Радионуклид	$R_{обл}^r$,	$R_{пов}^r$,	$R_{обл}^{r,кожа}$,	$R_{пов}^{r,кожа}$,
	$\frac{Зв \times м^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times м^2}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times м^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times м^2}{с \times Бк}$
^{103m}Rh	$6,02 \cdot 10^{-18}$	$8,86 \cdot 10^{-19}$	$4,49 \cdot 10^{-17}$	$6,88 \cdot 10^{-18}$
^{105}Rh	$3,47 \cdot 10^{-15}$	$7,42 \cdot 10^{-17}$	$1,07 \cdot 10^{-14}$	$1,76 \cdot 10^{-16}$
^{106}Rh	$1,06 \cdot 10^{-14}$	$3,45 \cdot 10^{-16}$	$1,09 \cdot 10^{-13}$	$1,42 \cdot 10^{-14}$
^{106m}Rh	$1,35 \cdot 10^{-13}$	$2,75 \cdot 10^{-15}$	$1,81 \cdot 10^{-13}$	$5,20 \cdot 10^{-15}$
^{107}Rh	$1,41 \cdot 10^{-14}$	$3,38 \cdot 10^{-16}$	$4,42 \cdot 10^{-14}$	$4,63 \cdot 10^{-15}$
^{99}Rh	$2,63 \cdot 10^{-14}$	$5,66 \cdot 10^{-16}$	$3,42 \cdot 10^{-14}$	$8,42 \cdot 10^{-16}$
^{99m}Rh	$3,06 \cdot 10^{-14}$	$6,39 \cdot 10^{-16}$	$3,94 \cdot 10^{-14}$	$9,37 \cdot 10^{-16}$
^{218}Rn	$3,4 \cdot 10^{-17}$	$7,25 \cdot 10^{-19}$	$4,30 \cdot 10^{-17}$	$1,05 \cdot 10^{-18}$
^{219}Rn	$2,46 \cdot 10^{-15}$	$5,28 \cdot 10^{-17}$	$3,38 \cdot 10^{-15}$	$6,64 \cdot 10^{-17}$
^{220}Rn	$1,72 \cdot 10^{-17}$	$3,69 \cdot 10^{-19}$	$2,20 \cdot 10^{-17}$	$5,21 \cdot 10^{-19}$
^{222}Rn	$1,77 \cdot 10^{-17}$	$3,82 \cdot 10^{-19}$	$2,28 \cdot 10^{-17}$	$5,20 \cdot 10^{-19}$
^{103}Ru	$2,08 \cdot 10^{-14}$	$4,49 \cdot 10^{-16}$	$2,77 \cdot 10^{-14}$	$6,16 \cdot 10^{-16}$
^{105}Ru	$3,56 \cdot 10^{-14}$	$7,82 \cdot 10^{-16}$	$6,73 \cdot 10^{-14}$	$4,48 \cdot 10^{-15}$
^{94}Ru	$2,36 \cdot 10^{-14}$	$5 \cdot 10^{-16}$	$2,95 \cdot 10^{-14}$	$6,70 \cdot 10^{-16}$
^{97}Ru	$9,91 \cdot 10^{-15}$	$2,16 \cdot 10^{-16}$	$1,32 \cdot 10^{-14}$	$3,22 \cdot 10^{-16}$
^{35}S	$3,11 \cdot 10^{-18}$	$1,33 \cdot 10^{-20}$	$2,92 \cdot 10^{-16}$	$7,54 \cdot 10^{-20}$
^{115}Sb	$4,02 \cdot 10^{-14}$	$8,93 \cdot 10^{-16}$	$6,52 \cdot 10^{-14}$	$3,88 \cdot 10^{-15}$
^{116}Sb	$1,02 \cdot 10^{-13}$	$2,03 \cdot 10^{-15}$	$1,50 \cdot 10^{-13}$	$7,34 \cdot 10^{-15}$
^{116m}Sb	$1,45 \cdot 10^{-13}$	$2,93 \cdot 10^{-15}$	$1,82 \cdot 10^{-13}$	$4,59 \cdot 10^{-15}$
^{117}Sb	$7,15 \cdot 10^{-15}$	$1,65 \cdot 10^{-16}$	$1,03 \cdot 10^{-14}$	$2,53 \cdot 10^{-16}$
^{118m}Sb	$1,19 \cdot 10^{-13}$	$2,39 \cdot 10^{-15}$	$1,46 \cdot 10^{-13}$	$2,99 \cdot 10^{-15}$
^{119}Sb	$1,5 \cdot 10^{-16}$	$1,56 \cdot 10^{-17}$	$7,09 \cdot 10^{-16}$	$7,20 \cdot 10^{-17}$
^{120}Sb	$2 \cdot 10^{-14}$	$4,67 \cdot 10^{-16}$	$4,46 \cdot 10^{-14}$	$4,27 \cdot 10^{-15}$
^{120m}Sb	$1,14 \cdot 10^{-13}$	$2,28 \cdot 10^{-15}$	$1,39 \cdot 10^{-13}$	$2,84 \cdot 10^{-15}$
^{122}Sb	$2,02 \cdot 10^{-14}$	$4,85 \cdot 10^{-16}$	$6,03 \cdot 10^{-14}$	$6,72 \cdot 10^{-15}$
^{124}Sb	$8,62 \cdot 10^{-14}$	$1,7 \cdot 10^{-15}$	$1,26 \cdot 10^{-13}$	$5,20 \cdot 10^{-15}$
^{124m}Sb	$1,58 \cdot 10^{-14}$	$3,44 \cdot 10^{-16}$	$2,46 \cdot 10^{-14}$	$1,19 \cdot 10^{-15}$
^{124n}Sb	$4,67 \cdot 10^{-19}$	$5,07 \cdot 10^{-20}$	$2,33 \cdot 10^{-18}$	$2,45 \cdot 10^{-19}$
^{125}Sb	$1,87 \cdot 10^{-14}$	$4,09 \cdot 10^{-16}$	$2,65 \cdot 10^{-14}$	$5,97 \cdot 10^{-16}$
^{126}Sb	$1,28 \cdot 10^{-13}$	$2,72 \cdot 10^{-15}$	$1,73 \cdot 10^{-13}$	$5,33 \cdot 10^{-15}$
^{126m}Sb	$7,01 \cdot 10^{-14}$	$1,55 \cdot 10^{-15}$	$1,24 \cdot 10^{-13}$	$8,61 \cdot 10^{-15}$
^{127}Sb	$3,12 \cdot 10^{-14}$	$6,76 \cdot 10^{-16}$	$5,58 \cdot 10^{-14}$	$2,85 \cdot 10^{-15}$
^{128m}Sb	$9,08 \cdot 10^{-14}$	$1,99 \cdot 10^{-15}$	$1,73 \cdot 10^{-13}$	$1,28 \cdot 10^{-14}$
^{128}Sb	$1,41 \cdot 10^{-13}$	$2,98 \cdot 10^{-15}$	$1,99 \cdot 10^{-13}$	$7,48 \cdot 10^{-15}$
^{129}Sb	$6,71 \cdot 10^{-14}$	$1,37 \cdot 10^{-15}$	$1,05 \cdot 10^{-13}$	$5,10 \cdot 10^{-15}$
^{130}Sb	$1,5 \cdot 10^{-13}$	$3,14 \cdot 10^{-15}$	$2,29 \cdot 10^{-13}$	$1,11 \cdot 10^{-14}$

*Методическое пособие по вопросам регулирования выбросов
и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду*

Радионуклид	$R_{обл}^r$,	$R_{пов}^r$,	$R_{обл}^{r,кожа}$,	$R_{пов}^{r,кожа}$,
	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$
¹³¹ Sb	$8,84 \cdot 10^{-14}$	$1,77 \cdot 10^{-15}$	$1,40 \cdot 10^{-13}$	$7,51 \cdot 10^{-15}$
⁴³ Sc	$4,88 \cdot 10^{-14}$	$1,07 \cdot 10^{-15}$	$7,91 \cdot 10^{-14}$	$3,61 \cdot 10^{-15}$
⁴⁴ Sc	$9,87 \cdot 10^{-14}$	$2,08 \cdot 10^{-15}$	$1,58 \cdot 10^{-13}$	$9,47 \cdot 10^{-15}$
^{44m} Sc	$1,24 \cdot 10^{-14}$	$2,62 \cdot 10^{-16}$	$1,72 \cdot 10^{-14}$	$3,23 \cdot 10^{-16}$
⁴⁶ Sc	$9,36 \cdot 10^{-14}$	$1,88 \cdot 10^{-15}$	$1,17 \cdot 10^{-13}$	$2,28 \cdot 10^{-15}$
⁴⁷ Sc	$4,67 \cdot 10^{-15}$	$9,97 \cdot 10^{-17}$	$1,28 \cdot 10^{-14}$	$1,95 \cdot 10^{-16}$
⁴⁸ Sc	$1,57 \cdot 10^{-13}$	$3,11 \cdot 10^{-15}$	$2,01 \cdot 10^{-13}$	$4,27 \cdot 10^{-15}$
⁴⁹ Sc	$7,16 \cdot 10^{-16}$	$1,02 \cdot 10^{-16}$	$5,43 \cdot 10^{-14}$	$9,74 \cdot 10^{-15}$
⁷⁰ Se	$4,4 \cdot 10^{-14}$	$9,98 \cdot 10^{-16}$	$8,36 \cdot 10^{-14}$	$6,44 \cdot 10^{-15}$
⁷³ Se	$4,78 \cdot 10^{-14}$	$1,07 \cdot 10^{-15}$	$8,31 \cdot 10^{-14}$	$5,40 \cdot 10^{-15}$
^{73m} Se	$1,09 \cdot 10^{-14}$	$2,52 \cdot 10^{-16}$	$2,39 \cdot 10^{-14}$	$2,22 \cdot 10^{-15}$
⁷⁵ Se	$1,68 \cdot 10^{-14}$	$3,61 \cdot 10^{-16}$	$2,16 \cdot 10^{-14}$	$4,76 \cdot 10^{-16}$
^{77m} Se	$3,63 \cdot 10^{-15}$	$7,77 \cdot 10^{-17}$	$6,99 \cdot 10^{-15}$	$1,10 \cdot 10^{-16}$
⁷⁹ Se	$3,94 \cdot 10^{-18}$	$1,64 \cdot 10^{-20}$	$3,71 \cdot 10^{-16}$	$9,10 \cdot 10^{-20}$
⁸¹ Se	$8,69 \cdot 10^{-16}$	$8,14 \cdot 10^{-17}$	$3,94 \cdot 10^{-14}$	$7,07 \cdot 10^{-15}$
^{81m} Se	$5,48 \cdot 10^{-16}$	$1,26 \cdot 10^{-17}$	$1,40 \cdot 10^{-15}$	$4,41 \cdot 10^{-17}$
⁸³ Se	$1,14 \cdot 10^{-13}$	$2,29 \cdot 10^{-15}$	$1,69 \cdot 10^{-13}$	$7,37 \cdot 10^{-15}$
³¹ Si	$4,83 \cdot 10^{-16}$	$7,14 \cdot 10^{-17}$	$3,78 \cdot 10^{-14}$	$6,86 \cdot 10^{-15}$
³² Si	$8,68 \cdot 10^{-18}$	$2,5 \cdot 10^{-20}$	$8,27 \cdot 10^{-16}$	$1,20 \cdot 10^{-19}$
¹⁴¹ Sm	$6,44 \cdot 10^{-14}$	$1,39 \cdot 10^{-15}$	$1,27 \cdot 10^{-13}$	$8,93 \cdot 10^{-15}$
^{141m} Sm	$9,07 \cdot 10^{-14}$	$1,89 \cdot 10^{-15}$	$1,39 \cdot 10^{-13}$	$6,48 \cdot 10^{-15}$
¹⁴² Sm	$3,43 \cdot 10^{-15}$	$8,95 \cdot 10^{-17}$	$6,44 \cdot 10^{-15}$	$3,93 \cdot 10^{-16}$
¹⁴⁵ Sm	$1,26 \cdot 10^{-15}$	$5,56 \cdot 10^{-17}$	$2,64 \cdot 10^{-15}$	$1,09 \cdot 10^{-16}$
¹⁵¹ Sm	$2,46 \cdot 10^{-20}$	$3,54 \cdot 10^{-21}$	$1,90 \cdot 10^{-19}$	$2,53 \cdot 10^{-20}$
¹⁵³ Sm	$2,04 \cdot 10^{-15}$	$6,1 \cdot 10^{-17}$	$1,45 \cdot 10^{-14}$	$7,12 \cdot 10^{-16}$
¹⁵⁵ Sm	$4,43 \cdot 10^{-15}$	$1,56 \cdot 10^{-16}$	$4,01 \cdot 10^{-14}$	$6,24 \cdot 10^{-15}$
¹⁵⁶ Sm	$4,93 \cdot 10^{-15}$	$1,12 \cdot 10^{-16}$	$1,46 \cdot 10^{-14}$	$4,31 \cdot 10^{-16}$
¹¹⁰ Sn	$1,25 \cdot 10^{-14}$	$2,77 \cdot 10^{-16}$	$1,66 \cdot 10^{-14}$	$3,89 \cdot 10^{-16}$
¹¹¹ Sn	$2,3 \cdot 10^{-14}$	$5,01 \cdot 10^{-16}$	$4,22 \cdot 10^{-14}$	$3,22 \cdot 10^{-15}$
¹¹³ Sn	$3,15 \cdot 10^{-16}$	$1,63 \cdot 10^{-17}$	$8,20 \cdot 10^{-16}$	$6,47 \cdot 10^{-17}$
^{117m} Sn	$6,11 \cdot 10^{-15}$	$1,4 \cdot 10^{-16}$	$1,25 \cdot 10^{-14}$	$2,10 \cdot 10^{-16}$
^{119m} Sn	$7,04 \cdot 10^{-17}$	$7,47 \cdot 10^{-18}$	$3,42 \cdot 10^{-16}$	$3,57 \cdot 10^{-17}$
¹²¹ Sn	$3,9 \cdot 10^{-17}$	$8,84 \cdot 10^{-20}$	$3,71 \cdot 10^{-15}$	$3,01 \cdot 10^{-19}$
^{121m} Sn	$5,24 \cdot 10^{-17}$	$3,6 \cdot 10^{-18}$	$1,07 \cdot 10^{-15}$	$1,34 \cdot 10^{-17}$
¹²³ Sn	$6,98 \cdot 10^{-16}$	$6,5 \cdot 10^{-17}$	$3,28 \cdot 10^{-14}$	$5,71 \cdot 10^{-15}$
^{123m} Sn	$6,14 \cdot 10^{-15}$	$1,73 \cdot 10^{-16}$	$3,58 \cdot 10^{-14}$	$4,74 \cdot 10^{-15}$

**Часть I. Методические основы регулирования и мониторинга выбросов и сбросов.
Нормирование выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду**

Радионуклид	$R_{обл}^r$,	$R_{пов}^r$,	$R_{обл}^{r,кожа}$,	$R_{пов}^{r,кожа}$,
	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$
^{125}Sn	$1,54 \cdot 10^{-14}$	$3,82 \cdot 10^{-16}$	$7,13 \cdot 10^{-14}$	$9,21 \cdot 10^{-15}$
^{126}Sn	$1,84 \cdot 10^{-15}$	$4,82 \cdot 10^{-17}$	$6,65 \cdot 10^{-15}$	$8,07 \cdot 10^{-17}$
^{127}Sn	$9,03 \cdot 10^{-14}$	$1,8 \cdot 10^{-15}$	$1,41 \cdot 10^{-13}$	$6,48 \cdot 10^{-15}$
^{128}Sn	$2,77 \cdot 10^{-14}$	$6,25 \cdot 10^{-16}$	$4,50 \cdot 10^{-14}$	$1,14 \cdot 10^{-15}$
^{80}Sr	$5 \cdot 10^{-18}$	$1,6 \cdot 10^{-18}$	$1,44 \cdot 10^{-16}$	$4,91 \cdot 10^{-17}$
^{81}Sr	$6,24 \cdot 10^{-14}$	$1,43 \cdot 10^{-15}$	$1,44 \cdot 10^{-13}$	$1,27 \cdot 10^{-14}$
^{82}Sr	$4,92 \cdot 10^{-18}$	$1,57 \cdot 10^{-18}$	$1,42 \cdot 10^{-16}$	$4,83 \cdot 10^{-17}$
^{83}Sr	$3,6 \cdot 10^{-14}$	$7,61 \cdot 10^{-16}$	$5,2 \cdot 10^{-14}$	$2,26 \cdot 10^{-15}$
^{85}Sr	$2,24 \cdot 10^{-14}$	$4,84 \cdot 10^{-16}$	$2,83 \cdot 10^{-14}$	$6,76 \cdot 10^{-16}$
^{85m}Sr	$9,48 \cdot 10^{-15}$	$2,02 \cdot 10^{-16}$	$1,23 \cdot 10^{-14}$	$2,57 \cdot 10^{-16}$
^{87m}Sr	$1,41 \cdot 10^{-14}$	$3,04 \cdot 10^{-16}$	$2,15 \cdot 10^{-14}$	$4,02 \cdot 10^{-16}$
^{89}Sr	$4,37 \cdot 10^{-16}$	$6,86 \cdot 10^{-17}$	$3,69 \cdot 10^{-14}$	$6,66 \cdot 10^{-15}$
^{90}Sr	$9,83 \cdot 10^{-17}$	$1,64 \cdot 10^{-18}$	$9,20 \cdot 10^{-15}$	$1,40 \cdot 10^{-16}$
^{91}Sr	$3,27 \cdot 10^{-14}$	$7,27 \cdot 10^{-16}$	$8,14 \cdot 10^{-14}$	$7,53 \cdot 10^{-15}$
^{92}Sr	$6,41 \cdot 10^{-14}$	$1,23 \cdot 10^{-15}$	$8,56 \cdot 10^{-14}$	$1,86 \cdot 10^{-15}$
^{172}Ta	$7,1 \cdot 10^{-14}$	$1,49 \cdot 10^{-15}$	$1,16 \cdot 10^{-13}$	$6,58 \cdot 10^{-15}$
^{173}Ta	$2,55 \cdot 10^{-14}$	$5,75 \cdot 10^{-16}$	$5,08 \cdot 10^{-14}$	$3,80 \cdot 10^{-15}$
^{174}Ta	$2,75 \cdot 10^{-14}$	$6,15 \cdot 10^{-16}$	$5,36 \cdot 10^{-14}$	$3,75 \cdot 10^{-15}$
^{175}Ta	$4,24 \cdot 10^{-14}$	$8,49 \cdot 10^{-16}$	$5,32 \cdot 10^{-14}$	$1,09 \cdot 10^{-15}$
^{176}Ta	$1,03 \cdot 10^{-13}$	$1,93 \cdot 10^{-15}$	$1,25 \cdot 10^{-13}$	$2,75 \cdot 10^{-15}$
^{177}Ta	$2,15 \cdot 10^{-15}$	$5,87 \cdot 10^{-17}$	$3,36 \cdot 10^{-15}$	$8,00 \cdot 10^{-17}$
^{178}Ta	$4,12 \cdot 10^{-15}$	$9,61 \cdot 10^{-17}$	$5,65 \cdot 10^{-15}$	$1,27 \cdot 10^{-16}$
^{178m}Ta	$4,32 \cdot 10^{-14}$	$9,53 \cdot 10^{-16}$	$5,87 \cdot 10^{-14}$	$1,20 \cdot 10^{-15}$
^{179}Ta	$9 \cdot 10^{-16}$	$2,75 \cdot 10^{-17}$	$1,45 \cdot 10^{-15}$	$3,91 \cdot 10^{-17}$
^{180}Ta	$2,35 \cdot 10^{-14}$	$5,18 \cdot 10^{-16}$	$3,26 \cdot 10^{-14}$	$6,51 \cdot 10^{-16}$
^{180m}Ta	$1,43 \cdot 10^{-15}$	$4,23 \cdot 10^{-17}$	$3,67 \cdot 10^{-15}$	$1,20 \cdot 10^{-16}$
^{182}Ta	$5,99 \cdot 10^{-14}$	$1,2 \cdot 10^{-15}$	$7,85 \cdot 10^{-14}$	$1,63 \cdot 10^{-15}$
^{182m}Ta	$9,94 \cdot 10^{-15}$	$2,25 \cdot 10^{-16}$	$1,93 \cdot 10^{-14}$	$2,86 \cdot 10^{-16}$
^{183}Ta	$1,19 \cdot 10^{-14}$	$2,68 \cdot 10^{-16}$	$2,62 \cdot 10^{-14}$	$5,49 \cdot 10^{-16}$
^{184}Ta	$7,25 \cdot 10^{-14}$	$1,55 \cdot 10^{-15}$	$1,16 \cdot 10^{-13}$	$5,44 \cdot 10^{-15}$
^{185}Ta	$8,23 \cdot 10^{-15}$	$2,5 \cdot 10^{-16}$	$5,20 \cdot 10^{-14}$	$7,49 \cdot 10^{-15}$
^{186}Ta	$7,02 \cdot 10^{-14}$	$1,58 \cdot 10^{-15}$	$1,49 \cdot 10^{-13}$	$1,22 \cdot 10^{-14}$
^{147}Tb	$7,29 \cdot 10^{-14}$	$1,55 \cdot 10^{-15}$	$1,27 \cdot 10^{-13}$	$7,55 \cdot 10^{-15}$
^{149}Tb	$7,51 \cdot 10^{-14}$	$1,5 \cdot 10^{-15}$	$1,02 \cdot 10^{-13}$	$3,65 \cdot 10^{-15}$
^{150}Tb	$7,75 \cdot 10^{-14}$	$1,62 \cdot 10^{-15}$	$1,31 \cdot 10^{-13}$	$7,52 \cdot 10^{-15}$
^{151}Tb	$3,87 \cdot 10^{-14}$	$8,38 \cdot 10^{-16}$	$5,07 \cdot 10^{-14}$	$1,13 \cdot 10^{-15}$

*Методическое пособие по вопросам регулирования выбросов
и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду*

Радионуклид	$R_{обл}^r$,	$R_{пов}^r$,	$R_{обл}^{r,кожа}$,	$R_{пов}^{r,кожа}$,
	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$
¹⁵³ Tb	$8,86 \cdot 10^{-15}$	$2,09 \cdot 10^{-16}$	$1,23 \cdot 10^{-14}$	$2,88 \cdot 10^{-16}$
¹⁵⁴ Tb	$1,14 \cdot 10^{-13}$	$2,08 \cdot 10^{-15}$	$1,38 \cdot 10^{-13}$	$3,00 \cdot 10^{-15}$
¹⁵⁵ Tb	$4,84 \cdot 10^{-15}$	$1,25 \cdot 10^{-16}$	$7,29 \cdot 10^{-15}$	$1,77 \cdot 10^{-16}$
¹⁵⁶ Tb	$8,34 \cdot 10^{-14}$	$1,69 \cdot 10^{-15}$	$1,04 \cdot 10^{-13}$	$2,11 \cdot 10^{-15}$
^{156m} Tb	$6,24 \cdot 10^{-16}$	$2,21 \cdot 10^{-17}$	$1,11 \cdot 10^{-15}$	$3,42 \cdot 10^{-17}$
¹⁵⁶ⁿ Tb	$9,73 \cdot 10^{-17}$	$3,15 \cdot 10^{-18}$	$3,56 \cdot 10^{-16}$	$4,95 \cdot 10^{-18}$
¹⁵⁷ Tb	$5,34 \cdot 10^{-17}$	$2,2 \cdot 10^{-18}$	$1,06 \cdot 10^{-16}$	$3,93 \cdot 10^{-18}$
¹⁵⁸ Tb	$3,58 \cdot 10^{-14}$	$7,49 \cdot 10^{-16}$	$4,70 \cdot 10^{-14}$	$1,17 \cdot 10^{-15}$
¹⁶⁰ Tb	$5,19 \cdot 10^{-14}$	$1,06 \cdot 10^{-15}$	$7,34 \cdot 10^{-14}$	$1,88 \cdot 10^{-15}$
¹⁶¹ Tb	$8,93 \cdot 10^{-16}$	$2,95 \cdot 10^{-17}$	$7,69 \cdot 10^{-15}$	$8,88 \cdot 10^{-17}$
¹⁰¹ Tc	$1,5 \cdot 10^{-14}$	$3,65 \cdot 10^{-16}$	$4,77 \cdot 10^{-14}$	$5,26 \cdot 10^{-15}$
¹⁰⁴ Tc	$9,61 \cdot 10^{-14}$	$1,95 \cdot 10^{-15}$	$2,25 \cdot 10^{-13}$	$1,65 \cdot 10^{-14}$
⁹³ Tc	$6,96 \cdot 10^{-14}$	$1,32 \cdot 10^{-15}$	$8,30 \cdot 10^{-14}$	$1,62 \cdot 10^{-15}$
^{93m} Tc	$3,53 \cdot 10^{-14}$	$6,3 \cdot 10^{-16}$	$4,62 \cdot 10^{-14}$	$7,69 \cdot 10^{-16}$
⁹⁴ Tc	$1,22 \cdot 10^{-13}$	$2,53 \cdot 10^{-15}$	$1,51 \cdot 10^{-13}$	$3,40 \cdot 10^{-15}$
^{94m} Tc	$8,64 \cdot 10^{-14}$	$1,82 \cdot 10^{-15}$	$1,55 \cdot 10^{-13}$	$1,07 \cdot 10^{-14}$
⁹⁵ Tc	$3,58 \cdot 10^{-14}$	$7,5 \cdot 10^{-16}$	$4,42 \cdot 10^{-14}$	$9,83 \cdot 10^{-16}$
^{95m} Tc	$2,99 \cdot 10^{-14}$	$6,32 \cdot 10^{-16}$	$3,76 \cdot 10^{-14}$	$8,42 \cdot 10^{-16}$
⁹⁶ Tc	$1,14 \cdot 10^{-13}$	$2,37 \cdot 10^{-15}$	$1,40 \cdot 10^{-13}$	$2,98 \cdot 10^{-15}$
^{96m} Tc	$2,09 \cdot 10^{-15}$	$4,5 \cdot 10^{-17}$	$2,68 \cdot 10^{-15}$	$8,27 \cdot 10^{-17}$
⁹⁷ Tc	$2,26 \cdot 10^{-17}$	$4,65 \cdot 10^{-18}$	$2,71 \cdot 10^{-16}$	$5,57 \cdot 10^{-17}$
^{97m} Tc	$3,72 \cdot 10^{-17}$	$4,45 \cdot 10^{-18}$	$5,55 \cdot 10^{-16}$	$4,34 \cdot 10^{-17}$
⁹⁸ Tc	$6,41 \cdot 10^{-14}$	$1,35 \cdot 10^{-15}$	$8,53 \cdot 10^{-14}$	$1,69 \cdot 10^{-15}$
⁹⁹ Tc	$2,87 \cdot 10^{-17}$	$6,47 \cdot 10^{-20}$	$2,74 \cdot 10^{-15}$	$2,43 \cdot 10^{-19}$
^{99m} Tc	$5,25 \cdot 10^{-15}$	$1,14 \cdot 10^{-16}$	$7,14 \cdot 10^{-15}$	$1,44 \cdot 10^{-16}$
¹¹⁶ Te	$1,98 \cdot 10^{-15}$	$6,06 \cdot 10^{-17}$	$3,37 \cdot 10^{-15}$	$1,35 \cdot 10^{-16}$
¹²¹ Te	$2,5 \cdot 10^{-14}$	$5,47 \cdot 10^{-16}$	$3,18 \cdot 10^{-14}$	$7,49 \cdot 10^{-16}$
^{121m} Te	$8,99 \cdot 10^{-15}$	$1,98 \cdot 10^{-16}$	$1,23 \cdot 10^{-14}$	$2,71 \cdot 10^{-16}$
¹²³ Te	$1,51 \cdot 10^{-16}$	$1,42 \cdot 10^{-17}$	$6,32 \cdot 10^{-16}$	$5,71 \cdot 10^{-17}$
^{123m} Te	$5,81 \cdot 10^{-15}$	$1,32 \cdot 10^{-16}$	$8,48 \cdot 10^{-15}$	$1,87 \cdot 10^{-16}$
^{125m} Te	$3,35 \cdot 10^{-16}$	$2,66 \cdot 10^{-17}$	$1,94 \cdot 10^{-15}$	$9,45 \cdot 10^{-17}$
¹²⁷ Te	$3,34 \cdot 10^{-16}$	$1,03 \cdot 10^{-17}$	$1,14 \cdot 10^{-14}$	$5,40 \cdot 10^{-16}$
^{127m} Te	$1,12 \cdot 10^{-16}$	$8,56 \cdot 10^{-18}$	$8,49 \cdot 10^{-16}$	$5,20 \cdot 10^{-17}$
¹²⁹ Te	$2,86 \cdot 10^{-15}$	$1,14 \cdot 10^{-16}$	$3,57 \cdot 10^{-14}$	$5,74 \cdot 10^{-15}$
^{129m} Te	$1,56 \cdot 10^{-15}$	$5,7 \cdot 10^{-17}$	$1,49 \cdot 10^{-14}$	$2,27 \cdot 10^{-15}$
¹³¹ Te	$1,92 \cdot 10^{-14}$	$4,74 \cdot 10^{-16}$	$6,89 \cdot 10^{-14}$	$8,36 \cdot 10^{-15}$

**Часть I. Методические основы регулирования и мониторинга выбросов и сбросов.
Нормирование выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду**

Радионуклид	$R_{обл}^r$,	$R_{пов}^r$,	$R_{обл}^{r,кожа}$,	$R_{пов}^{r,кожа}$,
	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$
^{131m}Te	$6,55 \cdot 10^{-14}$	$1,34 \cdot 10^{-15}$	$8,85 \cdot 10^{-14}$	$2,20 \cdot 10^{-15}$
^{132}Te	$9,32 \cdot 10^{-15}$	$2,12 \cdot 10^{-16}$	$1,39 \cdot 10^{-14}$	$2,99 \cdot 10^{-16}$
^{133}Te	$4,34 \cdot 10^{-14}$	$9,59 \cdot 10^{-16}$	$1,06 \cdot 10^{-13}$	$1,01 \cdot 10^{-14}$
^{133m}Te	$1,07 \cdot 10^{-13}$	$2,24 \cdot 10^{-15}$	$1,74 \cdot 10^{-13}$	$1,01 \cdot 10^{-14}$
^{134}Te	$3,94 \cdot 10^{-14}$	$8,48 \cdot 10^{-16}$	$6,35 \cdot 10^{-14}$	$2,16 \cdot 10^{-15}$
^{226}Th	$3,21 \cdot 10^{-16}$	$7,25 \cdot 10^{-18}$	$6,37 \cdot 10^{-16}$	$1,46 \cdot 10^{-17}$
^{227}Th	$4,43 \cdot 10^{-15}$	$9,81 \cdot 10^{-17}$	$6,50 \cdot 10^{-15}$	$1,56 \cdot 10^{-16}$
^{228}Th	$8,1 \cdot 10^{-17}$	$2,13 \cdot 10^{-18}$	$1,50 \cdot 10^{-16}$	$9,74 \cdot 10^{-18}$
^{229}Th	$3,36 \cdot 10^{-15}$	$7,89 \cdot 10^{-17}$	$5,41 \cdot 10^{-15}$	$1,57 \cdot 10^{-16}$
^{230}Th	$1,48 \cdot 10^{-17}$	$6,37 \cdot 10^{-19}$	$4,51 \cdot 10^{-17}$	$7,17 \cdot 10^{-18}$
^{231}Th	$4,58 \cdot 10^{-16}$	$1,55 \cdot 10^{-17}$	$2,52 \cdot 10^{-15}$	$8,58 \cdot 10^{-17}$
^{232}Th	$7,24 \cdot 10^{-18}$	$4,55 \cdot 10^{-19}$	$3,44 \cdot 10^{-17}$	$6,86 \cdot 10^{-18}$
^{234}Th	$2,94 \cdot 10^{-16}$	$7,49 \cdot 10^{-18}$	$7,50 \cdot 10^{-16}$	$1,72 \cdot 10^{-17}$
^{44}Ti	$4,7 \cdot 10^{-15}$	$1,18 \cdot 10^{-16}$	$6,79 \cdot 10^{-15}$	$1,49 \cdot 10^{-16}$
^{45}Ti	$3,89 \cdot 10^{-14}$	$8,66 \cdot 10^{-16}$	$7,07 \cdot 10^{-14}$	$4,37 \cdot 10^{-15}$
^{194}Tl	$3,41 \cdot 10^{-14}$	$7,35 \cdot 10^{-16}$	$4,41 \cdot 10^{-14}$	$9,81 \cdot 10^{-16}$
^{194m}Tl	$1,03 \cdot 10^{-13}$	$2,23 \cdot 10^{-15}$	$1,47 \cdot 10^{-13}$	$5,37 \cdot 10^{-15}$
^{195}Tl	$5,94 \cdot 10^{-14}$	$1,16 \cdot 10^{-15}$	$7,52 \cdot 10^{-14}$	$1,94 \cdot 10^{-15}$
^{197}Tl	$1,78 \cdot 10^{-14}$	$3,77 \cdot 10^{-16}$	$2,43 \cdot 10^{-14}$	$6,59 \cdot 10^{-16}$
^{198}Tl	$9,47 \cdot 10^{-14}$	$1,82 \cdot 10^{-15}$	$1,16 \cdot 10^{-13}$	$2,39 \cdot 10^{-15}$
^{198m}Tl	$5,26 \cdot 10^{-14}$	$1,13 \cdot 10^{-15}$	$7,40 \cdot 10^{-14}$	$1,58 \cdot 10^{-15}$
^{199}Tl	$1,02 \cdot 10^{-14}$	$2,27 \cdot 10^{-16}$	$1,49 \cdot 10^{-14}$	$3,13 \cdot 10^{-16}$
^{200}Tl	$5,98 \cdot 10^{-14}$	$1,22 \cdot 10^{-15}$	$7,50 \cdot 10^{-14}$	$1,64 \cdot 10^{-15}$
^{201}Tl	$3,25 \cdot 10^{-15}$	$7,96 \cdot 10^{-17}$	$4,89 \cdot 10^{-15}$	$1,15 \cdot 10^{-16}$
^{202}Tl	$2 \cdot 10^{-14}$	$4,4 \cdot 10^{-16}$	$2,63 \cdot 10^{-14}$	$5,70 \cdot 10^{-16}$
^{204}Tl	$1,71 \cdot 10^{-16}$	$1,08 \cdot 10^{-17}$	$1,24 \cdot 10^{-14}$	$9,54 \cdot 10^{-16}$
^{206}Tl	$3,95 \cdot 10^{-16}$	$6,07 \cdot 10^{-17}$	$3,36 \cdot 10^{-14}$	$5,89 \cdot 10^{-15}$
^{207}Tl	$4,53 \cdot 10^{-16}$	$5,56 \cdot 10^{-17}$	$3,06 \cdot 10^{-14}$	$5,21 \cdot 10^{-15}$
^{208}Tl	$1,69 \cdot 10^{-13}$	$2,97 \cdot 10^{-15}$	$2,34 \cdot 10^{-13}$	$9,77 \cdot 10^{-15}$
^{209}Tl	$9,65 \cdot 10^{-14}$	$1,92 \cdot 10^{-15}$	$1,59 \cdot 10^{-13}$	$9,87 \cdot 10^{-15}$
^{162}Tm	$8,5 \cdot 10^{-14}$	$1,63 \cdot 10^{-15}$	$1,24 \cdot 10^{-13}$	$5,30 \cdot 10^{-15}$
^{166}Tm	$8,78 \cdot 10^{-14}$	$1,7 \cdot 10^{-15}$	$1,08 \cdot 10^{-13}$	$2,42 \cdot 10^{-15}$
^{167}Tm	$5,39 \cdot 10^{-15}$	$1,31 \cdot 10^{-16}$	$1,17 \cdot 10^{-14}$	$1,76 \cdot 10^{-16}$
^{170}Tm	$3,67 \cdot 10^{-16}$	$2,64 \cdot 10^{-17}$	$1,81 \cdot 10^{-14}$	$2,12 \cdot 10^{-15}$
^{171}Tm	$1,77 \cdot 10^{-17}$	$5,55 \cdot 10^{-19}$	$3,17 \cdot 10^{-17}$	$7,91 \cdot 10^{-19}$
^{172}Tm	$2,3 \cdot 10^{-14}$	$4,87 \cdot 10^{-16}$	$5,76 \cdot 10^{-14}$	$5,72 \cdot 10^{-15}$

*Методическое пособие по вопросам регулирования выбросов
и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду*

Радионуклид	$R_{обл}^r$,	$R_{пов}^r$,	$R_{обл}^{r,кожа}$,	$R_{пов}^{r,кожа}$,
	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$
^{173}Tm	$1,72 \cdot 10^{-14}$	$3,88 \cdot 10^{-16}$	$3,89 \cdot 10^{-14}$	$2,29 \cdot 10^{-15}$
^{175}Tm	$4,81 \cdot 10^{-14}$	$1,04 \cdot 10^{-15}$	$9,10 \cdot 10^{-14}$	$5,87 \cdot 10^{-15}$
^{230}U	$4,56 \cdot 10^{-17}$	$1,55 \cdot 10^{-18}$	$1,07 \cdot 10^{-16}$	$1,17 \cdot 10^{-17}$
^{231}U	$2,56 \cdot 10^{-15}$	$6,4 \cdot 10^{-17}$	$3,82 \cdot 10^{-15}$	$1,60 \cdot 10^{-16}$
^{232}U	$1,17 \cdot 10^{-17}$	$8,07 \cdot 10^{-19}$	$5,92 \cdot 10^{-17}$	$1,10 \cdot 10^{-17}$
^{233}U	$1,42 \cdot 10^{-17}$	$5,99 \cdot 10^{-19}$	$4,57 \cdot 10^{-17}$	$5,94 \cdot 10^{-18}$
^{234}U	$6,11 \cdot 10^{-18}$	$5,86 \cdot 10^{-19}$	$4,25 \cdot 10^{-17}$	$9,09 \cdot 10^{-18}$
^{235}U	$6,46 \cdot 10^{-15}$	$1,4 \cdot 10^{-16}$	$8,64 \cdot 10^{-15}$	$1,94 \cdot 10^{-16}$
^{236}U	$3,86 \cdot 10^{-18}$	$5,03 \cdot 10^{-19}$	$3,57 \cdot 10^{-17}$	$8,45 \cdot 10^{-18}$
^{237}U	$5,29 \cdot 10^{-15}$	$1,23 \cdot 10^{-16}$	$9,97 \cdot 10^{-15}$	$2,07 \cdot 10^{-16}$
^{238}U	$2,5 \cdot 10^{-18}$	$4,23 \cdot 10^{-19}$	$2,91 \cdot 10^{-17}$	$7,42 \cdot 10^{-18}$
^{239}U	$2,13 \cdot 10^{-15}$	$8,25 \cdot 10^{-17}$	$2,61 \cdot 10^{-14}$	$3,64 \cdot 10^{-15}$
^{240}U	$5,87 \cdot 10^{-17}$	$3,19 \cdot 10^{-18}$	$3,12 \cdot 10^{-15}$	$3,74 \cdot 10^{-17}$
^{47}V	$4,49 \cdot 10^{-14}$	$1,05 \cdot 10^{-15}$	$1,08 \cdot 10^{-13}$	$1,09 \cdot 10^{-14}$
^{48}V	$1,36 \cdot 10^{-13}$	$2,72 \cdot 10^{-15}$	$1,72 \cdot 10^{-13}$	$3,73 \cdot 10^{-15}$
^{176}W	$5,98 \cdot 10^{-15}$	$1,54 \cdot 10^{-16}$	$8,74 \cdot 10^{-15}$	$2,01 \cdot 10^{-16}$
^{177}W	$3,91 \cdot 10^{-14}$	$8,38 \cdot 10^{-16}$	$5,11 \cdot 10^{-14}$	$1,18 \cdot 10^{-15}$
^{178}W	$3,83 \cdot 10^{-16}$	$1,14 \cdot 10^{-17}$	$6,09 \cdot 10^{-16}$	$1,69 \cdot 10^{-17}$
^{179}W	$1,5 \cdot 10^{-15}$	$4,98 \cdot 10^{-17}$	$2,58 \cdot 10^{-15}$	$8,44 \cdot 10^{-17}$
^{181}W	$1,16 \cdot 10^{-15}$	$3,44 \cdot 10^{-17}$	$1,84 \cdot 10^{-15}$	$4,79 \cdot 10^{-17}$
^{185}W	$4,97 \cdot 10^{-17}$	$1,71 \cdot 10^{-19}$	$4,52 \cdot 10^{-15}$	$1,57 \cdot 10^{-18}$
^{187}W	$2,13 \cdot 10^{-14}$	$4,68 \cdot 10^{-16}$	$4,09 \cdot 10^{-14}$	$2,03 \cdot 10^{-15}$
^{188}W	$1,1 \cdot 10^{-16}$	$1,82 \cdot 10^{-18}$	$2,91 \cdot 10^{-15}$	$2,48 \cdot 10^{-18}$
^{120}Xe	$1,79 \cdot 10^{-14}$	$4,01 \cdot 10^{-16}$	$2,40 \cdot 10^{-14}$	$6,44 \cdot 10^{-16}$
^{121}Xe	$8,62 \cdot 10^{-14}$	$1,69 \cdot 10^{-15}$	$1,40 \cdot 10^{-13}$	$7,79 \cdot 10^{-15}$
^{122}Xe	$2,19 \cdot 10^{-15}$	$6,03 \cdot 10^{-17}$	$3,36 \cdot 10^{-15}$	$1,12 \cdot 10^{-16}$
^{123}Xe	$2,82 \cdot 10^{-14}$	$6,03 \cdot 10^{-16}$	$4,52 \cdot 10^{-14}$	$2,51 \cdot 10^{-15}$
^{125}Xe	$1,08 \cdot 10^{-14}$	$2,47 \cdot 10^{-16}$	$1,50 \cdot 10^{-14}$	$3,56 \cdot 10^{-16}$
^{127}Xe	$1,12 \cdot 10^{-14}$	$2,56 \cdot 10^{-16}$	$1,57 \cdot 10^{-14}$	$3,58 \cdot 10^{-16}$
^{129m}Xe	$9,14 \cdot 10^{-16}$	$4,16 \cdot 10^{-17}$	$8,29 \cdot 10^{-15}$	$1,11 \cdot 10^{-16}$
^{131m}Xe	$3,49 \cdot 10^{-16}$	$1,6 \cdot 10^{-17}$	$4,82 \cdot 10^{-15}$	$4,44 \cdot 10^{-17}$
^{133}Xe	$1,33 \cdot 10^{-15}$	$3,95 \cdot 10^{-17}$	$4,97 \cdot 10^{-15}$	$6,93 \cdot 10^{-17}$
^{133m}Xe	$1,28 \cdot 10^{-15}$	$3,53 \cdot 10^{-17}$	$1,04 \cdot 10^{-14}$	$6,93 \cdot 10^{-17}$
^{135}Xe	$1,1 \cdot 10^{-14}$	$2,5 \cdot 10^{-16}$	$3,12 \cdot 10^{-14}$	$2,09 \cdot 10^{-15}$
^{135m}Xe	$1,9 \cdot 10^{-14}$	$4,19 \cdot 10^{-16}$	$2,97 \cdot 10^{-14}$	$1,41 \cdot 10^{-15}$
^{138}Xe	$5,48 \cdot 10^{-14}$	$1,07 \cdot 10^{-15}$	$1,07 \cdot 10^{-13}$	$7,65 \cdot 10^{-15}$

**Часть I. Методические основы регулирования и мониторинга выбросов и сбросов.
Нормирование выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду**

Радионуклид	$R_{обл}^r$,	$R_{пов}^r$,	$R_{обл}^{r,кожа}$,	$R_{пов}^{r,кожа}$,
	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^3}{с \times Бк}$	$\frac{Зв \times М^2}{с \times Бк}$
^{86}Y	$1,69 \cdot 10^{-13}$	$3,33 \cdot 10^{-15}$	$2,17 \cdot 10^{-13}$	$6,46 \cdot 10^{-15}$
^{86m}Y	$9,59 \cdot 10^{-15}$	$2,04 \cdot 10^{-16}$	$1,28 \cdot 10^{-14}$	$2,91 \cdot 10^{-16}$
^{87}Y	$1,99 \cdot 10^{-14}$	$4,31 \cdot 10^{-16}$	$2,51 \cdot 10^{-14}$	$5,90 \cdot 10^{-16}$
^{88}Y	$1,3 \cdot 10^{-13}$	$2,41 \cdot 10^{-15}$	$1,54 \cdot 10^{-13}$	$2,92 \cdot 10^{-15}$
^{90}Y	$7,92 \cdot 10^{-16}$	$1,1 \cdot 10^{-16}$	$6,24 \cdot 10^{-14}$	$1,05 \cdot 10^{-14}$
^{90m}Y	$2,77 \cdot 10^{-14}$	$5,97 \cdot 10^{-16}$	$3,75 \cdot 10^{-14}$	$9,99 \cdot 10^{-16}$
^{91}Y	$6,22 \cdot 10^{-16}$	$7,46 \cdot 10^{-17}$	$3,85 \cdot 10^{-14}$	$6,92 \cdot 10^{-15}$
^{91m}Y	$2,37 \cdot 10^{-14}$	$5,1 \cdot 10^{-16}$	$3,11 \cdot 10^{-14}$	$9,52 \cdot 10^{-16}$
^{92}Y	$1,32 \cdot 10^{-14}$	$3,83 \cdot 10^{-16}$	$1,14 \cdot 10^{-13}$	$1,39 \cdot 10^{-14}$
^{93}Y	$5,28 \cdot 10^{-15}$	$2,1 \cdot 10^{-16}$	$8,50 \cdot 10^{-14}$	$1,23 \cdot 10^{-14}$
^{94}Y	$5,39 \cdot 10^{-14}$	$1,19 \cdot 10^{-15}$	$1,80 \cdot 10^{-13}$	$1,63 \cdot 10^{-14}$
^{95}Y	$4,66 \cdot 10^{-14}$	$9,1 \cdot 10^{-16}$	$1,59 \cdot 10^{-13}$	$1,38 \cdot 10^{-14}$
^{162}Yb	$4,92 \cdot 10^{-15}$	$1,22 \cdot 10^{-16}$	$6,99 \cdot 10^{-15}$	$1,60 \cdot 10^{-16}$
^{166}Yb	$2,35 \cdot 10^{-15}$	$7,44 \cdot 10^{-17}$	$3,88 \cdot 10^{-15}$	$1,08 \cdot 10^{-16}$
^{167}Yb	$9,48 \cdot 10^{-15}$	$2,37 \cdot 10^{-16}$	$1,38 \cdot 10^{-14}$	$3,16 \cdot 10^{-16}$
^{169}Yb	$1,13 \cdot 10^{-14}$	$2,78 \cdot 10^{-16}$	$1,73 \cdot 10^{-14}$	$3,66 \cdot 10^{-16}$
^{175}Yb	$1,75 \cdot 10^{-15}$	$3,74 \cdot 10^{-17}$	$6,93 \cdot 10^{-15}$	$5,21 \cdot 10^{-17}$
^{177}Yb	$8,82 \cdot 10^{-15}$	$2,17 \cdot 10^{-16}$	$3,60 \cdot 10^{-14}$	$4,49 \cdot 10^{-15}$
^{178}Yb	$1,62 \cdot 10^{-15}$	$3,6 \cdot 10^{-17}$	$1,07 \cdot 10^{-14}$	$3,05 \cdot 10^{-16}$
^{62}Zn	$1,92 \cdot 10^{-14}$	$4,15 \cdot 10^{-16}$	$2,52 \cdot 10^{-14}$	$5,52 \cdot 10^{-16}$
^{63}Zn	$5 \cdot 10^{-14}$	$1,16 \cdot 10^{-15}$	$1,23 \cdot 10^{-13}$	$1,19 \cdot 10^{-14}$
^{65}Zn	$2,72 \cdot 10^{-14}$	$5,41 \cdot 10^{-16}$	$3,29 \cdot 10^{-14}$	$6,52 \cdot 10^{-16}$
^{69}Zn	$1,99 \cdot 10^{-16}$	$2,08 \cdot 10^{-17}$	$1,81 \cdot 10^{-14}$	$2,02 \cdot 10^{-15}$
^{69m}Zn	$1,84 \cdot 10^{-14}$	$3,98 \cdot 10^{-16}$	$2,44 \cdot 10^{-14}$	$5,64 \cdot 10^{-16}$
^{71m}Zn	$6,99 \cdot 10^{-14}$	$1,54 \cdot 10^{-15}$	$1,21 \cdot 10^{-13}$	$7,85 \cdot 10^{-15}$
^{72}Zn	$6,17 \cdot 10^{-15}$	$1,34 \cdot 10^{-16}$	$1,00 \cdot 10^{-14}$	$1,72 \cdot 10^{-16}$
^{86}Zr	$1,17 \cdot 10^{-14}$	$2,56 \cdot 10^{-16}$	$1,56 \cdot 10^{-14}$	$4,22 \cdot 10^{-16}$
^{88}Zr	$1,73 \cdot 10^{-14}$	$3,77 \cdot 10^{-16}$	$2,26 \cdot 10^{-14}$	$5,21 \cdot 10^{-16}$
^{89}Zr	$5,31 \cdot 10^{-14}$	$1,1 \cdot 10^{-15}$	$7,07 \cdot 10^{-14}$	$2,13 \cdot 10^{-15}$
^{95}Zr	$3,36 \cdot 10^{-14}$	$7,04 \cdot 10^{-16}$	$4,50 \cdot 10^{-14}$	$8,91 \cdot 10^{-16}$
^{97}Zr	$8,9 \cdot 10^{-15}$	$2,5 \cdot 10^{-16}$	$5,55 \cdot 10^{-14}$	$8,27 \cdot 10^{-15}$

* Значения коэффициентов приняты в соответствии с NUREG/CR-7166 Radiological Toolbox User's Guide.- Office of Nuclear Regulatory Research, 2013.

** Коэффициенты рассчитаны в предположении полубесконечного облака, по объему которого равномерно распределена активность радионуклида 1 Бк/м^3 , спектр излучения которого соответствует реальному.

*** Коэффициенты рассчитаны в предположении бесконечного плоского источника, по площади которого равномерно распределена активность радионуклида 1 Бк/м^2 , спектр излучения которого соответствует реальному.

Таблица № 2

Рекомендуемые значения интенсивностей вдыхания для различных возрастных групп населения, м³/с

Возрастная группа, г	2	3	4	5	6
Возраст	1 - 2 года	2 - 7 лет	7 - 12 лет	12 - 17 лет	>17
U_{rI}, м³/с	$6,032 \cdot 10^{-5}$	$1,016 \cdot 10^{-4}$	$1,651 \cdot 10^{-4}$	$2,317 \cdot 10^{-4}$	$2,571 \cdot 10^{-4}$

Таблица № 3

**Рекомендуемые значения параметров F_{v_r} , F_{vI_r} ,
 $F^m_{\text{молоко,г}}$, $F^f_{\text{мясо,г}}$ ***

Элемент	F_{v_r}	$F^m_{\text{молоко,г}}$, сут/л	$F^f_{\text{мясо,г}}$, сут/кг	F_{vI_r}
Ac	0,001	$2 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-5}$	0,1
Ag	0,01	$1 \cdot 10^{-4}$	0,006	0,1
Am	0,002	$2 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	0,1
As	0,08	$1 \cdot 10^{-4}$	0,02	0,2
At	0,2	0,01	0,01	0,9
Au	0,1	$1 \cdot 10^{-5}$	0,005	0,4
Ba	0,05	0,005	0,002	0,1
Bi	0,1	0,001	0,002	0,5
Br	0,4	0,02	0,05	2
Cd	0,5	0,02	0,001	5
Ce	0,05	$3 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	0,1
Cm	0,001	$2 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-5}$	0,1
Co	0,08	0,01	0,07	2
Cr	0,001	$2 \cdot 10^{-4}$	0,09	0,1
Cs	0,04	0,01	0,05	1
Cu	0,5	0,002	0,01	2
Eu	0,002	$6 \cdot 10^{-5}$	0,002	0,1

**Часть I. Методические основы регулирования и мониторинга выбросов и сбросов.
Нормирование выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду**

Элемент	Fv_r	$F^m_{\text{молоко,г,сут/л}}$	$F^f_{\text{мясо,г,сут/кг}}$	FvI_r
Fe	0,001	$3 \cdot 10^{-4}$	0,05	0,1
Ga	0,003	$1 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-4}$	0,1
Hg	0,3	$5 \cdot 10^{-4}$	0,01	3
I	0,02	0,01	0,05	0,1
In	0,003	$2 \cdot 10^{-4}$	0,004	0,1
Mn	0,3	$3 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$	10
Mo	0,2	0,005	0,01	1
Na	0,05	0,25	0,8	0,6
Nb	0,01	$4 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-6}$	0,2
Ni	0,3	0,2	0,05	1
Np	0,04	$5 \cdot 10^{-5}$	0,01	0,5
P	1	0,02	0,05	10
Pa	0,01	$5 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-6}$	0,1
Pb	0,02	$3 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$	0,1
Pd	0,1	$1 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	0,5
Pm	0,002	$6 \cdot 10^{-5}$	0,002	0,1
Po	0,002	0,003	0,005	0,1
Pu	0,001	$3 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-4}$	0,1
Ra	0,04	0,001	0,005	0,4
Rb	0,2	0,1	0,03	2
Rh	0,2	$5 \cdot 10^{-4}$	0,002	2
Ru	0,05	$3 \cdot 10^{-5}$	0,05	0,2
S	0,6	0,02	0,2	6
Sb	0,001	$2,5 \cdot 10^{-4}$	0,005	0,1
Se	0,1	0,001	0,1	1

**Методическое пособие по вопросам регулирования выбросов
и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду**

Элемент	Fv_r	$F^m_{\text{молоко, г, сут/л}}$	$F^f_{\text{мясо, г, сут/кг}}$	FvI_r
Sn	0,3	0,001	0,01	1
Sr	0,3	0,003	0,01	10
Tc	5	0,001	0,001	80
Te	1	0,005	0,07	10
Th	0,001	$5 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-4}$	0,1
Tl	2	0,003	0,02	2
U	0,01	$6 \cdot 10^{-4}$	0,003	0,2
Y	0,003	$6 \cdot 10^{-5}$	0,01	0,1
Zn	2	0,01	0,2	2
Zr	0,001	$6 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-5}$	0,1

* 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 № 4

**Рекомендуемые значения годового потребления продуктов для возрастной
группы «взрослые» ***

Продукт	Потребление продуктов, кг/год
Молоко и молокопродукты	300
Овощи	160
Мясо и мясопродукты	90

* СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации 6 ноября 2001 г. (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 22 марта 2002 г., регистрационный № 3326).

Таблица № 5

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

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

Значения коэффициентов $\epsilon_{инг\ ИРГ}^r$, (Зв·м³)/(с·Бк) *

Радионуклид	$\epsilon_{инг\ ИРГ}^r$, (Зв·м ³)/(с·Бк)
³⁷ Ar	$4,75 \cdot 10^{-20}$
³⁹ Ar	$1,27 \cdot 10^{-16}$
⁴¹ Ar	$6,13 \cdot 10^{-14}$
⁷⁴ Kr	$5,21 \cdot 10^{-14}$
⁷⁶ Kr	$1,85 \cdot 10^{-14}$
⁷⁷ Kr	$4,51 \cdot 10^{-14}$
⁷⁹ Kr	$1,12 \cdot 10^{-14}$
⁸¹ Kr	$2,43 \cdot 10^{-16}$
^{83m} Kr	$2,43 \cdot 10^{-18}$
⁸⁵ Kr	$2,54 \cdot 10^{-16}$
^{85m} Kr	$6,83 \cdot 10^{-15}$
⁸⁷ Kr	$3,94 \cdot 10^{-14}$
⁸⁸ Kr	$9,72 \cdot 10^{-14}$
¹²⁰ Xe	$1,74 \cdot 10^{-14}$
¹²¹ Xe	$8,68 \cdot 10^{-14}$
¹²² Xe	$2,2 \cdot 10^{-15}$
¹²³ Xe	$2,78 \cdot 10^{-14}$
¹²⁵ Xe	$1,08 \cdot 10^{-14}$
¹²⁷ Xe	$1,12 \cdot 10^{-14}$
^{129m} Xe	$9,38 \cdot 10^{-16}$
^{131m} Xe	$3,70 \cdot 10^{-16}$
^{133m} Xe	$1,27 \cdot 10^{-15}$
¹³³ Xe	$1,40 \cdot 10^{-15}$
^{135m} Xe	$1,85 \cdot 10^{-14}$
¹³⁵ Xe	$1,11 \cdot 10^{-14}$
¹³⁸ Xe	$5,44 \cdot 10^{-14}$

* Значения коэффициентов приняты в соответствии с Age-dependent Doses to the Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Coefficients// ICRP Publication 72.- Annals of the ICRP 26(1).- New York Pergamon Press, 1996.

**Значения удельной активности, допускающей неограниченное использование
материалов для изотопов урана*, Бк/кг**

Радионуклид	УАНИ, Бк/кг
^{230}U	$1 \cdot 10^{-2}$
^{231}U	$1 \cdot 10^{-1}$
^{232}U	$1 \cdot 10^{-3}$
^{233}U	$1 \cdot 10^{-2}$
^{234}U	$1 \cdot 10^{-2}$
^{235}U	$1 \cdot 10^{-2}$
^{236}U	$1 \cdot 10^{-2}$
^{237}U	$1 \cdot 10^{-1}$
^{238}U	$1 \cdot 10^{-2}$
^{239}U	$1 \cdot 10^{-1}$
^{240}U	$1 \cdot 10^0$

* Значения коэффициентов приняты в соответствии с Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards// General Safety Requirements Part 3 No.- GSR Part 3 (Interim).-IAEA, 2011.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 3

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», утвержденному приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 11 ноября 2015 г. № 458

**Рекомендации по определению значений параметров,
входящих в состав формул для расчета факторов разбавления,
факторов сухого осаждения и влажного выведения**

1. Расчет вертикальной дисперсии струи примеси для всех типов подстилающей поверхности, кроме типа «скошенная и низкая трава до 15 см», рекомендуется выполнять с использованием параметризации Смита - Хоскера по следующему соотношению:

$$\sigma_{z,j}(x) = \begin{cases} f(z_0, x) \cdot g_j(x) & \text{для } f(z_0, x) \cdot g_j(x) < \sigma_z^{\max} \\ \sigma_z^{\max} & \text{для } f(z_0, x) \cdot g_j(x) \geq \sigma_z^{\max} \end{cases}, \quad (1)$$

где $f(z_0, x)$ и $g_j(x)$ рекомендуется определять по приведенным ниже формулам:

$$f(z_0, x) = \begin{cases} \ln \left[c_1 \cdot x^{d_1} \cdot (1 + c_2 \cdot x^{d_2}) \right] & \text{при } z_0 > 10 \text{ см} \\ \ln \left(\frac{c_1 \cdot x^{d_1}}{1 + c_2 \cdot x^{d_2}} \right) & \text{при } z_0 \leq 10 \text{ см} \end{cases}, \quad (2)$$

$$g_j(x) = \frac{a_1 \cdot x^{b_1}}{1 + a_2 \cdot x^{b_2}}. \quad (3)$$

Рекомендуемые значения параметров a_1, a_2, b_1, b_2 , используемых при расчетах $\sigma_z(x)$, в зависимости от категории устойчивости атмосферы приведены в таблице № 8 настоящего приложения. Рекомендуемые значения параметров c_1, d_1, c_2, d_2 , используемых при расчетах $\sigma_z(x)$, в зависимости от коэффициента шероховатости z_0 приведены в таблице № 9 настоящего приложения. Рекомендуемые значения верхней границы σ_z^{\max} для различных категорий устойчивости атмосферы приведены в таблице № 10 настоящего приложения. Рекомендуемые значения коэффициента шероховатости z_0 для различных типов подстилающей поверхности приведены в таблице № 11 настоящего приложения.

Для типа подстилающей поверхности «скошенная и низкая трава до 15 см» рекомендуется для вертикальной дисперсии использовать формулы Бриггса,

а для учета ограниченности вертикальной дисперсии использовать значения σ_z^{\max} из таблицы № 10 настоящего приложения:

для категории А:

$$\sigma_z = \begin{cases} 0,2 \cdot x, \text{ если } 0,2 \cdot x < \sigma_z^{\max} \\ \sigma_z^{\max}, \text{ если } 0,2 \cdot x \geq \sigma_z^{\max} \end{cases}, \quad (4)$$

для категории В:

$$\sigma_z = \begin{cases} 0,12 \cdot x, \text{ если } 0,12 \cdot x < \sigma_z^{\max} \\ \sigma_z^{\max}, \text{ если } 0,12 \cdot x \geq \sigma_z^{\max} \end{cases}, \quad (5)$$

для категории С:

$$\sigma_z = \begin{cases} \frac{0,08 \cdot x}{\sqrt{1+0,0002 \cdot x}}, \text{ если } \frac{0,08 \cdot x}{\sqrt{1+0,0002 \cdot x}} < \sigma_z^{\max} \\ \sigma_z^{\max}, \text{ если } \frac{0,08 \cdot x}{\sqrt{1+0,0002 \cdot x}} \geq \sigma_z^{\max} \end{cases}, \quad (6)$$

для категории D:

$$\sigma_z = \begin{cases} \frac{0,06 \cdot x}{\sqrt{1+0,0015 \cdot x}}, \text{ если } \frac{0,06 \cdot x}{\sqrt{1+0,0015 \cdot x}} < \sigma_z^{\max} \\ \sigma_z^{\max}, \text{ если } \frac{0,06 \cdot x}{\sqrt{1+0,0015 \cdot x}} \geq \sigma_z^{\max} \end{cases}, \quad (7)$$

для категории Е:

$$\sigma_z = \begin{cases} \frac{0,03 \cdot x}{\sqrt{1+0,0003 \cdot x}}, \text{ если } \frac{0,03 \cdot x}{\sqrt{1+0,0003 \cdot x}} < \sigma_z^{\max} \\ \sigma_z^{\max}, \text{ если } \frac{0,03 \cdot x}{\sqrt{1+0,0003 \cdot x}} \geq \sigma_z^{\max} \end{cases}, \quad (8)$$

для категории F:

$$\sigma_z = \begin{cases} \frac{0,016 \cdot x}{\sqrt{1+0,0003 \cdot x}}, \text{ если } \frac{0,016 \cdot x}{\sqrt{1+0,0003 \cdot x}} < \sigma_z^{\max} \\ \sigma_z^{\max}, \text{ если } \frac{0,016 \cdot x}{\sqrt{1+0,0003 \cdot x}} \geq \sigma_z^{\max} \end{cases}. \quad (9)$$

Таблица № 8

**Рекомендуемые значения параметров, используемых при расчетах $\sigma_z(x)$,
в зависимости от категории устойчивости атмосферы**

Категория устойчивости	a_1	a_2	b_1	b_2
А	0,112	$5,38 \cdot 10^{-4}$	1,06	0,815
В	0,130	$6,52 \cdot 10^{-4}$	0,950	0,755

**Часть I. Методические основы регулирования и мониторинга выбросов и сбросов.
Нормирование выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду**

C	0,112	$9,05 \cdot 10^{-4}$	0,920	0,718
D	0,098	$1,35 \cdot 10^{-3}$	0,889	0,688
E	0,080	$1,58 \cdot 10^{-3}$	0,892	0,686
F	0,0609	$1,96 \cdot 10^{-3}$	0,895	0,684
G	0,0638	$1,36 \cdot 10^{-3}$	0,783	0,672

Таблица № 9

**Рекомендуемые значения параметров, используемых при расчетах $\sigma_z(x)$,
в зависимости от коэффициента шероховатости Z_0**

z_0, м	c_1	d_1	c_2	d_2
0,01	1,56	0,0480	$6,25 \cdot 10^{-4}$	0,45
0,04	2,02	0,0269	$7,76 \cdot 10^{-4}$	0,37
0,1	2,72	0	0	0
0,4	5,16	-0,098	$5,38 \cdot 10^{-2}$	0,225
1,0	7,37	-0,0957	$2,33 \cdot 10^{-4}$	0,60

Таблица № 10

**Рекомендуемые значения верхней границы σ_z^{\max} для различных категорий
устойчивости атмосферы**

Категория устойчивости	A	B	C	D	E	F	G
σ_z^{\max}, м	1600	1200	800	400	250	200	160

Таблица № 11

**Рекомендуемые значения коэффициента шероховатости
 Z_0 для различных типов подстилающей поверхности**

Тип подстилающей поверхности	Z_0, м
Снег, газон высотой 1 см	0,001
Высокая трава до 60 см	0,04 – 0,09
Скошенная и низкая трава до 15 см	0,006 – 0,02
Неоднородная поверхность с чередующимися участками травы, кустарниками и т.п.	0,1 – 0,2
Парк, лес высотой до 10 м	0,2 – 1,0
Городские постройки	3,0

2. Вычисление модуля скорости ветра на высоте выброса рекомендуется производить по следующему соотношению:

$$U_{j,k}(h) = U_k(z_\phi) \cdot \left(\frac{h}{z_\phi} \right)^{\varepsilon_j(z_0)}, \quad (10)$$

где: $U_k(z_\phi)$ – модуль приземной скорости ветра из градации по скоростям ветра k , м/с;

h – высота выброса, м;

z_ϕ – высота флюгера (рекомендуется принимать равной 10 м);

$\varepsilon_j(z_0)$ – безразмерный параметр, зависящий от категории устойчивости атмосферы и коэффициента мезомасштабной шероховатости z_0 подстилающей поверхности.

Рекомендуемые значения $\varepsilon_j(z_0)$, используемого для расчета изменения скорости ветра с высотой, приведены в таблице № 12 настоящего приложения.

Таблица № 12

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

Категория устойчивости	$z_0=1 \text{ см}$	$z_0=10 \text{ см}$	$z_0=100 \text{ см}$	$z_0=300 \text{ см}$
А	0,05	0,08	0,16	0,27
В	0,06	0,09	0,17	0,28
С	0,06	0,11	0,20	0,31
D	0,12	0,16	0,27	0,37
E	0,34	0,32	0,38	0,47
F	0,53	0,54	0,61	0,69

3. Для вычисления распределения повторяемостей $\omega_{n,j,k}$ по категориям устойчивости j , направлениям ветра n и группам скоростей ветра рекомендуется использовать данные, предоставленные метеостанциями, расположенными в районе расположения источника выброса.

4. Поскольку в штилевых условиях ($k=1$) направление ветра не определено, для штилей рекомендуется число наблюдений распределять по секторам направления ветра пропорционально частоте его распределения при слабом ветре ($k=2$).

5. Рекомендуется в расчетах все случаи реализации категории G идентифицировать как категорию F (устойчивые условия) в соответствии с формулой:

$$\omega_F = \omega'_F + \omega'_G, \quad (11)$$

где ω'_F и ω'_G – повторяемости категорий устойчивости F и G в зависимости от направления ветра и его градаций по скоростям.

6. Траекторию подъема струи $\Delta h_{j,k}(x)$ для всех погодных условий рекомендуется вычислять по формулам Неттервилла:

для категории D (безразличной стратификации атмосферы):

$$\Delta h_{j,k}(x) = \left\{ \frac{3}{\beta_j^2 \cdot U_{j,k} \cdot f^2} \cdot \left[F_0 + f \cdot M_0 - \langle f \cdot M_0 + F_0 \cdot (1 + ft) \cdot e^{-f \cdot t} \rangle \right] + \left(\frac{R_0^{j,k}}{\beta_j} \right)^3 \right\}^{1/3} - \frac{R_0^{j,k}}{\beta_j}; \quad (12)$$

для категории А, В и С (условий неустойчивости):

$$\Delta h_{j,k}(x) = \left\{ \frac{3}{2 \cdot \beta_j^2 \cdot U_{j,k} \cdot s} \left[M_0 \cdot \left(s \cdot t + \frac{1 - e^{-2 \cdot s \cdot t}}{2} \right) + \frac{F_0}{s} \cdot \left(s \cdot t - \frac{1 - e^{-2 \cdot s \cdot t}}{2} \right) \right] + \left(\frac{R_0^{j,k}}{\beta_j} \right)^3 \right\}^{1/3} - \frac{R_0^{j,k}}{\beta_j}; \quad (13)$$

для категорий E, F и G (устойчивых условий):

$$\Delta h_{j,k}(x) = \left\{ \frac{3}{2 \cdot \beta_j^2 \cdot U_{j,k} \cdot s} \cdot [F_0 + s \cdot M_0 + (s \cdot M_0 \cdot (\sin st - \cos st) - F_0 \cdot (\sin st + \cos st))] e^{-st} \right\} + \left(\frac{R_0^{j,k}}{\beta_j} \right)^3 \Bigg\}^{\frac{1}{3}} - \frac{R_0^{j,k}}{\beta_j}, \quad (14)$$

где: x – расстояние от основания трубы, м;

$$t = \frac{x}{U_{j,k}} \text{ – время движения облака по ветру до расстояния } x, \text{ с;}$$

$U_{j,k}$ – скорость ветра на высоте выброса, м/с;

β – безразмерная константа переноса;

$f=0,7 \cdot 10^{-2}$ – характерная частота спектра турбулентности при нейтральной атмосфере, с^{-1} ;

$$s = \sqrt{\left| \frac{g}{T_0} \frac{d\theta}{dz} \right|} \text{ – параметр устойчивости атмосферы, } \text{с}^{-1};$$

T_0 – абсолютная температура атмосферного воздуха, К;

$\frac{d\theta}{dz}$ – градиент потенциальной температуры (разница измеренного и адиабатического градиента температуры), К/м;

$$R_0^{j,k} = \frac{d}{2} \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{w_0}{U_{j,k}}} \text{ – начальный радиус струи с поправкой Ханна, м;}$$

w_0 – скорость выбрасываемой газовой смеси;

d – диаметр устья трубы, м;

$$M_0 = \left(w_0 \frac{d}{2} \right)^2 \text{ – величина, пропорциональная потоку кинетической энергии истекающей струи выброса, } \text{м}^4/\text{с}^2;$$

кающей струи выброса, $\text{м}^4/\text{с}^2$;

$$F_0 = 0,25 \frac{\Delta T}{T_0} g w_0 d^2 \text{ – величина, пропорциональная потоку сил плавучести, } \text{м}^4/\text{с}^2;$$

$g = 9,8$ – ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$;

$\Delta T = T - T_0$ – разность температур выбрасываемого T и атмосферного T_0 воздуха,

К.

Рекомендуемые параметры s и β для различных категорий устойчивости приведены в таблице № 13.

Таблица № 13

Рекомендуемые значения параметров s и β для различных категорий устойчивости

Категория устойчивости атмосферы	A	B	C	D	E	F	G
$s, \text{с}^{-1}$	0,02	0,017	0,015	0,00	0,023	0,033	0,038
β	0,25	0,35	0,45	0,45	0,25	0,25	0,25

7. Рекомендуемые значения скоростей сухого осаждения радионуклидов из атмосферы на подстилающую поверхность приведены в таблице № 14 настоящего приложения.

Таблица № 14

Рекомендуемые значения скоростей сухого осаждения радионуклидов из атмосферы на подстилающую поверхность

Вещество	V_d^r , м/с
Элементарный йод	$2 \cdot 10^{-2}$
Органические соединения йода	$1 \cdot 10^{-4}$
Аэрозоли	$8 \cdot 10^{-3}$
Инертные радиоактивные газы	0

8. Среднегодовую постоянную вымывания радионуклида осадками рекомендуется рассчитывать по следующей формуле:

$$\Lambda^r = \frac{\gamma_0^r}{8760} \cdot \sum_{s=1}^3 \gamma_s \cdot \theta_s, \quad (15)$$

где: γ_0^r – абсолютная вымывающая способность дождя для радионуклида r , ч/(мм·с);

γ_s – относительная вымывающая способность осадков типа s ($s=1$ для жидких осадков, $s=2$ для смешанных осадков и $s=3$ для твердых осадков);

θ_s – среднегодовая сумма осадков типа s , мм.

Рекомендуется значение величины γ_0^r для всех радионуклидов, кроме инертных радиоактивных газов, принимать равным $1 \cdot 10^{-5}$ ч/(мм·с), а для инертных радиоактивных газов принимать равным нулю. Для параметра γ_s рекомендуется принять следующие значения: $\gamma_1 = 1$ для жидких, $\gamma_2 = 2,4$ для смешанных, $\gamma_3 = 3$ для твердых осадков. Величина θ_s оценивается по климатическим данным для района расположения источника выбросов.

9. Функцию истощения струи за счет радиоактивного распада рекомендуется определять по выражению:

$$\Phi_{rad}^{r,j,k}(x) = \exp\left(\frac{-\lambda_r \cdot x}{U_{j,k}}\right), \quad (16)$$

где: λ^r – постоянная радиоактивного распада радионуклида r , с⁻¹;

$U_{j,k}$ – модуль скорости ветра на высоте выброса, м/с.

10. В случае, если в выбросе из i -го источника присутствуют изотопы природного урана (²³⁴U, ²³⁵U и ²³⁸U), рекомендуется для данных радионуклидов принимать $\Phi_{rad}^{r,j,k}(x)$ равной 1.

11. В случае, если в выбросе из i -го источника присутствуют изотопы природного урана (²³⁴U, ²³⁵U и ²³⁸U), рекомендуется не учитывать образование дочерних про-

дуктов распада данных радионуклидов после выброса, а также не учитывать бета-активность образованных до выброса дочерних продуктов распада данных радионуклидов.

12. Функцию истощения струи за счет процессов вымывания атмосферными осадками рекомендуется определять по выражению:

$$\Phi_{wet}^{r,j,k}(x) = \exp\left(-\Lambda^r \cdot \frac{x}{U_{j,k}}\right). \quad (17)$$

13. В случае, если в выбросе из i -го источника присутствуют изотопы природного урана (^{234}U , ^{235}U и ^{238}U), рекомендуется для данных радионуклидов принимать $\Phi_{wet}^{r,j,k}(x)$ равной 1.

14. Функцию истощения вследствие сухого осаждения рекомендуется определять выражением:

$$\Phi_{dry}^{r,j,k}(x) = \exp\left[-\sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot \frac{V_d^r}{U} \cdot \int_0^x \frac{\exp\left(-\frac{(h_s + \Delta h_{j,k}(x))^2}{2 \cdot \sigma_z^2(x)}\right)}{\sigma_z(x)} \cdot dx\right]. \quad (18)$$

На расстояниях, где $\sigma_z(x) \geq \sigma_z^{\max}$, рекомендуется использовать выражение:

$$\Phi_{dry}^{r,j,k}(x) = \exp\left[-\sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot \frac{V_g}{U} \cdot \int_0^{x_{\max}} \frac{\exp\left(-\frac{(h_s + \Delta h_{j,k}(x))^2}{2 \cdot \sigma_z^2(x)}\right)}{\sigma_z(x)} \cdot dx\right] \cdot \exp\left[-\frac{V_d^r \cdot (x - x_{\max})}{h_z^{\max} \cdot U}\right], \quad (19)$$

где: h_z^{\max} – максимальная высота слоя перемешивания, м (рекомендуется принимать равной $1,25 \cdot \sigma_z^{\max}$);

x_{\max} – расстояние, на котором $\sigma_z(x)$ достигает максимума σ_z^{\max} .

15. В случае, если в выбросе из i -го источника присутствуют изотопы природного урана (^{234}U , ^{235}U и ^{238}U), рекомендуется для данных радионуклидов принимать $\Phi_{dry}^{r,j,k}(x)$ равной 1.

16. Полную функцию истощения струи рекомендуется определять следующим выражением:

$$\Phi_{j,k}^r(x) = \Phi_{rad}^{r,j,k}(x) \cdot \Phi_{dry}^{r,j,k}(x) \cdot \Phi_{wet}^{r,j,k}(x). \quad (20)$$

17. Параметр x_b рекомендуется определять как корень следующего уравнения:

$$S_b = \pi \cdot \sigma_{y,j}(x_b) \cdot \sigma_{z,j}(x_b), \quad (21)$$

где: j – номер градации категории устойчивости атмосферы;

S_b – площадь сечения здания перпендикулярно направлению ветра;

U – скорость ветра на высоте выброса, м/с;

$\sigma_y(x_b)$ и $\sigma_z(x_b)$ – дисперсии струи в горизонтальном и вертикальном направлениях, вычисленные для расстояния x_b , м.

Для поперечной дисперсии $\sigma_{y,j}$ рекомендуется использовать формулу:

$$\sigma_{y,j}(x) = \frac{c_3^j \cdot x}{\sqrt{1 + 0,0001 \cdot x}}. \quad (22)$$

Рекомендуемые значения параметра c_3 для различных категорий устойчивости атмосферы приведены в таблице № 15 настоящего приложения.

Таблица № 15

Значения параметра c_3^j для различных категорий устойчивости атмосферы

Категория устойчивости	c_3^j	Категория устойчивости	c_3^j
А	0,22	Д	0,08
В	0,16	Е	0,06
С	0,11	F	0,06

18. После определения x_e расчет объемных активностей рекомендуется проводить по формулам для точечных источников, заменяя в них реальные расстояния x от точки выброса до точки детектирования суммой $x' = x + x_e$.

19. Расчет для низких труб рекомендуется проводить по смешанной модели, где доля примеси от общего количества выброса, равная $1 - K_b$, принимается выброшенной из высокой трубы, а доля примеси, равная K_b , принимается поступившей в зону аэродинамической тени, где формируется объемный источник. Рекомендуется принимать, что все выбросы из проемов здания и других, расположенных вблизи здания источников, высота которых ниже высоты здания, попадают в зону его аэродинамической тени.

Рекомендуемые значения доли выброса K_b , попадающей в зону аэродинамической тени за зданием при низком выбросе, в зависимости от безразмерной приведенной высоты здания \bar{h}_b , приведены в таблице № 16 настоящего приложения.

Таблица № 16

Значения доли выброса K_b , попадающей в зону аэродинамической тени за зданием при низком выбросе, в зависимости от безразмерной приведенной высоты здания \bar{h}_b

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

20. Приведенную высоту здания \bar{h}_b , зависящую от взаимного расположения здания и трубы, рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$\bar{h}_b = \frac{h_s - h_b}{h_{iz} - h_b}, \quad (23)$$

где: h_s – геометрическая высота источника выбросов от поверхности земли, м;

h_b – высота здания, м;

h_{iz} – расстояние от уровня земли до верхней границы зоны смещения потока воздуха за зданием, м, рассчитываемое по формуле:

$$h_{iz} = h_b \cdot \left(1 + \frac{h_b}{h_b + b} \right), \quad (24)$$

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

ПРИЛОЖЕНИЕ № 4

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», утвержденному приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 11 ноября 2015 г. № 458

**Пример расчета параметров, необходимых для расчета нормативов предельно
допустимых выбросов**

1. Данное приложение содержит пример расчета параметров, необходимых для расчета нормативов ПДВ с использованием соотношений, приведенных в настоящем Руководстве по безопасности.

2. Рассмотрим следующий набор исходных данных:

1) источник выбросов – вентиляционная труба высотой $h_s=120$ м, диаметр устья трубы $d=4,48$ м. Скорость истечения выброса $w_0=6,26$ м/с, температура выбрасываемой смеси $T=23$ °С;

2) радионуклидный состав и годовой объем выбросов приведены в таблице № 17 настоящего приложения;

3) санитарно-защитная зона представляет собой окружность радиусом 3 км с центром в точке расположения источника; сельскохозяйственных производств в пределах санитарно-защитной зоны нет; квота годовой эффективной дозы облучения населения составляет 200 мкЗв/год;

4) повторяемость направлений ветра в различных румбах и среднегодовая скорость ветра на высоте флюгера приведены в таблице № 18 настоящего приложения; годовые атмосферные осадки в районе расположения источника приведены в таблице № 19 настоящего приложения. Коэффициент мезомасштабной шероховатости $z_0=1$ см.

Таблица № 17

Радионуклидный состав и годовой объем выбросов

Радионуклид	Q, Бк/год
^{131}I (газовая форма)	$1,8 \cdot 10^{10}$
^{137}Cs	$2,0 \cdot 10^9$

Таблица № 18

Повторяемость направлений ветра в различных румбах и среднегодовая скорость ветра на высоте флюгера (откуда дует ветер)

Наименование характеристики	Величина	
Роза ветров, %	С	8
	СВ	9
	В	10
	ЮВ	10
	Ю	12
	ЮЗ	21
	З	17
	СЗ	13
Среднегодовая скорость ветра, м/с	1,8	

Таблица № 19

Годовые атмосферные осадки в районе расположения источника

Тип осадков	Количество, мм/год
Жидкие	464
Твердые	180
Смешанные	56
Сумма	700

3. С учетом приведенных в пункте 2 настоящего приложения исходных данных формула для расчета среднегодового метеорологического фактора разбавления (2) приложения № 1 к настоящему Руководству по безопасности примет следующий вид:

$$\bar{G}_n^r(x) = \max_j \left[\frac{2 \cdot N \cdot \omega_n}{(2 \cdot \pi)^{3/2} \cdot x} \cdot \frac{\Phi_j^r(x)}{\sigma_{z,j}(x) \cdot U_j} \cdot \exp \left(-\frac{(h_s + \Delta h_j(x))^2}{2 \cdot \sigma_{z,j}^2(x)} \right) \right]. \quad (1)$$

Порядок расчета величин, входящих в формулу (1), описан в приложении № 3 к настоящему Руководству по безопасности.

4. С учетом того, что в исходных данных принято, что коэффициент мезомасштабной шероховатости поверхности $z_0=1$ см, для расчета вертикальной дисперсии струи выброса $\sigma_{z,j}(x)$ для различных категорий устойчивости атмосферы используется параметризация Бриггса, описанная формулами (4) – (9) приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности.

На рис. 1 настоящего приложения приведены графики зависимостей $\sigma_{z,j}(x)$ для различных категорий устойчивости атмосферы в логарифмическом масштабе.

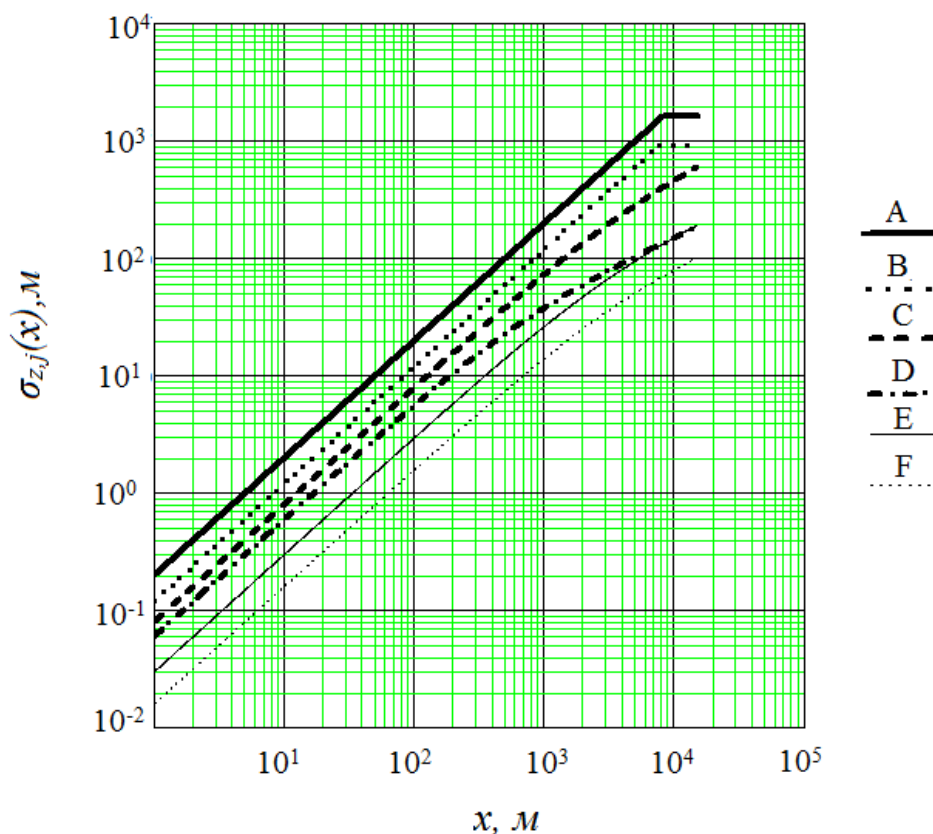


Рис. 1. Графики зависимостей $\sigma_{z_j}(x)$ для различных категорий устойчивости атмосферы

5. Рассчитанные на высоте выброса в соответствии с формулой (10) приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности значения скорости ветра \bar{U}_j для различных категорий устойчивости приведены в таблице № 20 настоящего приложения.

Таблица № 20

Рассчитанные на высоте выброса значения скорости ветра \bar{U}_j для различных категорий устойчивости

Категория устойчивости	A	B	C	D	E	F
\bar{U}_j , м/с	1,1	1,2	1,2	1,3	2,3	3,7

6. Подъем струи над источником выброса $\Delta h_j(x)$, м, для различных категорий устойчивости атмосферы рассчитывается с помощью формул (12) – (14) приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности.

На рис. 2 настоящего приложения приведены в логарифмическом масштабе графики зависимостей $\Delta h_j(x)$ для различных категорий устойчивости атмосферы, построенные по формулам (12) – (14) приложения № 3 к настоящему руководству по безопасности.

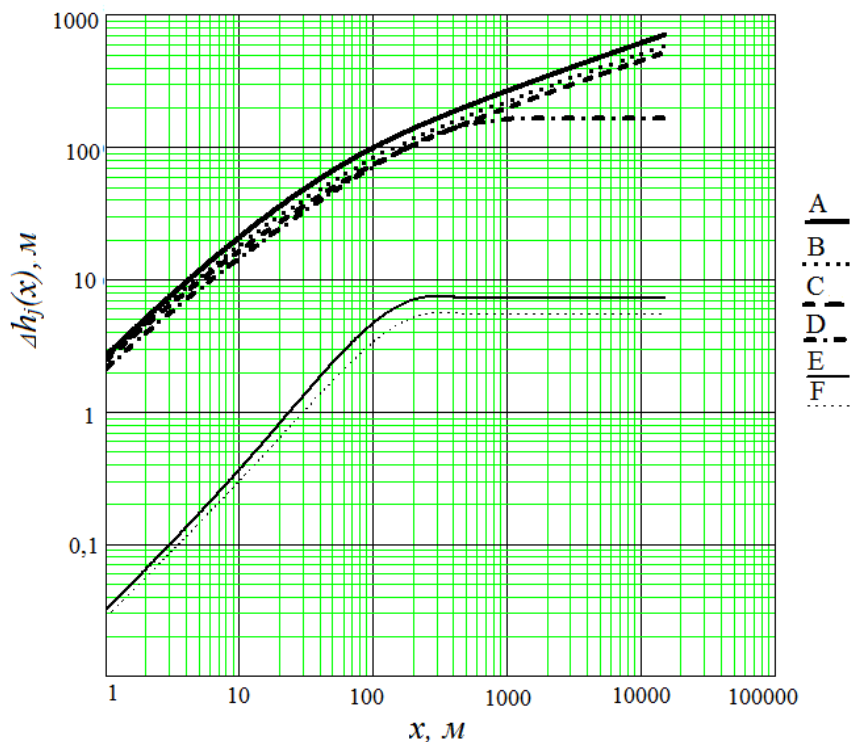


Рис. 2. Графики зависимостей $\Delta h_j(x)$ для различных категорий устойчивости атмосферы

7. Значения функции истощения струи $\Phi_j^r(x)$ рассчитываются с использованием формул (16) – (20) приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности.

Значение среднегодовой постоянной вымывания радионуклидов осадками, рассчитанное с использованием исходных данных из таблицы № 19 настоящего приложения по формуле (15) приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности для радионуклидов ^{131}I и ^{137}Cs , составляет $1,3 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1}$.

Значения скоростей сухого осаждения в соответствии с таблицей № 14 приложения № 3 к настоящему Руководству по безопасности принимаются равными $2 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$ для ^{131}I и $8 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$ для ^{137}Cs .

На рис. 3 и 4 для ^{131}I и ^{137}Cs приведены графики зависимостей полных функций истощения струи $\Phi_j^r(x)$ за счет радиоактивного распада, вымывания атмосферными осадками и сухого осаждения для различных категорий устойчивости атмосферы.

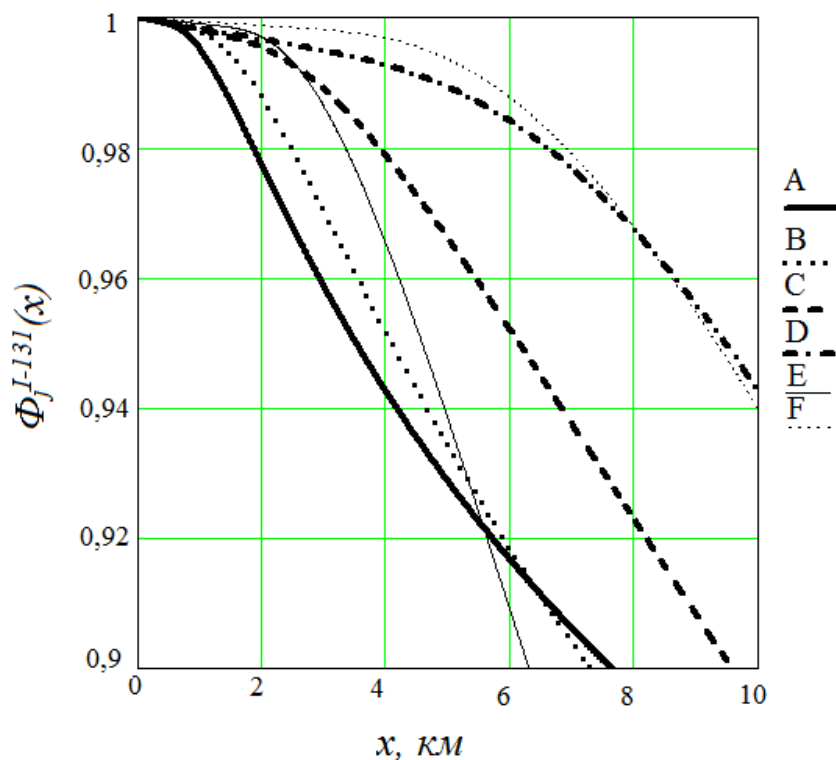


Рис. 3. Графики зависимостей функции истощения для ^{131}I от расстояния от источника для различных категорий устойчивости атмосферы

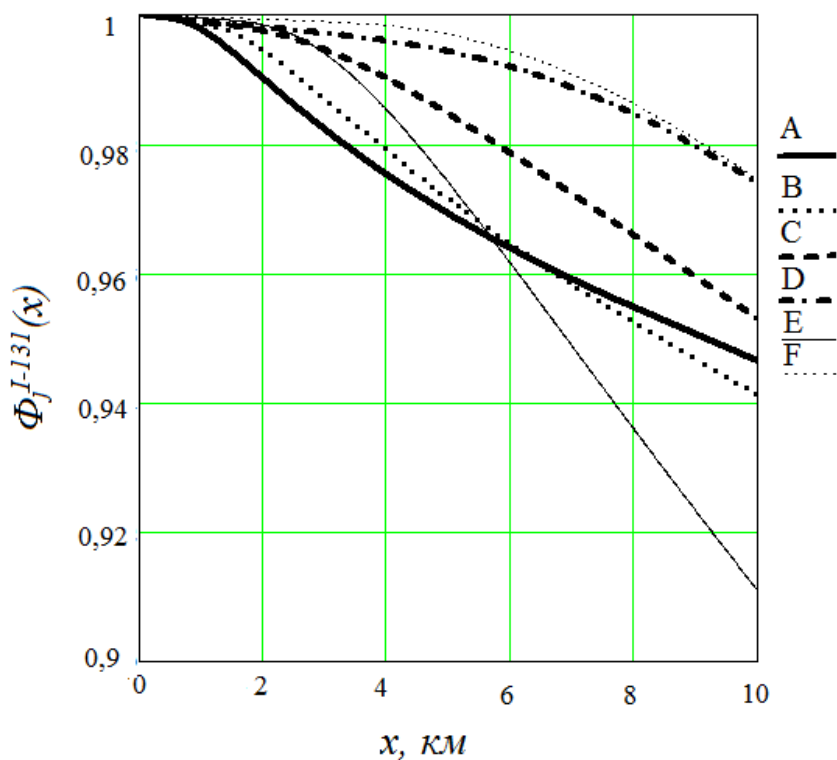


Рис. 4. Графики зависимостей функции истощения для ^{137}Cs от расстояния от источника для различных категорий устойчивости атмосферы

8. На рис. 5 – 12 приведены графики зависимостей среднегодовых метеорологических факторов разбавления, определяемых формулой (1) пункта 3 данного приложения, для каждого из восьми направлений ветра, приведенных в таблице № 18 настоящего приложения.

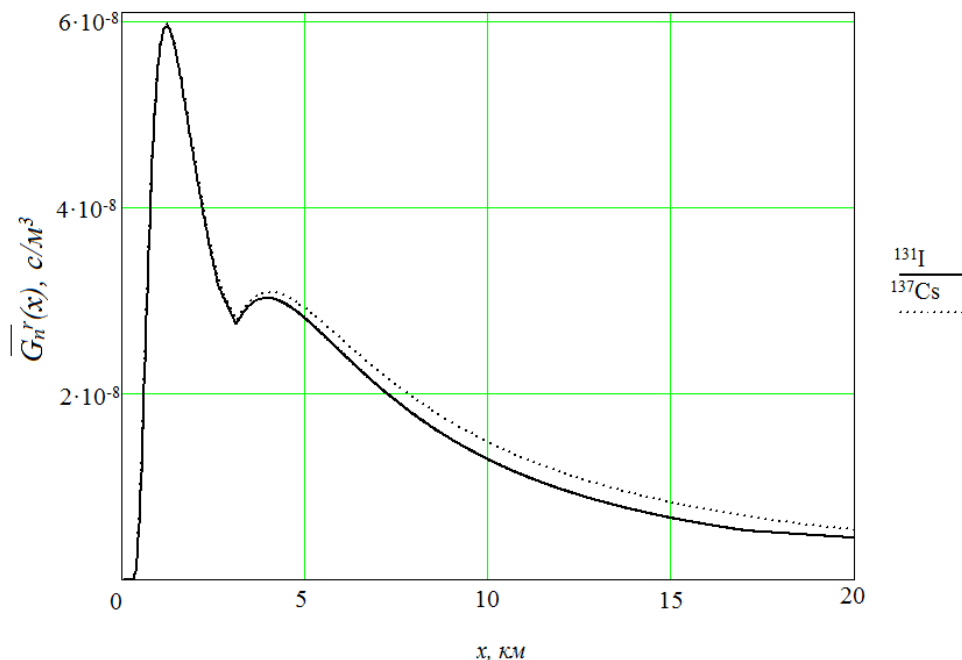


Рис. 5. Графики зависимостей фактора разбавления от расстояния от источника в южном направлении

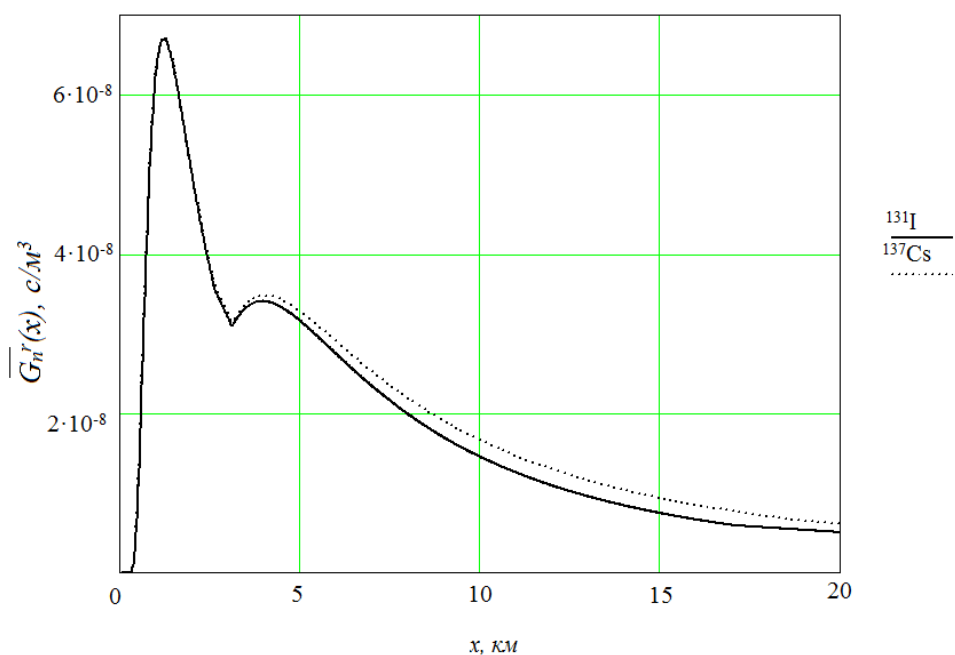


Рис. 6. Графики зависимостей фактора разбавления от расстояния от источника в юго-западном направлении

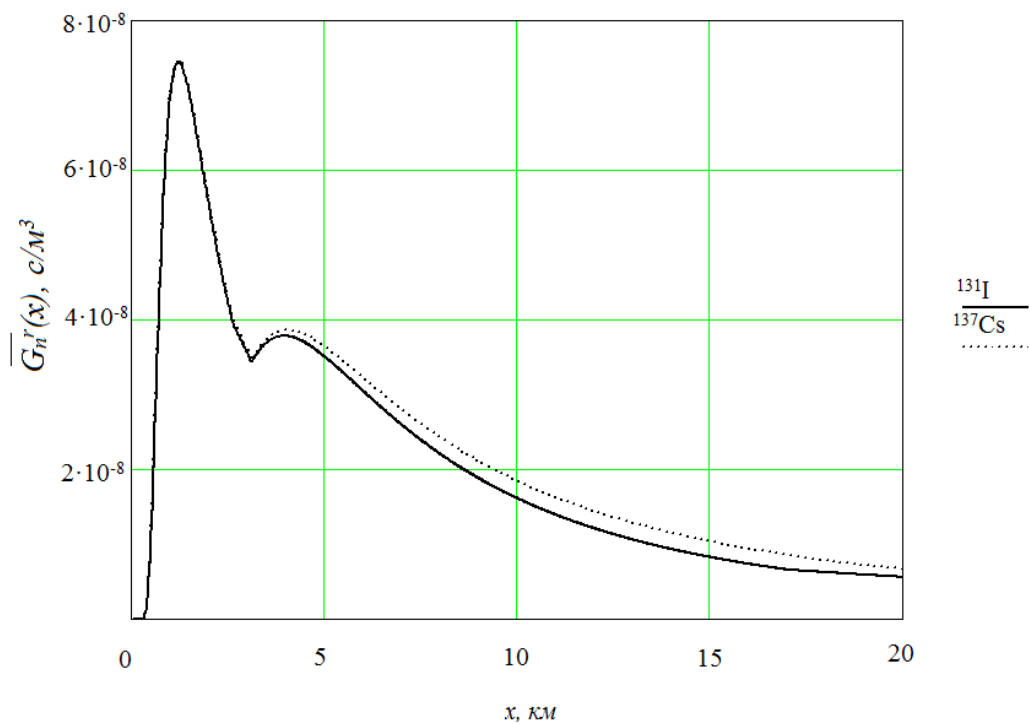


Рис. 7. Графики зависимостей фактора разбавления от расстояния от источника в западном направлении

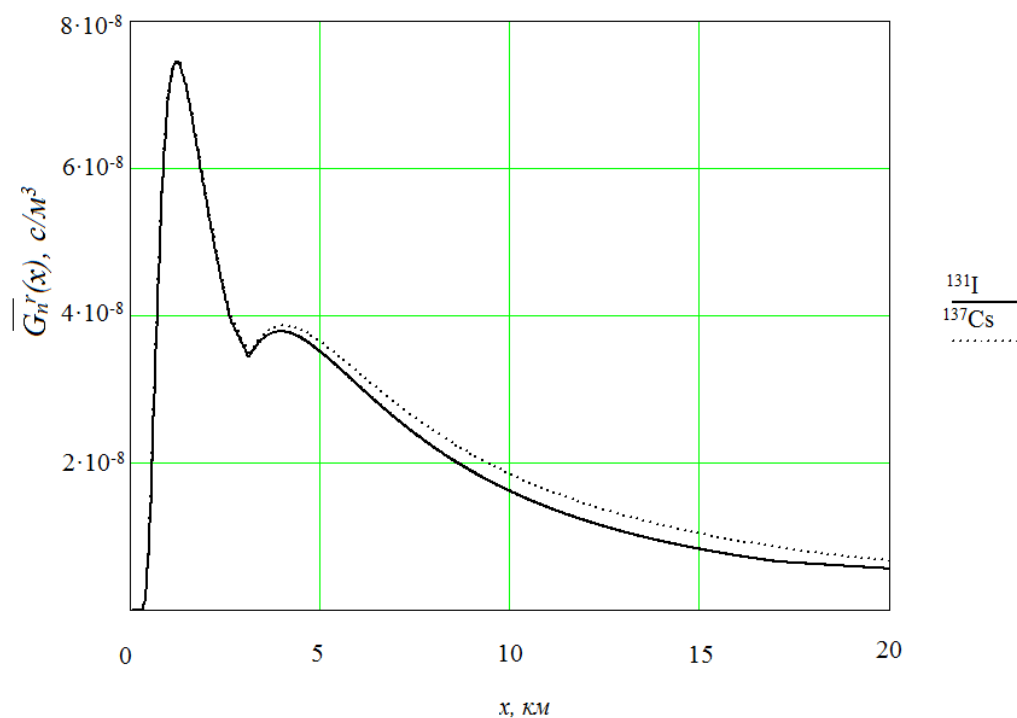


Рис. 8. Графики зависимостей фактора разбавления от расстояния от источника в северо-западном направлении

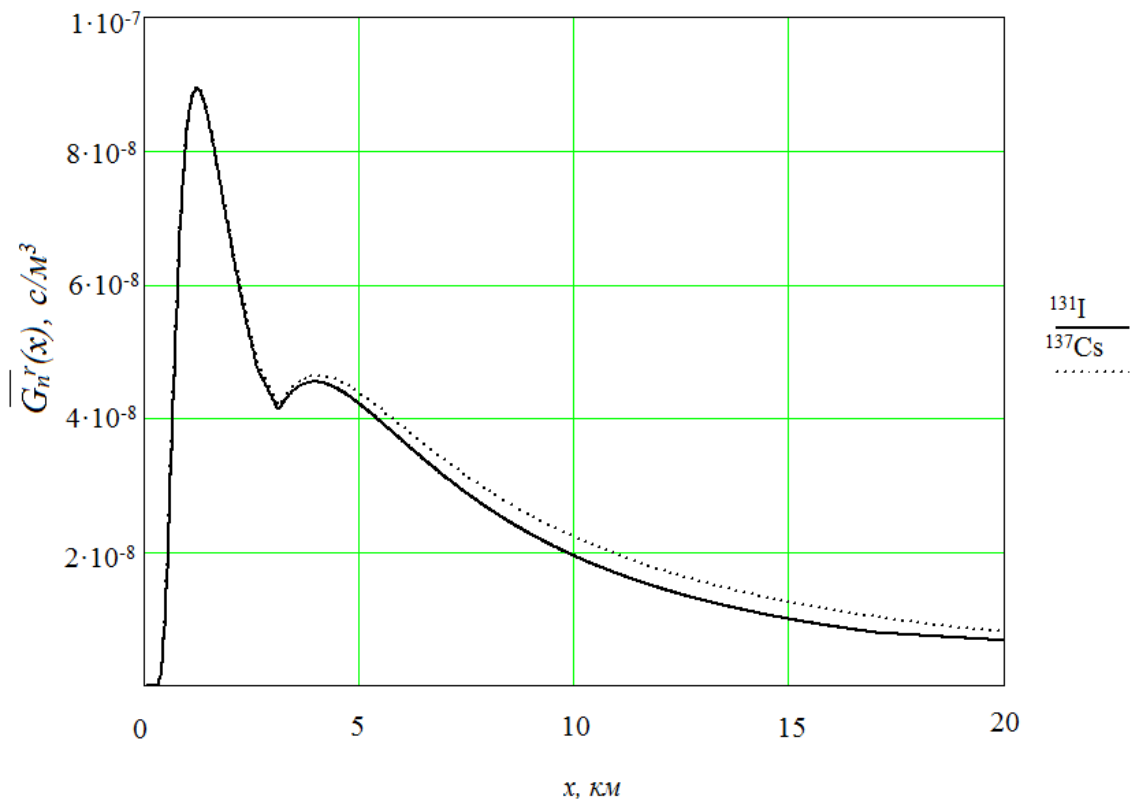


Рис. 9. Графики зависимостей фактора разбавления от расстояния от источника в северном направлении

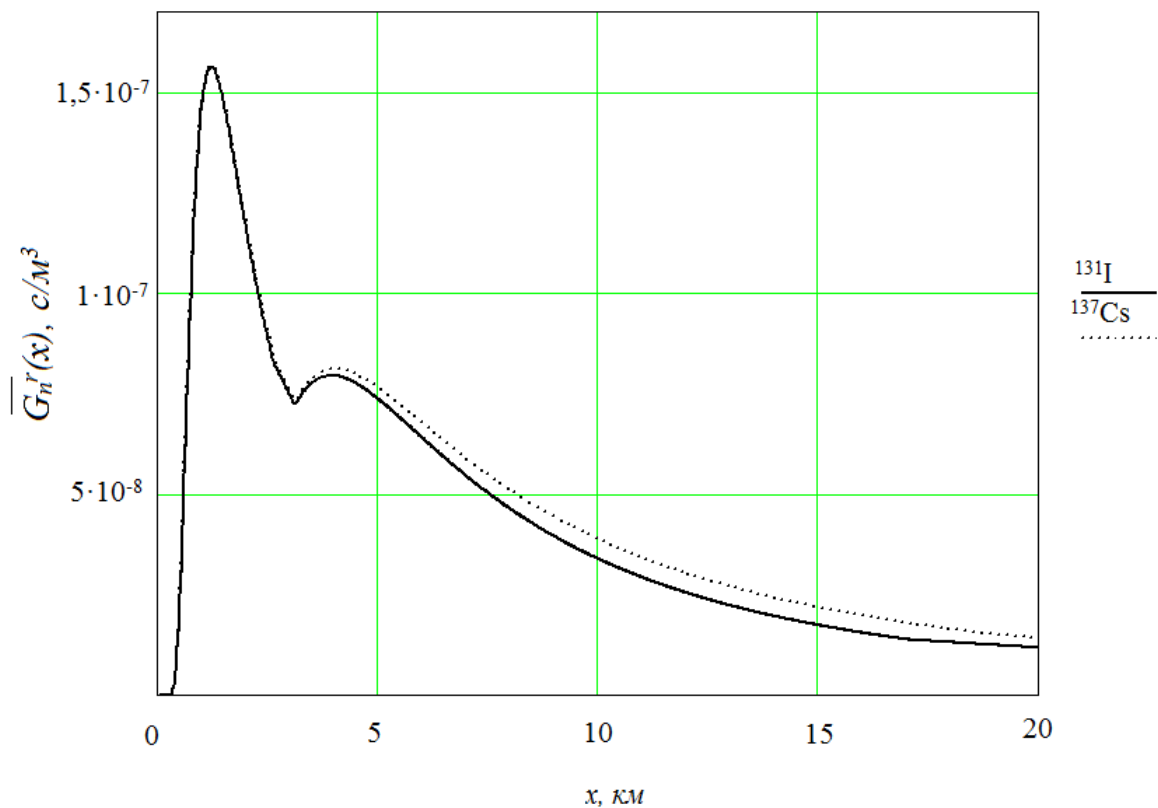


Рис. 10. Графики зависимостей фактора разбавления от расстояния от источника в северо-восточном направлении

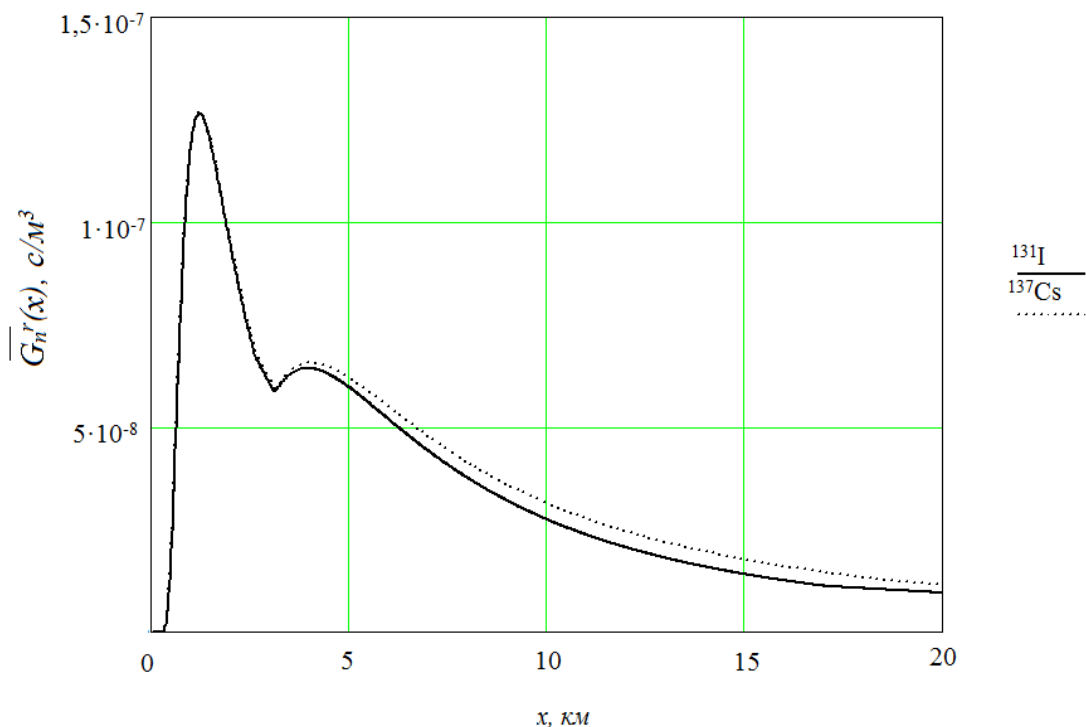


Рис. 11. Графики зависимостей фактора разбавления от расстояния от источника в восточном направлении

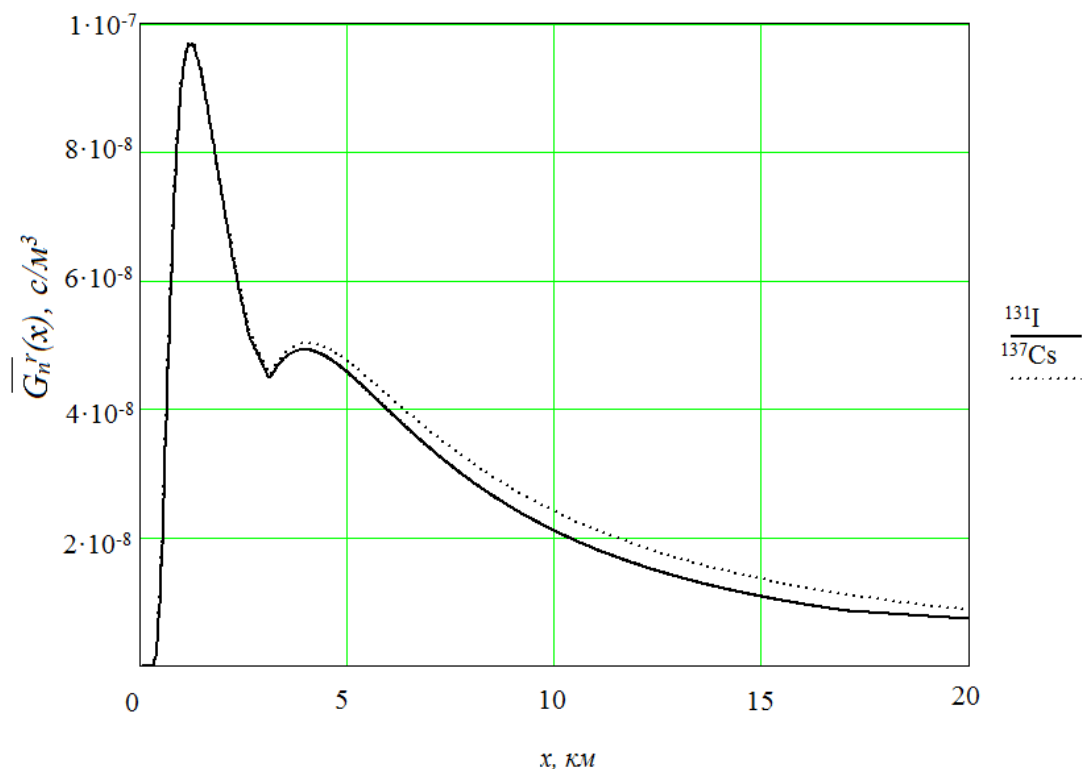


Рис. 12. Графики зависимостей фактора разбавления от расстояния от источника в юго-восточном направлении

Из анализа графиков, представленных на рис. 5 – 12 настоящего приложения, следует, что максимальные значения факторов разбавления реализуются в северо-восточном направлении от источника.

9. В таблице № 21 настоящего приложения приведены рассчитанные значения $G_{r,n}^z(x)$ для ^{131}I и ^{137}Cs в юго-восточном направлении от источника выбросов, рассчитанные по формуле (7) приложения № 1 к настоящему Руководству по безопасности.

Таблица № 21

Рассчитанные значения $G_{r,n}^z(x)$ для ^{131}I и ^{137}Cs в юго-восточном направлении от источника выбросов

Расстояние от источника x , м	$G_{r,n}^z(x)$, с/м ²	
	^{131}I	^{137}Cs
500	$4,718 \cdot 10^{-4}$	$4,720 \cdot 10^{-4}$
1000	$2,350 \cdot 10^{-4}$	$2,356 \cdot 10^{-4}$
1500	$1,554 \cdot 10^{-4}$	$1,565 \cdot 10^{-4}$
2000	$1,154 \cdot 10^{-4}$	$1,169 \cdot 10^{-4}$
3000	$7,594 \cdot 10^{-5}$	$7,732 \cdot 10^{-5}$
4000	$5,636 \cdot 10^{-5}$	$5,758 \cdot 10^{-5}$
5000	$4,451 \cdot 10^{-5}$	$4,578 \cdot 10^{-5}$
6000	$3,655 \cdot 10^{-5}$	$3,794 \cdot 10^{-5}$
7000	$3,085 \cdot 10^{-5}$	$3,235 \cdot 10^{-5}$
9000	$2,329 \cdot 10^{-5}$	$2,494 \cdot 10^{-5}$
11000	$1,868 \cdot 10^{-5}$	$2,023 \cdot 10^{-5}$
13000	$1,550 \cdot 10^{-5}$	$1,697 \cdot 10^{-5}$
15000	$1,317 \cdot 10^{-5}$	$1,459 \cdot 10^{-5}$

10. Рассчитанные в соответствии с формулами (5) и (6) приложения № 1 к настоящему Руководству по безопасности среднегодовые метеорологические факторы сухого осаждения $F_{r,n}(x)$ и влажного выведения $W_{r,n}(x)$ для ^{131}I и ^{137}Cs в северо-восточном направлении от источника представлены в таблицах № 22 и № 23 настоящего приложения.

Таблица № 22

Рассчитанные значения $F_{r,n}(x)$ и $W_{r,n}(x)$ для ^{131}I

Расстояние от источника x , м	$F_{r,n}(x)$, м ⁻²	$W_{r,n}(x)$, м ⁻²
500	$4,0 \cdot 10^{-12}$	$6,1 \cdot 10^{-10}$
1000	$2,9 \cdot 10^{-11}$	$3,1 \cdot 10^{-10}$
1500	$3,0 \cdot 10^{-9}$	$2,0 \cdot 10^{-10}$
2000	$2,3 \cdot 10^{-9}$	$1,5 \cdot 10^{-10}$
3000	$1,5 \cdot 10^{-9}$	$9,9 \cdot 10^{-11}$
4000	$1,6 \cdot 10^{-9}$	$7,3 \cdot 10^{-11}$
5000	$1,5 \cdot 10^{-9}$	$5,8 \cdot 10^{-11}$
6000	$1,3 \cdot 10^{-9}$	$4,8 \cdot 10^{-11}$
7000	$1,1 \cdot 10^{-9}$	$4,0 \cdot 10^{-11}$
9000	$7,9 \cdot 10^{-10}$	$3,0 \cdot 10^{-11}$
11000	$5,9 \cdot 10^{-10}$	$2,4 \cdot 10^{-11}$

13000	$4,5 \cdot 10^{-10}$	$2,0 \cdot 10^{-11}$
15000	$3,5 \cdot 10^{-10}$	$1,7 \cdot 10^{-11}$

Таблица № 23

Рассчитанные значения $F_{r,n}(x)$ и $W_{r,n}(x)$ для ^{137}Cs

Расстояние от источника $x, \text{ м}$	$F_{r,n}(x), \text{ м}^{-2}$	$W_{r,n}(x), \text{ м}^{-2}$
500	$1,6 \cdot 10^{-10}$	$6,1 \cdot 10^{-10}$
1000	$1,2 \cdot 10^{-9}$	$3,1 \cdot 10^{-10}$
1500	$1,2 \cdot 10^{-9}$	$2,0 \cdot 10^{-10}$
2000	$9,5 \cdot 10^{-10}$	$1,5 \cdot 10^{-10}$
3000	$6,1 \cdot 10^{-10}$	$1,0 \cdot 10^{-10}$
4000	$6,5 \cdot 10^{-10}$	$7,5 \cdot 10^{-11}$
5000	$6,1 \cdot 10^{-10}$	$5,9 \cdot 10^{-11}$
6000	$5,4 \cdot 10^{-10}$	$4,9 \cdot 10^{-11}$
7000	$4,7 \cdot 10^{-10}$	$4,2 \cdot 10^{-11}$
9000	$3,6 \cdot 10^{-10}$	$3,2 \cdot 10^{-11}$
11000	$2,7 \cdot 10^{-10}$	$2,6 \cdot 10^{-11}$
13000	$2,2 \cdot 10^{-10}$	$2,2 \cdot 10^{-11}$
15000	$1,7 \cdot 10^{-10}$	$1,9 \cdot 10^{-11}$

11. С учетом того, что в исходных данных принято, что санитарно-защитная зона представляет собой окружность радиусом 3 км с центром в точке расположения источника, формула (1) раздела II настоящего Руководства по безопасности для расчета функции перехода, связывающей активность выброса радионуклида r из i -го источника с годовой эффективной дозой облучения населения, примет следующий вид:

$$\Psi_r(x, n) = \begin{cases} \Psi_r^{obl}(x, n) + \Psi_r^{nov}(x, n) + \Psi_r^{ung}(x, n), & \text{если } x < 3 \text{ км} \\ \Psi_r^{obl}(x, n) + \Psi_r^{nov}(x, n) + \Psi_r^{ung}(x, n) + \Psi_r^{muc}(x, n), & \text{если } x \geq 3 \text{ км.} \end{cases} \quad (2)$$

Функции перехода $\Psi_r^{obl}(x, n)$, $\Psi_r^{nov}(x, n)$, $\Psi_r^{ung}(x, n)$, $\Psi_r^{muc}(x, n)$ рассчитываются по формулам (2), (3), (4) и (5) раздела II настоящего Руководства по безопасности.

12. В таблице № 24 для радионуклидов ^{131}I и ^{137}Cs приведены значения параметров, необходимых для расчета функций перехода.

Таблица № 24

Значения параметров, необходимых для расчета функций перехода

Радионуклид	^{131}I	^{137}Cs
$R_{\text{обл}}^r, \frac{\text{Зв} \times \text{м}^3}{\text{с} \times \text{Бк}}$	$1,61 \cdot 10^{-14}$	$9,28 \cdot 10^{-17}$
$R_{\text{пов}}^r, \frac{\text{Зв} \times \text{м}^2}{\text{с} \times \text{Бк}}$	$3,64 \cdot 10^{-16}$	$2,99 \cdot 10^{-18}$
$\epsilon_{\text{инг}}^r, \frac{\text{Зв}}{\text{Бк}}$	$7,2 \cdot 10^{-8}$	$4,6 \cdot 10^{-9}$
$\epsilon_{\text{пищ}}^r, \frac{\text{Зв}}{\text{Бк}}$	$1,8 \cdot 10^{-7}$	$1,3 \cdot 10^{-8}$
Fv_r	0,02	0,04
$F^m_{\text{молоко},r}, \text{сут/л}$	0,01	0,01
$F^f_{\text{мясо},r}, \text{сут/кг}$	0,05	0,05
FvI_r	0,1	1

Для расчета $\Psi_r^{\text{инг}}(x, n)$ из формулы (2) в соответствии с формулой (4) раздела II настоящего Руководства по безопасности принимались значения интенсивностей вдыхания для лиц из различных возрастных групп, приведенные в таблице № 2 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности.

Для расчета $\Psi_r^{\text{пищ}}(x, n)$ из формулы (2) в соответствии с формулой (5) раздела II настоящего Руководства по безопасности принимались значения годовых потреблений продуктов лицами из возрастной группы «взрослые» и значения суточных энергетических затрат для лиц из различных возрастных групп, приведенные в таблицах № 4 и № 5 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности.

13. В таблице № 25 настоящего приложения приведены годовые потребления пищевых продуктов лицами критической возрастной группы $I^{r,f}$, кг/год, рассчитанные по формуле (17) раздела II настоящего Руководства по безопасности.

Таблица № 25

Годовые потребления пищевых продуктов лицами критической возрастной группы $I^{r,f}$, кг/год

Пищевой продукт			Критическая группа (радионуклид, по которому она определяется)
Овощи	Мясо и мясопродукты	Молоко и молокопродукты	
77,2	43,4	144,8	дети 1 - 2 года (^{131}I)
160	90	300	взрослые (^{137}Cs)

В таблице № 26 настоящего приложения приведены коэффициенты перехода «выпадение из атмосферы – поступление в продукт» радионуклида r в продукт питания f по воздушному пути $K_I^{r,f}$, рассчитанные с помощью формул (7), (11) и (13) раздела II настоящего Руководства по безопасности.

Таблица № 26

Коэффициенты перехода по пищевым цепочкам $K_1^{r,f}$

Радионуклид	$K_1^{r,f}$, м ² ·год/кг		
	$K_1^{r,овощи}$	$K_1^{r,мясо}$	$K_1^{r,молоко}$
I-131	$2,480 \cdot 10^{-6}$	0,023	$6,087 \cdot 10^{-3}$
Cs-137	0,013	0,076	0,02

В таблице № 27 приведены коэффициенты перехода «выпадение из атмосферы – поступление в продукт» радионуклида r в продукт питания f по воздушному пути $K_2^{r,f}$, рассчитанные с помощью формул (8), (12) и (14) раздела II настоящего Руководства по безопасности.

Таблица № 27

Коэффициенты перехода по пищевым цепочкам $K_2^{r,f}$

Радионуклид	$K_2^{r,f}$, м ² ·год/кг		
	$K_2^{r,овощи}$	$K_2^{r,мясо}$	$K_2^{r,молоко}$
I-131	$1,020 \cdot 10^{-9}$	$4,692 \cdot 10^{-6}$	$1,251 \cdot 10^{-6}$
Cs-137	$2,064 \cdot 10^{-3}$	0,031	$8,288 \cdot 10^{-3}$

14. С учетом приведенных в пункте 2 настоящего приложения данных о санитарно-защитной зоне максимум годовой эффективной дозы облучения населения будет расположен в том направлении от источника, куда чаще дует ветер.

На рис. 13 в полулогарифмическом масштабе изображены графики зависимостей функций перехода $\Psi_r(x)$, связывающих годовые эффективные дозы с выбросом ¹³¹I или ¹³⁷Cs от расстояния в северо-восточном направлении от источника, рассчитанных в соответствии с порядком, описанным в разделе II настоящего Руководства по безопасности.

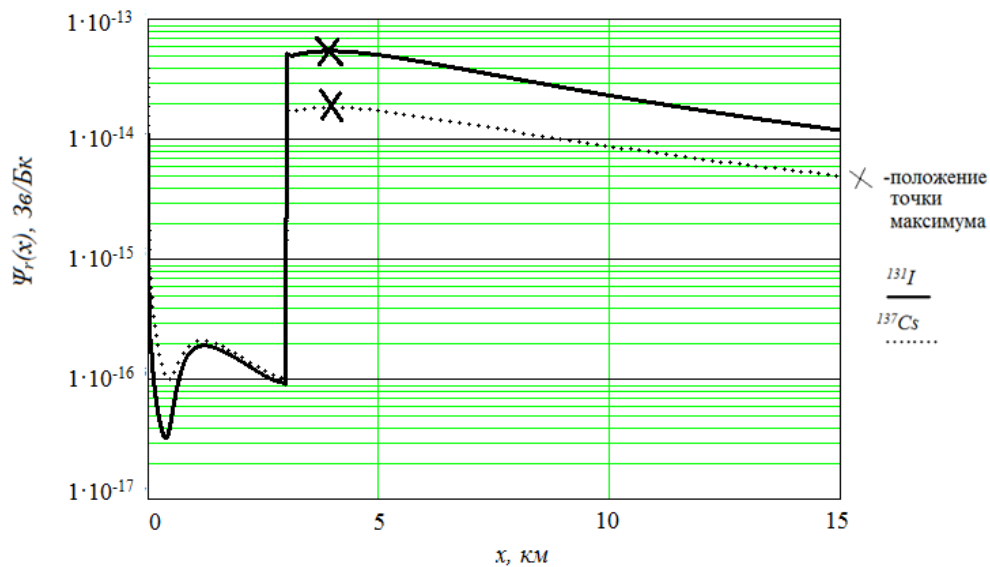


Рис. 13. Графики зависимостей функций перехода $\Psi_r(x)$, связывающих годовые эффективные дозы с выбросом ¹³¹I или ¹³⁷Cs от расстояния в северо-восточном направлении от источника

**Часть I. Методические основы регулирования и мониторинга выбросов и сбросов.
Нормирование выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду**

Таким образом, максимум функционала, связывающего годовую эффективную дозу облучения населения с выбросами ^{131}I , реализуется на расстоянии 3990 м в северо-восточном направлении от источника и составляет $5,422 \cdot 10^{-14}$ Зв/Бк.

Максимум функционала, связывающего годовую эффективную дозу облучения населения с выбросами ^{137}Cs , реализуется на расстоянии 3940 м в северо-восточном направлении от источника и составляет $1,84 \cdot 10^{-14}$ Зв/Бк.

15. Функции перехода, связывающие годовую эквивалентную дозу облучения кожи и хрусталика глаза, рассчитываются в соответствии с формулой (34) раздела IV настоящего Руководства по безопасности.

16. В таблице № 28 настоящего приложения приведены значения дозовых коэффициентов для кожи для радионуклидов ^{131}I и ^{137}Cs , взятые из таблицы № 1 приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности.

Таблица № 28

Дозовые коэффициенты для облучения кожи

Радионуклид	$R_{\text{обл}}^{r, \text{кожа}}, \frac{\text{Зв} \times \text{м}^3}{\text{с} \times \text{Бк}}$	$R_{\text{пов}}^{r, \text{кожа}}, \frac{\text{Зв} \times \text{м}^2}{\text{с} \times \text{Бк}}$
^{131}I	$2,98 \cdot 10^{-14}$	$6,43 \cdot 10^{-16}$
^{137}Cs	$8,63 \cdot 10^{-15}$	$2,75 \cdot 10^{-16}$

Так как согласно пункту 33 раздела IV настоящего Руководства по безопасности дозовые коэффициенты для хрусталика глаза можно консервативно принять пропорциональными дозовым коэффициентам для кожи с коэффициентом 0,3, значения функции перехода для хрусталика глаза будут пропорциональны значениям функции перехода для кожи с тем же коэффициентом пропорциональности.

Максимальные значения $\Psi_r^{eq, \text{кожа}}(x_{\text{max}}, y_{\text{max}})$, рассчитанные в точке максимума годовой эффективной дозы, реализующейся в северо-восточном направлении от источника по формуле (34) раздела IV настоящего Руководства по безопасности, составляют $2,169 \cdot 10^{-18}$ Зв/Бк для ^{131}I и $1,765 \cdot 10^{-16}$ Зв/Бк для ^{137}Cs .

17. Вклад в годовую эффективную дозу ^{131}I , рассчитанный в соответствии с рекомендациями раздела III настоящего Руководства по безопасности, составляет 96,9 %, следовательно установление нормативов ПДВ требуется для обоих радионуклидов, содержащихся в выбросе.

А.В. Курындин, А.А. Строганов, А.С. Шаповалов, Н.Б. Тимофеев

Методическое пособие по вопросам регулирования выбросов
и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду

Часть I

Методические основы регулирования и мониторинга выбросов и сбросов.
Нормирование выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду

Ответственный за выпуск Сеницына Т.В.

Верстка выполнена в ФБУ «НТЦ ЯРБ»

Подписано в печать 23.12.2015

ФБУ «Научно-технический центр по ядерной

и радиационной безопасности» (ФБУ «НТЦ ЯРБ») является

официальным издателем и распространителем нормативных актов Федеральной службы по
экологическому, технологическому и атомному надзору

(Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому
и атомному надзору от 20.04.06 № 384) а также официальным распространителем
документов МАГАТЭ на территории России.

Тираж 100 экз.

Отпечатано в ФБУ «НТЦ ЯРБ»

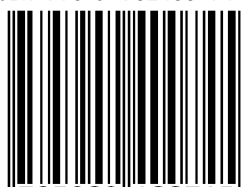
Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5

Телефон редакции: 8-499-264-28-53



Система менеджмента качества ФБУ «НТЦ ЯРБ»
сертифицирована на соответствие требованиям
международного стандарта ISO 9001:2008
и межгосударственного стандарта ГОСТ ИСО 9001-2008

ISBN 978-5-902400-74-5



9 785902 400745