Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование

Российской Федерации

2.6.5. Атомная энергетика и промышленность

Обоснование границ и условия эксплуатации санитарно-защитных зон и зон наблюдения радиационных объектов

Методические указания
МУ 2.6.5.010-2016

Издание официальное

Москва
2016

gost.e-ecolog.ru

1. Разработаны Федеральным медицинским биофизическим центром им. А.И. Бурназяна ФМБА России (к.т.н., с.н.с О.А. Кочетков - руководитель разработки, Л.И. Кузнецова, к.м.н. С.Г. Монастырская), Федеральным медико-биологическим агентством (к.т.н. Н.П. Поцяпун) и АО «ВНИИАЭС» Госкорпорации «Росатом» (В.С. Волчков, к.ф.-м.н., с.н.с Н.В. Клепикова, к.т.н., с.н.с Е.А. Иванов - руководитель разработки, к.г.-м.н. М.А. Макеичева, к.т.н. И.В. Пырков).

2. Рекомендованы к утверждению Подкомиссией по специальному нормированию Федерального медико-биологического агентства (протокол от 21.04.2016 № 03/2016).

3. Утверждены заместителем руководителя ФМБА России, главным государственным санитарным врачом ФМБА России В.В. Романовым 22.04.2016.

4. Дата введения в действие - с момента утверждения.

5. Введены впервые.

Содержание

Введение 4

1. Область применения 5

2. Нормативные ссылки 5

3. Список сокращений 8

4. Общие положения 9

5. Обоснование границ санитарно-защитной зоны 10

6. Оценка соответствия радиационного объекта нормативным требованиям в части химического и физического воздействия на население и окружающую среду 13

6.1. Оценка соответствия радиационного объекта нормативным требованиям в части химического воздействия 13

6.2. Оценка соответствия радиационного объекта нормативным требованиям в части физического воздействия 16

6.3. Устранение несоответствия 18

7. Определение размеров зоны наблюдения 19

8. Организация радиационного контроля в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения 23

9. Производственный контроль химического и физического воздействия на население и окружающую среду 26

Приложение А (обязательное) Годовая эффективная доза облучения населения от радиоактивных выбросов 30

Приложение Б Список исполнителей 74

Библиография 75

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель руководителя Федерального
медико-биологического агентства,
Главный государственный санитарный врач
ФМБА России



_____ В.В. Романов

_____ 2016 г.

Дата введения – с даты утверждения

2.6.5. АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Обоснование границ и условия эксплуатации санитарно-защитных зон и зон наблюдения радиационных объектов

Методические указания

МУ 2.6.5.010-2016

Введение

Настоящие методические указания разработаны по заданию Госкорпорации «Росатом» и входят в комплекс нормативно-методических документов радиационной безопасности, объединенный общими подходами и имеющий единую терминологию.

В документах, в части, не противоречащей Российскому законодательству, НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010, учтены новые положения Публикации 103 МКРЗ «Рекомендации 2007 года Международной комиссии по радиационной защите» и IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3 «RADIATION PROTECTION AND SAFETY OF RADIATION SOURCES: INTERNATIONAL BASIC SAFETY STANDARDS. GENERAL SAFETY REQUIREMENTS», INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, VIENNA, 2014.

I. Область применения

1.1. Настоящие методические указания (далее - МУ) распространяются на юридических лиц, осуществляющих разработку, проектирование, эксплуатацию, реконструкцию, модернизацию и вывод из эксплуатации радиационного объекта на территории Российской Федерации, а также для специалистов органов, осуществляющих федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, и организаций, проводящих экспертизу проектов СЗЗ и ЗН радиационного объекта.

1.2. Настоящий документ устанавливает методику расчета и обоснования границ санитарно-защитной зоны (СЗЗ) и зоны наблюдения (ЗН) радиационного объекта.

1.3. Настоящий документ предназначен для применения на всех этапах жизненного цикла радиационного объекта с целью ограничения негативного воздействия радиационных, физических (не радиационных) и химических факторов на население и окружающую среду.

1.4. Для радиационного объекта, имеющего утвержденный в установленном порядке размер СЗЗ и ЗН, настоящий документ может быть применен при изменении условий его эксплуатации, а также в случаях, негативно влияющих на санитарно-эпидемиологическую обстановку и (либо) создающих угрозу санитарно-эпидемиологическому благополучию населения, требующих пересмотра размеров и границ СЗЗ и ЗН.

II. Нормативные ссылки

В настоящих МУ использованы ссылки на следующие нормативные и методические документы:

Распоряжение Правительства РФ от 08.07.2015 N 1316-р «Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды»

СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)

СП 2.6.1.2612-10 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)

СанПиН 2.6.1.24-03 Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-03)

СП 2.6.1.2216-07 Санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения радиационных объектов. Условия эксплуатации и обоснование границ (СП СЗЗ и ЗН-07)

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Новая редакция

СП 1.1.1058-01 Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий

СанПиН 2.1.2.2645-10 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы

СН 2.2.4/2.1.8.562-96. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. 2.1.8. Физические факторы окружающей природной среды. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы

СП 51.13330.2011. Свод правил. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003

СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий

СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы

Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты (утв. Главным государственным санитарным врачом СССР 23.02.1984 № 2971-84)

ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Гигиенические нормативы

ГН 2.1.6.2309-07 Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Гигиенические нормативы

ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07 Предельно допустимые уровни магнитных полей частотой 50 Гц в помещениях жилых, общественных зданий и на селитебных территориях

СП 131.13330.2012 Свод правил. Строительная климатология (актуализированная редакция СНиП 23-01-99)

ГОСТ 17.2.1.04-77 Охрана природы. Атмосфера. Источники и метеорологические факторы загрязнения. Промышленные выбросы. Термины и определения

ГОСТ 17.2.4.02-81 Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ

ГОСТ 17.2.1.03-84 Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения

ГОСТ 17.2.3.01-86 Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов (введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 10.11.1986 № 3395)

ГОСТ 31295.2-2005 (ИСО 9613-2:1996). Межгосударственный стандарт. Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета (введен в действие приказом Ростехрегулирования от 20.07.2006 № 135-ст)

ГОСТ 23337-2014 Межгосударственный стандарт. Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий (введен в действие Приказом Росстандарта от 18.11.2014 N 1643-ст)

ГОСТ Р 8.820-2013 Метрологическое обеспечение. Основные положения

ГОСТ Р 8.638-2013 Метрологическое обеспечение радиационного контроля

ГОСТ Р 8.565-2014 Метрологическое обеспечение атомных станций. Основные положения

МИ 2453-2015 (взамен МИ 2453-2000) Методики радиационного контроля. Общие требования

РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы

РД 52.04.212-86 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86)

РБ-106-15 Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых для разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух (утв. приказом Ростехнадзора от 11.11.2015 № 458)

Руководство по расчету индивидуальных и коллективных доз облучения населения от выбросов радионуклидов, поступивших в атмосферу при эксплуатации АС (ПНАЭ, Г, направление) (утв. МЗ СССР (25.01.1989), Госкомгидромет СССР (09.01.1989), Государственный Комитет по использованию атомной энергии СССР (30.01.1989))

Методы расчета распространения радиоактивных веществ в окружающей среде и доз облучения населения, НТД МХО Интератомэнерго (НТД МХО ИАЭ-92), Москва, 1992

Методические рекомендации по расчету нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ из организованных источников в атмосферный воздух применительно для организаций ГК «Росатом» (утв.распоряжением Госкорпорации «Росатом» от 15.07.2014 № 1-1/3108)

МУ 2.6.1.34-2007 Расчет квоты предела годовой дозы и допустимых уровней радиационных факторов для радиационно опасных предприятий

МУК 4.3.2491-09 Гигиеническая оценка электрических и магнитных полей промышленной частоты (50 Гц) в производственных условиях. Методические указания

МУК 4.3.2194-07 Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях. Методические указания (утв. Роспотребнадзором 05.04.2007) (вместе с «Методикой расчета санитарно-защитной зоны промышленного предприятия или иного промышленного объекта с источниками шума»)

МР 2.6.1.27-2003 Зона наблюдения радиационного объекта. Организация и проведение радиационного контроля окружающей среды

МУ 1.3.2.06.027.0045-2009 Организация радиационного контроля в районе расположения атомных станций (Приказ ОАО «Концерн Росэнергоатом» от 21.01.2011 № 41)

Инструкция по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, Л., 1991

Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (дополненное и переработанное), ОАО «НИИ Атмосфера», 2012 (введено в действие письмом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 29.03.2012 № 05-12-47/4521).

III. Список сокращений

АСКРО	- автоматизированная система контроля радиационной обстановки
АСРК	- автоматизированная система радиационного контроля
ВЛ	- воздушная линия электропередачи
ВТ	- вентиляционная труба радиационного объекта - стационарный источник выбросов
ЗВ	- загрязняющие вещества
ЗН	- зона наблюдения
КГ	- критическая группа населения
МП	- магнитное поле
МУ	- методические указания
НРБ	- Нормы радиационной безопасности
НПИ	- нижний предел измерений
НПФ	- нормируемый параметр физического воздействия
ОБУВ	- ориентировочный безопасный уровень воздействия загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных мест
ПДК	- предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест
ПДУ	- предельно допустимые уровни физического воздействия на человека и окружающую среду для населенных мест
ПРТО	- передающие радиотехнические объекты
РДЭС	- резервная дизельная электростанция
РК	- радиационный контроль
СЗЗ	- санитарно-защитная зона
СП	- санитарные правила
ЭМП	- электромагнитное поле
ЭМИ РЧ	- электромагнитные излучения радиочастотного диапазона
ЭП	- электрическое поле

IV. Общие положения

4.1. В целях защиты населения в районе размещения ядерной установки, радиационного источника или пункта хранения устанавливаются особые территории - санитарно-защитная зона и зона наблюдения. По своему функциональному назначению СЗЗ является защитным барьером, обеспечивающим безопасность населения при нормальной эксплуатации радиационного объекта.

4.2. Радиационное воздействие на население, проживающее в зоне наблюдения радиационного объекта или находящееся в зоне влияния нескольких объектов, должно быть ограничено допустимыми уровнями радиационного воздействия (в рамках данного документа - квотами предела дозы) для каждого радиационного объекта, обеспечивающими непревышение среднегодового значения предела дозы для населения.

4.3. Квота устанавливается на суммарное облучение населения от радиоактивных газоаэрозольных выбросов в атмосферу и жидких сбросов в водные объекты в целом для радиационного объекта при нормальной эксплуатации, независимо от количества источников техногенного излучения на промышленной площадке.

4.4. Критерием для определения размеров СЗЗ является непревышение на ее внешней границе предела годовой эффективной дозы облучения населения (1 мЗв/год) или квоты этого предела, установленной федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным осуществлять федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, в условиях нормальной эксплуатации радиационного объекта.

4.5. Обоснование размеров СЗЗ должно основываться на расчетах годовой эффективной дозы облучения населения за счет фактических (за последние пять лет эксплуатации радиационного объекта) или прогнозируемых (для проектируемого радиационного объекта) радиоактивных газоаэрозольных выбросов в атмосферу и жидких сбросов в водные объекты.

При обосновании размеров СЗЗ действующего радиационного объекта следует учитывать последствия эксплуатации объекта в прошлом, в результате которых часть территории за пределами промплощадки подверглась долговременному радиоактивному загрязнению в соответствии с критериями, указанными в приложении 5 к НРБ-99/2009.

4.6. Размеры зоны наблюдения устанавливаются на основе анализа показателей радиационного контроля при нормальной эксплуатации радиационного объекта за последние пять лет или прогнозируемых показателей РК (для проектируемых радиационных объектов). Внутренняя граница ЗН всегда совпадает с границей СЗЗ.

4.7. При наличии на территории нескольких радиационных объектов, СЗЗ и ЗН должны устанавливаться с учетом их суммарного воздействия на население и окружающую среду.

4.8. На внешней границе СЗЗ радиационного объекта и за ее пределами не должны превышаться гигиенические нормативы по физическим (нерадиационным) и химическим факторам воздействия на население и окружающую среду.

4.9. Подтверждение соблюдения гигиенических нормативов на границе СЗЗ радиационного объекта и за ее пределами (оценка соответствия) осуществляется на основе результатов расчетных и натурных исследований, выполненных в рамках проведения обязательных надзорных и мониторинговых мероприятий, а также производственного контроля в течение последнего календарного года.

4.10. Лабораторные исследования атмосферного воздуха и измерения параметров физических воздействий на население и окружающую среду на границе СЗЗ и в жилой застройке должны выполняться лабораториями, аккредитованными в установленном порядке на проведение таких работ.

4.11. Радиационный объект является источником химического и/или физического (нерадиационного) воздействия на население и окружающую среду, если за пределами промышленной площадки концентрации загрязняющих веществ превышают 0,1·ПДК и/или параметры физического воздействия превышают 0,1·ПДУ.

4.12. Размеры и границы санитарно-защитной зоны определяются в проекте СЗЗ, а размеры и границы зоны наблюдения - в проекте ЗН, которые являются обязательными отдельными документами.

4.13. Расчет и обоснование размеров СЗЗ и ЗН осуществляются в соответствии с требованиями, изложенными в разделах 5 и 7.

4.14. В соответствии с Градостроительным кодексом Российской Федерации санитарно-защитная зона относится к зонам с особыми условиями использования территорий, для которых устанавливаются специальные виды разрешенного использования земельных участков и расположенных на ней объектов капитального строительства.

4.15. Эксплуатация СЗЗ радиационных объектов осуществляется в соответствии с требованиями раздела 5 СП СЗЗ и ЗН-07

4.16. В зоне наблюдения органами государственного санитарно-эпидемиологического надзора могут вводиться ограничения на хозяйственную деятельность в соответствии с законодательством Российской Федерации.

V. Обоснование границ санитарно-защитной зоны

5.1. Обоснование границ санитарно-защитной зоны для проектируемого радиационного объекта должно осуществляться исходя из проектируемых условий нормальной эксплуатации производства, а для действующего радиационного объекта - из фактических условий его нормальной эксплуатации.

5.2. В основе методики обоснования границы СЗЗ лежит требование ограничения облучения населения квотой, установленной для радиационного

объекта. Указанная квота относится к средней годовой эффективной дозе лиц из критической группы населения.

5.3. Доза облучения населения ограничивается путем квотирования воздействия всех радиационных факторов, от которых облучение населения при нормальной эксплуатации объекта может превысить минимально значимую дозу - 10 мкЗв/год, установленную в НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010 в качестве нижней границы дозы при оптимизации радиационной защиты населения в условиях нормальной эксплуатации радиационного объекта.

5.4. При определении размеров и границ СЗЗ учитывается годовая доза облучения населения только за счет радиоактивных выбросов в атмосферу, так как непревышение квоты предела годовой дозы, установленной на облучение населения от жидких сбросов радионуклидов в поверхностные воды, вне зависимости от расстояния за пределами промплощадки радиационного объекта, обеспечивается соблюдением нормативов допустимых сбросов.

5.5. Годовая эффективная доза облучения населения E за счет радиоактивных выбросов в атмосферу за пределами СЗЗ не должна превышать квоту E_δ, установленную для ограничения облучения населения от радиоактивных выбросов радиационного объекта.

5.6. В общем случае граница СЗЗ представляет собой геометрическое место точек, для каждой из которых должны одновременно выполняться следующие условия

$$\overline{M} \in \Gamma_{СЗЗ}: \quad E(\overline{M}) = \sum_{s=1}^{S} E_s(\overline{M}) = E_\delta \ \wedge \ E(M) \le E_\delta \ для \ \forall M \in D, \qquad (5.1)$$

где $\Gamma_{СЗЗ}$ - граница СЗЗ;

$\overline{M}$ и M - точка на границе СЗЗ и за пределами СЗЗ, соответственно;

M_s - точка расположения источника s на территории радиационного объекта;

D - территория за пределами СЗЗ радиационного объекта;

S - число источников на территории радиационного объекта;

$E_s(\overline{M})$ - годовая эффективная доза облучения лица из КГ в точке $\overline{M}$ от источника s.

5.7. Для точного описания границы СЗЗ требуется задание бесконечного числа точек.

Для практических целей может быть применен дискретный подход к описанию границы СЗЗ. Суть этого подхода состоит в том, что граница СЗЗ в полярных координатах (полюс совпадает с геометрическим центром источников) описывается с помощью конечного числа точек $\overline{M}$, в которых выполняется условие (5.1) и каждая из которых определяется соответствующим полярным радиусом $R_{СЗЗ}(n_0)$ в направлении румба розы ветров n_0.

5.8. В рамках дискретного приближения граница СЗЗ представляется в виде замкнутой ломаной линии, вершинами которой являются указанные выше точки.

Расчет радиус-вектора санитарно-защитной зоны радиационного объекта $\vec{R}_{СЗЗ}\{R_{СЗЗ}(n_0=1), R_{СЗЗ}(n_0=2),..., R_{СЗЗ}(n_0=N)\}$ проводится исходя из следующего критериального соотношения

$$E(R_{СЗЗ}(n_0), n_0) = E_\delta\,, \quad n_0 = n - \frac{N}{2}\cdot sign\left(n - \frac{N+1}{2}\right), \quad n, n_0 = \overline{1, N}\,, \tag{5.2}$$

при условии, что

$$\text{для } \forall x \geq R_{СЗЗ}(n_0) \wedge \forall n_0 \in [1, N] \Rightarrow E(x, n_0) \leq E_\delta. \tag{5.3}$$

Здесь $E(x, n_0)$ - годовая эффективная доза облучения лица из КГ, проживающего на расстоянии x от геометрического центра источников в румбе с номером n_0;

$R_{СЗЗ}(n_0)$ - радиус СЗЗ в румбе с номером n_0, м;

n_0 и n - номера румбов, куда и откуда переносится выброс;

N - общее число румбов направлений ветра.

Алгоритм расчета величин $E(x, n_0)$ приведен в приложении А.

5.9. Если в режиме нормальной эксплуатации радиационного объекта за пределами промплощадки $E > E_\delta$, то внешняя граница СЗЗ совпадает с изодозной кривой $E = E_\delta$.

5.10. Если в режиме нормальной эксплуатации радиационного объекта за пределами промплощадки $E \leq E_\delta$, то в качестве границы СЗЗ может приниматься граница промплощадки радиационного объекта.

5.11 Результаты расчетов размеров СЗЗ радиационного объекта представляют в табличном виде, как показано в таблице 1.

Таблица 1 - Пример представления результатов расчета радиус-вектора санитарно-защитной зоны радиационного объекта.

Румб	Радиус, м	Румб	Радиус, м
С		Ю	
ССВ		ЮЮЗ	
СВ		ЮЗ	
ВСВ		ЗЮЗ	
В		З	
ВЮВ		ЗСЗ	
ЮВ		СЗ	
ЮЮВ		ССЗ	

VI. Оценка соответствия радиационного объекта нормативным требованиям в части химического и физического воздействия на население и окружающую среду

Оценка соответствия радиационного объекта как источника негативного химического и физического воздействия на население и окружающую среду нормативным требованиям для проектируемых и строящихся радиационных объектов выполняется расчетным путем, для действующих радиационных объектов последовательно - расчетным путем и на основании результатов натурных наблюдений и измерений (в рамках производственного контроля) для подтверждения расчетных параметров.

6.1. Оценка соответствия радиационного объекта нормативным требованиям в части химического воздействия

Радиационный объект соответствует нормативным требованиям в части химического воздействия на население и окружающую среду, если на границе СЗЗ и за ее пределами соблюдаются предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ для атмосферного воздуха населенных мест с учетом фоновых концентраций.

6.1.1 Оценка соответствия на основе расчета

6.1.1.1 Радиационный объект признается безусловно соответствующим нормативным требованиям по негативному воздействию химического загрязнения на атмосферный воздух на основе результатов расчета, если

$$C_j^{\max} + \Delta_{\delta,j}^{+} \le ПДК_j,\ ПДК_j = \begin{Bmatrix} ПДК_{МР,j}, \\ ОБУВ_j, \text{ если } ПДК_{МР,j} \text{ неустановлена} \\ 10 \cdot ПДК_{СС,j}, \text{ в отсутствии } ПДК_{МР,j} \text{ и } ОБУВ_j \end{Bmatrix}, \quad (6.1)$$

$$C_j^{\max} = \max_{\forall M \in D} C_j(M),\quad C_j(M) = \sum_{s=1}^{S} C_j(M_s, M),\quad \Delta_{\delta,j}^{+} = \sqrt{\sum_{s=1}^{S} (\Delta_{\delta,s,j}^{+})^2}, \quad (6.2)$$

где $C_j^{\max}$ - расчетная оценка величины $C_j^{\max}$;

$C_j^{\max}$ - истинная максимальная разовая приземная концентрация загрязняющего вещества j (с учетом фона) в области D от совокупности источников, расположенных на территории радиационного объекта, с учетом фактического режима их работы во времени;

D - область за пределами СЗЗ;

$C_j(M_s, M)$ - рассчитанная максимальная разовая концентрация загрязняющего вещества j в приземном слое атмосферы в точке $M \in D$ от источника s, расположенного в точке M_s на территории радиационного объекта;

S - количество источников загрязнения на территории радиационного объекта;

$\Delta_{\delta,s,j}^{+}$ - абсолютная неопределенность метода расчета $C_j(M_s, M)$ в сторону больших значений (при $P = 0{,}95$);

$\Delta^{+}_{\delta,j}$ - абсолютная неопределенность метода расчета $C_j^{\max}$ в сторону больших значений (при $P = 0{,}95$);

$ОБУВ_j$ - ориентировочный безопасный уровень воздействия загрязняющего вещества j в атмосферном воздухе населенных мест;

$ПДК_{МР,j}$ и $ПДК_{СС,j}$ - соответственно ПДК максимальная разовая и среднесуточная загрязняющего вещества j в атмосферном воздухе населенных мест.

Значения нормативов $ПДК_{МР,j}$ и $ПДК_{СС,j}$ установлены в ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Гигиенические нормативы», а $ОБУВ_j$ - в ГН 2.1.6.2309-07 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Гигиенические нормативы».

6.1.1.2. При совместном присутствии в атмосферном воздухе нескольких веществ, обладающих эффектом суммации, потенцирования и эффектом неполной суммации, должно выполняться условие

$$q + \overline{\Delta}^{+}_{\delta,q} \le K_{кд}, \tag{6.3}$$

$$q = \sum_{i=1}^{L} \frac{C_{l_i}^{\max}}{ПДК_{l_i}}, \quad q = \sum_{i=1}^{L} \frac{C_{l_i}^{\max}}{ПДК_{l_i}}, \quad \overline{\Delta}^{+}_{\delta,q} = \sqrt{\sum_{i=1}^{L} \left(\overline{\Delta}^{+}_{\delta,l_i}\right)^2}, \quad \overline{\Delta}^{+}_{\delta,l_i} = \frac{\Delta^{+}_{\delta,l_i}}{ПДК_{l_i}}, \tag{6.4}$$

где $l_1, l_2 ..., l_L$ - порядковый номер загрязняющих веществ, обладающих однонаправленным действием (эффектом суммации);

L - число загрязняющих веществ, обладающих эффектом суммации;

$\overline{\Delta}^{+}_{\delta,q}$ - абсолютная неопределенность метода расчета величины q в сторону больших значений (при $P = 0{,}95$);

$K_{кд}$ - коэффициент комбинированного действия загрязняющих веществ (установлен в ГН 2.1.6.1338-03 для разных групп ЗВ, обладающих эффектом суммации, потенцирования и эффектом неполной суммации).

Оценка соответствия (6.3) выполняется для каждой группы суммации отдельно и с учетом фоновых концентраций.

Учет фона по группе обладающих комбинированным вредным воздействием ЗВ выполняется, если все эти ЗВ присутствуют в выбросах и их приземные концентрации за пределами промплощадки, обусловленные выбросами, превышают 0,1·ПДК.

Не обладают эффектом суммации 2-, 3- и 4-компонентные смеси, включающие диоксид азота и/или сероводород и входящие в состав многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха, если удельный вес концентраций одного из них, выраженный в долях соответствующих максимальных разовых ПДК, составляет (раздел V ГН 2.1.6.1338-03) в 2-компонентной смеси - более 80%; в 3-компонентной смеси - более 70%; в 4-компонентной смеси - более 60%.

6.1.1.3. Расчет величин $C(M_s, M)$ должен быть выполнен в соответствии с методикой расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86).

6.1.1.4. Для расчета приземных концентраций загрязняющих веществ климатическую характеристику следует принимать по СП 131.13330.2012 «Строительная климатология (актуализированная редакция СНиП 23-01-99)».

6.1.1.5. Расчет максимальных приземных концентраций следует проводить с учетом фоновых концентраций ЗВ (по данным постов наблюдений территориальных органов Росгидромета), внешней застройки, ограждений промплощадки, на высоте дыхательного слоя 2 м.

6.1.1.6. Измерения атмосферного воздуха и физических воздействий (для подтверждения расчетных параметров) проводятся на границе СЗЗ и жилой застройки лабораториями, аккредитованными в установленном порядке на проведение таких работ.

6.1.2. Оценка соответствия на основе результатов производственного контроля

6.1.2.1. Радиационный объект безусловно соответствует нормативным требованиям в части загрязнения атмосферного воздуха вредными веществами, если

$$\overline{C}_j^{\max} + \Delta^+_{C_j^{\max}} \le ПДК_j, \qquad (6.5)$$

где $\overline{C}_j^{\max}$ - измеренное за пределами СЗЗ значение величины $C_j^{\max}$;

$\Delta^+_{C_j^{\max}}$ - оценка абсолютной неопределенности производственного контроля величины $C_j^{\max}$ в сторону больших значений (при $P = 0{,}95$).

6.1.2.2. Для обладающих эффектом суммации, потенцирования и эффектом неполной суммации загрязняющих веществ оценка соответствия записывается в виде

$$q + \overline{\Delta}^+_q \le K_{кд}, \qquad (6.6)$$

$$q = \sum_{i=1}^{L} \frac{\overline{C}_{l_i}^{\max}}{ПДК_{l_i}}, \quad \overline{\Delta}^+_q = \sqrt{\sum_{i=1}^{L} \left(\overline{\Delta}^+_{C_{l_i}^{\max}}\right)^2}, \quad \overline{\Delta}^+_{C_{l_i}^{\max}} = \frac{\Delta^+_{C_{l_i}^{\max}}}{ПДК_{l_i}}, \qquad (6.7)$$

где q - оценка величины q по результатам производственного контроля;

$\overline{\Delta}^+_q$ - оценка абсолютной неопределенности производственного контроля величины q в сторону больших значений (при $P = 0{,}95$).

6.1.2.3. Требования к организации и проведению производственного контроля за соблюдением нормативов химического воздействия на население и окружающую среду изложены в разделе 9 настоящих методических указаний.

6.2. Оценка соответствия радиационного объекта нормативным требованиям в части физического воздействия

Радиационный объект соответствует нормативным требованиям в части физического (не радиационного) воздействия на население и окружающую среду, если на границе СЗЗ и за ее пределами соблюдаются ПДУ.

6.2.1 Оценка соответствия на основе расчетов

На границе СЗЗ и за ее пределами воздействие физических факторов не должно превышать соответствующих ПДУ для населенных мест

$$НПФ_{j,k}^{\max} + \Delta_{\delta,j,k}^{+} \le ПДУ_{j,k}, \quad НПФ_{j,k}^{\max} = \max_{\forall M \in D} НПФ_{j,k}(M), \tag{6.8}$$

$$НПФ_{j,k}(M) = \sum_{s=1}^{N} НПФ_{j,k}^{s}(M_s, M), \quad \Delta_{\delta,j,k}^{+} = \sqrt{\left(\sum_{s=1}^{N} (\Delta_{\delta,s,j,k}^{+})^2\right)}, \tag{6.9}$$

где $НПФ_{j,k}^{\max}$ - расчетная оценка величины $НПФ_{j,k}^{\max}$;

$НПФ_{j,k}^{\max}$ - истинное максимальное значение нормируемого параметра k фактора физического воздействия $Ф_j$ в области D от всех источников, расположенных на территории радиационного объекта;

$НПФ_{j,k}^{s}(M_s, M)$ - рассчитанный нормируемый параметр k фактора физического воздействия $Ф_j$ в точке $M \in D$ от источника s, расположенного в точке M_s на территории радиационного объекта ($M_s \notin D$);

$\Delta_{\delta,s,j,k}^{+}$ - абсолютная неопределенность метода расчета $НПФ_{j,k}^{s}(M_s, M)$ в сторону больших значений (при $P = 0{,}95$);

$\Delta_{\delta,j,k}^{+}$ - абсолютная неопределенность метода расчета $НПФ_{j,k}^{\max}$ в сторону больших значений (при $P = 0{,}95$);

$ПДУ_{j,k}$ - предельно допустимый уровень воздействия нормируемого параметра k фактора физического воздействия $Ф_j$ на население и окружающую среду.

6.2.2. Оценка соответствия на основе результатов производственного контроля

6.2.2.1. Радиационный объект безусловно соответствует нормативным требованиям в части воздействия физического фактора $Ф_j$ на население и окружающую среду, если

$$\overline{НПФ}_{j,k}^{\max} + \Delta_{НПФ_{j,k}^{\max}}^{+} \le ПДУ_{j,k}, \tag{6.10}$$

где $\overline{НПФ}_{j,k}^{\max}$ - оценка величины $НПФ_{j,k}^{\max}$ за пределами СЗЗ по результатам производственного контроля;

$\Delta_{НПФ_{j,k}^{\max}}^{+}$ - абсолютная неопределенность производственного контроля $НПФ_{j,k}^{\max}$ в сторону больших значений (при $P = 0{,}95$).

6.2.2.2. Требования к организации и проведению производственного контроля за соблюдением нормативов физического воздействия на население и окружающую среду изложены в разделе 9 настоящих методических указаний.

6.2.3. Фактор шума

Расчёт зон влияния шума на население и окружающую среду включает:

выявление источников шума и определение их шумовых характеристик;

выбор точек на территориях, для которых необходимо провести расчет (расчетные точки);

определение путей распространения шума от источника(ов) до расчетных точек и потерь звуковой энергии по каждому из путей (снижение за счет расстояния, экранирования, звукоизоляции ограждающих конструкций, звукопоглощения и др.);

определение ожидаемых уровней шума в расчетных точках;

определение необходимости снижения шума на основе сопоставления ожидаемых уровней шума с допустимыми значениями;

разработку (при необходимости) мероприятий, направленных на снижение шума до допустимых значений;

проверочные расчеты ожидаемых уровней шума в расчетных точках с учетом выполнения строительно-акустических мероприятий.

Нормируемыми параметрами постоянного шума в расчетных точках являются уровни звукового давления в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами (Гц): 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000. Для ориентировочных расчетов допускается использование уровней звука.

Нормируемыми параметрами непостоянного шума в расчетных точках являются эквивалентные (по энергии) и максимальные уровни звука.

Методы расчета нормируемых параметров и ПДУ воздействия шума на население приведены в СанПиН 2.1.2.2645-10, СП 51.13330.2011, СН 2.2.4/2.1.8.562-96, МУК 4.3.2194-07, ГОСТ 31295.2-2005 (ИСО 9613-2:1996).

6.2.4. Фактор электромагнитного поля

Расчет зон влияния воздействия ЭМП радиочастотного диапазона и промышленной частоты на население и окружающую среду включает:

выявление источников ЭМП и определение их характеристик;

выбор точек, для которых необходимо провести расчет (расчетные точки);

определение путей распространения и ослабления ЭМП до расчетных точек (за счет расстояния, экранирования, ограждающих конструкций и др.) по каждому из путей;

определение ожидаемых уровней ЭМП в расчетных точках;

определение требуемого снижения уровней ЭМП на основе сопоставления ожидаемых уровней ЭМП с допустимыми значениями.

После проведения мероприятий (при необходимости) по обеспечению требуемого снижения уровней ЭМП необходимо выполнить проверочные натурные измерения уровней ЭМП в расчетных точках.

Нормируемыми параметрами ЭМП в расчетных точках являются:

напряженность ЭП в диапазонах частот (30 ÷ 300] кГц, (0,3 ÷ 3] МГц, (3 ÷ 30] МГц и (30 ÷ 300] МГц;

напряженность переменного ЭП с промышленной частотой 50 Гц;

плотность потока энергии в диапазоне частот (0,3 ÷ 300) ГГц;

интенсивность МП частотой 50 Гц.

Методы расчета нормируемых параметров и предельно допустимые уровни воздействия ЭМП на население установлены в СанПиН 2.1.2.2645-10, СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03, СанПиН 2971-84, ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07, МУК 4.3.2491-09.

6.2.5. Фактор вибрации

Расчет зон влияния вибрации на население и окружающую среду включает:

выявление источников вибрации и определение их вибрационных характеристик;

выбор точек на территориях, для которых необходимо провести расчёт (расчётные точки);

определение путей распространения вибрации от источника(ов) до расчетных точек и потерь вибрационной энергии (за счет расстояния, экранирования, звукоизоляции ограждающих конструкций, звукопоглощения и др.) по каждому из путей;

определение ожидаемых вибраций в расчетных точках;

проведение натурных измерений вибрации в расчётных точках (для действующих радиационных объектов);

сравнение результатов натурных измерений (для действующих радиационных объектов), расчётных и допустимых значений вибрации (приложение № 4 к СанПиН 2.1.2.2645-10) и разработку (при необходимости) мероприятий по обеспечению требуемого снижения общей вибрации;

проверочные расчеты ожидаемых вибраций в расчетных точках с учетом выполнения строительно-защитных мероприятий.

Нормируемыми параметрами вибрации являются средние квадратические значения виброскорости и виброускорения (или их логарифмические уровни) в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами (Гц): 2, 4, 8, 16, 31,5, 63.

Методика расчета нормируемых параметров и ПДУ воздействия вибрации на население приведены в СанПиН 2.1.2.2645-10 и СН 2.2.4/2.1.8.566-96.

6.3. Устранение несоответствия

6.3.1 Если на границе СЗЗ радиационного объекта, рассчитанной и обоснованной по дозовому критерию, требования п. 4.8 настоящих МУ не соблюдаются, необходимо определить и устранить причины несоответствия путем использования наилучших доступных технологий.

VII. Определение размеров зоны наблюдения

7.1. Зона наблюдения представляет собой территорию вокруг радиационного объекта, внутренняя граница которой совпадает с границей СЗЗ, а внешняя граница - с окружностью радиуса $R_{ЗН}$.

7.2. Размер зоны наблюдения рассчитывается, исходя из необходимости и достаточности радиационного контроля на этой территории при нормальной эксплуатации радиационного объекта, которая обеспечивается необходимой полнотой, точностью и достоверностью определяемых параметров.

7.3. При нормальной эксплуатации радиационного объекта величины, характеризующие содержание радионуклидов в окружающей среде (объемная активность в приземном слое атмосферы, плотность радиоактивных выпадений, мощность дозы гамма-излучения на местности, доза облучения населения по основным путям воздействия и др.), вблизи и за точкой их максимума, с точностью до соответствующих констант совпадают со среднегодовым метеорологическим фактором разбавления в приземном слое атмосферы *G*. Это обстоятельство связано с тем, что в указанном диапазоне расстояний от источника основной (свыше 95 %) вклад в среднегодовой метеорологический фактор сухого осаждения и влажного выведения радионуклидов на подстилающую поверхность обусловлен их сухим осаждением.

Указанное обстоятельство, наряду с использованием общепринятой и хорошо обоснованной методики расчета среднегодового метеорологического фактора разбавления в приземном слое атмосферы (приложение А), позволяет получить консервативную оценку радиуса ЗН радиационного объекта.

7.4. Возможны два варианта расположения максимумов контролируемых радиационных параметров: вне СЗЗ (вариант 1) и внутри СЗЗ (вариант 2).

7.5. Максимальные значения контролируемых параметров достигаются вне СЗЗ.

7.5.1. Учитывая низкий уровень радиационного воздействия радиационного объекта при нормальной эксплуатации на окружающую среду, ЗН можно ограничить территорией, заключенной между СЗЗ и окружностью, внутри которой контролируемые радиационные параметры достигают максимальных значений. Алгоритм расчета радиуса ЗН основан на линейной связи между контролируемым параметром и среднегодовым метеорологическим фактором разбавления (п. 7.3).

7.5.2. Максимальное значение среднегодового метеорологического фактора разбавления $G_n(x)$ достигается в румбе с номером n_0 на расстоянии $x = x_*(n_0)$ (критическая точка) от источника, при котором выполняются следующие условия

$$\partial G_n(x)/\partial x\Big|_{x=x_*(n_0)} = 0 \quad и \quad \partial^2 G_n(x)/\partial x^2\Big|_{x=x_*(n_0)} < 0, \qquad (7.1)$$

$$n_0 = n + \frac{N}{2} \cdot sign(\frac{N}{2} - n), \quad n, n_0 = \overline{1, N},$$

где n_0 - номер румба, куда переносится выброс;

n - номер румба, откуда дует ветер;

N - общее число румбов направлений ветра.

7.5.3. За критической точкой фактор разбавления $G_n(x)$ является монотонно убывающей функцией x (рисунок 1). При этом, как видно из рисунка 1, значения модуля пространственного градиента $|\partial G_n(x)/\partial x|$ в области D_1 слева от точки максимума значительно больше, чем в области D_2 справа от нее, то есть результаты РК в области D_1 более информативны, чем вне этой области.

7.5.4. При оценке радиуса зоны наблюдения необходимо учитывать подъем струи над устьем ВТ за счет динамических и термических факторов для исключения неоправданного занижения размеров этой территории (раздел А.9 приложения А).

7.5.5. Результатом расчета радиуса ЗН вокруг источника с учетом неопределенностей измерения радиационных параметров в окружающей среде является интервал значений искомой величины от $R_{\min}$ до $R_{\max}$

$$R_{\min} = R - \Delta_R^-, \qquad R_{\max} = R + \Delta_R^+, \tag{7.2}$$

$$R = x_*(n_{0c}) = \max_{n_0} x_*(n_0), \qquad n_0 = \overline{1, N}, \tag{7.3}$$

где Δ_R^- и Δ_R^+ - абсолютные неопределенности оценки величины $R_{ЗН}$ в сторону больших и меньших значений (при $P = 0{,}95$), соответственно;

n_{0c} - номер румба, в котором критическая точка величины $G_n(x)$ удалена на наибольшее расстояние от источника.

7.5.6 Для оценки неопределенностей Δ_R^- и Δ_R^+ принимается, что в части румба n_{0c}, ограниченной окружностями с радиусами $R_{\min}$ и $R_{\max}$ вокруг источника, расхождения в результатах измерений радиационного параметра с доверительной вероятностью $P = 0{,}95$ можно считать статистически недостоверными.

Расхождение в результатах контроля радиационного параметра, линейно связанного с величиной $G_{n_c}(x)$, на различных расстояниях x_1 и x_2 от источника с вероятностью $P = 0{,}95$ можно считать статистически недостоверным, если выполняется условие

$$\frac{\left|G_{n_c}(x_1) - G_{n_c}(x_2)\right|}{2 \cdot \sqrt{\Delta_{\sigma 1}^2 + \Delta_{\sigma 2}^2}} \le 1, \tag{7.4}$$

где $\Delta_{\sigma 1}$ и $\Delta_{\sigma 2}$ - абсолютная стандартная статистическая неопределенность результатов радиационного контроля на расстояниях x_1 и x_2, соответственно.

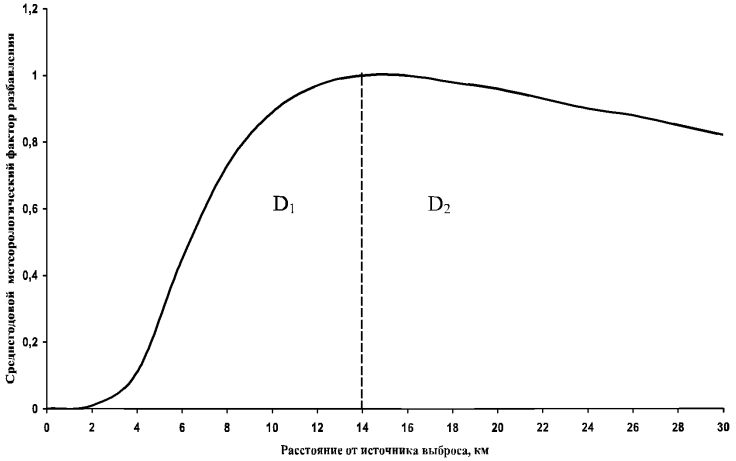

Рисунок 1 - Пример зависимости среднегодового метеорологического фактора разбавления примеси в приземном слое атмосферы от расстояния до источника

7.5.7 Принимая во внимание, что величина $G_{n_c}(x)$ при $x \le R$ является монотонно возрастающей функцией, а при $x > R$ - монотонно убывающей функцией аргумента x, расчет величин $R_{\min}$ и $R_{\max}$ проводится путем решения следующего трансцендентного уравнения

$$G_{n_c}(x) = \frac{1-\sqrt{1-(1-U_x^2)\cdot(1-U_R^2)}}{1-U_x^2} \cdot G_{n_c}(R), \qquad (7.5)$$

где U_R - относительная неопределенность РК в окрестности окружности радиуса R;

U_x - соответствующая НПИ относительная неопределенность контроля на границе ЗН, принимается равной 0,6.

Результаты радиационного контроля с суммарной относительной неопределенностью больше 0,6 считаются недостоверными. Параметр U_R может быть определен непосредственно, исходя из оценки реально достижимой неопределенности контроля радиационных параметров в ЗН радиационного объекта.

7.5.8. Уравнение (7.5) в силу отмеченных выше особенностей зависимости функции $G_{n_c}(x)$ от x имеет два корня

$$R_1 = R_{\min} < R, \quad R_2 = R_{\max} > R. \qquad (7.6)$$

7.5.9. В качестве радиуса зоны наблюдения принимается такое расстояние от источника, за пределами которого измеренные значения параметра РК, характеризующего радиационную обстановку в окружающей

среде, статистически значимо будут меньше максимального значения этого параметра в ЗН. Указанные условия будут соблюдены, если принять

$$R_{ЗН} = k_a \cdot R_{\max}, \quad (7.7)$$

где k_α - коэффициент запаса, учитывающий неопределенность метода расчета критической точки величины G (с учетом неопределенностей в оценке подъема факела из ВТ). Рекомендуется принимать $k_\alpha = 1{,}1$.

7.6. Максимальные значения контролируемых параметров достигаются внутри СЗЗ.

7.6.1. Чтобы за пределами ЗН значения радиационного параметра, характеризующего радиационную обстановку в окружающей среде, статистически значимо были меньше его максимального значения в ЗН, радиус зоны наблюдения должен быть равным

$$R_{ЗН} = k_a \cdot \mathrm{X}_{\max}, \quad (7.8)$$

где $\mathrm{X}_{\max}$ - наибольшее значение корня трансцендентного уравнения

$$G_{n_c}(x) = \frac{1-\sqrt{1-(1-U_x^2)\cdot(1-U_R^2)}}{1-U_x^2} \cdot G_{n_c}(R_{СЗЗ}),\ R_{СЗЗ} = \max_{n_0 \in [1,N]} R_{СЗЗ}(n_0),\ R \le R_{СЗЗ}. \quad (7.9)$$

7.7. Установление радиуса зоны наблюдения радиационного объекта выше расчетного значения по формуле (7.7) для варианта 1 или формуле (7.8) для варианта 2 не оправдано с точки зрения информативности результатов радиационного контроля (с учетом реальных неопределенностей измерения физических параметров в окружающей среде) и ведет к неэффективным социально-экономическим затратам.

7.8. В случае нескольких источников радиус зоны наблюдения радиационного объекта принимается равным

$$R_{ЗН} = \max_{s \in [1,S]} R_{ЗН}^s, \quad (7.10)$$

где $R_{ЗН}^s$ - радиус зоны наблюдения, если на территории радиационного объекта находится только источник s;

S - число источников выброса радиоактивных веществ в атмосферный воздух на территории радиационного объекта.

7.9. Радиус ЗН радиационного объекта следует отсчитывать от источника выброса радиоактивных веществ в атмосферный воздух, а при наличии нескольких источников - от их геометрического центра.

VIII. Организация радиационного контроля в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения

8.1. Радиационный контроль в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения должен представлять единую систему организационно-технических решений, обеспечивающих получение и обработку данных о параметрах радиационной обстановки, необходимых и достаточных для оценки радиационного воздействия на население и окружающую среду при нормальной эксплуатации радиационного объекта, а также принятие оперативных решений о проведении защитных мероприятий в случае аварии.

8.2 Радиационный контроль проводится в соответствии с регламентом (программой) предприятия, устанавливающим объекты, контролируемые факторы, методы, объем и периодичность радиационного контроля.

8.3. Контроль радиационной обстановки в СЗЗ и ЗН радиационного объекта (в зависимости от категории потенциальной радиационной опасности по ОСПОРБ 99/2010) включает:

непрерывный контроль мощности дозы гамма-излучения на основе автоматизированной системы контроля радиационной обстановки;

периодический контроль мощности дозы гамма-излучения с применением носимых и передвижных (мобильных) технических средств, дозиметрических, радиометрических и спектрометрических приборов, а также годовой дозы гамма-излучения на местности с использованием накопительных дозиметров на территории ЗН;

периодический контроль с использованием носимых, передвижных (мобильных) и стационарных технических средств содержания радионуклидов в объектах окружающей среды: в приземном атмосферном воздухе, атмосферных выпадениях, почве, поверхностных водных объектах - приемниках жидких сбросов и гидрологически связанных с ними водных объектах, рыбе, донных отложениях, гидробионтах, грунтовой воде, растительности, а также пищевых продуктах и кормах местного производства (на территории ЗН).

8.4. Контролю в окружающей среде подлежат радионуклиды из перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды, утвержденного распоряжением Правительства Российской Федерации от 08.07.2015 № 1316-р.

8.5. Для проведения радиационного контроля в СЗЗ и ЗН должна быть предусмотрена сеть пунктов наблюдения. Пункты наблюдения рекомендуется располагать относительно радиационного объекта по четырем основным направлениям: совпадающем с господствующим направлением ветров в данной местности и, соответственно, в противоположном и перпендикулярном направлениях. За пределами ЗН с наветренной стороны от радиационного объекта I категории должен дополнительно устанавливаться контрольный пост наблюдения.

8.6. В составе службы радиационной безопасности объектов I - III категорий должна быть выделена размещенная в отдельном здании (или специальных помещениях за пределами территории объекта) аккредитованная в установленном порядке лаборатория (группа и др.) радиационного контроля окружающей среды, обеспеченная:

специально оборудованными транспортными средствами - передвижной мобильной радиометрической лабораторией на базе автомобиля повышенной проходимости и плавсредством (при необходимости), предназначенными для проведения радиационного контроля в полевых условиях, а также отбора и доставки проб объектов окружающей среды в лабораторное помещение;

переносным, передвижным и стационарным оборудованием, устройствами для отбора проб, материалами и средствами измерений для проведения дозиметрических, радиометрических и гамма-спектрометрических измерений как в полевых, так и в лабораторных условиях.

8.7. Для оценки и прогнозирования радиационной обстановки в СЗЗ и ЗН и дозовой нагрузки на население должны быть организованы:

непрерывное получение информации о метеоусловиях (направление и скорость ветра, температура и влажность воздуха, интенсивность и количество осадков) средствами АСКРО и/или сооруженной на промплощадке метеостанции (для радиационных объектов I-II категорий);

непрерывный контроль суммарной бета-активности радионуклидов в выбросах и сбросах;

непрерывный пробоотбор выбросов и сбросов с периодическим контролем активности нормируемых радионуклидов (периодичность контроля активности определяется регламентом радиационного контроля).

8.8. Технические и метрологические требования к радиационному контролю

8.8.1. Радиационный контроль объектов окружающей среды должен осуществляться с использованием аттестованных в установленном порядке методик, в том числе реализованных в виде программных средств. Все применяемые средства измерений должны быть внесены в Государственный реестр средств измерений и метрологически поверены в аккредитованных на данный вид деятельности организациях.

8.8.2. Результаты радиационного контроля и оценка соответствия должны приводиться с учетом неопределенностей измерений (расчетов) при доверительной вероятности P=0,95.

8.8.3. При проведении радиационного контроля объектов окружающей среды необходимо применять аттестованные методики (методы) измерений, позволяющие достоверно выявлять и определять превышение контролируемым параметром естественного радиационного и/или «нулевого» фона.

8.8.4. Для обеспечения консервативности оценки дозы облучения населения оценку выбросов (сбросов) необходимо выполнять по всему перечню нормируемых радионуклидов. Фактический выброс (сброс) нормируемого радионуклида, значение которого меньше нижнего предела

измерения, принимается равным 0,5·НПИ данной величины, если иное не определено установленной методикой (методом) измерений.

8.9. Администрация радиационного объекта разрабатывает и утверждает программу радиационного контроля с учетом особенностей и условий выполняемых работ.

Регламент (программа) радиационного контроля согласовывается с уполномоченным территориальным органом, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

IX. Производственный контроль химического и физического воздействия на население и окружающую среду

9.1. Организация и выполнение производственного контроля факторов химического и физического воздействия должны обеспечивать достоверную оценку соответствия радиационного объекта установленным гигиеническим нормативам (ПДК, ПДУ, ОБУВ).

Производственный контроль должен быть организован с учетом требований санитарных правил СП 1.1.1058-01 «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» и иных документов в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и охраны окружающей среды.

По результатам производственного и радиационного контроля должен проводиться комплексный анализ воздействия всех факторов загрязнения на население и окружающую среду с оценкой соблюдения установленных санитарно-эпидемиологических правил и нормативов.

9.2. Производственный контроль проводится в соответствии с регламентом (программой) предприятия, устанавливающим объекты, методы, объем и периодичность контроля.

Регламент (программа) производственного контроля химического и физического воздействия на человека и окружающую среду должен включать:

объекты химического и физического контроля;

виды контроля (выбросы и концентрации загрязняющих веществ, шум, вибрация, ЭМП);

контролируемые параметры;

диапазоны измерений контролируемых параметров и контрольные уровни;

сеть точек контроля;

объем контроля;

периодичность контроля;

перечень средств измерений;

перечень методик выполнения измерений и расчетов (оценок) параметров химического и физического воздействия на человека и окружающую среду;

метрологическое обеспечение контроля химического и физического воздействия на человека и окружающую среду;

помещения для осуществления производственного контроля.

9.3. Производственный контроль концентраций загрязняющих веществ

9.3.1. Нормируемыми параметрами химического воздействия радиационного объекта на атмосферный воздух являются концентрации (максимальные разовые или среднесуточные) или ОБУВ загрязняющих веществ в атмосферном воздухе от контролируемых (стационарных и нестационарных) источников объекта.

9.3.2. Организации измерений в рамках производственного контроля должна предшествовать работа по определению:

- перечня ЗВ, зона влияния которых ($C^{max} \leq 0{,}05 \cdot$ПДК) не выходит за границы промплощадки;
- перечня источников выбросов, дающих основной вклад в значения максимальной приземной концентрации на границе промплощадки и СЗЗ;
- для нестационарных источников выбросов - условий эксплуатации оборудования (плановые испытания РДЭС на 100 % нагрузки, очистные сооружения в летний период высоких температур, подогрев резервуаров хранения масел в зимний период и др.), при которых наблюдается максимальный выброс ЗВ;
- для фугитивных источников выбросов - неблагоприятных метеорологических условий, при которых наблюдается максимальный выброс ЗВ.

9.3.3. Измерения концентраций ЗВ (для подтверждения расчетных концентраций ЗВ) проводятся в контрольных точках на границе промплощадки и СЗЗ (в различных направлениях с учетом розы ветров), в необходимых случаях проводятся подфакельные наблюдения. Контроль концентраций ЗВ проводится на высоте 2 м от поверхности земли.

9.3.4. Производственный контроль включает замеры в контрольных точках с учетом:

- неблагоприятных метеорологических условий (направление и скорость ветра, категория устойчивости атмосферы);
- плановых испытаний устройств, оборудования, дизельных генераторов и др., при которых возможны максимальные значения приземной концентрации ЗВ.

9.3.5. Дополнительный контроль концентраций загрязняющих веществ проводится при нарушениях условий безопасной эксплуатации радиационного объекта, отказе систем очистки выбросов загрязняющих веществ, повышенных кратковременных выбросах и др., способных привести к увеличению концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

9.4. Производственный контроль шума

9.4.1. Производственный контроль шума ведется в контрольных точках, расположенных на рабочих местах персонала вблизи источников шумового воздействия непосредственно в производственных цехах, а также в пределах измерительного контура, на границе СЗЗ радиационного объекта и за ее пределами (при необходимости).

9.4.2 Измерительный контур должен представлять замкнутую ломаную линию, окаймляющую территорию вокруг радиационного объекта площадью S_p, на котором через равные расстояния находятся контрольные точки для измерения нормируемых параметров постоянного шума.

Требования к измерительному контуру:

- расстояние между точками контроля d_p должно удовлетворять соотношению

$$\max\left\{0,05\cdot\sqrt{S_p},\ 5\ м\right\}\le d_p\le\min\left\{0,5\cdot\sqrt{S_p},\ 35\ м\right\};$$

- для каждой контрольной точки измерительного контура угол между направлениями на крайние видимые точки периметра промышленной площадки радиационного объекта должен быть не более 180°;

- расстояние между соседними точками на измерительном контуре не должно быть более $2\cdot d_p$;

- высота h измерительного микрофона в каждой точке измерений должна составлять $h=\max\left\{0,025\cdot\sqrt{S_p},\ 5\ м\right\}$;

- направление измерительного микрофона в каждой точке контроля (ось микрофона) должно быть перпендикулярно соответствующему участку измерительного контура.

9.5. Производственный контроль электромагнитного поля

9.5.1. Производственный контроль ЭМП, создаваемых антеннами ПРТО, проводится в контрольных точках, расположенных на высоте 2 м от поверхности земли.

9.5.2. Измерение напряженности ЭП промышленной частоты от воздушных линий электропередачи проводится в контрольных точках, расположенных вдоль трассы ВЛ с горизонтальным расположением проводов (без средств снижения напряженности ЭП) по обе стороны от нее на расстояниях 20 м, 30 м, 40 м и 55 м от проекции на землю крайних фазных проводов в направлении, перпендикулярном к ВЛ, при напряжении ВЛ 330 кВ, 500 кВ, 750 кВ и 1150 кВ, соответственно.

9.5.3. Напряженность (индукция) МП промышленной частоты 50 Гц вне зданий измеряется на высоте 0,5 м, 1,5 м и 1,8 м от поверхности земли.

9.6. Производственный контроль вибрации

9.6.1. Производственный контроль вибрации ведется в точках измерений (расчётные точки) на измерительном контуре, на границе СЗЗ радиационного объекта и за ее пределами (при необходимости).

9.6.2. Измерительный контур должен представлять замкнутую линию, окаймляющую территорию предприятия, на которой находятся точки измерений.

9.6.3. Расчётные точки на территории предприятия выбираются как проекции точек максимальной вибрации внутри производственных зданий.

9.7. Технические и метрологические требования к контролю негативного воздействия химического и физических факторов на население и окружающую среду

9.7.1. Контроль за соблюдением нормативов негативного воздействия химического и физических факторов должен проводиться с использованием аттестованных в установленном порядке методик и программных средств. Применяемые средства измерений должны быть внесены в Государственный реестр средств измерений и метрологически поверены в аккредитованных на данный вид деятельности организациях.

9.7.2. Результаты производственного контроля и оценка соответствия должны приводиться с учетом неопределенностей измерений (расчетов) при доверительной вероятности P=0,95.

9.7.3. При проведении контроля негативного воздействия химических и физических факторов воздействия на население и окружающую среду необходимо применять методики контроля с НПИ контролируемых величин не более 10 % установленных гигиенических нормативов.

9.7.4. Во время выполнения измерений оборудование, являющееся источником контролируемого негативного воздействия, должно работать на полной мощности в соответствии с технологией.

9.8. Программа (план, регламент) производственного контроля составляется и утверждается администрацией радиационного объекта. Необходимые изменения, дополнения в программу (план) производственного контроля вносятся при изменении вида деятельности, технологии производства, других существенных изменениях деятельности радиационного объекта, влияющих на санитарно-эпидемиологическую обстановку и (либо) создающих угрозу санитарно-эпидемиологическому благополучию населения.

9.9. Администрация радиационного объекта представляет информацию о результатах производственного контроля по запросам органов, уполномоченных осуществлять федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

Приложение А

(обязательное)

Годовая эффективная доза облучения населения от радиоактивных выбросов

А.1 Алгоритм расчета

А.1.1 В результате поступления радионуклидов в атмосферу формирование дозы облучения населения в районе расположения радиационного объекта происходит по прямым и непрямому путям воздействия.

К прямым путям облучения относятся: внешнее облучение от фотонов, испускаемых содержащимися в атмосфере и отложившимися на почве радионуклидами, и внутреннее облучение, обусловленное радионуклидами, поступившими в организм с вдыхаемым воздухом (ингаляционный путь).

К непрямому пути воздействия относится внутреннее облучение от радионуклидов, попавших в организм вследствие их миграции по пищевым и биологическим цепочкам (пероральный путь).

Доза облучения по прямым путям воздействия зависит от места нахождения человека на местности. В общем случае, дозы по пищевым цепочкам определяются не местом проживания человека, а территориальным распределением посевных площадей и других сельскохозяйственных угодий в регионе радиационного объекта.

Доза облучения населения по пероральному пути воздействия формируется, в основном, за счет потребления местных растительных и мясомолочных пищевых продуктов.

А.1.2 Расчет дозы проводится по статической модели, в соответствии с которой принимается равновесное накопление радионуклидов в объектах окружающей среды в условиях непрерывного их поступления в атмосферу с постоянной мощностью. Это обычно принимаемое допущение является несколько консервативным для долгоживущих радионуклидов (например, ^{137}Cs), период полураспада которых незначительно отличается от продолжительности эксплуатации источника.

А.1.3 В качестве потенциально критических групп рассматриваются следующие возрастные группы отдельно сельского и городского населения:

- от одного года до двух лет;
- от двух лет до семи лет;
- от семи лет до двенадцати лет;
- от двенадцати лет до семнадцати лет;
- взрослые (старше семнадцати лет).

Каждая из перечисленных групп населения считается достаточно однородной по основным факторам (время пребывания на открытой местности, защитные характеристики зданий и сооружений, физиологические и метаболические характеристики, возраст, рацион питания и т.д.), влияющим на получаемые дозы от выбросов радиационного объекта.

А.1.4 В условиях нормальной эксплуатации радиационного объекта, как правило, эффективный диаметр радиоаэрозолей в его выбросах в атмосферу меньше одного микрометра, то есть их гравитационным осаждением из облака выбросов на подстилающую поверхность по сравнению с сухим осаждением и вымыванием осадками можно пренебречь.

А.1.5 Важную роль при проведении расчетов дозы облучения населения от выбросов радиационного объекта играет выбор модели атмосферной диффузии. Существует три теоретических подхода к проблеме атмосферной диффузии, основанных на учете градиентного переноса или К-теории, статистической теории и анализе размерностей. На практике широкое применение получили Гауссовы модели. Многочисленные модификации Гауссовой модели отличаются различными способами оценки горизонтальной и вертикальной дисперсий σ_y^2 и σ_z^2. Они определяются путем сопоставления результатов измерения концентрации примеси в воздухе от реальных источников с расчетами по Гауссовой модели на основе той или иной параметризации коэффициентов диффузии. При этом для различных местностей и условий выброса получаются разные результаты. Происходит накопление данных. Более поздние разработки обычно учитывают результаты предшествующих диффузионных экспериментов в атмосфере, которые сохраняются в международных и национальных информационных банках данных. В настоящее время чаще всего используются формулы Бриггса для горизонтальной дисперсии примеси σ_y^2 и Смита-Хоскера для вертикальной дисперсии σ_z^2 как функции расстояния от источника выброса, категории устойчивости атмосферы и шероховатости подстилающей поверхности (раздел А.11).

А.1.6 Расчет годовой эффективной дозы облучения лиц из критической группы населения от выбросов радиационного объекта проводится по формуле

$$E = \max_{l} \sum_{\xi} E_{\xi}^{l}, \qquad (А.1.1)$$

где E_{ξ}^{l} - годовая эффективная доза облучения по пути воздействия ξ для лиц из возрастной группы l, Зв/год.

А.1.7 Расчет индивидуальной дозы облучения от радиоактивного облака E_A^l для лиц из возрастной группы l проводится по формуле

$$E_A^l(x,n_0)=\sum_r k_A^l\cdot Q_r\cdot R_A^r\cdot G_n^r(x),\quad n_0=n+\frac{N}{2}\cdot sign(\frac{N}{2}-n),\quad n=\overline{1,N} \qquad (A.1.2)$$

где x - расстояние от источника, м;

n_0 - номер румба куда переносится выброс;

n - номер румба откуда дует ветер;

N - общее число румбов направлений ветра;

Q_r - проектное значение годового выброса радионуклида r в атмосферу для проектируемого и строящегося радиационного объекта или максимальный годовой выброс радионуклида r в атмосферу за последние пять лет для действующего радиационного объекта, Бк/год;

$G_n^r(x)$ - среднегодовой метеорологический фактор разбавления в приземном слое атмосферы для радионуклида r на расстоянии x от источника в направлении ветра румба n (индекс n указывает номер румба откуда дует ветер), с/м^3 (раздел А.2).

R_A^r - коэффициент дозового преобразования при облучении человека от облака для радионуклида r, $\frac{Зв\cdot м^3}{с\cdot Бк}$ (раздел А.3);

k_A^l - коэффициент, учитывающий эффекты экранирования γ-излучения от радиоактивного облака зданиями и неполного пребывания лица из возрастной группы l на открытой местности.

Расчет коэффициента k_A^l проводится по формуле

$$k_A^l=1+\sum_i(k_i^c-1)\cdot\eta_i^l,\quad \sum_i\eta_i^l=\eta^l, \qquad (A.1.3)$$

где k_i^c - средний коэффициент защиты от внешнего гамма-излучения радиоактивного облака для помещения типа i (раздел А.4);

η_i^l - доля времени в течение года, когда лицо из возрастной группы l находится в помещении типа i;

η^l - доля времени в течение года, когда лицо из возрастной группы l находится в различных помещениях.

Значения величин η_i^l определяются на основе результатов социологического исследования жизнедеятельности различных возрастных групп сельского и городского населения, проживающего в районе расположения радиационного объекта.

А.1.8 Расчет индивидуальной дозы облучения от выпадений радионуклидов выбросов радиационного объекта на подстилающую поверхность E_S^l для лиц из возрастной группы l проводится по формуле

$$E_S^l(x,n_0)=k_1\cdot k_2\cdot k_S^l\cdot\sum_r Q_r\cdot D_n^r(x)\cdot\frac{R_S^r}{\lambda_{ef}^r},\ D_n^r(x)=D_{gn}^r(x)+D_{wn}^r(x),\ \lambda_{ef}^r=\lambda^r+\lambda_b^r, \quad (А.1.4)$$

где k_1 - безразмерный коэффициент, учитывающий рельеф местности (принимается равным 0,7);

k_2 - коэффициент, характеризующий среднегодовое влияние снежного покрова на дозу внешнего облучения;

k_S^l - коэффициент, учитывающий эффекты экранирования гамма-излучения зданиями от радиоактивных выпадений на почву и неполного пребывания лица из возрастной группы l на открытой местности;

$D_{gn}^r(x)$ - среднегодовой метеорологический фактор сухого осаждения радионуклида r на подстилающую поверхность на расстоянии x от источника в направлении ветра румба n, м$^{-2}$ (раздел А.2);

$D_{wn}^r(x)$ - среднегодовой метеорологический фактор влажного выведения радионуклида r на подстилающую поверхность на расстоянии x от источника в направлении ветра румба n, м$^{-2}$ (раздел А.2);

R_S^r - коэффициент дозового преобразования при облучении от радиоактивно загрязненной ровной поверхности без глубинного распределения для радионуклида r, $\frac{Зв\cdot м^2}{с\cdot Бк}$ (раздел А.3);

λ^r - постоянная радиоактивного распада нуклида r, с$^{-1}$;

λ_b^r - постоянная спада мощности дозы γ-излучения от загрязненной местности за счет экранирования верхними слоями почвы, диффузии в глубь и выведения радионуклида r из нее всеми процессами, кроме радиоактивного распада, с$^{-1}$ (принимается равной $1{,}27\cdot10^{-9}$ с$^{-1}$).

Коэффициент k_2, характеризующий среднегодовое влияние снежного покрова на дозу внешнего облучения, рекомендуется принимать равным для малоснежной зимы - 0,9; среднеснежной - 0,85; многоснежной - 0,8.

Расчет коэффициента k_S^l проводится по формуле

$$k_S^l = 1 + \sum_i (k_i^g - 1) \cdot \eta_i^l \,, \qquad \text{(А.1.5)}$$

где k_i^g - средний коэффициент защиты от внешнего гамма-излучения, обусловленного радиоактивно загрязненной территорией, для помещения типа i (раздел А.4).

А.1.9 Расчет дозы облучения по ингаляционному пути E_I^l для лица из возрастной группы l проводится по формуле

$$E_I^l(x, n_0) = \sum_r Q_r \cdot U_l \cdot R_{lI}^r \cdot G_n^r(x) \,, \qquad \text{(А.1.6)}$$

где U_l - среднегодовая скорость дыхания лица из возрастной группы l, м^3/с (раздел А.3);

R_{lI}^r - коэффициент дозового преобразования при ингаляции радионуклида r в организм лица из возрастной группы l, Зв/Бк (раздел А.3).

А.1.10 Расчет дозы облучения по пероральному пути E_P^l для лица из возрастной группы l проводится по формуле

$$E_P^l(x, n_0) = \sum_r \sum_m Q_r \cdot I_m^l \cdot R_{lP}^r \cdot \left\{ K_{S_1,m}^r \left[D_{gn}^r(x) + 0,2 \cdot D_{wn}^r(x) \right] + K_{S_2,m}^r \left[D_{gn}^r(x) + D_{wn}^r(x) \right] \right\}, \qquad \text{(А.1.7)}$$

где R_{lP}^r - коэффициент дозового преобразования при заглатывании радионуклида r в организм лица из возрастной группы l, Зв/Бк (раздел А.3);

$K_{S_1,m}^r$ и $K_{S_2,m}^r$ - коэффициенты перехода радионуклидов в пищевые продукты при непрерывных выпадениях в течение года соответственно для воздушного и корневого пути загрязнения, м^2/кг(л);

I_m^l - годовое потребление пищевого продукта m лицом из возрастной группы l, кг(л).

Рекомендуемые значения величин $K_{S_1,m}^r$ и $K_{S_2,m}^r$ приведены в разделе А.5. Значения величин I_m^l определяются в результате изучения структуры питания населения района расположения радиационного объекта.

А.1.11 Доза облучения от выбросов ^{3}H и ^{14}C

Миграция в окружающей среде и пути загрязнения пищевых продуктов в случае выбросов ^{3}H в форме тритиевой воды HTO и ^{14}C в виде углекислого газа CO_2 имеют свои особенности.

Пары тритированной воды поступают в организм человека ингаляционным путем и через кожу тела. При этом если человек не работает (в покое), поступление через кожу

примерно равно поступлению ингаляционным путем, при физической работе в организм поступает ингаляционным путем вдвое больше паров НТО. Главным путем загрязнения пищевых продуктов ^{3}H является влагообмен в атмосфере, содержащей НТО в форме пара. Процессы обмена протекают быстро, и в результате достигается равновесное накопление трития в разных средах.

Радиоактивный углерод ^{14}C обычно поступает в атмосферу в виде углекислого газа или других, быстро окисляющихся до CO_2, соединений. Углекислый газ поглощается растениями в процессе фотосинтеза, что для ^{14}C является практически единственным значимым путем облучения населения.

А.1.11.1 Расчет ожидаемой дозы облучения от выброса ^{3}H, за счет перорального и ингаляционного путей воздействия, а также поступления паров НТО через кожу тела (консервативно принимается, что поступление ^{3}H через кожу равно поступлению этого радионуклида ингаляционным путем), для лиц из возрастной группы l проводится по формуле

$$E^{l}_{H-3}(x,n_0) = Q^{H-3}\cdot G^{H-3}_{n}(x)\cdot\left[2\cdot U_{l}\cdot R^{H-3}_{ll} + T^{-1}\cdot\left[\frac{K_{w}}{F^{H_2O}_{a}}\right]\cdot U^{l}_{w,p}\cdot R^{H-3}_{lP}\right], \qquad \text{(А.1.8)}$$

где $T = 3{,}15\cdot10^{7}$ с;

$F^{H_2O}_{a}$ - абсолютная влажность атмосферного воздуха, кг/м^3, (среднее за вегетативный период значение $F^{H_2O}_{a}$ можно принять равным $9\cdot10^{-3}$ кг/м^3);

$U^{l}_{w,p}$ - годовое потребление связанной влаги в составе пищевых продуктов лицом из возрастной группы l, кг/год (референтное значение $U_{w,p}$ = 256 кг в год или 0,7 кг/сут);

K_{w} - безразмерный коэффициент фракционирования, равный отношению удельной активности трития в воде пищевых продуктов к удельной активности трития в атмосферной влаге.

Коэффициент фракционирования K_{w} не всегда достигает равновесного значения. Однако, имея в виду, что в местных пищевых продуктах тритий может содержаться также в органически связанной форме, для оценок можно принять $K_{w} = 1$.

Консервативная оценка ожидаемых доз внутреннего облучения от выбросов трития в атмосферный воздух в виде НТО (принимается, что устанавливается равенство удельных активностей ^{3}H в воде тканей человека и в атмосферной влаге) проводится по формуле

$$E_{H-3}(x,n_0) = DCF_{H-3}\cdot\rho^{-1}_{m}\cdot Q^{H-3}\cdot G^{H-3}_{n}(x), \qquad \text{(А.1.8а)}$$

где DCF_{H-3} - дозовый фактор конверсии для расчета ожидаемой мощности дозы от трития в воде, содержащейся в тканях человека, равен $8{,}25\cdot10^{-16}\frac{Зв/с}{Бк/л}$;

ρ_{m} - средняя абсолютная влажность воздуха, л/м^3.

А.1.11.2 Расчет ожидаемой дозы облучения от выброса ^{14}C, за счет перорального и ингаляционного путей воздействия, для лиц из возрастной группы l проводится по формуле

$$E^{l}_{C-14}(x,n_0) = Q^{C-14} \cdot G^{C-14}_{n}(x)\left[U_l \cdot R^{C-14}_{lI} + R^{H-3}_{lP} \cdot \sum_{i=1}^{3} B^{C-14}_{l,i} \right] \cdot R^{C-14}_{IG}, \qquad (А.1.9)$$

$$B^{C-14}_{l,1} = 7{,}1 \cdot 10^{-3} \cdot U_{l1},\ B^{C-14}_{l,2} = 3{,}9 \cdot 10^{-5} \cdot U_{l2} \cdot U_{af,cc},\ B^{C-14}_{l,3} = 4{,}0 \cdot 10^{-4} \cdot U_{l3} \cdot U_{af,lhl},$$

де U_{l1}, U_{l2}, U_{l3} - потребление растительных, молочных и мясных пищевых продуктов лицом из возрастной группы l, кг(л)/сут;

$U_{af,cc}$ - потребление кормов дойной коровой, кг/сут (референтное значение 60 кг/сут);

$U_{af,lhl}$ - потребление кормов крупным рогатым мясным скотом, кг/сут (референтное значение 40 кг/сут).

Консервативная оценка ожидаемых доз внутреннего облучения от выбросов радиоуглерода в атмосферный воздух в виде углекислого газа $^{14}CO_2$ (принимается, что устанавливается равновесие удельных активностей ^{14}C в тканях человека и в атмосферном воздухе) проводится по формуле

$$E^{l}_{C-14}(x,n_0) = DCF_{c-14} \cdot \frac{Q^{C-14} \cdot G^{C-14}_{n}(x)}{C^{C-12}_{s}}, \qquad (А.1.9а)$$

где DCF_{c-14} - дозовый фактор конверсии, связывающий мощность дозы внутреннего облучения человека от ^{14}C с удельной активностью ^{14}C в тканях человека в расчете на 1 г стабильного углерода, равен $1{,}78 \cdot 10^{-12} \frac{Зв/с}{Бк/г}$;

C^{C-12}_{s} - концентрация стабильного углерода в воздухе, равна 0,18 г/м^3.

А.1.12 Расчет индивидуальной дозы облучения по возможным путям воздействия в функции расстояния от радиационного объекта проводится с учетом реального и планируемого размещения населенных пунктов, сельскохозяйственных угодий, личных подсобных хозяйств и т.д.

А.1.13 Максимальная годовая индивидуальная эффективная доза облучения на расстоянии x от радиационного объекта в румбе с номером n_0 определяется следующим образом

$$E(x,n_0) = \max_{l} \sum_{\xi} E^{l}_{\xi}(x,n_0). \qquad (А.1.10)$$

А.1.14 Расчет годовой индивидуальной эффективной дозы облучения лица из возрастной группы l, проживающего в окрестности точки M на местности, $E^{l}(M)$ от нескольких источников на территории радиационного объекта, осуществляется методом суперпозиции

$$E^l(M)=\sum_{\xi}\sum_{s}E^l_{\xi s}(M),\quad M\in D, \tag{А.1.11}$$

где $E^l_{\xi s}(M)$ - годовая доза облучения от источника *s* за счет пути воздействия ξ лица из возрастной группы *l*, проживающего в окрестности точки *M* на местности.

А.2 Среднегодовой приземный метеорологический фактор разбавления

А.2.1 Среднегодовой метеорологический фактор разбавления радионуклида r в приземном слое воздуха на расстоянии x от источника в направлении ветра румба n в рамках Гауссовой модели рассеяния примеси в атмосфере рассчитывается по формуле

$$G^r_n(x)=\frac{\tilde{M}^c}{\tilde{M}^c+\tilde{M}^w}\cdot G^{r,c}_n(x)+\frac{\tilde{M}^w}{\tilde{M}^c+\tilde{M}^w}\cdot G^{r,w}_n(x)\ , \tag{А.2.1}$$

$$G^{r,c}_n(x)=(1-K_b)\cdot\frac{2\cdot N\cdot\psi^c_n}{(2\cdot\pi)^{3/2}\cdot x}\cdot\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=2}^{K}\frac{\omega^c_{n,j,k}\cdot F^r_{j,k}}{\sigma_{z,j}(x)\cdot U_{j,k}}\cdot\Phi\left(\frac{\pi\cdot x}{\sqrt{2}N\cdot\sigma_{y,j}(x)}\right)\cdot\exp\left(-\frac{\left(h_s+\Delta h^c_{j,k}\right)^2}{2\cdot\sigma^2_{z,j}(x)}\right)+$$
$$+K_b\cdot\frac{2\cdot N\cdot\psi^c_n}{(2\cdot\pi)^{3/2}}\cdot\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=2}^{K}\frac{\omega^c_{n,j,k}\cdot F^r_{j,k}}{\sigma_{z,j}\left(x+x^j_b\right)\cdot U_{j,k}\cdot\left(x+x^j_b\right)}\cdot\exp\left(-\frac{h_s{}^2}{2\cdot\sigma^2_{z,j}\left(x+x^j_b\right)}\right), \tag{А.2.2}$$

$$G^{r,w}_n(x)=(1-K_b)\cdot\frac{2\cdot N\cdot\psi^w_n}{(2\cdot\pi)^{3/2}\cdot x}\cdot\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=2}^{K}\frac{\omega^w_{n,j,k}\cdot F^r_{j,k}}{\sigma_{z,j}(x)\cdot U_{j,k}}\cdot\Phi\left(\frac{\pi\cdot x}{\sqrt{2}N\cdot\sigma_{y,j}(x)}\right)\cdot\exp\left(-\frac{\left(h_s+\Delta h^w_{j,k}\right)^2}{2\cdot\sigma^2_{z,j}(x)}\right)+$$
$$+K_b\cdot\frac{2\cdot N\cdot\psi^w_n}{(2\cdot\pi)^{3/2}}\cdot\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=2}^{K}\frac{\omega^w_{n,j,k}\cdot F^r_{j,k}}{\sigma_{z,j}\left(x+x^j_b\right)\cdot U_{j,k}\cdot\left(x+x^j_b\right)}\cdot\exp\left(-\frac{h_s{}^2}{2\cdot\sigma^2_{z,j}\left(x+x^j_b\right)}\right), \tag{А.2.3}$$

где $G^{r,c}_n(x)$, $G^{r,w}_n(x)$ - среднегодовые метеорологические факторы разбавления радионуклида r в приземном слое воздуха на расстоянии x от источника в направлении ветра румба n в холодный и теплый периоды года, соответственно, с/м^3;

N, n - общее число и номер румба, соответственно, $n\in[1, N]$;

J, j - общее число и номер градации категорий устойчивости атмосферы, соответственно, $j\in[1, J]$ (раздел А.6);

K, k - общее число и номер градации модуля скорости ветра на высоте флюгера, соответственно, $k\in[1, K]$;

$\tilde{M}^c$, $\tilde{M}^w$ - общее число используемых многолетних наблюдений в холодный и теплый период года, соответственно;

$U_{j,k}$ - модуль скорости ветра на высоте выброса h_s при скорости ветра на высоте флюгера из градации k для категории устойчивости атмосферы j, м/с (раздел А.7);

$\sigma^2_{y,j}(x), \sigma^2_{z,j}(x)$ - дисперсии струи по горизонтали и вертикали на расстоянии x от источника для градации категории устойчивости j, м (раздел А.8);

h_s - геометрическая высота вентиляционной трубы, м;

$\Delta h^c_{j,k}$, $\Delta h^w_{j,k}$ – высота подъема струи над устьем трубы при скорости ветра на высоте флюгера из градации k для категории устойчивости атмосферы j за счет динамических и термических факторов в холодный и теплый период года, соответственно, м (раздел А.9);

$x^j_в$ - «виртуальный» сдвиг характеристик рассеяния доли выброса, попадающей в зону аэродинамической тени, при категории атмосферы j, м (раздел А.8);

K_b - доля выбросов, при среднем $(h_s \in [10\,м, 50\,м])$, низком $(h_s \in [2\,м, 10\,м])$ или наземном $(h_s < 2\,м)$ источнике, попадающая в зону аэродинамической тени за зданием; расчет загрязнения воздуха от высокого источника ($h_s \geq 50$ м), как правило, производится без учета влияния застройки, если высота размещенного вблизи здания, не превышает высоту источника, в этом случае K_b=0 (раздел А.8);

$\omega^c_{n,j,k}$, $\omega^w_{n,j,k}$ - повторяемость метеорологических условий, заключающаяся в совместной реализации направления ветра в румбе n при категории устойчивости атмосферы j и градации скорости ветра k в холодный и теплый период года, соответственно (раздел А.10);

ψ^c_n, ψ^w_n - поправочные коэффициенты на штилевые условия по румбам для теплого и холодного периода года, соответственно (раздел А.10);

$F^r_{j,k}$ - фактор истощения струи за счет радиоактивного распада нуклида r, его сухого осаждения и влажного выведения из атмосферы на подстилающую поверхность;

$\Phi(z) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^z \exp(-z^2) \cdot dz$ – интеграл вероятности.

Общепринято для $G^r_n(x)$ использовать индекс n, который указывает на номер румба откуда дует ветер, в то время как примесь, естественно, переносится от источника в противоположный румб $n_0 = n + 0{,}5 \cdot N \cdot sign(0{,}5 \cdot N - n)$.

Холодный и теплый период года определяются по датам наступления средних суточных температур воздуха ниже или выше 0°С. Данные об указанных датах имеются в климатических справочниках. На Европейской территории России они наступают в последней декаде октября и в первой декаде апреля. В связи с этим допустимо считать, что холодный период продолжается с ноября по март, а теплый - с апреля по октябрь.

А.2.2 Значения величин $\sigma_{y,j}^2(x)$, $\sigma_{z,j}^2(x)$ и $U_{j,k}$ зависят от типа подстилающей поверхности в районе расположения радиационного объекта, классификация которой приведена в раздел А.11.

А.2.3 Консервативная оценка фактора разбавления, полученная методом огибающей, может быть записана в виде

$$G_n^{огиб}(x) = \frac{2 \cdot \psi_n \cdot N \cdot P_n}{(2\pi)^{3/2} \cdot x \cdot \sqrt{e} \cdot h_s \cdot \overline{U}_n}, \qquad (А.2.4)$$

где P_n – повторяемость направления ветра n-го румба,

$\overline{U}_n$ – среднегодовая скорость ветра в n-ом румбе.

Значения P_n, $\overline{U}_n$ можно определить по климатическим справочникам.

Поправочный коэффициент на штилевые условия для n-го румба ψ_n в формуле (А.2.4) можно определить по данным климатических справочников в соответствии с формулой (А.10.5) раздела А.10 следующим образом

$$\psi_n = 1 + \frac{P_{st}}{P_n \cdot (1 - P_{st})} \cdot \frac{P_{сл.вет.n}}{P_{сл.вет.}}, \qquad (А.2.5)$$

где P_{st} – повторяемость штилей,

$P_{сл.вет.}$ – повторяемость слабых ветров ($U \le 2$ м/с),

$P_{сл.вет.n}$ – повторяемость слабых ветров n-го румба.

Заметим, что всегда

$$G_n(x) \le G_n^{огиб}(x). \qquad (А.2.6)$$

А.2.4 Среднегодовой метеорологический фактор сухого осаждения радионуклида r на подстилающую поверхность на расстоянии x от источника выброса в направлении ветра румба n рассчитывается по формуле

$$D_{gn}^r(x) = V_d^r \cdot G_n^r(x), \qquad (А.2.7)$$

где V_d^r – скорость сухого осаждения радионуклида r на подстилающую поверхность, м/с (раздел А.12).

А.2.5 Среднегодовой метеорологический фактор влажного выведения радионуклида r на подстилающую поверхность на расстоянии x от источника выброса в направлении ветра румба n рассчитывается по формуле

$$D_{wn}^r(x) = \Lambda^r \cdot G_{r,n}^z(x,z), \quad G_{r,n}^z(x,z) = \int_0^\infty G_n^r(x,z) \cdot dz, \qquad (А.2.8)$$

где z - высота над подстилающей поверхностью, м;

Λ^r - среднегодовая постоянная вымывания радионуклида r осадками, $с^{-1}$ (раздел А.12).

Расчет величины $G^z_{r,n}(x,z)$ рекомендуется выполнять по формуле

$$G^z_{r,n}(x,z)=\frac{N}{2\cdot\pi\cdot x}\cdot\left\{\frac{\tilde{M}^c}{\tilde{M}^c+\tilde{M}^w}\cdot\psi^c_n\cdot\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=2}^{K}\frac{\omega^c_{n,j,k}\cdot F^r_{j,k}}{U_{j,k}}\cdot\Phi\left(\frac{\pi\cdot x}{\sqrt{2}N\cdot\sigma_{y,j}(x)}\right)+\right. \quad (A.2.9)$$

$$\left.+\frac{\tilde{M}^w}{\tilde{M}^c+\tilde{M}^w}\cdot\psi^w_n\cdot\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=2}^{K}\frac{\omega^w_{n,j,k}\cdot F^r_{j,k}}{U_{j,k}}\cdot\Phi\left(\frac{\pi\cdot x}{\sqrt{2}N\cdot\sigma_{y,j}(x)}\right)\right\}.$$

А.2.6 Среднегодовой метеорологический фактор разбавления на расстоянии x от площадного источника выброса в румбе n, рекомендуется определять следующим образом

$$\overline{G_n}(z,x)=\begin{cases}\sum_j\sum_k\int_{-a}^{a}\frac{\omega_{n,j,k}}{\sqrt{2\cdot\pi}\cdot\sigma_{z,j}(x-\zeta)\cdot U_{j,k}\cdot S}\cdot P(z,x-\zeta)d\zeta \ \textit{при}\ a\le x\le 5{,}093\cdot x,\\ \sum_j\sum_k\frac{16\cdot a}{\pi\cdot x}\cdot\int_{-a}^{a}\frac{\omega_{n,j,k}}{\sqrt{2\cdot\pi}\cdot\sigma_{z,j}(x-\zeta)\cdot U_{j,k}\cdot S}\cdot P(z,x-\zeta)d\zeta \ \textit{при}\ x>5{,}093\cdot x,\end{cases} \quad (A.2.10)$$

где S - площадь поверхности площадного источника, м^2;

a - половина длины площадного источника, м;

x - расстояние от центра площадного источника вдоль направления ветра, м;

$P_j(z,x)$ - функция, определяемая следующим соотношением

$$P_j(z,x)=\sum_{n=-2}^{2}\exp\left[-\frac{\left(2\cdot\pi\cdot H-z\right)^2}{2\cdot\sigma_{z,j}(x)^2}\right]+\exp\left[-\frac{\left(2\cdot\pi\cdot H+z\right)^2}{2\cdot\sigma_{z,j}(x)^2}\right], \quad (A.2.11)$$

где H - высота слоя перемешивания (рекомендуется принять равной 100 м);

z - высота над поверхностью земли (рекомендуется принять равной 1 м).

А.2.7 Среднегодовой метеорологический фактор влажного выведения радионуклида r из облака на подстилающую поверхность на расстоянии x от площадного источника выброса в румбе n рекомендуется рассчитывать по формуле

$$W_{r,n}(x)=\sum_k\sum_j\frac{\Lambda^r\cdot\omega_{n,j,k}}{U_{j,k}\cdot\max(2\cdot\operatorname{arctg}\frac{\pi\cdot x}{16},\sigma_{y,j}(x))}. \quad (A.2.12)$$

А.2.8 Среднегодовой метеорологический фактор сухого осаждения радионуклида r на подстилающую поверхность на расстоянии x от площадного источника выброса в румбе n рекомендуется рассчитывать по формуле

$$F_{r,n}(x)=V^r_d\cdot\sum_k\sum_j\frac{\omega_{n,j,k}}{U_{j,k}\cdot\max(2\cdot\operatorname{arctg}\frac{\pi\cdot x}{16},\sigma_{y,j}(x))}. \quad (A.2.13)$$

А.2.9 При расположении источника на холмистой местности, которая характеризуется уклонами более 0,05 и перепадами высот более 50 м, расчетные значения величин $G_n^r(x)$, $D_{gn}^r(x)$ и $D_{wn}^r(x)$ следует разделить на поправочную функцию $R_{n_0}(x)$, приведенную в разделе А.13.

А.3 Коэффициенты дозового преобразования для различных радионуклидов и путей облучения человека

Коэффициенты дозового преобразования для отдельных радионуклидов и путей облучения человека приведены в таблицах А.3.1 - А.3.3.

Таблица А.3.1 - Коэффициенты дозового преобразования R_A^r и R_S^r для различных радионуклидов

Нуклид	λ_r, с$^{-1}$	R_A^r, Зв·м^3/(Бк·с)	R_S^r, Зв·м^2/(Бк·с)
^{41}Ar	$1{,}05\cdot10^{-4}$	$6{,}13\cdot10^{-14}$	$1{,}22\cdot10^{-15}$
^{85}Kr	$2{,}06\cdot10^{-9}$	$2{,}55\cdot10^{-16}$	$1{,}05\cdot10^{-17}$
^{85m}Kr	$4{,}30\cdot10^{-5}$	$6{,}83\cdot10^{-15}$	$1{,}57\cdot10^{-16}$
^{87}Kr	$1{,}52\cdot10^{-4}$	$3{,}97\cdot10^{-14}$	$8{,}40\cdot10^{-16}$
^{88}Kr	$6{,}78\cdot10^{-5}$	$9{,}72\cdot10^{-14}$	$1{,}73\cdot10^{-15}$
^{89}Kr	$3{,}67\cdot10^{-3}$	-	-
^{127}Xe	$2{,}20\cdot10^{-7}$	$1{,}12\cdot10^{-14}$	$2{,}56\cdot10^{-16}$
^{133}Xe	$1{,}52\cdot10^{-6}$	$1{,}39\cdot10^{-15}$	$3{,}95\cdot10^{-17}$
^{133m}Xe	$3{,}66\cdot10^{-6}$	$1{,}28\cdot10^{-15}$	$3{,}53\cdot10^{-17}$
^{135}Xe	$2{,}12\cdot10^{-5}$	$1{,}11\cdot10^{-14}$	$2{,}50\cdot10^{-16}$
^{135m}Xe	$7{,}55\cdot10^{-4}$	$1{,}85\cdot10^{-14}$	$4{,}19\cdot10^{-16}$
^{138}Xe	$8{,}14\cdot10^{-4}$	$5{,}48\cdot10^{-14}$	$1{,}07\cdot10^{-15}$
^{3}H	$1{,}79\cdot10^{-9}$	0	0
^{14}C	$3{,}84\cdot10^{-12}$	$2{,}60\cdot10^{-18}$	$1{,}27\cdot10^{-20}$
^{22}Na	$8{,}46\cdot10^{-9}$	$1{,}02\cdot10^{-13}$	$2{,}05\cdot10^{-15}$
^{24}Na	$1{,}28\cdot10^{-5}$	$2{,}08\cdot10^{-13}$	$3{,}59\cdot10^{-15}$
^{32}P	$5{,}61\cdot10^{-7}$	$5{,}36\cdot10^{-16}$	$8{,}52\cdot10^{-17}$
^{35}S	$9{,}18\cdot10^{-8}$	$3{,}11\cdot10^{-18}$	$1{,}33\cdot10^{-20}$
^{36}Cl	$7{,}31\cdot10^{-14}$	$1{,}66\cdot10^{-16}$	$1{,}12\cdot10^{-17}$
^{42}K	$1{,}55\cdot10^{-5}$	$1{,}48\cdot10^{-14}$	$3{,}98\cdot10^{-16}$
^{45}Ca	$4{,}92\cdot10^{-8}$	$1{,}53\cdot10^{-17}$	$3{,}77\cdot10^{-20}$
^{47}Ca	$1{,}77\cdot10^{-6}$	$5{,}06\cdot10^{-14}$	$1{,}00\cdot10^{-15}$
^{51}Cr	$2{,}90\cdot10^{-7}$	$1{,}38\cdot10^{-15}$	$2{,}97\cdot10^{-17}$
^{54}Mn	$2{,}57\cdot10^{-8}$	$3{,}83\cdot10^{-14}$	$7{,}91\cdot10^{-16}$
^{55}Fe	$8{,}15\cdot10^{-9}$	0	0
^{59}Fe	$1{,}80\cdot10^{-7}$	$5{,}62\cdot10^{-14}$	$1{,}10\cdot10^{-15}$
^{57}Co	$2{,}96\cdot10^{-8}$	$4{,}97\cdot10^{-15}$	$1{,}08\cdot10^{-16}$
^{58}Co	$1{,}13\cdot10^{-7}$	$4{,}44\cdot10^{-14}$	$9{,}25\cdot10^{-16}$
^{60}Co	$4{,}18\cdot10^{-9}$	$1{,}19\cdot10^{-13}$	$2{,}30\cdot10^{-15}$
^{63}Ni	$2{,}29\cdot10^{-10}$	0	0
^{65}Zn	$3{,}29\cdot10^{-8}$	$2{,}72\cdot10^{-14}$	$5{,}41\cdot10^{-16}$
^{67}Ga	$2{,}46\cdot10^{-6}$	$6{,}49\cdot10^{-15}$	$1{,}41\cdot10^{-16}$
^{75}Se	$6{,}69\cdot10^{-8}$	$1{,}68\cdot10^{-14}$	$3{,}61\cdot10^{-16}$
^{89}Sr	$1{,}59\cdot10^{-7}$	$4{,}37\cdot10^{-16}$	$6{,}86\cdot10^{-17}$
^{90}Sr	$7{,}56\cdot10^{-10}$	$9{,}83\cdot10^{-17}$	$1{,}64\cdot10^{-18}$
^{95}Nb	$2{,}29\cdot10^{-7}$	$3{,}49\cdot10^{-14}$	$7{,}28\cdot10^{-16}$

Нуклид	λ_r, с$^{-1}$	R_A^r, Зв·м^3/(Бк·с)	R_S^r, Зв·м^2/(Бк·с)
^{95}Zr	$1{,}25\cdot10^{-7}$	$3{,}36\cdot10^{-14}$	$7{,}04\cdot10^{-16}$
^{99}Mo	$2{,}92\cdot10^{-6}$	$6{,}99\cdot10^{-15}$	$1{,}78\cdot10^{-16}$
^{99}Tc	$1{,}03\cdot10^{-13}$	$2{,}87\cdot10^{-17}$	$6{,}47\cdot10^{-20}$
^{99m}Tc	$3{,}20\cdot10^{-5}$	$5{,}25\cdot10^{-15}$	$1{,}14\cdot10^{-16}$
^{103}Ru	$2{,}04\cdot10^{-7}$	$2{,}08\cdot10^{-14}$	$4{,}49\cdot10^{-16}$
^{106}Ru/^{106}Rh	$2{,}18\cdot10^{-8}$	$1{,}06\cdot10^{-14}$	$3{,}45\cdot10^{-16}$
^{110m}Ag	$3{,}21\cdot10^{-8}$	$1{,}27\cdot10^{-13}$	$2{,}58\cdot10^{-15}$
^{111}In	$2{,}83\cdot10^{-6}$	$1{,}68\cdot10^{-14}$	$3{,}68\cdot10^{-16}$
^{122}Sb	$2{,}97\cdot10^{-6}$	$2{,}02\cdot10^{-14}$	$4{,}85\cdot10^{-16}$
^{124}Sb	$1{,}33\cdot10^{-7}$	$8{,}62\cdot10^{-14}$	$1{,}70\cdot10^{-15}$
^{125}Sb	$7{,}94\cdot10^{-9}$	$1{,}87\cdot10^{-14}$	$4{,}09\cdot10^{-16}$
^{123m}Te	$6{,}69\cdot10^{-8}$	$5{,}81\cdot10^{-15}$	$1{,}32\cdot10^{-16}$
^{123}I	$1{,}46\cdot10^{-5}$	$6{,}49\cdot10^{-15}$	$1{,}53\cdot10^{-16}$
^{129}I	$1{,}40\cdot10^{-15}$	$2{,}81\cdot10^{-16}$	$1{,}95\cdot10^{-17}$
^{131}I	$9{,}98\cdot10^{-7}$	$1{,}69\cdot10^{-14}$	$3{,}64\cdot10^{-16}$
^{132}I	$8{,}37\cdot10^{-5}$	$1{,}05\cdot10^{-13}$	$2{,}20\cdot10^{-15}$
^{133}I	$9{,}26\cdot10^{-6}$	$2{,}76\cdot10^{-14}$	$6{,}17\cdot10^{-16}$
^{134}I	$2{,}20\cdot10^{-4}$	$1{,}22\cdot10^{-13}$	$2{,}53\cdot10^{-15}$
^{135}I/^{135m}Xe	$2{,}91\cdot10^{-5}$	$1{,}00\cdot10^{-13}$	$1{,}47\cdot10^{-15}$
^{134}Cs	$1{,}07\cdot10^{-8}$	$7{,}06\cdot10^{-14}$	$1{,}48\cdot10^{-15}$
^{137}Cs/^{137m}Ba	$7{,}33\cdot10^{-10}$	$2{,}70\cdot10^{-14}$	$5{,}82\cdot10^{-16}$
^{140}Ba	$6{,}32\cdot10^{-7}$	$8{,}07\cdot10^{-15}$	$1{,}90\cdot10^{-16}$
^{140}La	$4{,}78\cdot10^{-6}$	$1{,}11\cdot10^{-13}$	$2{,}16\cdot10^{-15}$
^{141}Ce	$2{,}47\cdot10^{-7}$	$3{,}10\cdot10^{-15}$	$6{,}93\cdot10^{-17}$
^{144}Ce	$2{,}82\cdot10^{-8}$	$7{,}63\cdot10^{-16}$	$1{,}84\cdot10^{-17}$
^{144}Pr	$6{,}69\cdot10^{-7}$	$2{,}65\cdot10^{-15}$	$1{,}63\cdot10^{-16}$
^{147}Pm	$8{,}40\cdot10^{-9}$	$8{,}67\cdot10^{-18}$	$2{,}80\cdot10^{-20}$
^{152}Eu	$1{,}65\cdot10^{-9}$	$5{,}28\cdot10^{-14}$	$1{,}08\cdot10^{-15}$
^{154}Eu	$2{,}50\cdot10^{-9}$	$5{,}75\cdot10^{-14}$	$1{,}17\cdot10^{-15}$
^{155}Eu	$4{,}44\cdot10^{-9}$	$2{,}14\cdot10^{-15}$	$5{,}36\cdot10^{-17}$
^{169}Er	$8{,}63\cdot10^{-7}$	$2{,}97\cdot10^{-17}$	$6{,}75\cdot10^{-20}$
^{192}Ir	$1{,}08\cdot10^{-7}$	$3{,}61\cdot10^{-14}$	$7{,}77\cdot10^{-16}$
^{197}Hg	$3{,}00\cdot10^{-6}$	$2{,}26\cdot10^{-15}$	$5{,}79\cdot10^{-17}$
^{198}Au	$2{,}98\cdot10^{-6}$	$1{,}81\cdot10^{-14}$	$4{,}07\cdot10^{-16}$
^{201}Tl	$2{,}64\cdot10^{-6}$	$3{,}25\cdot10^{-15}$	$7{,}96\cdot10^{-17}$
^{222}Ra	$1{,}82\cdot10^{-2}$	$4{,}03\cdot10^{-16}$	$8{,}66\cdot10^{-18}$
^{226}Ra	$1{,}38\cdot10^{-11}$	$2{,}84\cdot10^{-16}$	$6{,}11\cdot10^{-18}$
^{232}U	$3{,}06\cdot10^{-10}$	$1{,}17\cdot10^{-17}$	$8{,}07\cdot10^{-19}$
^{233}U	$1{,}39\cdot10^{-13}$	$1{,}42\cdot10^{-17}$	$5{,}99\cdot10^{-19}$
^{234}U	$9{,}02\cdot10^{-14}$	$6{,}11\cdot10^{-18}$	$5{,}86\cdot10^{-19}$
^{235}U	$3{,}13\cdot10^{-17}$	$6{,}46\cdot10^{-15}$	$1{,}40\cdot10^{-16}$
^{236}U	$9{,}40\cdot10^{-16}$	$3{,}86\cdot10^{-18}$	$5{,}03\cdot10^{-19}$
^{238}U	$4{,}92\cdot10^{-18}$	$2{,}50\cdot10^{-18}$	$4{,}23\cdot10^{-19}$
^{210}Po	$5{,}81\cdot10^{-8}$	$3{,}89\cdot10^{-19}$	$8{,}09\cdot10^{-21}$
^{210}Pb	$9{,}87\cdot10^{-10}$	$4{,}48\cdot10^{-17}$	$2{,}13\cdot10^{-18}$

Нуклид	λ_r, с$^{-1}$	R_A^r, Зв·м^3/(Бк·с)	R_S^r, Зв·м^2/(Бк·с)
^{230}Th	$2{,}86\cdot10^{-13}$	$1{,}48\cdot10^{-17}$	$6{,}37\cdot10^{-19}$
^{231}Th	$7{,}57\cdot10^{-6}$	$4{,}58\cdot10^{-16}$	$1{,}55\cdot10^{-17}$
^{232}Th	$1{,}57\cdot10^{-18}$	$7{,}24\cdot10^{-18}$	$4{,}55\cdot10^{-19}$
^{234}Th	$3{,}33\cdot10^{-7}$	$2{,}94\cdot10^{-16}$	$7{,}49\cdot10^{-18}$
^{237}Np	$1{,}03\cdot10^{-14}$	$8{,}87\cdot10^{-16}$	$2{,}52\cdot10^{-17}$
^{238}Pu	$2{,}51\cdot10^{-10}$	$3{,}50\cdot10^{-18}$	$6{,}26\cdot10^{-19}$
^{239}Pu	$9{,}13\cdot10^{-13}$	$3{,}48\cdot10^{-18}$	$2{,}84\cdot10^{-19}$
^{240}Pu	$3{,}36\cdot10^{-12}$	$3{,}42\cdot10^{-18}$	$6{,}01\cdot10^{-19}$
^{241}Pu	$1{,}53\cdot10^{-9}$	$6{,}33\cdot10^{-20}$	$1{,}72\cdot10^{-21}$
^{241}Am	$5{,}09\cdot10^{-11}$	$6{,}74\cdot10^{-16}$	$2{,}33\cdot10^{-17}$
^{242}Cm	$4{,}92\cdot10^{-8}$	$4{,}02\cdot10^{-18}$	$7{,}02\cdot10^{-19}$
^{243}Cm	$7{,}72\cdot10^{-10}$	$5{,}30\cdot10^{-15}$	$1{,}18\cdot10^{-16}$
^{244}Cm	$1{,}22\cdot10^{-9}$	$3{,}40\cdot10^{-18}$	$6{,}44\cdot10^{-19}$
Источники: IAEA Safety Standards. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, No. GSR Part 3; NUREG/CR-7166 Radiological Toolbox User's Guide.- Office of Nuclear Regulatory Research, 2013.			

Таблица А.3.2 - Коэффициенты R_{II}^r для различных радионуклидов и возрастных групп

В Зв/Бк

Нуклид	Тип соединения	До 1 года	1-2 года	2-7 лет	7-12 лет	12-17 лет	> 17 лет
H^3 (HTO)	П	$3{,}4\cdot10^{-10}$	$2{,}7\cdot10^{-10}$	$1{,}4\cdot10^{-10}$	$8{,}2\cdot10^{-11}$	$5{,}3\cdot10^{-11}$	$4{,}5\cdot10^{-11}$
^{14}C	П	$8{,}3\cdot10^{-9}$	$6{,}6\cdot10^{-9}$	$4{,}0\cdot10^{-9}$	$2{,}8\cdot10^{-9}$	$2{,}5\cdot10^{-9}$	$2{,}0\cdot10^{-9}$
^{22}Na	Б	$9{,}7\cdot10^{-9}$	$7{,}3\cdot10^{-9}$	$3{,}8\cdot10^{-9}$	$2{,}4\cdot10^{-9}$	$1{,}5\cdot10^{-9}$	$1{,}3\cdot10^{-9}$
^{24}Na	Б	$2{,}3\cdot10^{-9}$	$1{,}8\cdot10^{-9}$	$9{,}3\cdot10^{-10}$	$5{,}7\cdot10^{-10}$	$3{,}4\cdot10^{-10}$	$2{,}7\cdot10^{-10}$
^{32}P	П	$2{,}2\cdot10^{-8}$	$1{,}5\cdot10^{-8}$	$8{,}0\cdot10^{-9}$	$5{,}3\cdot10^{-9}$	$4{,}0\cdot10^{-9}$	$3{,}4\cdot10^{-9}$
^{35}S	П	$5{,}9\cdot10^{-9}$	$4{,}5\cdot10^{-9}$	$2{,}8\cdot10^{-9}$	$2{,}0\cdot10^{-9}$	$1{,}8\cdot10^{-9}$	$1{,}4\cdot10^{-9}$
^{36}Cl	П	$3{,}1\cdot10^{-8}$	$2{,}6\cdot10^{-8}$	$1{,}5\cdot10^{-8}$	$1{,}0\cdot10^{-8}$	$8{,}8\cdot10^{-9}$	$7{,}3\cdot10^{-9}$
^{42}K	Б	$1{,}6\cdot10^{-9}$	$1{,}0\cdot10^{-9}$	$4{,}4\cdot10^{-10}$	$2{,}6\cdot10^{-10}$	$1{,}5\cdot10^{-10}$	$1{,}2\cdot10^{-10}$
^{45}Ca	М	$1{,}5\cdot10^{-8}$	$1{,}2\cdot10^{-8}$	$7{,}2\cdot10^{-9}$	$5{,}1\cdot10^{-9}$	$4{,}6\cdot10^{-9}$	$3{,}7\cdot10^{-9}$
^{47}Ca	М	$1{,}2\cdot10^{-8}$	$8{,}5\cdot10^{-9}$	$4{,}6\cdot10^{-9}$	$3{,}3\cdot10^{-9}$	$2{,}6\cdot10^{-9}$	$2{,}1\cdot10^{-9}$
^{51}Cr	М	$2{,}6\cdot10^{-10}$	$2{,}1\cdot10^{-10}$	$1{,}0\cdot10^{-10}$	$6{,}6\cdot10^{-11}$	$4{,}5\cdot10^{-11}$	$3{,}7\cdot10^{-11}$
^{54}Mn	П	$7{,}5\cdot10^{-9}$	$6{,}2\cdot10^{-9}$	$3{,}8\cdot10^{-9}$	$2{,}4\cdot10^{-9}$	$1{,}9\cdot10^{-9}$	$1{,}5\cdot10^{-9}$
^{55}Fe	П	$1{,}9\cdot10^{-9}$	$1{,}4\cdot10^{-9}$	$9{,}9\cdot10^{-10}$	$6{,}2\cdot10^{-10}$	$4{,}4\cdot10^{-10}$	$3{,}8\cdot10^{-10}$
^{59}Fe	П	$1{,}8\cdot10^{-8}$	$1{,}3\cdot10^{-8}$	$7{,}9\cdot10^{-9}$	$5{,}5\cdot10^{-9}$	$4{,}6\cdot10^{-9}$	$3{,}7\cdot10^{-9}$
^{57}Co	П	$2{,}8\cdot10^{-9}$	$2{,}2\cdot10^{-9}$	$1{,}3\cdot10^{-9}$	$8{,}5\cdot10^{-10}$	$6{,}7\cdot10^{-10}$	$5{,}5\cdot10^{-10}$
^{58}Co	П	$7{,}3\cdot10^{-9}$	$6{,}5\cdot10^{-9}$	$3{,}5\cdot10^{-9}$	$2{,}4\cdot10^{-9}$	$2{,}0\cdot10^{-9}$	$1{,}6\cdot10^{-9}$
^{60}Co	П	$4{,}2\cdot10^{-8}$	$3{,}4\cdot10^{-8}$	$2{,}1\cdot10^{-8}$	$1{,}5\cdot10^{-8}$	$1{,}2\cdot10^{-8}$	$1{,}0\cdot10^{-8}$
^{63}Ni	П	$2{,}5\cdot10^{-9}$	$1{,}9\cdot10^{-9}$	$1{,}1\cdot10^{-9}$	$7{,}0\cdot10^{-10}$	$5{,}3\cdot10^{-10}$	$4{,}8\cdot10^{-10}$
^{65}Zn	П	$8{,}5\cdot10^{-9}$	$6{,}5\cdot10^{-9}$	$3{,}7\cdot10^{-9}$	$2{,}4\cdot10^{-9}$	$1{,}9\cdot10^{-9}$	$1{,}6\cdot10^{-9}$
^{67}Ga	П	$1{,}4\cdot10^{-9}$	$1{,}0\cdot10^{-9}$	$5{,}0\cdot10^{-10}$	$3{,}6\cdot10^{-10}$	$3{,}0\cdot10^{-10}$	$2{,}4\cdot10^{-10}$

Нуклид	Тип соединения	До 1 года	1-2 года	2-7 лет	7-12 лет	12-17 лет	> 17 лет
^{75}Se	Б	$7{,}8\cdot10^{-9}$	$6{,}0\cdot10^{-9}$	$3{,}4\cdot10^{-9}$	$2{,}5\cdot10^{-9}$	$1{,}2\cdot10^{-9}$	$1{,}0\cdot10^{-9}$
^{89}Sr	П	$3{,}3\cdot10^{-8}$	$2{,}4\cdot10^{-8}$	$1{,}3\cdot10^{-8}$	$9{,}1\cdot10^{-9}$	$7{,}3\cdot10^{-9}$	$6{,}1\cdot10^{-9}$
^{90}Sr	П	$1{,}5\cdot10^{-7}$	$1{,}1\cdot10^{-7}$	$6{,}5\cdot10^{-8}$	$5{,}1\cdot10^{-8}$	$5{,}0\cdot10^{-8}$	$3{,}6\cdot10^{-8}$
^{95}Nb	П	$6{,}8\cdot10^{-9}$	$5{,}2\cdot10^{-9}$	$3{,}1\cdot10^{-9}$	$2{,}2\cdot10^{-9}$	$1{,}9\cdot10^{-9}$	$1{,}5\cdot10^{-9}$
^{95}Zr	П	$2{,}0\cdot10^{-8}$	$1{,}6\cdot10^{-8}$	$9{,}7\cdot10^{-9}$	$6{,}8\cdot10^{-9}$	$5{,}9\cdot10^{-9}$	$4{,}8\cdot10^{-9}$
^{99}Mo	П	$6{,}0\cdot10^{-9}$	$4{,}4\cdot10^{-9}$	$2{,}2\cdot10^{-9}$	$1{,}5\cdot10^{-9}$	$1{,}1\cdot10^{-9}$	$8{,}9\cdot10^{-10}$
^{99}Tc	П	$1{,}7\cdot10^{-8}$	$1{,}3\cdot10^{-8}$	$8{,}0\cdot10^{-9}$	$5{,}7\cdot10^{-9}$	$5{,}0\cdot10^{-9}$	$4{,}0\cdot10^{-9}$
^{99m}Tc	П	$1{,}3\cdot10^{-10}$	$9{,}9\cdot10^{-11}$	$5{,}1\cdot10^{-11}$	$3{,}4\cdot10^{-11}$	$2{,}4\cdot10^{-11}$	$1{,}9\cdot10^{-11}$
^{103}Ru	П	$1{,}1\cdot10^{-8}$	$8{,}4\cdot10^{-9}$	$5{,}0\cdot10^{-9}$	$3{,}5\cdot10^{-9}$	$3{,}0\cdot10^{-9}$	$2{,}4\cdot10^{-9}$
^{106}Ru	П	$1{,}4\cdot10^{-7}$	$1{,}1\cdot10^{-7}$	$6{,}4\cdot10^{-8}$	$4{,}1\cdot10^{-8}$	$3{,}1\cdot10^{-8}$	$2{,}8\cdot10^{-8}$
^{110m}Ag	П	$3{,}5\cdot10^{-8}$	$2{,}8\cdot10^{-8}$	$1{,}7\cdot10^{-8}$	$1{,}2\cdot10^{-8}$	$9{,}2\cdot10^{-9}$	$7{,}6\cdot10^{-9}$
^{111}In	П	$1{,}5\cdot10^{-9}$	$1{,}2\cdot10^{-9}$	$6{,}2\cdot10^{-10}$	$4{,}1\cdot10^{-10}$	$2{,}9\cdot10^{-10}$	$2{,}3\cdot10^{-10}$
^{122}Sb	П	$8{,}3\cdot10^{-9}$	$5{,}7\cdot10^{-9}$	$2{,}8\cdot10^{-9}$	$1{,}8\cdot10^{-9}$	$1{,}3\cdot10^{-9}$	$1{,}0\cdot10^{-9}$
^{124}Sb	П	$3{,}1\cdot10^{-8}$	$2{,}4\cdot10^{-8}$	$1{,}4\cdot10^{-8}$	$9{,}6\cdot10^{-9}$	$7{,}7\cdot10^{-9}$	$6{,}4\cdot10^{-9}$
^{125}Sb	П	$2{,}0\cdot10^{-8}$	$1{,}6\cdot10^{-8}$	$1{,}0\cdot10^{-8}$	$6{,}8\cdot10^{-9}$	$5{,}8\cdot10^{-9}$	$4{,}8\cdot10^{-9}$
^{123m}Te	П	$1{,}8\cdot10^{-8}$	$1{,}3\cdot10^{-8}$	$8{,}0\cdot10^{-9}$	$5{,}7\cdot10^{-9}$	$5{,}0\cdot10^{-9}$	$4{,}0\cdot10^{-9}$
^{123}I	Б I_2 CH_3I	$8{,}7\cdot10^{-10}$ $2{,}1\cdot10^{-9}$ $1{,}6\cdot10^{-9}$	$7{,}9\cdot10^{-10}$ $1{,}8\cdot10^{-9}$ $1{,}4\cdot10^{-9}$	$3{,}8\cdot10^{-10}$ $1{,}0\cdot10^{-9}$ $7{,}7\cdot10^{-10}$	$1{,}8\cdot10^{-10}$ $4{,}7\cdot10^{-10}$ $3{,}6\cdot10^{-10}$	$1{,}1\cdot10^{-10}$ $3{,}2\cdot10^{-10}$ $2{,}4\cdot10^{-10}$	$7{,}4\cdot10^{-11}$ $2{,}1\cdot10^{-10}$ $1{,}5\cdot10^{-10}$
^{129}I	Б I_2 CH_3I	$7{,}2\cdot10^{-8}$ $1{,}7\cdot10^{-7}$ $1{,}3\cdot10^{-7}$	$8{,}6\cdot10^{-8}$ $2{,}0\cdot10^{-7}$ $1{,}5\cdot10^{-7}$	$6{,}1\cdot10^{-8}$ $1{,}6\cdot10^{-7}$ $1{,}2\cdot10^{-7}$	$6{,}7\cdot10^{-8}$ $1{,}7\cdot10^{-7}$ $1{,}3\cdot10^{-7}$	$4{,}6\cdot10^{-8}$ $1{,}3\cdot10^{-7}$ $9{,}9\cdot10^{-8}$	$3{,}6\cdot10^{-8}$ $9{,}6\cdot10^{-8}$ $7{,}4\cdot10^{-8}$
^{131}I	Б I_2 CH_3I	$7{,}2\cdot10^{-8}$ $1{,}7\cdot10^{-7}$ $1{,}3\cdot10^{-7}$	$7{,}2\cdot10^{-8}$ $1{,}6\cdot10^{-7}$ $1{,}3\cdot10^{-7}$	$3{,}7\cdot10^{-8}$ $9{,}4\cdot10^{-8}$ $7{,}4\cdot10^{-8}$	$1{,}9\cdot10^{-8}$ $4{,}8\cdot10^{-8}$ $3{,}7\cdot10^{-8}$	$1{,}1\cdot10^{-8}$ $3{,}1\cdot10^{-8}$ $2{,}4\cdot10^{-8}$	$7{,}4\cdot10^{-9}$ $2{,}0\cdot10^{-8}$ $1{,}5\cdot10^{-8}$
^{133}I	Б I_2 CH_3I	$1{,}9\cdot10^{-8}$ $4{,}5\cdot10^{-8}$ $3{,}5\cdot10^{-8}$	$1{,}8\cdot10^{-8}$ $4{,}1\cdot10^{-8}$ $3{,}2\cdot10^{-8}$	$8{,}3\cdot10^{-9}$ $2{,}1\cdot10^{-8}$ $1{,}7\cdot10^{-8}$	$3{,}8\cdot10^{-9}$ $9{,}7\cdot10^{-9}$ $7{,}6\cdot10^{-9}$	$2{,}2\cdot10^{-9}$ $6{,}3\cdot10^{-9}$ $4{,}9\cdot10^{-9}$	$1{,}5\cdot10^{-9}$ $4{,}0\cdot10^{-9}$ $3{,}1\cdot10^{-9}$
^{134}Cs	Б	$1{,}1\cdot10^{-8}$	$7{,}3\cdot10^{-9}$	$5{,}2\cdot10^{-9}$	$5{,}3\cdot10^{-9}$	$6{,}3\cdot10^{-9}$	$6{,}6\cdot10^{-9}$
^{137}Cs	Б	$8{,}8\cdot10^{-9}$	$5{,}4\cdot10^{-9}$	$3{,}6\cdot10^{-9}$	$3{,}7\cdot10^{-9}$	$4{,}4\cdot10^{-9}$	$4{,}6\cdot10^{-9}$
^{140}Ba	П	$2{,}7\cdot10^{-8}$	$2{,}0\cdot10^{-8}$	$1{,}1\cdot10^{-8}$	$7{,}6\cdot10^{-9}$	$6{,}2\cdot10^{-9}$	$5{,}1\cdot10^{-9}$
^{140}La	П	$8{,}8\cdot10^{-9}$	$6{,}3\cdot10^{-9}$	$3{,}1\cdot10^{-9}$	$2{,}0\cdot10^{-9}$	$1{,}3\cdot10^{-9}$	$1{,}1\cdot10^{-9}$
^{141}Ce	П	$1{,}4\cdot10^{-8}$	$1{,}1\cdot10^{-8}$	$6{,}3\cdot10^{-9}$	$4{,}6\cdot10^{-9}$	$4{,}1\cdot10^{-9}$	$3{,}2\cdot10^{-9}$
^{144}Ce	П	$1{,}9\cdot10^{-7}$	$1{,}6\cdot10^{-7}$	$8{,}8\cdot10^{-8}$	$5{,}5\cdot10^{-8}$	$4{,}1\cdot10^{-8}$	$3{,}6\cdot10^{-8}$
^{144}Pr	М	$1{,}9\cdot10^{-10}$	$1{,}2\cdot10^{-10}$	$5{,}2\cdot10^{-11}$	$3{,}4\cdot10^{-11}$	$2{,}1\cdot10^{-11}$	$1{,}8\cdot10^{-11}$
^{147}Pm	М	$1{,}9\cdot10^{-8}$	$1{,}6\cdot10^{-8}$	$1{,}0\cdot10^{-8}$	$6{,}8\cdot10^{-9}$	$5{,}8\cdot10^{-9}$	$4{,}9\cdot10^{-9}$
^{152}Eu	П	$1{,}1\cdot10^{-7}$	$1{,}0\cdot10^{-7}$	$7{,}0\cdot10^{-8}$	$4{,}9\cdot10^{-8}$	$4{,}3\cdot10^{-8}$	$4{,}2\cdot10^{-8}$
^{154}Eu	П	$1{,}6\cdot10^{-7}$	$1{,}5\cdot10^{-7}$	$9{,}7\cdot10^{-8}$	$6{,}5\cdot10^{-8}$	$5{,}6\cdot10^{-8}$	$5{,}3\cdot10^{-8}$
^{155}Eu	П	$2{,}6\cdot10^{-8}$	$2{,}3\cdot10^{-8}$	$1{,}4\cdot10^{-8}$	$9{,}2\cdot10^{-9}$	$7{,}6\cdot10^{-9}$	$6{,}9\cdot10^{-9}$
^{169}Er	П	$4{,}7\cdot10^{-9}$	$3{,}5\cdot10^{-9}$	$2{,}0\cdot10^{-9}$	$1{,}5\cdot10^{-9}$	$1{,}3\cdot10^{-9}$	$1{,}0\cdot10^{-9}$
^{192}Ir	М	$2{,}8\cdot10^{-8}$	$2{,}2\cdot10^{-8}$	$1{,}3\cdot10^{-8}$	$9{,}5\cdot10^{-9}$	$8{,}1\cdot10^{-9}$	$6{,}6\cdot10^{-9}$
^{197}Hg	органические неорганические	$4{,}7\cdot10^{-10}$ $1{,}7\cdot10^{-9}$	$4{,}0\cdot10^{-10}$ $1{,}2\cdot10^{-9}$	$1{,}8\cdot10^{-10}$ $6{,}6\cdot10^{-10}$	$1{,}1\cdot10^{-10}$ $4{,}6\cdot10^{-10}$	$5{,}8\cdot10^{-11}$ $3{,}8\cdot10^{-10}$	$4{,}7\cdot10^{-11}$ $3{,}0\cdot10^{-10}$

Нуклид	Тип соединения	До 1 года	1-2 года	2-7 лет	7-12 лет	12-17 лет	> 17 лет
^{198}Au	М	$5{,}4\cdot10^{-9}$	$4{,}4\cdot10^{-9}$	$2{,}0\cdot10^{-9}$	$1{,}4\cdot10^{-9}$	$1{,}1\cdot10^{-9}$	$8{,}6\cdot10^{-10}$
^{201}Tl	Б	$4{,}5\cdot10^{-10}$	$3{,}3\cdot10^{-10}$	$1{,}5\cdot10^{-10}$	$9{,}4\cdot10^{-11}$	$5{,}4\cdot10^{-11}$	$4{,}4\cdot10^{-11}$
^{226}Ra	П	$1{,}5\cdot10^{-5}$	$1{,}1\cdot10^{-5}$	$7{,}0\cdot10^{-6}$	$4{,}9\cdot10^{-6}$	$4{,}5\cdot10^{-6}$	$3{,}5\cdot10^{-6}$
^{232}U	П	$3{,}0\cdot10^{-5}$	$2{,}4\cdot10^{-5}$	$1{,}6\cdot10^{-5}$	$1{,}1\cdot10^{-5}$	$1{,}0\cdot10^{-5}$	$7{,}8\cdot10^{-6}$
^{233}U	П	$1{,}5\cdot10^{-5}$	$1{,}1\cdot10^{-5}$	$7{,}2\cdot10^{-6}$	$4{,}9\cdot10^{-6}$	$4{,}3\cdot10^{-6}$	$3{,}6\cdot10^{-6}$
^{234}U	П	$1{,}5\cdot10^{-5}$	$1{,}1\cdot10^{-5}$	$7{,}0\cdot10^{-6}$	$4{,}8\cdot10^{-6}$	$4{,}2\cdot10^{-6}$	$3{,}5\cdot10^{-6}$
^{235}U	П	$1{,}3\cdot10^{-5}$	$1{,}0\cdot10^{-5}$	$6{,}3\cdot10^{-6}$	$4{,}3\cdot10^{-6}$	$3{,}7\cdot10^{-6}$	$3{,}1\cdot10^{-6}$
^{236}U	П	$1{,}4\cdot10^{-5}$	$1{,}0\cdot10^{-5}$	$6{,}5\cdot10^{-6}$	$4{,}5\cdot10^{-6}$	$3{,}9\cdot10^{-6}$	$3{,}2\cdot10^{-6}$
^{238}U	П	$1{,}2\cdot10^{-5}$	$9{,}4\cdot10^{-6}$	$5{,}9\cdot10^{-6}$	$4{,}0\cdot10^{-6}$	$3{,}4\cdot10^{-6}$	$2{,}9\cdot10^{-6}$
^{210}Po	П	$1{,}5\cdot10^{-5}$	$1{,}1\cdot10^{-5}$	$6{,}7\cdot10^{-6}$	$4{,}6\cdot10^{-6}$	$4{,}0\cdot10^{-6}$	$3{,}3\cdot10^{-6}$
^{210}Pb	П	$5{,}0\cdot10^{-6}$	$3{,}7\cdot10^{-6}$	$2{,}2\cdot10^{-6}$	$1{,}5\cdot10^{-6}$	$1{,}3\cdot10^{-6}$	$1{,}1\cdot10^{-6}$
^{230}Th	М	$4{,}0\cdot10^{-5}$	$3{,}5\cdot10^{-5}$	$2{,}4\cdot10^{-5}$	$1{,}6\cdot10^{-5}$	$1{,}5\cdot10^{-5}$	$1{,}4\cdot10^{-5}$
^{231}Th	М	$2{,}4\cdot10^{-9}$	$1{,}7\cdot10^{-9}$	$7{,}6\cdot10^{-10}$	$5{,}2\cdot10^{-10}$	$4{,}1\cdot10^{-10}$	$3{,}3\cdot10^{-10}$
^{232}Th	М	$5{,}4\cdot10^{-5}$	$5{,}0\cdot10^{-5}$	$3{,}7\cdot10^{-5}$	$2{,}6\cdot10^{-5}$	$2{,}5\cdot10^{-5}$	$2{,}5\cdot10^{-5}$
^{234}Th	М	$4{,}1\cdot10^{-8}$	$3{,}1\cdot10^{-8}$	$1{,}7\cdot10^{-8}$	$1{,}1\cdot10^{-8}$	$9{,}1\cdot10^{-9}$	$7{,}7\cdot10^{-9}$
^{237}Np	П	$4{,}4\cdot10^{-5}$	$4{,}0\cdot10^{-5}$	$2{,}8\cdot10^{-5}$	$2{,}2\cdot10^{-5}$	$2{,}2\cdot10^{-5}$	$2{,}3\cdot10^{-5}$
^{238}Pu	П	$7{,}8\cdot10^{-5}$	$7{,}4\cdot10^{-5}$	$5{,}6\cdot10^{-5}$	$4{,}4\cdot10^{-5}$	$4{,}3\cdot10^{-5}$	$4{,}6\cdot10^{-5}$
^{239}Pu	П	$8{,}0\cdot10^{-5}$	$7{,}7\cdot10^{-5}$	$6{,}0\cdot10^{-5}$	$4{,}8\cdot10^{-5}$	$4{,}7\cdot10^{-5}$	$5{,}0\cdot10^{-5}$
^{240}Pu	П	$8{,}0\cdot10^{-5}$	$7{,}7\cdot10^{-5}$	$6{,}0\cdot10^{-5}$	$4{,}8\cdot10^{-5}$	$4{,}7\cdot10^{-5}$	$5{,}0\cdot10^{-5}$
^{241}Pu	П	$9{,}1\cdot10^{-7}$	$9{,}7\cdot10^{-7}$	$9{,}2\cdot10^{-7}$	$8{,}3\cdot10^{-7}$	$8{,}6\cdot10^{-7}$	$9{,}0\cdot10^{-7}$
^{241}Am	П	$7{,}3\cdot10^{-5}$	$6{,}9\cdot10^{-5}$	$5{,}1\cdot10^{-5}$	$4{,}0\cdot10^{-5}$	$4{,}0\cdot10^{-5}$	$4{,}2\cdot10^{-5}$
^{242}Cm	П	$2{,}2\cdot10^{-5}$	$1{,}8\cdot10^{-5}$	$1{,}1\cdot10^{-5}$	$7{,}3\cdot10^{-6}$	$6{,}4\cdot10^{-6}$	$5{,}2\cdot10^{-6}$
^{243}Cm	П	$6{,}7\cdot10^{-5}$	$6{,}1\cdot10^{-5}$	$4{,}2\cdot10^{-5}$	$3{,}1\cdot10^{-5}$	$3{,}0\cdot10^{-5}$	$3{,}1\cdot10^{-5}$
^{244}Cm	П	$6{,}2\cdot10^{-5}$	$5{,}7\cdot10^{-5}$	$3{,}7\cdot10^{-5}$	$2{,}7\cdot10^{-5}$	$2{,}6\cdot10^{-5}$	$2{,}7\cdot10^{-5}$
Примечание: Источники: НРБ-99/2009; IAEA Safety Standards. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, No. GSR Part 3							

Таблица А.3.3 - Коэффициенты R_{JP}^{r} для различных радионуклидов и возрастных групп

В Зв/Бк

Нуклид	До 1 года	1-2 года	2-7 лет	7-12 лет	12-17 лет	> 17 лет
H^3 (НТО)	$6{,}4\cdot10^{-11}$	$4{,}8\cdot10^{-11}$	$3{,}1\cdot10^{-11}$	$2{,}3\cdot10^{-11}$	$1{,}8\cdot10^{-11}$	$1{,}8\cdot10^{-11}$
H^3 (ОСТ)	$1{,}2\cdot10^{-10}$	$1{,}2\cdot10^{-10}$	$7{,}3\cdot10^{-11}$	$5{,}7\cdot10^{-11}$	$4{,}2\cdot10^{-11}$	$4{,}2\cdot10^{-11}$
^{14}C	$1{,}4\cdot10^{-9}$	$1{,}6\cdot10^{-9}$	$9{,}9\cdot10^{-10}$	$8{,}0\cdot10^{-10}$	$5{,}7\cdot10^{-10}$	$5{,}8\cdot10^{-10}$
^{22}Na	$2{,}1\cdot10^{-8}$	$1{,}5\cdot10^{-8}$	$8{,}4\cdot10^{-9}$	$5{,}5\cdot10^{-9}$	$3{,}7\cdot10^{-9}$	$3{,}2\cdot10^{-9}$
^{24}Na	$3{,}5\cdot10^{-9}$	$2{,}3\cdot10^{-9}$	$1{,}2\cdot10^{-9}$	$7{,}7\cdot10^{-10}$	$5{,}2\cdot10^{-10}$	$4{,}3\cdot10^{-10}$
^{32}P	$3{,}1\cdot10^{-8}$	$1{,}9\cdot10^{-8}$	$9{,}4\cdot10^{-9}$	$5{,}3\cdot10^{-9}$	$3{,}1\cdot10^{-9}$	$2{,}4\cdot10^{-9}$
^{35}S	$1{,}3\cdot10^{-9}$	$8{,}7\cdot10^{-10}$	$4{,}4\cdot10^{-10}$	$2{,}7\cdot10^{-10}$	$1{,}6\cdot10^{-10}$	$1{,}3\cdot10^{-10}$
^{36}Cl	$9{,}8\cdot10^{-9}$	$6{,}3\cdot10^{-9}$	$3{,}2\cdot10^{-9}$	$1{,}9\cdot10^{-9}$	$1{,}2\cdot10^{-9}$	$9{,}3\cdot10^{-10}$
^{42}K	$5{,}1\cdot10^{-9}$	$3{,}0\cdot10^{-9}$	$1{,}5\cdot10^{-9}$	$8{,}6\cdot10^{-10}$	$5{,}4\cdot10^{-10}$	$4{,}3\cdot10^{-10}$
^{45}Ca	$1{,}1\cdot10^{-8}$	$4{,}9\cdot10^{-9}$	$2{,}6\cdot10^{-9}$	$1{,}8\cdot10^{-9}$	$1{,}3\cdot10^{-9}$	$7{,}1\cdot10^{-10}$
^{47}Ca	$1{,}3\cdot10^{-8}$	$9{,}3\cdot10^{-9}$	$4{,}9\cdot10^{-9}$	$3{,}0\cdot10^{-9}$	$1{,}8\cdot10^{-9}$	$1{,}6\cdot10^{-9}$
^{51}Cr	$3{,}5\cdot10^{-10}$	$2{,}3\cdot10^{-10}$	$1{,}2\cdot10^{-10}$	$7{,}8\cdot10^{-11}$	$4{,}8\cdot10^{-11}$	$3{,}8\cdot10^{-11}$
^{54}Mn	$5{,}4\cdot10^{-9}$	$3{,}1\cdot10^{-9}$	$1{,}9\cdot10^{-9}$	$1{,}3\cdot10^{-9}$	$8{,}7\cdot10^{-10}$	$7{,}1\cdot10^{-10}$
^{55}Fe	$7{,}6\cdot10^{-9}$	$2{,}4\cdot10^{-9}$	$1{,}7\cdot10^{-9}$	$1{,}1\cdot10^{-9}$	$7{,}7\cdot10^{-10}$	$3{,}3\cdot10^{-10}$
^{59}Fe	$3{,}9\cdot10^{-8}$	$1{,}3\cdot10^{-8}$	$7{,}5\cdot10^{-9}$	$4{,}7\cdot10^{-9}$	$3{,}1\cdot10^{-9}$	$1{,}8\cdot10^{-9}$
^{57}Co	$2{,}9\cdot10^{-9}$	$1{,}6\cdot10^{-9}$	$8{,}9\cdot10^{-10}$	$5{,}8\cdot10^{-10}$	$3{,}7\cdot10^{-10}$	$2{,}1\cdot10^{-10}$
^{58}Co	$7{,}3\cdot10^{-9}$	$4{,}4\cdot10^{-9}$	$2{,}6\cdot10^{-9}$	$1{,}7\cdot10^{-9}$	$1{,}1\cdot10^{-9}$	$7{,}4\cdot10^{-10}$
^{60}Co	$5{,}4\cdot10^{-8}$	$2{,}7\cdot10^{-8}$	$1{,}7\cdot10^{-8}$	$1{,}1\cdot10^{-8}$	$7{,}9\cdot10^{-9}$	$3{,}4\cdot10^{-9}$
^{63}Ni	$1{,}6\cdot10^{-9}$	$8{,}4\cdot10^{-10}$	$4{,}6\cdot10^{-10}$	$2{,}8\cdot10^{-10}$	$1{,}8\cdot10^{-10}$	$1{,}5\cdot10^{-10}$
^{65}Zn	$3{,}6\cdot10^{-8}$	$1{,}6\cdot10^{-8}$	$9{,}7\cdot10^{-9}$	$6{,}4\cdot10^{-9}$	$4{,}5\cdot10^{-9}$	$3{,}9\cdot10^{-9}$
^{67}Ga	$1{,}8\cdot10^{-9}$	$1{,}2\cdot10^{-9}$	$6{,}4\cdot10^{-10}$	$4{,}0\cdot10^{-10}$	$2{,}4\cdot10^{-10}$	$1{,}9\cdot10^{-10}$
^{75}Se	$2{,}0\cdot10^{-8}$	$1{,}3\cdot10^{-8}$	$8{,}3\cdot10^{-9}$	$6{,}0\cdot10^{-9}$	$3{,}1\cdot10^{-9}$	$2{,}6\cdot10^{-9}$
^{89}Sr	$3{,}6\cdot10^{-8}$	$1{,}8\cdot10^{-8}$	$8{,}9\cdot10^{-9}$	$5{,}8\cdot10^{-9}$	$4{,}0\cdot10^{-9}$	$2{,}6\cdot10^{-9}$
^{90}Sr	$2{,}3\cdot10^{-7}$	$7{,}3\cdot10^{-8}$	$4{,}7\cdot10^{-8}$	$6{,}0\cdot10^{-8}$	$8{,}0\cdot10^{-8}$	$2{,}8\cdot10^{-8}$
^{95}Nb	$4{,}6\cdot10^{-9}$	$3{,}2\cdot10^{-9}$	$1{,}8\cdot10^{-9}$	$1{,}1\cdot10^{-9}$	$7{,}4\cdot10^{-10}$	$5{,}8\cdot10^{-10}$
^{95}Zr	$8{,}5\cdot10^{-9}$	$5{,}6\cdot10^{-9}$	$3{,}0\cdot10^{-9}$	$1{,}9\cdot10^{-9}$	$1{,}2\cdot10^{-9}$	$9{,}5\cdot10^{-10}$
^{99}Mo	$5{,}5\cdot10^{-9}$	$3{,}5\cdot10^{-9}$	$1{,}8\cdot10^{-9}$	$1{,}1\cdot10^{-9}$	$7{,}6\cdot10^{-10}$	$6{,}0\cdot10^{-10}$
^{99}Tc	$1{,}0\cdot10^{-8}$	$4{,}8\cdot10^{-9}$	$2{,}3\cdot10^{-9}$	$1{,}3\cdot10^{-9}$	$8{,}2\cdot10^{-10}$	$6{,}4\cdot10^{-10}$
^{99m}Tc	$2{,}0\cdot10^{-10}$	$1{,}3\cdot10^{-10}$	$7{,}2\cdot10^{-11}$	$4{,}3\cdot10^{-11}$	$2{,}8\cdot10^{-11}$	$2{,}2\cdot10^{-11}$
^{103}Ru	$7{,}1\cdot10^{-9}$	$4{,}6\cdot10^{-9}$	$2{,}4\cdot10^{-9}$	$1{,}5\cdot10^{-9}$	$9{,}2\cdot10^{-10}$	$7{,}3\cdot10^{-10}$

Нуклид	До 1 года	1-2 года	2-7 лет	7-12 лет	12-17 лет	> 17 лет
^{106}Ru	$8{,}4\cdot10^{-8}$	$4{,}9\cdot10^{-8}$	$2{,}5\cdot10^{-8}$	$1{,}5\cdot10^{-8}$	$8{,}6\cdot10^{-9}$	$7{,}0\cdot10^{-9}$
^{110m}Ag	$2{,}4\cdot10^{-8}$	$1{,}4\cdot10^{-8}$	$7{,}8\cdot10^{-9}$	$5{,}2\cdot10^{-9}$	$3{,}4\cdot10^{-9}$	$2{,}8\cdot10^{-9}$
^{111}In	$2{,}4\cdot10^{-9}$	$1{,}7\cdot10^{-9}$	$9{,}1\cdot10^{-10}$	$5{,}9\cdot10^{-10}$	$3{,}7\cdot10^{-10}$	$2{,}9\cdot10^{-10}$
^{122}Sb	$1{,}8\cdot10^{-8}$	$1{,}2\cdot10^{-8}$	$6{,}1\cdot10^{-9}$	$3{,}7\cdot10^{-9}$	$2{,}1\cdot10^{-9}$	$1{,}7\cdot10^{-9}$
^{124}Sb	$2{,}5\cdot10^{-8}$	$1{,}6\cdot10^{-8}$	$8{,}4\cdot10^{-9}$	$5{,}2\cdot10^{-9}$	$3{,}2\cdot10^{-9}$	$2{,}5\cdot10^{-9}$
^{125}Sb	$1{,}1\cdot10^{-8}$	$6{,}1\cdot10^{-9}$	$3{,}4\cdot10^{-9}$	$2{,}1\cdot10^{-9}$	$1{,}4\cdot10^{-9}$	$1{,}1\cdot10^{-9}$
^{123m}Te	$1{,}9\cdot10^{-8}$	$8{,}8\cdot10^{-9}$	$4{,}9\cdot10^{-9}$	$2{,}8\cdot10^{-9}$	$1{,}7\cdot10^{-9}$	$1{,}4\cdot10^{-9}$
^{123}I	$2{,}2\cdot10^{-9}$	$1{,}9\cdot10^{-9}$	$1{,}1\cdot10^{-9}$	$4{,}9\cdot10^{-10}$	$3{,}3\cdot10^{-10}$	$2{,}1\cdot10^{-10}$
^{129}I	$1{,}8\cdot10^{-7}$	$2{,}2\cdot10^{-7}$	$1{,}7\cdot10^{-7}$	$1{,}9\cdot10^{-7}$	$1{,}4\cdot10^{-7}$	$1{,}1\cdot10^{-7}$
^{131}I	$1{,}8\cdot10^{-7}$	$1{,}8\cdot10^{-7}$	$1{,}0\cdot10^{-7}$	$5{,}2\cdot10^{-8}$	$3{,}4\cdot10^{-8}$	$2{,}2\cdot10^{-8}$
^{133}I	$4{,}9\cdot10^{-8}$	$4{,}4\cdot10^{-8}$	$2{,}3\cdot10^{-8}$	$1{,}0\cdot10^{-8}$	$6{,}8\cdot10^{-9}$	$4{,}3\cdot10^{-9}$
^{134}Cs	$2{,}6\cdot10^{-8}$	$1{,}6\cdot10^{-8}$	$1{,}3\cdot10^{-8}$	$1{,}4\cdot10^{-8}$	$1{,}9\cdot10^{-8}$	$1{,}9\cdot10^{-8}$
^{137}Cs	$2{,}1\cdot10^{-8}$	$1{,}2\cdot10^{-8}$	$9{,}6\cdot10^{-9}$	$1{,}0\cdot10^{-8}$	$1{,}3\cdot10^{-8}$	$1{,}3\cdot10^{-8}$
^{140}Ba	$3{,}2\cdot10^{-8}$	$1{,}8\cdot10^{-8}$	$9{,}2\cdot10^{-9}$	$5{,}8\cdot10^{-9}$	$3{,}7\cdot10^{-9}$	$2{,}6\cdot10^{-9}$
^{140}La	$2{,}0\cdot10^{-8}$	$1{,}3\cdot10^{-8}$	$6{,}8\cdot10^{-9}$	$4{,}2\cdot10^{-9}$	$2{,}5\cdot10^{-9}$	$2{,}0\cdot10^{-9}$
^{141}Ce	$8{,}1\cdot10^{-9}$	$5{,}1\cdot10^{-9}$	$2{,}6\cdot10^{-9}$	$1{,}5\cdot10^{-9}$	$8{,}8\cdot10^{-10}$	$7{,}1\cdot10^{-10}$
^{144}Ce	$6{,}6\cdot10^{-8}$	$3{,}9\cdot10^{-8}$	$1{,}9\cdot10^{-8}$	$1{,}1\cdot10^{-8}$	$6{,}5\cdot10^{-9}$	$5{,}2\cdot10^{-9}$
^{144}Pr	$6{,}4\cdot10^{-10}$	$3{,}5\cdot10^{-10}$	$1{,}7\cdot10^{-10}$	$9{,}5\cdot10^{-11}$	$6{,}5\cdot10^{-11}$	$5{,}0\cdot10^{-11}$
^{147}Pm	$3{,}6\cdot10^{-9}$	$1{,}9\cdot10^{-9}$	$9{,}6\cdot10^{-10}$	$5{,}7\cdot10^{-10}$	$3{,}2\cdot10^{-10}$	$2{,}6\cdot10^{-10}$
^{152}Eu	$1{,}6\cdot10^{-8}$	$7{,}4\cdot10^{-9}$	$4{,}1\cdot10^{-9}$	$2{,}6\cdot10^{-9}$	$1{,}7\cdot10^{-9}$	$1{,}4\cdot10^{-9}$
^{154}Eu	$2{,}5\cdot10^{-8}$	$1{,}2\cdot10^{-8}$	$6{,}5\cdot10^{-9}$	$4{,}1\cdot10^{-9}$	$2{,}5\cdot10^{-9}$	$2{,}0\cdot10^{-9}$
^{155}Eu	$4{,}3\cdot10^{-9}$	$2{,}2\cdot10^{-9}$	$1{,}1\cdot10^{-9}$	$6{,}8\cdot10^{-10}$	$4{,}0\cdot10^{-10}$	$3{,}2\cdot10^{-10}$
^{169}Er	$4{,}4\cdot10^{-9}$	$2{,}8\cdot10^{-9}$	$1{,}4\cdot10^{-9}$	$8{,}2\cdot10^{-10}$	$4{,}7\cdot10^{-10}$	$3{,}7\cdot10^{-10}$
^{192}Ir	$1{,}3\cdot10^{-8}$	$8{,}7\cdot10^{-9}$	$4{,}6\cdot10^{-9}$	$2{,}8\cdot10^{-9}$	$1{,}7\cdot10^{-9}$	$1{,}4\cdot10^{-9}$
^{197}Hg органические неорганические соединения	 $1{,}3\cdot10^{-9}$ $2{,}5\cdot10^{-9}$	 $1{,}2\cdot10^{-9}$ $1{,}6\cdot10^{-9}$	 $6{,}1\cdot10^{-10}$ $8{,}3\cdot10^{-10}$	 $3{,}7\cdot10^{-10}$ $5{,}0\cdot10^{-10}$	 $2{,}2\cdot10^{-10}$ $2{,}9\cdot10^{-10}$	 $1{,}7\cdot10^{-10}$ $2{,}3\cdot10^{-10}$
^{198}Au	$1{,}0\cdot10^{-8}$	$7{,}2\cdot10^{-9}$	$3{,}7\cdot10^{-9}$	$2{,}2\cdot10^{-9}$	$1{,}3\cdot10^{-9}$	$1{,}0\cdot10^{-9}$
^{201}Tl	$8{,}4\cdot10^{-10}$	$5{,}5\cdot10^{-10}$	$2{,}9\cdot10^{-10}$	$1{,}8\cdot10^{-10}$	$1{,}2\cdot10^{-10}$	$9{,}5\cdot10^{-11}$
^{226}Ra	$4{,}7\cdot10^{-6}$	$9{,}6\cdot10^{-7}$	$6{,}2\cdot10^{-7}$	$8{,}0\cdot10^{-7}$	$1{,}5\cdot10^{-6}$	$2{,}8\cdot10^{-7}$
^{232}U	$2{,}5\cdot10^{-6}$	$8{,}2\cdot10^{-7}$	$5{,}8\cdot10^{-7}$	$5{,}7\cdot10^{-7}$	$6{,}4\cdot10^{-7}$	$3{,}3\cdot10^{-7}$
^{233}U	$3{,}8\cdot10^{-7}$	$1{,}4\cdot10^{-7}$	$9{,}2\cdot10^{-8}$	$7{,}8\cdot10^{-8}$	$7{,}8\cdot10^{-8}$	$5{,}1\cdot10^{-8}$
^{234}U	$3{,}7\cdot10^{-7}$	$1{,}3\cdot10^{-7}$	$8{,}8\cdot10^{-8}$	$7{,}4\cdot10^{-8}$	$7{,}4\cdot10^{-8}$	$4{,}9\cdot10^{-8}$

Нуклид	До 1 года	1-2 года	2-7 лет	7-12 лет	12-17 лет	> 17 лет
^{235}U	$3,5 \cdot 10^{-7}$	$1,3 \cdot 10^{-7}$	$8,5 \cdot 10^{-8}$	$7,1 \cdot 10^{-8}$	$7,0 \cdot 10^{-8}$	$4,7 \cdot 10^{-8}$
^{236}U	$3,5 \cdot 10^{-7}$	$1,3 \cdot 10^{-7}$	$8,4 \cdot 10^{-8}$	$7,0 \cdot 10^{-8}$	$7,0 \cdot 10^{-8}$	$4,7 \cdot 10^{-8}$
^{238}U	$3,4 \cdot 10^{-7}$	$1,2 \cdot 10^{-7}$	$8,0 \cdot 10^{-8}$	$6,8 \cdot 10^{-8}$	$6,7 \cdot 10^{-8}$	$4,5 \cdot 10^{-8}$
^{210}Po	$2,6 \cdot 10^{-5}$	$8,8 \cdot 10^{-6}$	$4,4 \cdot 10^{-6}$	$2,6 \cdot 10^{-6}$	$1,6 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$
^{210}Pb	$8,4 \cdot 10^{-6}$	$3,6 \cdot 10^{-6}$	$2,2 \cdot 10^{-6}$	$1,9 \cdot 10^{-6}$	$1,9 \cdot 10^{-6}$	$6,9 \cdot 10^{-7}$
^{230}Th	$4,1 \cdot 10^{-6}$	$4,1 \cdot 10^{-7}$	$3,1 \cdot 10^{-7}$	$2,4 \cdot 10^{-7}$	$2,2 \cdot 10^{-7}$	$2,1 \cdot 10^{-7}$
^{231}Th	$3,9 \cdot 10^{-9}$	$2,5 \cdot 10^{-9}$	$1,2 \cdot 10^{-9}$	$7,4 \cdot 10^{-10}$	$4,2 \cdot 10^{-10}$	$3,4 \cdot 10^{-10}$
^{232}Th	$4,6 \cdot 10^{-6}$	$4,5 \cdot 10^{-7}$	$3,5 \cdot 10^{-7}$	$2,9 \cdot 10^{-7}$	$2,5 \cdot 10^{-7}$	$2,3 \cdot 10^{-7}$
^{234}Th	$4,0 \cdot 10^{-8}$	$2,5 \cdot 10^{-8}$	$1,3 \cdot 10^{-8}$	$7,4 \cdot 10^{-9}$	$4,2 \cdot 10^{-9}$	$3,4 \cdot 10^{-9}$
^{237}Np	$2,0 \cdot 10^{-6}$	$2,1 \cdot 10^{-7}$	$1,4 \cdot 10^{-7}$	$1,1 \cdot 10^{-7}$	$1,1 \cdot 10^{-7}$	$1,1 \cdot 10^{-7}$
^{238}Pu	$4,0 \cdot 10^{-6}$	$4,0 \cdot 10^{-7}$	$3,1 \cdot 10^{-7}$	$2,4 \cdot 10^{-7}$	$2,2 \cdot 10^{-7}$	$2,3 \cdot 10^{-7}$
^{239}Pu	$4,2 \cdot 10^{-6}$	$4,2 \cdot 10^{-7}$	$3,3 \cdot 10^{-7}$	$2,7 \cdot 10^{-7}$	$2,4 \cdot 10^{-7}$	$2,5 \cdot 10^{-7}$
^{240}Pu	$4,2 \cdot 10^{-6}$	$4,2 \cdot 10^{-7}$	$3,3 \cdot 10^{-7}$	$2,7 \cdot 10^{-7}$	$2,4 \cdot 10^{-7}$	$2,5 \cdot 10^{-7}$
^{241}Pu	$5,6 \cdot 10^{-8}$	$5,7 \cdot 10^{-9}$	$5,5 \cdot 10^{-9}$	$5,1 \cdot 10^{-9}$	$4,8 \cdot 10^{-9}$	$4,8 \cdot 10^{-9}$
^{241}Am	$3,7 \cdot 10^{-6}$	$3,7 \cdot 10^{-7}$	$2,7 \cdot 10^{-7}$	$2,2 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-7}$
^{242}Cm	$5,9 \cdot 10^{-7}$	$7,6 \cdot 10^{-8}$	$3,9 \cdot 10^{-8}$	$2,4 \cdot 10^{-8}$	$1,5 \cdot 10^{-8}$	$1,2 \cdot 10^{-8}$
^{243}Cm	$3,2 \cdot 10^{-6}$	$3,3 \cdot 10^{-7}$	$2,2 \cdot 10^{-7}$	$1,6 \cdot 10^{-7}$	$1,4 \cdot 10^{-7}$	$1,5 \cdot 10^{-7}$
^{244}Cm	$2,9 \cdot 10^{-6}$	$2,9 \cdot 10^{-7}$	$1,9 \cdot 10^{-7}$	$1,4 \cdot 10^{-7}$	$1,2 \cdot 10^{-7}$	$1,2 \cdot 10^{-7}$
Примечание: Источники: НРБ-99/2009; IAEA Safety Standards. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, No. GSR Part 3						

В таблице А.3.4 приведены скорость дыхания U_l лиц из различных возрастных групп населения.

Таблица А.3.4 - Скорость дыхания U_l лиц из различных возрастных групп населения

Возрастная группа	1	2	3	4	5	6
Возраст, лет	0 - 1	1 - 2	2 - 7	7 - 12	12 - 17	> 17
U_l, $м^3/с$	$3,2 \cdot 10^{-5}$	$6,03 \cdot 10^{-5}$	$1,02 \cdot 10^{-4}$	$1,65 \cdot 10^{-4}$	$2,32 \cdot 10^{-4}$	$2,57 \cdot 10^{-4}$

А.4 Защитные свойства зданий и сооружений от внешнего гамма-излучения

$$\text{Коэффициент защиты} = \frac{\textit{Доза при защищенном расположении}}{\textit{Доза на открытой местности}}.$$

Коэффициенты защиты от внешнего гамма-излучения для различных зданий и сооружений приведены в таблицах А.4.1 и А.4.2.

Таблица А.4.1 - Защитные свойства зданий и сооружений от внешнего гамма-излучения радиоактивного облака

Здание, сооружение	Коэффициент защиты k^c
На открытом воздухе	1
Транспортные средства	1
Деревянный дом	0,9
Каменный дом	0,6
Подвал деревянного дома	0,6
Подвал каменного дома	0,4
Большое здание служебного или промышленного типа	0,2* и менее
*В месте, отдаленном от дверей и окон.	

Таблица А.4.2 - Защитные свойства зданий и сооружений от внешнего гамма-излучения радиоактивных выпадений

Здание, сооружение	Коэффициент защиты k^g
На высоте 1 м над бесконечной гладкой поверхностью	1
Одно- или двухэтажные деревянные дома	0,4
Одно- или двухэтажные блочные или кирпичные дома	0,2*
Подвал дома	0,03-0,1
Трех- или четырехэтажные конструкции (500-1000 $м^3$ на этаж): первые, вторые этажи подвал	 0,08* 0,01*
Многоэтажные конструкции (примерно 1000 $м^3$ на этаж): верхние этажи подвал	 0,01 0,005
*В месте, отдаленном от дверей и окон.	

А.5 Коэффициенты перехода радионуклидов в пищевые продукты при непрерывных выпадениях в течение года

Коэффициенты перехода радионуклидов в пищевые продукты при непрерывных выпадениях в течение года приведены в таблицах А.5.1 и А.5.2.

Таблица А.5.1 - Коэффициенты перехода радионуклидов в пищевые продукты для воздушного пути загрязнения $K^{r}_{S_1,m}$,

В $м^2/кг(л)$

Нуклид	Хлеб	Картофель	Капуста	Томаты	Огурцы	Листовые овощи	Фрукты	Молоко	Мясо
^{3}H	0,072	$1,3\cdot10^{-3}$	$6,3\cdot10^{-3}$	$3,3\cdot10^{-3}$	$4,4\cdot10^{-3}$	0,019	$4,7\cdot10^{-3}$	0,082	0,093
^{14}C	0,075	$1,3\cdot10^{-3}$	$6,6\cdot10^{-3}$	$3,3\cdot10^{-3}$	$4,4\cdot10^{-3}$	0,019	$4,7\cdot10^{-3}$	0,063	0,048
^{22}Na	0,060	$1,1\cdot10^{-3}$	$5,5\cdot10^{-3}$	$3,3\cdot10^{-3}$	$4,4\cdot10^{-3}$	0,019	$4,3\cdot10^{-3}$	0,18	0,12
^{24}Na	-	-	-	$8,8\cdot10^{-8}$	$4,3\cdot10^{-6}$	$5,5\cdot10^{-5}$	-	$7,1\cdot10^{-5}$	-[1]
^{32}P	$1,2\cdot10^{-5}$	$1,5\cdot10^{-5}$	$5,4\cdot10^{-5}$	$7,1\cdot10^{-4}$	$1,9\cdot10^{-3}$	0,015	$1,8\cdot10^{-4}$	$9,0\cdot10^{-4}$	$7,5\cdot10^{-4}$
^{51}Cr	$4,0\cdot10^{-4}$	$5,6\cdot10^{-5}$	$2,2\cdot10^{-4}$	$1,5\cdot10^{-3}$	$2,8\cdot10^{-3}$	0,015	$1,8\cdot10^{-4}$	$7,5\cdot10^{-5}$	$6,3\cdot10^{-5}$
^{54}Mn	0,039	$8,2\cdot10^{-4}$	$3,8\cdot10^{-3}$	$3,3\cdot10^{-3}$	$4,2\cdot10^{-3}$	0,019	$3,4\cdot10^{-3}$	$7,1\cdot10^{-4}$	$2,5\cdot10^{-3}$
^{55}Fe	0,061	$1,1\cdot10^{-3}$	$5,5\cdot10^{-3}$	$3,3\cdot10^{-3}$	$4,3\cdot10^{-3}$	0,019	$4,3\cdot10^{-3}$	$2,2\cdot10^{-3}$	0,053
^{59}Fe	$1,9\cdot10^{-3}$	$1,2\cdot10^{-4}$	$5,1\cdot10^{-4}$	$2,0\cdot10^{-3}$	$3,3\cdot10^{-3}$	0,017	$5,0\cdot10^{-4}$	$6,3\cdot10^{-5}$	$1,9\cdot10^{-3}$
^{58}Co	$6,0\cdot10^{-3}$	$2,4\cdot10^{-4}$	$1,0\cdot10^{-3}$	$2,4\cdot10^{-3}$	$3,6\cdot10^{-3}$	0,018	$1,1\cdot10^{-3}$	$1,3\cdot10^{-3}$	0,017
^{60}Co	0,067	$1,2\cdot10^{-3}$	$6,0\cdot10^{-3}$	$3,3\cdot10^{-3}$	$4,3\cdot10^{-3}$	0,019	$4,6\cdot10^{-3}$	$3,9\cdot10^{-3}$	0,058
^{65}Zn	0,019	$7,0\cdot10^{-4}$	$3,6\cdot10^{-3}$	$4,3\cdot10^{-3}$	$4,3\cdot10^{-3}$	0,019	$4,6\cdot10^{-3}$	0,016	0,023
^{89}Sr	$2,7\cdot10^{-3}$	$1,5\cdot10^{-4}$	$6,3\cdot10^{-4}$	$2,1\cdot10^{-3}$	$3,3\cdot10^{-3}$	0,17	$6,2\cdot10^{-4}$	$1,7\cdot10^{-5}$	$3,5\cdot10^{-6}$
^{90}Sr	0,074	$1,3\cdot10^{-3}$	$6,5\cdot10^{-3}$	$3,3\cdot10^{-3}$	$4,4\cdot10^{-3}$	0,019	$4,7\cdot10^{-3}$	$1,6\cdot10^{-3}$	$1,1\cdot10^{-4}$
^{95}Nb	$9,1\cdot10^{-4}$	$8,4\cdot10^{-5}$	$3,3\cdot10^{-4}$	$1,7\cdot10^{-3}$	$3,0\cdot10^{-3}$	$4,4\cdot10^{-3}$	$3,0\cdot10^{-4}$	$9,8\cdot10^{-5}$	$9,1\cdot10^{-3}$
^{95}Zr	$4,8\cdot10^{-3}$	$2,1\cdot10^{-4}$	$8,9\cdot10^{-4}$	$2,3\cdot10^{-3}$	$3,6\cdot10^{-3}$	0,17	$9,0\cdot10^{-4}$	$8,2\cdot10^{-7}$	$4,9\cdot10^{-3}$
^{99}Mo	-	$1,6\cdot10^{-7}$	$5,6\cdot10^{-7}$	$1,6\cdot10^{-5}$	$2,0\cdot10^{-4}$	$2,4\cdot10^{-3}$	$2,3\cdot10^{-7}$	$3,5\cdot10^{-5}$	$1,3\cdot10^{-6}$
^{99}Tc	0,041	$1,2\cdot10^{-3}$	$6,6\cdot10^{-3}$	$4,4\cdot10^{-3}$	$4,4\cdot10^{-3}$	0,019	$4,6\cdot10^{-3}$	0,085	0,23
^{103}Ru	$1,3\cdot10^{-3}$	$1,0\cdot10^{-4}$	$4,1\cdot10^{-4}$	$1,9\cdot10^{-3}$	$3,1\cdot10^{-3}$	0,016	$4,0\cdot10^{-4}$	$1,7\cdot10^{-6}$	0,012
^{106}Ru	0,043	$8,6\cdot10^{-4}$	$4,3\cdot10^{-3}$	$3,3\cdot10^{-3}$	$4,2\cdot10^{-3}$	0,019	$3,5\cdot10^{-3}$	$1,3\cdot10^{-5}$	0,012
^{110m}Ag	0,034	$7,4\cdot10^{-4}$	$3,4\cdot10^{-3}$	$3,0\cdot10^{-3}$	$4,2\cdot10^{-3}$	0,019	$3,0\cdot10^{-3}$	0,12	0,044
^{131}I	$1,5\cdot10^{-7}$	$3,7\cdot10^{-5}$	$1,3\cdot10^{-5}$	$2,6\cdot10^{-4}$	$1,1\cdot10^{-3}$	$8,8\cdot10^{-3}$	$6,2\cdot10^{-6}$	$1,1\cdot10^{-3}$	$1,5\cdot10^{-4}$
^{133}I	-	$3,2\cdot10^{-9}$	$1,1\cdot10^{-8}$	$3,3\cdot10^{-7}$	$1,3\cdot10^{-5}$	$1,7\cdot10^{-4}$	$4,4\cdot10^{-9}$	$2,0\cdot10^{-5}$	$1,4\cdot10^{-10}$
^{134}Cs	0,057	$1,0\cdot10^{-3}$	$5,2\cdot10^{-3}$	$3,3\cdot10^{-3}$	$4,3\cdot10^{-3}$	0,019	$4,1\cdot10^{-3}$	0,047	0,018
^{137}Cs	0,073	$1,3\cdot10^{-3}$	$6,4\cdot10^{-3}$	$3,3\cdot10^{-3}$	$4,4\cdot10^{-3}$	0,019	$4,7\cdot10^{-3}$	0,059	0,021
^{140}Ba	$6,8\cdot10^{-6}$	$1,1\cdot10^{-5}$	$4,1\cdot10^{-5}$	$6,0\cdot10^{-4}$	$1,7\cdot10^{-3}$	0,012	$2,5\cdot10^{-4}$	$1,1\cdot10^{-6}$	$3,0\cdot10^{-6}$
^{141}Ce	$7,1\cdot10^{-4}$	$7,4\cdot10^{-5}$	$2,9\cdot10^{-4}$	$1,7\cdot10^{-3}$	$2,9\cdot10^{-3}$	0,16	$2,6\cdot10^{-4}$	$4,7\cdot10^{-7}$	$4,6\cdot10^{-5}$
^{144}Ce	0,037	$7,9\cdot10^{-4}$	$3,7\cdot10^{-3}$	$3,0\cdot10^{-3}$	$4,2\cdot10^{-3}$	0,19	$3,2\cdot10^{-3}$	$9,4\cdot10^{-6}$	$1,1\cdot10^{-3}$
^{144}Pr	$1,0\cdot10^{-4}$	$1,3\cdot10^{-5}$	$4,7\cdot10^{-5}$	$6,6\cdot10^{-4}$	$4,0\cdot10^{-3}$	0,012	$2,9\cdot10^{-5}$	$4,7\cdot10^{-8}$	$2,5\cdot10^{-5}$
^{210}Pb	0,073	$1,3\cdot10^{-3}$	$6,5\cdot10^{-3}$	$3,3\cdot10^{-3}$	$4,4\cdot10^{-3}$	0,019	$4,7\cdot10^{-3}$	$1,5\cdot10^{-3}$	$3,0\cdot10^{-4}$
^{210}Po	0,019	$4,9\cdot10^{-4}$	$2,2\cdot10^{-3}$	$2,8\cdot10^{-3}$	$4,0\cdot10^{-3}$	0,018	$2,2\cdot10^{-3}$	$5,5\cdot10^{-4}$	0,018
^{237}Np	0,075	$1,3\cdot10^{-3}$	$6,6\cdot10^{-3}$	$3,3\cdot10^{-3}$	$4,4\cdot10^{-3}$	0,019	$4,9\cdot10^{-3}$	$9,8\cdot10^{-7}$	$3,5\cdot10^{-6}$
U[2]	0,041	$1,2\cdot10^{-3}$	$6,6\cdot10^{-3}$	$4,4\cdot10^{-3}$	$4,4\cdot10^{-3}$	0,019	$5,0\cdot10^{-3}$	$1,7\cdot10^{-3}$	$4,5\cdot10^{-4}$
Pu[2]	0,075	$1,3\cdot10^{-3}$	$6,6\cdot10^{-3}$	$3,3\cdot10^{-3}$	$4,4\cdot10^{-3}$	0,019	$4,7\cdot10^{-3}$	$2,4\cdot10^{-7}$	$2,1\cdot10^{-6}$

Нуклид	Хлеб	Картофель	Капуста	Томаты	Огурцы	Листовые овощи	Фрукты	Молоко	Мясо
Am[2)]	0,075	$1{,}3\cdot10^{-3}$	$6{,}6\cdot10^{-3}$	$3{,}3\cdot10^{-3}$	$4{,}4\cdot10^{-3}$	0,019	$4{,}7\cdot10^{-3}$	$2{,}4\cdot10^{-7}$	$2{,}1\cdot10^{-6}$
Cm[2)]	0,075	$1{,}3\cdot10^{-3}$	$6{,}6\cdot10^{-3}$	$3{,}3\cdot10^{-3}$	$4{,}4\cdot10^{-3}$	0,019	$4{,}7\cdot10^{-3}$	$2{,}4\cdot10^{-7}$	$2{,}1\cdot10^{-6}$
Примечание: [1)] пренебрежимо малое значение; [2)]приведенные значения коэффициентов перехода одинаковы для всех радиоизотопов данного элемента.									

Таблица А.5.2 - Коэффициенты перехода радионуклидов в пищевые продукты для корневого пути загрязнения $K^{r}_{S_2,m}$

В $м^2$/кг(л)

Нуклид	Хлеб	Картофель	Капуста	Томаты	Огурцы	Листовые овощи	Фрукты	Молоко	Мясо
^{3}H	0,38	0,13	0,12	0,055	0,028	0,14	0,10	0,14	0,16
^{14}C	1,8	0,59	0,52	0,24	0,12	0,60	0,47	0,47	0,35
^{22}Na	$8{,}1\cdot10^{-4}$	$3{,}1\cdot10^{-4}$	$2{,}8\cdot10^{-4}$	$1{,}5\cdot10^{-4}$	$7{,}7\cdot10^{-5}$	$4{,}0\cdot10^{-4}$	$2{,}6\cdot10^{-4}$	$8{,}6\cdot10^{-4}$	$5{,}8\cdot10^{-4}$
^{24}Na	-	-	-	-	-	-	-	$6{,}3\cdot10^{-13}$	-[1)]
^{32}P	$4{,}4\cdot10^{-10}$	$2{,}0\cdot10^{-9}$	$1{,}5\cdot10^{-9}$	$2{,}0\cdot10^{-7}$	$7{,}1\cdot10^{-7}$	$3{,}5\cdot10^{-5}$	$2{,}3\cdot10^{-9}$	$5{,}1\cdot10^{-7}$	$4{,}6\cdot10^{-7}$
^{51}Cr	-	-	-	-	-	-	$3{,}0\cdot10^{-8}$	$3{,}0\cdot10^{-11}$	$2{,}5\cdot10^{-11}$
^{54}Mn	$8{,}0\cdot10^{-5}$	$3{,}7\cdot10^{-5}$	$3{,}3\cdot10^{-5}$	$2{,}4\cdot10^{-5}$	$1{,}4\cdot10^{-5}$	$5{,}2\cdot10^{-6}$	$3{,}4\cdot10^{-6}$	$6{,}3\cdot10^{-7}$	$2{,}1\cdot10^{-6}$
^{55}Fe	$1{,}1\cdot10^{-5}$	$4{,}0\cdot10^{-6}$	$3{,}6\cdot10^{-6}$	$1{,}9\cdot10^{-6}$	$9{,}9\cdot10^{-7}$	$7{,}6\cdot10^{-5}$	$3{,}4\cdot10^{-6}$	$1{,}4\cdot10^{-7}$	$3{,}2\cdot10^{-6}$
^{59}Fe	-	-	-	-	-	$1{,}7\cdot10^{-7}$	-	$1{,}4\cdot10^{-7}$	$3{,}2\cdot10^{-6}$
^{58}Co	$3{,}7\cdot10^{-7}$	$2{,}9\cdot10^{-7}$	$2{,}5\cdot10^{-7}$	$7{,}2\cdot10^{-7}$	$5{,}5\cdot10^{-7}$	$4{,}4\cdot10^{-6}$	$3{,}4\cdot10^{-7}$	$6{,}7\cdot10^{-8}$	$8{,}8\cdot10^{-7}$
^{60}Co	$3{,}3\cdot10^{-4}$	$1{,}2\cdot10^{-4}$	$1{,}1\cdot10^{-4}$	$5{,}2\cdot10^{-5}$	$2{,}7\cdot10^{-5}$	$1{,}4\cdot10^{-4}$	$9{,}6\cdot10^{-5}$	$6{,}7\cdot10^{-6}$	$9{,}7\cdot10^{-5}$
^{65}Zn	$5{,}3\cdot10^{-4}$	$1{,}4\cdot10^{-4}$	$1{,}4\cdot10^{-4}$	$6{,}5\cdot10^{-5}$	$6{,}5\cdot10^{-5}$	$3{,}3\cdot10^{-4}$	$1{,}2\cdot10^{-4}$	$3{,}4\cdot10^{-5}$	$4{,}8\cdot10^{-5}$
^{89}Sr	$5{,}1\cdot10^{-7}$	$4{,}9\cdot10^{-7}$	$4{,}3\cdot10^{-7}$	$2{,}1\cdot10^{-6}$	$1{,}9\cdot10^{-6}$	$1{,}8\cdot10^{-5}$	$5{,}8\cdot10^{-7}$	$3{,}7\cdot10^{-9}$	$8{,}1\cdot10^{-10}$
^{90}Sr	$8{,}5\cdot10^{-3}$	$2{,}9\cdot10^{-3}$	$2{,}6\cdot10^{-3}$	$1{,}2\cdot10^{-4}$	$6{,}0\cdot10^{-4}$	$3{,}0\cdot10^{-3}$	$2{,}3\cdot10^{-3}$	$5{,}9\cdot10^{-5}$	$4{,}0\cdot10^{-6}$
^{95}Nb	$1{,}1\cdot10^{-8}$	$1{,}3\cdot10^{-8}$	$1{,}1\cdot10^{-8}$	$1{,}1\cdot10^{-7}$	$1{,}3\cdot10^{-7}$	$1{,}7\cdot10^{-6}$	$1{,}5\cdot10^{-8}$	$2{,}1\cdot10^{-9}$	$2{,}0\cdot10^{-7}$
^{95}Zr	$4{,}3\cdot10^{-9}$	$3{,}6\cdot10^{-9}$	$3{,}2\cdot10^{-9}$	$1{,}1\cdot10^{-8}$	$8{,}2\cdot10^{-9}$	$7{,}1\cdot10^{-8}$	$4{,}3\cdot10^{-9}$	-	$4{,}2\cdot10^{-9}$
^{99}Mo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{99}Tc	0,075	0,021	0,021	$4{,}2\cdot10^{-3}$	$4{,}2\cdot10^{-3}$	0,084	0,024	0,010	0,027
^{103}Ru	$1{,}1\cdot10^{-7}$	$1{,}3\cdot10^{-7}$	$1{,}1\cdot10^{-7}$	$8{,}5\cdot10^{-7}$	$8{,}8\cdot10^{-7}$	$1{,}1\cdot10^{-5}$	$1{,}5\cdot10^{-7}$	$2{,}2\cdot10^{-10}$	$1{,}5\cdot10^{-6}$
^{106}Ru	$1{,}9\cdot10^{-4}$	$8{,}1\cdot10^{-5}$	$7{,}1\cdot10^{-5}$	$5{,}0\cdot10^{-5}$	$2{,}8\cdot10^{-5}$	$1{,}5\cdot10^{-4}$	$7{,}3\cdot10^{-5}$	$2{,}4\cdot10^{-8}$	$2{,}1\cdot10^{-4}$
^{110m}Ag	$2{,}5\cdot10^{-4}$	$1{,}2\cdot10^{-4}$	$1{,}1\cdot10^{-4}$	$9{,}0\cdot10^{-5}$	$5{,}2\cdot10^{-5}$	$3{,}0\cdot10^{-4}$	$1{,}2\cdot10^{-4}$	$3{,}9\cdot10^{-4}$	$1{,}5\cdot10^{-4}$
^{131}I	-	-	-	-	$1{,}9\cdot10^{-9}$	$4{,}9\cdot10^{-7}$	-	$1{,}8\cdot10^{-8}$	$2{,}5\cdot10^{-9}$
^{133}I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{134}Cs	$3{,}4\cdot10^{-4}$	$1{,}3\cdot10^{-4}$	$1{,}2\cdot10^{-4}$	$6{,}6\cdot10^{-5}$	$3{,}5\cdot10^{-5}$	$1{,}8\cdot10^{-4}$	$1{,}1\cdot10^{-4}$	$1{,}1\cdot10^{-4}$	$4{,}0\cdot10^{-5}$
^{137}Cs	$4{,}3\cdot10^{-3}$	$1{,}5\cdot10^{-3}$	$1{,}3\cdot10^{-3}$	$6{,}0\cdot10^{-4}$	$3{,}1\cdot10^{-4}$	$1{,}5\cdot10^{-3}$	$1{,}2\cdot10^{-3}$	$1{,}1\cdot10^{-3}$	$4{,}0\cdot10^{-4}$
^{140}Ba	-	-	-	$4{,}1\cdot10^{-10}$	$1{,}9\cdot10^{-9}$	$1{,}2\cdot10^{-7}$	-	-	-
^{141}Ce	$1{,}7\cdot10^{-9}$	$2{,}3\cdot10^{-9}$	$1{,}9\cdot10^{-9}$	$2{,}3\cdot10^{-8}$	$2{,}8\cdot10^{-8}$	$3{,}9\cdot10^{-7}$	$2{,}8\cdot10^{-9}$	-	$2{,}3\cdot10^{-10}$
^{144}Ce	$5{,}6\cdot10^{-6}$	$2{,}7\cdot10^{-6}$	$2{,}4\cdot10^{-6}$	$1{,}8\cdot10^{-6}$	$9{,}9\cdot10^{-7}$	$5{,}5\cdot10^{-6}$	$2{,}5\cdot10^{-6}$	$6{,}3\cdot10^{-10}$	$7{,}4\cdot10^{-8}$
^{144}Pr	-	-	-	-	$1{,}3\cdot10^{-9}$	$7{,}1\cdot10^{-8}$	-	-	-
^{210}Pb	$8{,}2\cdot10^{-3}$	$2{,}8\cdot10^{-3}$	$2{,}5\cdot10^{-3}$	$1{,}2\cdot10^{-3}$	$6{,}0\cdot10^{-4}$	$3{,}0\cdot10^{-3}$	$2{,}3\cdot10^{-3}$	$5{,}5\cdot10^{-5}$	$1{,}1\cdot10^{-5}$
^{210}Po	$3{,}8\cdot10^{-4}$	$2{,}3\cdot10^{-4}$	$1{,}9\cdot10^{-4}$	$2{,}6\cdot10^{-4}$	$1{,}7\cdot10^{-4}$	$1{,}1\cdot10^{-3}$	$2{,}3\cdot10^{-4}$	$6{,}7\cdot10^{-6}$	$2{,}1\cdot10^{-4}$
^{237}Np	$8{,}1\cdot10^{-4}$	$2{,}8\cdot10^{-4}$	$2{,}3\cdot10^{-4}$	$1{,}1\cdot10^{-4}$	$5{,}5\cdot10^{-5}$	$2{,}8\cdot10^{-4}$	$2{,}2\cdot10^{-4}$	$3{,}4\cdot10^{-9}$	$1{,}2\cdot10^{-8}$

Нуклид	Хлеб	Картофель	Капуста	Томаты	Огурцы	Листовые овощи	Фрукты	Молоко	Мясо
U[2)]	$7{,}5\cdot10^{-4}$	$2{,}1\cdot10^{-4}$	$2{,}1\cdot10^{-4}$	$9{,}3\cdot10^{-5}$	$4{,}2\cdot10^{-5}$	$8{,}2\cdot10^{-4}$	$2{,}3\cdot10^{-4}$	$2{,}0\cdot10^{-6}$	$5{,}3\cdot10^{-7}$
Pu[2)]	$8{,}0\cdot10^{-5}$	$2{,}8\cdot10^{-5}$	$2{,}4\cdot10^{-5}$	$1{,}1\cdot10^{-5}$	$5{,}5\cdot10^{-6}$	$2{,}8\cdot10^{-5}$	$2{,}1\cdot10^{-5}$	$8{,}2\cdot10^{-11}$	$7{,}2\cdot10^{-10}$
Am[2)]	$8{,}0\cdot10^{-5}$	$2{,}8\cdot10^{-5}$	$2{,}4\cdot10^{-5}$	$1{,}1\cdot10^{-5}$	$5{,}5\cdot10^{-6}$	$2{,}8\cdot10^{-5}$	$2{,}1\cdot10^{-5}$	$8{,}2\cdot10^{-11}$	$7{,}2\cdot10^{-10}$
Cm[2)]	$8{,}0\cdot10^{-5}$	$2{,}8\cdot10^{-5}$	$2{,}4\cdot10^{-5}$	$1{,}1\cdot10^{-5}$	$5{,}5\cdot10^{-6}$	$2{,}8\cdot10^{-5}$	$2{,}1\cdot10^{-5}$	$8{,}2\cdot10^{-11}$	$7{,}2\cdot10^{-10}$

Примечание: [1)] пренебрежимо малое значение;
[2)] приведенные значения коэффициентов перехода одинаковы для всех радиоизотопов данного элемента.

А.6 Категории устойчивости атмосферы

Рекомендуется определение категории устойчивости атмосферы при наличии измерений на наземной метеорологической станции в районе расположения радиационного объекта проводить по методу Пасквилла-Тернера с поправкой ИЭМ (Т - ИЭМ). При этом используются следующие данные: ψ, λ - широта и долгота места наблюдения, градус; *dd, mm, jj* - число, месяц, год наблюдения, соответственно; t - время наблюдения, час; $U_Ф$ - скорость ветра на высоте флюгера, м/с; N_O, N_H - балл общей и нижней облачности, соответственно (по десятибалльной системе); наличие сильного тумана (видимость менее одного километра) и полного снежного покрова.

Термические факторы при выборе категорий устойчивости атмосферы по Т-ИЭМ учитываются по высоте Солнца с поправкой на облачность и на состояние подстилающей поверхности, а динамические факторы - по скорости ветра на флюгере.

А.6.1 Алгоритм определения категории устойчивости атмосферы

В месте расположения метеорологической станции определяется высота Солнца φ_{sun} и время его захода t_{set} по алгоритму данному ниже в подразделе А.6.2. Текущее время t, время захода t_{set} и время восхода t_{rise} должны браться в одной системе отсчета (или московское время, или среднее местное время, или универсальное время UTC и т.д.). По высоте Солнца или по времени после его захода по таблице А.6.1 определяется индекс инсоляции n_I.

Таблица А.6.1 - Определение индекса инсоляции n_I

День		Ночь	
Высота Солнца φ_{sun}, градус	n_I	Время после захода Солнца, $(t-t_{set})$, ч	n_I
от 0 до 15	1	от 0 до 2	– 1
от 15 до 30	2	от 2 до 7	– 2
от 30 до 45	3	более 7	– 3
от 45 до 60	4		
более 60	5		

Далее по таблице А.6.2 определяется шифр поправки для индекса инсоляции на облачность, изменяющийся от I до V; кроме того, при сплошном тумане (видимость менее одного километра) этому шифру присваивается значение VI. Кроме того, при наличии сплошного снежного покрова вводится второй поправочный шифр VII.

Таблица А.6.2 - Шифр поправки для индекса инсоляции с учетом общей N_O и нижней N_H облачности и наличии тумана и снежного покрова

Балл нижней облачности N_H	Балл общей облачности, N_O								
	0	1	2 – 3	4	5	6	7 – 8	9	10
0	I	I	I	I	I / II	I / II	I / II	I / II	III
1	-	I	I	I	I / II	I / II	I / II	I / II	III
2 и 3	-	-	I	I	I / II	I / II	I / II	I / II	III
4	-	-	-	I	I / II	I / II	II	II / III	III
5	-	-	-	-	I / II	I / II	II	II / III	IV
6	-	-	-	-	-	II	II	IV	IV
7 и 8	-	-	-	-	-	-	IV	IV	IV
9	-	-	-	-	-	-	-	V	V
10	-	-	-	-	-	-	-	-	V
Примечания - Числитель - дневные условия, знаменатель - ночные; при сплошном тумане (видимость менее одного километра) шифр поправки - VI; при наличии снежного покрова шифр поправки - VII.									

В индекс инсоляции n_I вводится поправка на облачность и видимость (наличие тумана) с помощью таблицы А.6.3, в результате чего получается подправленный индекс инсоляции n_I'. После поправки на облачность и видимость при наличии сплошного снежного покрова (шифр поправки VII) индекс инсоляции n_I' еще раз поправляется по таблице А.6.4. Далее по скорости на флюгере $U_Ф$ и исправленному индексу инсоляции n_I' с помощью таблицы А.6.5 определяется категория устойчивости.

Таблица А.6.3 - Исправленный на облачность и сплошной туман индекс инсоляции n_I'

Шифр поправки	Индекс инсоляции n_I								Примечание
	–3	–2	–1	1	2	3	4	5	
I	–3	–2	–1	1	2	3	4	5	Нет поправки на облачность
II	–2	–1	–1	1	1	2	3	4	
III	–1	–1	–1	1	1	2	3	4	
IV	–1	–1	–1	1	1	1	2	3	
V	0	0	0	0	1	1	1	2	Нижняя облачность 9 – 10 баллов
VI	0	0	0	0	0	0	0	0	Сплошной туман

Таблица А.6.4 - Исправленный на наличие сплошного снежного покрова индекс инсоляции n_I'

Шифр поправки	Индекс инсоляции n_I'								
	–3	–2	–1	0	1	2	3	4	5
VII	–3	–3	–2	–1	–1	1	2	3	–

Таблица А.6.5 - Определение категории устойчивости атмосферы по исправленному индексу инсоляции n_I'

Скорость ветра на флюгере U_ϕ, м/с	Исправленный по таблицам А.6.4 и А.6.5 индекс инсоляции n_I'								
	–3	–2	–1	0	1	2	3	4	5
$0 \le U_\phi \le 1$	G	F	F	D	C	B	A	A	A
$1 < U_\phi \le 2$	G	F	E	D	C	B	B	A	A
$2 < U_\phi \le 3$	F	F	E	D	D	C	B	B	A
$3 < U_\phi \le 4$	F	E	D	D	D	C	B	B	A
$4 < U_\phi \le 5$	E	E	D	D	D	C	C	B	B
$5 < U_\phi \le 6$	E	D	D	D	D	C	C	C	B
$6 < U_\phi \le 7$	D	D	D	D	D	D	C	C	C
более 7	D	D	D	D	D	D	D	D	D

Следует отметить, что категории A - C (разная степень неустойчивости атмосферы) характерны в основном для теплого времени года и не могут быть получены ночью, а категория G (очень сильная устойчивость) не реализуется днем. Категории E и F (устойчивая стратификация) отмечаются зимой в любое время суток за счет наличия снежного покрова, а летом - только в ночные часы. Категория D (безразличное состояние) в холодный период года равновероятно может быть получена в любое время суток, а в теплый - чаще в ночные часы.

Ради удобства в последнее время для описания устойчивости атмосферы вводится параметр устойчивости Смита p - непрерывный аналог категорий устойчивости атмосферы, принимающий значения p_T от нуля до семи по классификации Т-ИЭМ и $p_П$ от нуля до шести по классификации Пасквилла с целочисленными значениями, соответствующими границам категорий устойчивости. Классификация устойчивости атмосферы по Пасквиллу отличается от классификации Т-ИЭМ в области устойчивой стратификации, которая подразделяется на три категории (E, F, G) в классификации Т-ИЭМ и на две (E, F) в классификации Пасквилла. Связь между этими двумя классификациями в терминах параметра устойчивости Смита следующая

$$p_П = \begin{cases} p_T, & \text{при } p_T \le 3,5 \\ 3,5 + (p_T - 3,5)^{1,25} \cdot \left(\dfrac{0,35}{p_T - 2,82} + 0,075 \cdot (p_T - 1,17) \right), & \text{при } p_T > 3,5 \end{cases} \quad (А.6.1)$$

В таблице А.6.6 показано соотношение между указанными классификациями устойчивости (Т-ИЭМ и Пасквилла) и параметром Смита.

Таблица А.6.6 - Соотношения между категориями устойчивости атмосферы

Категории устойчивости	Область изменения параметра Смита		Соотношение классификаций Т-ИЭМ и Пасквилла	
	p_T	$p_П$	p_T	$p_П$
A	0 – 1	0 – 1	1	1
B	1 – 2	1 – 2	2	2
C	2 – 3	2 – 3	3	3
D	3 – 4	3 – 4	4	3,7
E	4 – 5	4 – 5	5	4,3
F	5 – 6	5 – 6	6	5
G	6 – 7	–	7	6

А.6.2 Алгоритм расчета высоты подъема Солнца и времени его восхода и захода

Высота подъема Солнца φ_{sun} определяется по соотношению

$$\sin\varphi_{sun} = \sin\delta \cdot \sin\psi + \cos\delta \cdot \cos\psi \cdot \cos\alpha_h, \quad (А.6.2)$$

где δ - солнечное склонение, рад., определяемое по формуле

$$\delta = arcsin(0{,}398 \cdot \sin S_L); \quad (А.6.3)$$

S_L - долгота Солнца, рад., определяемая по формуле

$$S_L = 4{,}909 + 1{,}705 \cdot 10^{-2} \cdot d; \quad (А.6.4)$$

d - порядковый день года, считая с 1 января, вычисляется по входным параметрам *dd, mm, jj*, причем *jj* нужен только для учета високосности года, однако d можно определить и приближенно по формуле

$$d = 30 \cdot (mm - 1) + dd; \quad (А.6.5)$$

α_h - часовой угол, вычисляемый по формуле, рад.,

$$\alpha_h = \pi \cdot \left(\frac{t_{loc}}{12} - 1\right); \quad (А.6.6)$$

t_{loc} - среднее местное время (полдень в среднее местное время совпадает с верхней кульминацией Солнца в месте наблюдения), ч.

Часовой угол α_h при высоте Солнца φ_{sun} отрицателен до полудня и положителен после полудня.

Среднее местное время t_{loc} при высоте Солнца φ_{sun} согласно формулам (А.6.2) и (А.6.6) определяется следующим образом

$$t_{loc} = 12 \cdot \left(1 + \frac{1}{\pi} \cdot \alpha_h\right), \quad (А.6.7)$$

где $$\alpha_h = \mp arccos\left(\frac{\sin\varphi_{sun} - \sin\delta \cdot \sin\psi}{\cos\delta \cdot \cos\psi}\right), \quad (А.6.8)$$

причем знак «минус» соответствует времени достижения высоты подъема Солнца φ_{sun} до полудня, а «плюс» после полудня.

Формула (А.6.8) применима для $\psi \in [-\pi/2+0,01, \pi/2-0,01]$, а на полюсах Земли, где $cos\ \psi = 0$, не применима.

Среднее местное время связано с универсальным временем t_{UTC} (это время представления данных метеорологических наблюдений в международном стандарте) соотношением

$$t_{UTC} = t_{loc} - \frac{\lambda}{15}. \qquad (А.6.9)$$

Точность вычисления высоты подъема Солнца φ_{sun} по приведенным формулам составляет 0,05 рад.

Время захода Солнца по среднему местному времени $t_{loc,set}$, ч, вычисляется при высоте центра Солнца приблизительно равном минус 50 минут (учтены размер Солнца и рефракция) по формуле (А.6.7), исключая условия полярного дня и полярной ночи, при которых $cos\ \alpha_h$, вычисленный по формуле (А.6.8), становится меньше минус 1 (полярный день) или больше плюс 1 (полярная ночь). В этом случае время захода Солнца равно 24 часам для полярного дня и 12 часов для полярной ночи.

Время восхода Солнца по среднему местному времени $t_{loc,rise}$, ч, определяется по соотношению

$$t_{loc,rise} = 24 - t_{loc,set}. \qquad (А.6.10)$$

Для перехода от времени восхода и захода Солнца по среднему местному времени к универсальному времени надо воспользоваться формулой (А.6.10).

А.7 Модуль скорости ветра на высоте выброса

Для определения модуля скорости ветра на высоте выброса $U_{j,k}(h)$ по данным о модуле скорости ветра на высоте флюгера $U_k(z_\phi)$ и категории устойчивости атмосферы p_j используется аппроксимация вертикального профиля по степенному закону

$$U_{j,k}(h) = U_k(z_\phi) \cdot \left(\frac{h}{z_\phi}\right)^{b_j}, \qquad (А.7.1)$$

где $U_k(z_\phi)$ – модуль приземной скорости ветра из градации по скоростям ветра k, м/с;

h, z_ϕ – высоты выброса и флюгера (10 м), соответственно;

b_j – безразмерный параметр, зависящий от категории устойчивости атмосферы p_j и коэффициента мезомасштабной шероховатости z_0 подстилающей поверхности (раздел А.11).

Значение параметра b может быть взято из таблицы А.7.1, либо вычислено по формуле

$$b_j = \alpha_1 + \alpha_2 \cdot z_0^{\alpha_3}, \qquad (А.7.2)$$

где эмпирические постоянные α_1, α_2 и α_3 приведены в таблице А.7.1.

Таблица А.7.1 - Типичные значения скорости ветра и показателя степени b_j как функции устойчивости атмосферы по классификации Т-ИЭМ и параметра шероховатости z_0

Категория устойчивости	Параметр b_j				Коэффициенты для расчета b_j по формуле (А.7.2)		
	z_0 = 0,01 м	z_0 = 0,1 м	z_0 = 1 м	z_0 = 3 м	α_1	α_2	α_3
A	0,05	0,08	0,17	0,27	0,037	0,133	0,50
B	0,06	0,09	0,17	0,28	0,050	0,125	0,52
C	0,06	0,11	0,20	0,31	0,037	0,170	0,43
D	0,12	0,16	0,27	0,37	0,093	0,177	0,41
E	0,19	0,21	0,32	0,41	0,185	0,125	0,55
F	0,32	0,34	0,39	0,48	0,311	0,093	0,52
G	0,52	0,53	0,59	0,68	0,518	0,070	0,76

А.8 Вертикальная и горизонтальная дисперсии струи примеси

А.8.1 Расчет вертикальной дисперсии струи примеси

В гауссовых моделях в настоящее время нашли широкое применение в практических инженерных расчетах дисперсионные кривые Смита-Хоскера

$$\sigma_z(x)=\begin{cases} F(z_0,x)\cdot \mathrm{g}(x) \;\; если \;\; F(z_0,x)<\sigma_z^{\max}(x), \\ \sigma_z^{\max}(x) \;\; если \;\; F(z_0,x)\geq\sigma_z^{\max}(x), \end{cases}, \qquad (А.8.1)$$

$$F(z_0,x)=\begin{cases} \ln\left[c_1\cdot x^{d_1}\cdot\left(1+\left(c_2\cdot x^{d_2}\right)^{-1}\right)\right], & \text{при } z_0>0{,}1\text{м} \\ \ln\left[c_1\cdot x^{d_1}\cdot\left(1+c_2\cdot x^{d_2}\right)^{-1}\right], & \text{при } z_0\leq 0{,}1\text{м} \end{cases}, \qquad (А.8.2)$$

$$\mathrm{g}(x)=\frac{a_1\cdot x^{b_1}}{1+a_2\cdot x^{b_2}}. \qquad (А.8.3)$$

Значения параметров a_1, a_2, b_1, b_2 в зависимости от категории устойчивости атмосферы p_j даны в таблице А.8.1, значения c_1, d_1, c_2, d_2 в зависимости от коэффициента шероховатости z_0 (раздел А.11) - в таблице А.8.2, рекомендуемые значения верхней границы $\sigma_z^{\max}(x)$ для различных категории устойчивости атмосферы - в таблице А.8.3.

А.8.2 Расчет горизонтальной дисперсии струи примеси

Стандартное отклонение распределения примеси в струе в поперечном ветру направлении y определяется по Бриггсу следующим образом

$$\sigma_y(x)=\frac{c_3(p,z_0)\cdot x}{\sqrt{1+c_4(z_0)\cdot 10^{-4}\cdot x}}, \quad c_3=10^{a(p)+3{,}8\cdot 10^{-2}(\lg z_0+2{,}816)^2}, \qquad (А.8.4)$$

$$c_4=(10\cdot z_0)^{0{,}21+0{,}13\cdot\lg(10\cdot z_0)}, \quad a(p)=7{,}536\cdot 10^{-3}\cdot p^2-0{,}1757\cdot p-0{,}7,$$

где p - параметр устойчивости атмосферы.

Таблица А.8.1 - Значения параметров, используемых при расчетах $\sigma_z(x)$ и $\sigma_y(x)$ в зависимости от категории устойчивости p по классификации Т-ИЭМ

Категория устойчивости p	a_1	a_2	b_1	b_2
0,5 (A)	0,112	$5{,}38\cdot 10^{-4}$	1,06	0,815
1,5 (B)	0,130	$6{,}52\cdot 10^{-4}$	0,950	0,750
2,5 (C)	0,112	$9{,}05\cdot 10^{-4}$	0,920	0,718
3,5 (D)	0,098	$1.35\cdot 10^{-3}$	0,889	0,688
4,5 (E)	0,080	$1{,}58\cdot 10^{-3}$	0,892	0,686
5,5 (F)	0,0609	$1{,}96\cdot 10^{-3}$	0,895	0,684
6,5 (G)	0,0638	$1{,}36\cdot 10^{-3}$	0,783	0,672

Таблица А.8.2 - 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	$6{,}25\cdot10^{-4}$	0,45
0,04	2,02	0,0269	$7{,}76\cdot10^{-4}$	0,37
0,1	2,72	0	0	0
0,4	5,16	- 0,098	18,6	- 0,225
1,0	7,37	- 0,0957	$4{,}29\cdot10^{3}$	- 0,60
4,0	11,7	- 0,128	$4{,}59\cdot10^{4}$	- 0,78

Таблица А.8.3 - Рекомендуемые значения верхней границы $\sigma_z^{max}(x)$ 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

А.8.3 Параметр $x_в$ рекомендуется определять как корень следующего уравнения:

$$S_b = \pi\cdot \sigma_{y,j}\left(x_в\right)\cdot \sigma_{z,j}\left(x_в\right), \qquad (А.8.5)$$

где S_b - площадь сечения здания перпендикулярно направлению ветра, м^2.

А.8.4 После определения $x_в$ расчет величины $G_n^r\left(x\right)$ рекомендуется проводить по формулам для точечных источников, заменяя в них реальные расстояния x от точки выброса до точки детектирования суммой $x' = x + x_в$.

А.8.5 Расчет величины $G_n^r\left(x\right)$ для низких труб $\left(h_s < 50\ м\right)$ рекомендуется проводить по смешанной модели, где доля (1 - K_b) от общего количества выброса рассчитывается как выброшенная из высокой трубы, а доля примеси, равная K_b, поступает 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 коэффициента K_b, в зависимости от безразмерной приведенной высоты здания $\bar{h}_b$, приведены в таблице А.8.4.

Таблица А.8.4 - Доля выбросов K_b, попадающая 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	$\bar{h}_b$, м	K_b
0	1	0,6	0,338
0,05	0,984	0,7	0,192
0,1	0,960	0,8	0,094
0,2	0,906	0,9	0,040
0,3	0,808	0,95	0,014
0,4	0,662	1	0
0,5	0,5		

А.8.6 Приведенную высоту здания $\bar{h}_b$, зависящую от взаимного расположения здания и трубы, рекомендуется рассчитывать по формуле

$$\bar{h}_b = \frac{h_s - h_b}{h_{iz} - h_b} \cdot \eta\left(h_s - h_b\right), \quad \eta\left(x\right) = \begin{cases} 0, & x < 0, \\ 1, & x \geq 0, \end{cases} \tag{А.8.6}$$

где h_s - геометрическая высота источника выбросов от поверхности земли, м;

h_b - высота здания, м;

$\eta\left(x\right)$ - функция Хевисайда аргумента x;

h_{iz} - расстояние от уровня земли до верхней границы зоны смещения потока воздуха за зданием

$$h_{iz} = h_b \cdot \left(1 + \frac{h_b}{h_b + b}\right), \tag{А.8.7}$$

где b - ширина перпендикулярного направлению ветра сечения здания.

А.9 Высота подъема струи над устьем трубы за счет динамических и термических факторов

При расчете дополнительного подъема струи Δh над устьем ВТ за счет скоростного напора и плавучести выбросов необходимо учитывать, что траектория подъема струи ограничена некоторой предельной высотой.

Учет предельной высоты подъема примеси производится следующим образом

$$h = \begin{cases} h_s + \Delta h(x), & \text{при } x \le \hat{x}, \\ h_s + \Delta h(\hat{x}), & \text{при } x > \hat{x}, \text{ где } \hat{x} = 1500 \text{ м}. \end{cases} \quad (А.9.1)$$

На основании многочисленных экспериментальных данных высота подъема примеси из трубы Δh за счет теплового и динамического факторов в перемещающемся турбулентном потоке для различных погодных условий вычисляется по модифицированным формулам Неттервилла:

- для категорий A, B и C (неустойчивые условия атмосферы)

$$\Delta h_{j,k} = \left\{ \frac{3}{4 \cdot \beta_j^2 \cdot u_{j,k} \cdot s_j^2} \left[F_0 \cdot \left(\xi_{j,k} - 1 + \exp(-\xi_{j,k}) \right) + \right. \right.$$
$$\left. \left. + M_0 \cdot s_j \cdot \left(\xi_{j,k} + 1 - \exp(-\xi_{j,k}) \right) \right] + \left(\frac{R^0_{j,k}}{\beta_j} \right)^3 \right\}^{1/3} - \frac{R^0_{j,k}}{\beta_j}, \quad (А.9.2)$$

$$\xi_{j,k} = \frac{2 \cdot x \cdot s_j}{u_{j,k}}, \quad u_{j,k} = \max\left\{ U_{j,k}(h_s),\ 1 \text{ м/с} \right\}, \quad s_j = \left| \frac{g}{T} \cdot \left(\frac{\partial T}{\partial z} + 10^{-2} \right) \right|^{1/2},$$

$$R^0_{j,k} = d_s \cdot \left(\frac{v_s}{2 \cdot u_{j,k}} \right)^{1/2}, \quad M_0 = \left(v_s \cdot \frac{d_s}{2} \right)^2, \quad F_0 = \frac{\Delta T}{T(h_s)} \cdot g \cdot v_s \cdot \left(\frac{d_s}{2} \right)^2, \quad \Delta T = \max\left\{ 0, T_s - T \right\}, \quad (А.9.3)$$

- для категории D (нейтральные условия)

$$\Delta h_{j,k} = \left\{ \frac{3}{\beta_j^2 \cdot u_{j,k} \cdot s_j^2} \left[F_0 + M_0 \cdot s_j - \left(M_0 \cdot s_j + F_0 \cdot \left(1 + \frac{\xi_{j,k}}{2} \right) \right) \cdot \exp(-\frac{\xi_{j,k}}{2}) + \right. \right.$$
$$\left. \left. + \left(\frac{R^0_{j,k}}{\beta_j} \right)^3 \right\}^{1/3} - \frac{R^0_{j,k}}{\beta_j}, \quad (А.9.4)$$

- для категорий E, F и G (устойчивые условия)

$$\Delta h_{j,k} = \left\{ \frac{3}{2 \cdot \beta_j^2 \cdot u_{j,k} \cdot s_j^2} \left[F_0 + M_0 \cdot s_j - \left\langle M_0 \cdot s_j \cdot \left(\cos\left(\frac{\xi_{j,k}}{2} \right) - \sin\left(\frac{\xi_{j,k}}{2} \right) \right) + \right. \right.$$
$$\left. \left. \left. + F_0 \cdot \left(\cos\left(\frac{\xi_{j,k}}{2} \right) + \sin\left(\frac{\xi_{j,k}}{2} \right) \right) \right\rangle \cdot \exp(-\frac{\xi_{j,k}}{2}) + \left(\frac{R^0_{j,k}}{\beta_j} \right)^3 \right\}^{1/3} - \frac{R^0_{j,k}}{\beta_j}, \quad (А.9.5)$$

где x - расстояние от источника, м;

h_s - геометрическая высота ВТ, м;

d_s - диаметр ВТ, м;

v_s - линейная скорость истечения из ВТ, м/с;

T и T_s - температура окружающей среды и выброса из ВТ, соответственно, °К;

β_j и s_j - параметры, определяемые по таблице А.9.1 в зависимости от устойчивости атмосферы;

$U_{j,k}(h_s)$ – модуль скорости ветра на высоте выброса h_s при скорости ветра на высоте флюгера из градации k для категории устойчивости атмосферы j, м/с;

Алгоритм расчета модуля скорости ветра на высоте выброса по данным о модуле скорости ветра на высоте флюгера и категории устойчивости атмосферы приведен в разделе А.7.

Таблица А.9.1 - Параметры s_j и b_j для различных категорий устойчивости

Категория устойчивости	A	B	C	D	E	F	G
s_j, c^{-1}	$2 \cdot 10^{-2}$	$1{,}7 \cdot 10^{-2}$	$1{,}47 \cdot 10^{-2}$	$0{,}7 \cdot 10^{-2}$	$2{,}95 \cdot 10^{-2}$	$4{,}2 \cdot 10^{-2}$	$5{,}0 \cdot 10^{-2}$
b_j	0,25	0,35	0,45	0,45	0,25	0,25	0,25

При $x > \hat{x}$ начальный подъем примеси из венттрубы за счет тепловых и динамических факторов прекращается и

$$\Delta h_{j,k}(x) = \Delta h_{j,k}(\hat{x}). \qquad (A.9.6)$$

Расчет $\Delta h^{c}_{j,k}(x)$ и $\Delta h^{w}_{j,k}(x)$ для холодного и теплого периода года проводится по представленным выше формулам с учетом того, что в соотношениях (А.9.3) принимаются значения T, равные среднемесячным температурам самого холодного (январь) и самого теплого (июль) месяцев, соответственно.

А.10 Использование многолетних приземных метеорологических наблюдений для расчетов параметров, определяющих рассеяние выбросов в атмосфере

А.10.1 Способ обработки многолетних рядов приземных метеорологических наблюдений в районе расположения радиационного объекта.

Для расчета среднегодового метеорологического фактора разбавления в приземном воздухе $G_n^r(x)$ и среднегодового метеорологического фактора влажного выведения $D_{wn}^r(x)$ требуется определить параметры $U_{j,k}$, $\sigma_{y,j}$, $\sigma_{z,j}$ и климатические показатели $\omega_{n,j,k}$, ψ_n. Для этого должны быть соответствующим образом обработаны многолетние ряды стандартных метеорологических наблюдений, проводимых на метеорологических станциях и постах Росгидромета в районе расположения радиационного объекта.

Стандартные наблюдения на метеостанциях проводятся восемь раз в сутки (в 00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21 час по среднегринвическому времени, СГВ), однако в ряде случаев эти наблюдения осуществляются реже. Поскольку метеостанции и посты наблюдений находятся на некотором удалении от радиационного объекта, для расчетов рекомендуется обрабатывать данные наблюдений ближайших к радиационному объекту метеостанций с характеристиками переноса воздушных масс подобных рассматриваемой территории района расположения радиационного объекта.

Для каждого срока наблюдения из многолетнего ряда наблюдений на выделенных вокруг радиационного объекта метеостанциях определяется категория устойчивости атмосферы (параметр устойчивости Смита *p*). Для его определения нужны измеряемые на метеостанциях данные о скорости приземного ветра, общей и нижней облачности, наличие тумана, даты образования и разрушения снежного покрова. Даты образования и разрушения снежного покрова для места наблюдения можно брать среднеклиматическими. Способ установления категории устойчивости атмосферы (параметра Смита *p*) представлен в разделе А.6. Затем проводится интерполяция скорости ветра и значения параметра Смита с метеостанций в местоположение эффективной ВТ радиационного объекта.

Далее, введя коды градаций по категориям устойчивости, модулю и направлению ветра на флюгере, для рассматриваемого срока наблюдения определяются значения *j*, *k*, *n* и к элементу $m_{n,j,k}$ трехмерной предварительно обнуленной матрицы добавляется единица. Элементы матрицы $\{m_{n,j,k}\}$ представляют собой число наблюдений за рассматриваемый временной интервал категории устойчивости атмосферы *j* при скорости приземного ветра из кода градации *k* с направлением ветра из румба *n*. Поскольку в штилевых условиях (k = 1) направление ветра не определено, то число таких наблюдений накапливается в элементах $m_{n=1,j,k=1}$ трехмерной матрицы.

Такая процедура повторяется для всех сроков наблюдений из многолетнего ряда стандартных метеорологических наблюдений отдельно для холодного и теплого периода года. Сформированные две матрицы $\{m^c_{n,j,k}\}$ и $\{m^w_{n,j,k}\}$ используются для вычисления $\omega^c_{n,j,k}$, $\omega^w_{n,j,k}$, ψ^c_n и ψ^w_n, способы расчетов которых представлены ниже.

А.10.2 Выбор градаций метеорологических величин для расчета климатических показателей

Для получения климатических характеристик проведена градация значений направления и скорости ветра, а также состояния устойчивости атмосферы. В таблице А.10.1 даны соответствующие каждому коду градации интервалы изменения значений, рассматриваемых параметров, и их средние значения.

Наибольшее распространение среди классификаций устойчивости атмосферы, основанных на стандартных приземных метеорологических измерений, получила классификация Т-ИЭМ. Алгоритм определения категорий устойчивости атмосферы дан в разделе А.6.

По направлению ветра взяты общепринятые градации по 16 румбам. Градации модуля скорости ветра проведены так, чтобы с одной стороны учитывать возможные и наиболее вероятные диапазоны изменений скорости ветра при каждой категории устойчивости, а с другой стороны, быть такой, чтобы концентрация радионуклидов, рассчитанная по любому модулю скорости ветра из градации, отличалась от концентрации, рассчитанной по среднему модулю скорости ветра данной градации, не более, чем на фактор α. В таблице А.10.2 градация модуля скорости ветра приведена для $\alpha = 1{,}3$.

Градацию метеорологических данных о состоянии атмосферы у поверхности земли, приведенную в таблице А.10.1, рекомендуется принять за основу в расчетах климатических характеристик атмосферы в районе радиационного объекта.

Следует заметить, что не все сочетания градаций по параметрам реализуются в атмосфере. Поэтому ряд элементов матрицы $\{m_{n,j,k}\}$ останутся нулевыми. Для наглядности в таблице А.10.2 заштрихованы области наиболее вероятных совместных реализаций предложенных градаций по модулю скорости ветра и категории устойчивости.

А.10.3 Вычисление климатических показателей, характеризующих повторяемость метеоусловий

Климатический параметр $\omega_{n,j,k}$ представляет собой повторяемость метеорологических условий, заключающихся в совместной реализации направления ветра в румбе n при категории устойчивости пограничного слоя атмосферы из градации j и модуля скорости ветра из градации k. Заметим, что $k = 1$ соответствует штилевым условиям и направление ветра не определено, т.е. при штиле $\omega_{n,j,k} = \omega_{n=1,j,k=1}$.

Таблица А.10.1 - Градации метеорологических данных о состоянии атмосферы у поверхности земли

Код градации	Величины					
	$p_j, j \in [1,J]$		$U_k, k \in [1,K]$		$\varphi_n, n \in [1,N]$	
	интервал	среднее	интервал	среднее	интервал	среднее
1	0 – 1	0,5 A	0 – 0,5	0	348,75° – 11,25°	0° С
2	1 – 2	1,5 B	0,5 – 1,5	1	11,25° – 33,75°	22,5° ССВ
3	2 – 3	2,5 C	1,5 – 2,5	2	33,75° – 56,25°	45° СВ
4	3 – 4	3,5 D	2,5 – 3,5	3	56,25° – 78,75°	67,5° ВСВ
5	4 – 5	4,5 E	3,5 – 5,5	4,5	78,75° – 101,25°	90° В
6	5 – 6	5,5 F	5,5 – 7,5	6,5	101,25° – 123,75°	112,5° ВЮВ
7	6 – 7	6,5 G	7,5 – 10	9	123,75° – 146,25°	135° ЮВ
8			>10	12	146,25° – 168,75°	157,5° ЮЮВ
9					168,75° – 191,25°	180° Ю
10					191,25° – 213,75°	202,5° ЮЮЗ
11					213,75° – 236,25°	225° ЮЗ
12					236,25° – 258,75°	247,5° ЗЮЗ
13					258,75° – 281,25°	270° З
14					281,25° – 303,75°	292,5° ЗСЗ
15					303,75° – 326,25°	315° СЗ
16					326,25° – 348,75°	337,5° ССЗ
Примечание - φ – метеорологическое направление ветра (откуда дует ветер).						

Таблица А.10.2 - Области возможных совместных реализаций градаций скорости ветра и категорий устойчивости

Градация скорости, м/с	Средняя скорость, м/с	Категории устойчивости						
		A	B	C	D	E	F	G
0–0,5	0	▨	▨	▨	▨		▨	▨
0,5–1,5	1,0	▨	▨	▨	▨		▨	▨
1,5–2,5	2,0	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨
2,5–3,5	3,0	▨	▨	▨	▨	▨	▨	
3,5–5,5	4,5	▨	▨	▨	▨	▨	▨	
5,5–7,5	6.5		▨	▨	▨	▨		
7,5–10	9,0				▨			
≥10	12				▨			

В метеорологии обычно определяется повторяемость сочетаний различных метеоусловий, за исключением штиля, как

$$\omega^{met}_{n,j,k>1} = \frac{m_{n,j,k>1}}{M} \qquad \text{(А.10.1)}$$

и при штиле

$$\omega^{met}_{n=1,j,k=1} = \frac{m_{n=1,j,k=1}}{\tilde{M}}, \qquad \text{(А.10.2)}$$

где $$M = \sum_{n=1}^{N}\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=2}^{K} m_{n,j,k}\,, \quad \tilde{M} = M + \sum_{j=1}^{J} m_{n=1,j,k=1}\,, \qquad \text{(А.10.3)}$$

$\tilde{M}, M$ - общее число многолетних наблюдений за состоянием атмосферы в рассматриваемый период с учетом и без учета штилей, соответственно,

$m_{n,j,k}$ – число многолетних наблюдений за состоянием атмосферы, характеризующейся категорией устойчивости из градации j, скоростью ветра с направлением в румбе n и градацией модуля скорости ветра k.

Следует отметить, что при вычислении $G^r_n(x)$ суммирование по индексу k проводится от значения 2 (исключая $k = 1$, соответствующее градации штиля) и вводится поправочный коэффициент ψ_n на штилевые условия. При этом должны выполняться соотношения

$$\sum_{n=1}^{N}\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=2}^{K}\psi_n \cdot \omega_{n,j,k} = 1, \qquad \sum_{n=1}^{N}\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K}\omega_{n,j,k} = 1\,, \qquad \text{(А.10.4)}$$

где коэффициент ψ_n определяется согласно рекомендации МАГАТЭ в виде

$$\psi_n = 1 + \frac{\sum_{j=1}^{J} m_{n=1,j,k=1}}{\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=2}^{K} m_{n,j,k}} \cdot \frac{\sum_{j=1}^{J} m_{n,j,k=2}}{\sum_{n=1}^{N}\sum_{j=1}^{J} m_{n,j,k=2}}. \qquad \text{(А.10.5)}$$

Здесь принимаются допущения, что при штилях (k = 1) число наблюдений распределяется по секторам направления ветра n пропорционально частоте его распространения для скорости ветра градации k = 2. Учитывая выражения (А.10.2) и (А.10.3), получаем

$$\omega_{n,j,k>1} = \frac{m_{n,j,k>1}}{\tilde{M}}, \qquad \omega_{n=1,j,k=1} = \frac{m_{n=1,j,k=1}}{\tilde{M}} \tag{А.10.6}$$

т.е. $\omega_{n,j,k>1} = \omega^{met}_{n,j,k>1} \cdot \frac{M}{\tilde{M}}, \qquad \omega_{n=1,j,k=1} = \omega^{met}_{n=1,j,k=1}.$

Таким образом, используя способ расчета $m_{n,j,k}$, представленный в подразделе А.10.1, и формулы (А.10.5) и (А.10.6), определен метод вычисления ψ_n и $\omega_{n,j,k>1}$ по данным многолетних стандартных приземных наблюдений на метеостанциях сети Росгидромета.

Раздельно для холодного и теплого периода года представленные выше формулы записываются следующим образом:

- формула (А.10.3) перепишется как

$$M^c = \sum_{n=1}^{N}\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=2}^{K} m^c_{n,j,k}, \quad \tilde{M}^c = M^c + \sum_{j=1}^{J} m^c_{n=1,j,k=1}, \tag{А.10.7}$$

$$M^w = \sum_{n=1}^{N}\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=2}^{K} m^w_{n,j,k}, \qquad \tilde{M}^w = M^w + \sum_{j=1}^{J} m^w_{n=1,j,k=1}, \tag{А.10.8}$$

- формула (А.10.4) перепишется как

$$\sum_{n=1}^{N}\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=2}^{K}\left[\frac{\tilde{M}^c}{\tilde{M}^c+\tilde{M}^w}\cdot\psi^c_n\cdot\omega^c_{n,j,k} + \frac{\tilde{M}^w}{\tilde{M}^c+\tilde{M}^w}\cdot\psi^w_n\cdot\omega^w_{n,j,k}\right] = 1, \tag{А.10.9}$$

$$\sum_{n=1}^{N}\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K}\left[\frac{\tilde{M}^c}{\tilde{M}^c+\tilde{M}^w}\cdot\omega^c_{n,j,k} + \frac{\tilde{M}^w}{\tilde{M}^c+\tilde{M}^w}\cdot\omega^w_{n,j,k}\right] = 1, \tag{А.10.10}$$

- формула (А.10.5) перепишется как

$$\psi^c_n = 1 + \frac{\sum_{j=1}^{J} m^c_{n=1,j,k=1}}{\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=2}^{K} m^c_{n,j,k}} \cdot \frac{\sum_{j=1}^{J} m^c_{n,j,k=2}}{\sum_{n=1}^{N}\sum_{j=1}^{J} m^c_{n,j,k=2}}, \tag{А.10.11}$$

$$\psi^w_n = 1 + \frac{\sum_{j=1}^{J} m^w_{n=1,j,k=1}}{\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=2}^{K} m^w_{n,j,k}} \cdot \frac{\sum_{j=1}^{J} m^w_{n,j,k=2}}{\sum_{n=1}^{N}\sum_{j=1}^{J} m^w_{n,j,k=2}}, \tag{А.10.12}$$

- формула (А.10.6) перепишется как

$$\omega^c_{n,j,k>1} = \frac{m^c_{n,j,k>1}}{\tilde{M}^c}, \qquad \omega^c_{n=1,j,k=1} = \frac{m^c_{n=1,j,k=1}}{\tilde{M}^c}, \tag{А.10.13}$$

$$\omega^w_{n,j,k>1} = \frac{m^w_{n,j,k>1}}{\tilde{M}^w}, \qquad \omega^w_{n=1,j,k=1} = \frac{m^w_{n=1,j,k=1}}{\tilde{M}^w}. \tag{А.10.14}$$

А.11 Классификация подстилающей поверхности

Неоднородность подстилающей поверхности при моделировании динамических параметров пограничного слоя атмосферы учитывается параметрически с помощью коэффициента шероховатости z_0.

Значения коэффициента шероховатости z_0 для различных типов подстилающей поверхности приведены в таблице А.11.1.

Таблица А.11.1 - Рекомендуемые значения коэффициента шероховатости z_0 для различных типов подстилающей поверхности

В метрах

Тип подстилающей поверхности	z_0
Снег, газон высотой 1 см	0,001
Скошенная и низкая трава до 15 см	0,006 - 0,02
Высокая трава до 60 см	0,04 - 0,09
Водная поверхность	0,01
Луг, скошенные и пахотные угодья	0,1
Неоднородная поверхность с чередующимися участками травы, кустарника и т.п.	0,1 - 0,3
Сельская застройка	0,2 - 0,4
Парк, лес высотой до 10 м	0,2 - 1,0
Городские постройки	3,0

А.12 Параметры выведения радионуклидов из атмосферы

А.12.1 Скорость сухого осаждения

Рекомендуемые скорости сухого осаждения радионуклидов из атмосферы на подстилающую поверхность представлены в таблице А.12.1.

Таблица А.12.1 - Эмпирические значения величин V_d^r и γ_0^r, определяющие выпадение радионуклидов на поверхность земли за счет сухого осаждения и вымывания осадками

Вещество	V_d^r, м/с	γ_0^r, ч/(мм·с)
Элементарный йод (I_2)	$2\cdot10^{-2}$	$4\cdot10^{-5}$
Органические соединения йода	$1\cdot10^{-4}$	$4\cdot10^{-7}$
Аэрозоли	$8\cdot10^{-3}$	$1\cdot10^{-5}$
ИРГ (инертные радиоактивные газы)	0	0

А.12.2 Среднегодовая постоянная вымывания радионуклида осадками

Одним из наиболее эффективных механизмов самоочистки атмосферы является выведение примеси осадками. Процесс обеднения облака при выпадении осадков учитывается в расчетах плотности выпадения радионуклида r параметром Λ^r, $с^{-1}$, который рассчитывается по формуле

$$\Lambda^r = \frac{\gamma_0^r}{8760} \cdot \sum_{s=1}^{3} \gamma_s \cdot \theta_s \ , \qquad (А.12.1)$$

где 8760 – число часов в году;

γ_0^r – абсолютная вымывающая способность дождя для радионуклида r, ч/(мм·с);

γ_s – относительная вымывающая способность осадков разного типа s, (жидкие, смешанные и твердые осадки);

θ_s – среднегодовая сумма выпадения осадков типа s, мм.

Значения параметра γ_0^r даны в таблице А.12.1. Принимается: $\gamma_1 = 1$ - для жидких, $\gamma_2 = 2,4$ - для смешанных, $\gamma_3 = 3$ - для твердых осадков; θ_s оценивается по климатическим данным для района расположения радиационного объекта.

А.13 Поправочная функция для среднегодового приземного метеорологического фактора разбавления, учитывающая рельеф местности

Влияние рельефа местности в районе размещения радиационного объекта на среднегодовые приземные метеорологические факторы разбавления $G_n^r(x)$, сухого осаждения $D_{gn}^r(x)$ и влажного выведения $D_{wn}^r(x)$ в данном документе осуществляется путем учета изменения скорости ветра, обусловленного рельефом местности. Для этого вводится следующая корректирующая функция

$$R_n(x) = \frac{U_{orog,n}(x)}{U_n}, \qquad \text{(А.13.1)}$$

где n – номер румба;

U_n – приземная скорость ветра набегающего потока в направлении румба n без учета орографии, м/с;

$U_{orog,n}$ – приземная скорость ветра в направлении румба n на расстоянии x от источника с учетом орографических препятствий, м/с.

Известно, что над холмистой местностью, в случае ее потенциального обтекания воздушным потоком, отмечается рост приземной скорости ветра на вершине холма и падение в ложбине, что приводит к увеличению концентрации примеси в ложбине и ее уменьшению на вершине холма. В результате микроклиматических наблюдений и аэродинамического моделирования воздушных потоков над холмистой местностью получены количественные оценки изменения скорости ветра, на основе которых функция $R_n(x)$ представляется в виде

$$R_n(x) = R_n(S_1) + [R_n(S_2) - R_n(S_1)] \cdot \left(\frac{x - S_1}{S_2 - S_1}\right)^2 \cdot \left(3 - \frac{2(x - S_1)}{S_2 - S_1}\right), \qquad \text{(А.13.2)}$$

$$S_1 = \begin{cases} x_i, & \text{при } R_n(x_i) \geq R_n(x_{i+1}) \\ x_{i+1}, & \text{при } R_n(x_i) < R_n(x_{i+1}) \end{cases}, \qquad \text{(А.13.3)}$$

$$S_2 = \begin{cases} x_i, & \text{при } R_n(x_i) \leq R_n(x_{i+1}) \\ x_{i+1}, & \text{при } R_n(x_i) > R_n(x_{i+1}) \end{cases}, \qquad \text{(А.13.4)}$$

где $x \in [x_i, x_{i+1}]$, $i = 0,1,\ldots,I$;

x_i – расстояние от источника до локального максимума или минимума рельефа в направлении румба n;

$$R_n(x_i) = \begin{cases} 1 + 2{,}15 \cdot \nu_i + 1{,}5 \cdot \nu_i^2, & \text{при } -0{,}45 < \nu_i < -0{,}05 \\ 1, & \text{при } |\nu_i| \leq 0{,}05 \text{ или } x_i = 0, \\ 1 + 0{,}6 \cdot \nu_i + 4 \cdot \nu_i^2, & \text{при } 0{,}05 < \nu_i < 0{,}45 \end{cases} \qquad \text{(А.13.5)}$$

ν_i – уклон местности на отрезке $[x_{i-1}, x_i]$ в направлении румба n.

Алгоритм определения последовательностей $\{x_i\}$ и $\{\nu_i\}$ следующий.

В направлении румба *n* с шагом Δx до границы зоны наблюдения с топографической карты (масштаба не менее 1:100000) снимаются высоты местности, т.е. определяется последовательность точек (x'_i, H_i). Здесь $H_i = H(x'_i)$ – высота местности на расстоянии x'_i от источника выброса в направлении румба *n*. Рекомендуется брать шаг Δx не более 1000 м. По полученным значениям H_i на интервале $(x'_{i-1}, x'_i]$ определяются уклоны $\nu'_i = \frac{H_i - H_{i-1}}{x'_i - x'_{i-1}}$.

Для вычисления R_n реальный рельеф аппроксимируется участками подъема уровня земли с уклонами $\nu > 0{,}05$, спуска с уклонами $\nu < -0{,}05$ и плато с $|\nu| \le 0{,}05$. Для этого в последовательности $\{x'_i\}$ выделяются интервалы с тремя указанными выше типами уклонов, и на каждом из них вычисляется средний уклон. Далее формируются массивы значений x_i, соответствующие концам выделенных интервалов в порядке их возрастания, и значений ν_i вычисленных средних уклонов на этих интервалах $(x_{i-1}, x_i]$.

При $|\nu_i| > 0{,}45$ для определения $R_n(x)$ следует обратиться за консультацией к разработчикам данного документа.

Рассчитанные значения $G'_n(x)$, $D'_{gn}(x)$ и $D'_{wn}(x)$, полученные без учета орографии, корректируются делением их на функцию $R_{n_0}(x)$.

Для наглядности в таблице А.13.1 даны рассчитанные значения $R_n(x_i)$ для наветренных ($\nu_i > 0$) и подветренных ($\nu_i < 0$) склонов.

Таблица А.13.1 – Значения поправочного коэффициента $R_n(x_i)$ для учета рельефа местности в зависимости от ее уклона ν_i

уклон $\nu_i < 0$	R_n	уклон $\nu_i > 0$	R_n
-0,45	0,34	0	1,00
-0,40	0,38	0,05	1,04
-0,35	0,43	0,10	1,10
-0,30	0,49	0,15	1,18
-0,25	0,56	0,20	1,28
-0,20	0,63	0,25	1,40
-0,15	0,71	0,30	1,54
-0,10	0,80	0,35	1,70
-0,05	0,90	0,40	1,88
0,00	1,00	0,45	2,08

Приложение Б

Список исполнителей

ОБОСНОВАНИЕ ГРАНИЦ И УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ
САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОН И ЗОН НАБЛЮДЕНИЯ РАДИАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ

Методические указания
МУ 2.6.5.010-2016

Руководитель работы:	
к.т.н., с.н.с.	Е.А. Иванов (АО «ВНИИАЭС»)
Исполнители:	
к.т.н., с.н.с.	О.А. Кочетков (ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России)
к.м.н., с.н.с.	С.Г. Монастырская (ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России)
	Л.И. Кузнецова (ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России)
к.т.н.	Н.П. Поцяпун (ФМБА России)
	В.С. Волчков (АО «ВНИИАЭС»)
к.т.н., с.н.с.	Е.А. Иванов (АО «ВНИИАЭС»)
к.ф.-м.н., с.н.с.	Н.В. Клепикова (АО «ВНИИАЭС»)
к.г.-м.н.	М.А.. Макеичева (АО «ВНИИАЭС»)
к.т.н.	И.В. Пырков (АО «ВНИИАЭС»)

Библиография

[1] Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ	О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения
[2] Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ	О радиационной безопасности населения
[3] Федеральный закон от 21.11.1995 № 170-ФЗ	Об использовании атомной энергии
[4] Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ	Об охране окружающей среды
[5] Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ	Об охране атмосферного воздуха
[6] Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ	Об обеспечении единства измерений
[7] Федеральный закон от 28.12.2013 № 412-ФЗ	Об аккредитации в национальной системе аккредитации
[8] Постановление Правительства РФ от 30.07.2004 № 400	Об утверждении Положения о Федеральной службе по надзору в сфере природопользования
[9] Постановление Правительства РФ от 30.12.2012 № 1488	Об утверждении Положения об особенностях обеспечения единства измерений при осуществлении деятельности в области использования атомной энергии
[10] Распоряжение Правительства РФ от 08.07.2015 N 1316-р	Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды
[11] Приказ Минприроды России от 31.12.2010 № 579 (ред. 18.07.2013) (зарег. в Минюсте России 09.02.2011 № 19753)	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
[12] Приказ Ростехнадзора от 07.11.2012 № 639	Методика разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух (методика ПДВ-2012)
[13] Приказ Ростехнадзора от 19.08.2013 № 362	РБ-085-13 Рекомендации по содержанию документов, обосновывающих нормативы предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и нормативы допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты

[14] Приказ Ростехнадзора от 11.11.2015 № 458	РБ-106-15 Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых для разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух
[15] Сборник правил и норм по радиационной безопасности в атомной энергетике, том 3, М., 1989	Руководство по расчету индивидуальных и коллективных доз облучения населения от выбросов радионуклидов, поступивших в атмосферу при эксплуатации АС (ПНАЭ, Г, направление 2)
[16] Методическое пособие по вопросам регулирования выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду, ФБУ НТЦ ЯРБ Ростехнадзора, 2015	Методические основы регулирования и мониторинга выбросов и сбросов. Нормирование выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду. Часть 1
[17] МУ 1.3.2.06.027.0017-2010	Методические указания. Расчет и обоснование размеров санитарно-защитных зон и зон наблюдения вокруг АЭС
[18] МТ 1.2.5.05.0161-2013	Методика расчета предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ с атомной станции в атмосферу ПДВ АС-2013
[19] Распоряжение Госкорпорации «Росатом» от 15.07.2014 № 1-1/3108	Методические рекомендации по расчету нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ из организованных источников в атмосферный воздух применительно для организаций ГК «Росатом»
[20] General Safety Requirements Part 3, № GSR Part 3, IAEA,VIENNA, 2014	Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards
[21] Серия норм МАГАТЭ по безопасности, Руководства, № WS-G-2.3, МАГАТЭ, Вена, 2005	Регулирующий контроль радиоактивных сбросов в окружающую среду
[22] Серия норм МАГАТЭ по безопасности, № NS-G-3.2, МАГАТЭ, Вена, 2004	Рассеяние радиоактивных материалов в воздухе и воде и учет распределения населения при оценке площадки для атомных электростанций
[23] IAEA Safety Standards, Safety Guide, No. RS-G-1.8, IAEA,VIENNA, 2005	Environmental and Source Monitoring for Purposes of Radiation Protection
[24] NUREG/CR-7166, Office of Nuclear Regulatory Research, 2013	Radiological Toolbox User's Guide
[25] ICRP, 2007, CRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2-4)	The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection.
[26] ICRP, 1995, ICRP Publication 71. Ann. ICRP 25 (3-4)	Age-Dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides, Part 4, Inhalation Dose Coefficients

[27] U.S. Environmental Protection Agency Federal guidance report 12 EPA-402-R-93-081. Oak Ridge National Laboratory. Washington, DC 20460, 1993 — External Exposure to Radionuclides in Air, Water and Soil

[28] Recommendations. Health Canada. Health Protection Branch — Recommendations on Dose Coefficients for Assessing Doses from Accidental Radionuclide Releases to the Environment

[29] Правила по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. 52.18 ПГМ-2007 — Расчет рассеяния загрязняющих веществ в атмосфере при аварийных выбросах

[30] Справочник. Н.Г. Гусев, В.А. Беляев, Энергоатомиздат, 1991 — Радиоактивные выбросы в биосфере

[31] НТД МХО Интератомэнерго Москва, 1992 — НТД МХО-92 Методы расчета распространения радиоактивных веществ в окружающей среде и доз облучения населения

[32] НТД МХО Интератомэнерго Москва, 1984 — Методы расчета распространения радиоактивных веществ с АЭС и облучения окружающего населения. Общие положения безопасности АЭС, ч. 1

[33] Под ред.Ф.Т.М. Ньистадта и Х.Ван Допа, Гидрометеоиздат, 1985 — Атмосферная турбулентность и моделирование распространения примеси

[34] Troen I. and Petersen E.L. Commission the Eropean Communities; Riso National Laboratory, Roskilde 1989 — Evropean Wind Atlas

[35] Silva J.,Ribeiro G. and Guedes EWEC 2007(European Wind Energy Conference and Exhibition), Milan-Italy May 12,2007 — Rougness Longth Classification of Corine Land Cover Classes

[36] Е.А. Иванов, О.А. Кочетков, Н.П. Поцяпун в ж. АНРИ, № 4 (83), 2015 — Проблемные вопросы установления санитарно-защитных зон радиационных объектов

[37] Е.А. Иванов, И.В. Пырков, В.П. Ярына, Е.И. Григорьев в ж. АНРИ, № 2 (69), 2012 — Об установлении размеров зоны наблюдения вокруг атомных станций

[38] Е.А. Иванов, Н.В. Клепикова, Н.И. Троянова, Г.Н. Фреймундт в ж. АНРИ, № 4 (79), 2014 — Методы расчета подъема факела из вентиляционной трубы

[39] Е.И. Григорьев, В.П. Ярына, Е.А. Иванов, А.С. Коротков, И.В. Пырков в ж. АНРИ № 1 (64), 2011 — Критерии соответствия в радиационном контроле

gost.e-ecolog.ru