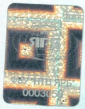
РУКОВОДСТВА ПО БЕЗОПАСНОСТИ
в области использования атомной энергии



МИНИМИЗАЦИЯ РАДИАЦИОННЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ И ПЕРСОНАЛА ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ НА ЭНЕРГОБЛОКАХ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ РАЗНЫХ ТИПОВ. МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ МЕР ПО ЗАЩИТЕ НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ

РБ-094-14

gost.e-ecolog.ru

ФБУ «НТЦ ЯРБ»

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федеральной службы
по экологическому,
технологическому
и атомному надзору
от 19 марта 2014 г. № 107

РУКОВОДСТВО ПО БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «МИНИМИЗАЦИЯ РАДИАЦИОННЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ И ПЕРСОНАЛА ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ НА ЭНЕРГОБЛОКАХ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ РАЗНЫХ ТИПОВ. МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ МЕР ПО ЗАЩИТЕ НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ»
(РБ-094-14)

Введено в действие
с 19 марта 2014 г.

Москва 2014

Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Минимизация радиационных последствий для населения и персонала при ликвидации последствий аварий на энергоблоках атомных электростанций разных типов. Методика оптимизации мер по защите населения и территорий» (РБ-094-14)

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, Москва, 2014

Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Минимизация радиационных последствий для населения и персонала при ликвидации последствий аварий на энергоблоках атомных электростанций разных типов. Методика оптимизации мер по защите населения и территорий» (РБ-094-14) (*далее – Руководство по безопасности*) разработано в соответствии со статьей 6 Федерального закона от 21 ноября 1995 г.
№ 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» в целях содействия соблюдению требований федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Типовое содержание плана мероприятий по защите персонала в случае аварии на атомной станции» (НП-015-12), утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому технологическому и атомному надзору от 18 сентября 2012 г. № 518 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 12 февраля 2013 г., регистрационный № 27011).

Настоящее Руководство по безопасности содержит рекомендации Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по выполнению эксплуатирующей организацией требований норм и правил в области использования атомной энергии к минимизации радиационных последствий для населения и персонала при ликвидации последствий аварий на энергоблоках атомных электростанций (далее – АЭС) различных типов.

Действие настоящего Руководства по безопасности распространяется на АЭС с энергоблоками различных типов.

Настоящее Руководство по безопасности предназначено для специалистов эксплуатирующих организаций при разработке планов мероприятий по защите персонала в случае аварии на атомной станции, а также специалистов Федеральной службы по экологическому технологическому и атомному надзору при оценке уровня аварийной готовности эксплуатирующих организаций, оценке противоаварийных тренировок и учений эксплуатирующих организаций, а также при оценке действий эксплуатирующей организации в случае аварий.

Выпускается впервые[1]

---

[1] Разработано коллективом авторов в составе: А.А. Строганов, А.В. Курындин, А.С. Шаповалов, М.Ю. Орлов, Н.Б. Тимофеев (ФБУ «НТЦ ЯРБ»).

I. Общие положения

1. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Минимизация радиационных последствий для населения и персонала при ликвидации последствий аварий на энергоблоках атомных электростанций разных типов. Методика оптимизации мер по защите населения и территорий» (РБ-094-14) (далее – Руководство по безопасности) разработано в соответствии со статьей 6 Федерального закона от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» в целях содействия соблюдению требований федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Типовое содержание плана мероприятий по защите персонала в случае аварии на атомной станции» (НП-015-12), утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому технологическому и атомному надзору от 18 сентября 2012 г. № 518 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации
12 февраля 2013 г., регистрационный № 27011) (далее – НП-015-12).

2. Настоящее Руководство по безопасности содержит рекомендации Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по выполнению эксплуатирующей организацией требований норм и правил в области использования атомной энергии к минимизации радиационных последствий для населения и персонала при ликвидации последствий аварий на энергоблоках атомных электростанций (далее – АЭС) различных типов.

3. Действие настоящего Руководства по безопасности распространяется на АЭС с энергоблоками различных типов.

4. Настоящее Руководство по безопасности предназначено для специалистов эксплуатирующих организаций при разработке планов мероприятий по защите персонала в случае аварии на атомной станции, а также специалистов Федеральной службы по экологическому технологическому и атомному надзору при оценке уровня аварийной готовности эксплуатирующих организаций, оценке противоаварийных тренировок и учений эксплуатирующих организаций, а также при оценке действий эксплуатирующей организации в случае аварий.

5. Требования НП-015-12 могут быть выполнены с использованием иных методов, чем те, которые содержатся в настоящем Руководстве по безопасности, при обоснованности выбранных методов для обеспечения безопасности.

II. Зонирование территорий в целях минимизации радиационных последствий для населения и персонала

6. В целях реализации положений пункта 3.1 приложения к НП-015-12 рекомендуется определять размеры зон радиоактивного

загрязнения с учетом рекомендаций настоящего Руководства по безопасности.

7. Размеры зон радиоактивного загрязнения рекомендуется обосновывать в отчете по обоснованию безопасности АЭС (далее – ООБ АЭС), учитывая наибольший выброс, возможный при тяжелых запроектных авариях, из всех рассмотренных при анализе аварий.

8. Обоснованные в ООБ АЭС размеры зон рекомендуется указывать в плане мероприятий по защите персонала, что позволит при возникновении радиационно опасной ситуации после установления возможности развития данной радиационно опасной ситуации в тяжелую, запроектную аварию с загрязнением территорий (до выброса) принять однозначное и скорейшее решение об установлении зон радиоактивного загрязнения и проведении мероприятий по минимизации радиационных последствий для населения и персонала, участие которого в смягчении последствий аварии и её ликвидации не планируется.

9. Установление зон радиоактивного загрязнения рекомендуется проводить в соответствии с таблицей приложения № 1 к настоящему Руководству по безопасности, при этом рекомендуется нумеровать зоны номерами от 1 до 4 по мере удаления их внешних границ от аварийного энергоблока.

10. Указанные в таблице приложения № 1 к настоящему Руководству по безопасности диапазоны размеров зон 1 – 4 рекомендуется принимать в качестве первого приближения. Окончательные размеры зоны рекомендуется устанавливать в ООБ АЭС на основании анализа аварий в пределах диапазонов их размеров, указанных в таблице приложения № 1 к настоящему Руководству по безопасности. При этом рекомендуется учитывать в изотопном составе радиоактивного выброса помимо изотопов цезия и йода равновесный состав инертных радиоактивных газов с периодом полураспада до 1 месяца для максимальной мощности энергоблока.

11. В качестве критерия для установления размера зоны 1 рекомендуется принимать прогнозируемые уровни облучения, при которых необходимо срочное вмешательство, установленные требованиями раздела VI санитарных правил и нормативов СанПиН 2.6.1.2523 – 09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)», утвержденных постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 7 июля 2009 г. № 47 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 14 августа 2009 г., регистрационный № 14534; «Российская газета», 2009 г., № 171/1) (далее – НРБ-99/2009).

12. В качестве критерия для установления размера зоны 2 рекомендуется принимать удвоенное значение уровня «А» (по дозе на все тело) для принятия неотложных решений об эвакуации населения в начальном периоде радиационной аварии, установленное требованиями раздела VI НРБ-99/2009.

13. Рекомендации по модели атмосферного переноса аварийного выброса, используемой при определении размеров зон 1 и 2, приведены в приложении № 2 к настоящему Руководству по безопасности.

14. Определение размеров зон 1 и 2 рекомендуется осуществлять с учетом следующих путей облучения:

внешнее облучение от радиоактивного облака выброса;

внешнее облучение от радиоактивных выпадений на поверхность земли;

внутреннее облучение за счет ингаляции радионуклидов из радиоактивного облака выброса.

15. Расчет доз для определения размеров зоны 2 рекомендуется проводить принимая, что внешнее облучение от радиоактивных выпадений на поверхность земли происходит в течение суток.

16. В рамках обоснования в ООБ АЭС размеров зоны 2 размер данной зоны рекомендуется определять считая проведенной йодную профилактику и размещение в укрытии. Учет проведения йодной профилактики и укрытия рекомендуется осуществлять путем применения понижающих коэффициентов, приведенных в таблице приложения № 2 к настоящему Руководству по безопасности.

17. В качестве критерия для установления размеров зон 3 и 4 рекомендуется принимать удвоенное значение уровня «А» (по эффективной дозе) для принятия решений об отселении, установленное требованиями НРБ-99/2009.

18. Оценку доз для определения размеров зоны 3 рекомендуется проводить с учетом следующих путей облучения:

внешнее облучение от радиоактивных выпадений на поверхность земли;

внутреннее облучение за счет ингаляции радионуклидов, взвешенных в воздухе (в том числе за счет ингаляции вторично поднятой с поверхности земли пыли).

19. Оценку доз для определения размеров зоны 4 рекомендуется проводить с учетом путей облучения, рекомендованных в пункте 18 настоящего Руководства по безопасности, а также с учетом пути облучения, связанного с потреблением загрязненных воды и пищевых продуктов.

20. В случае возникновения на АЭС радиационно опасной ситуации рекомендуется качественно оценить вероятность развития данной радиационно опасной ситуации в тяжелую запроектную аварию с загрязнением территорий. В качестве признака, свидетельствующего о высокой вероятности данного события, рекомендуется принимать достижение и (или) превышение непосредственно измеряемыми параметрами состояния реакторной установки и АЭС (либо значениями, получаемыми из непосредственно измеряемых параметров путем расчетов и оценок) заранее установленных граничных значений. Достижение этих

граничных значений свидетельствует о значительной вероятности развития радиационно опасной ситуации в тяжелую запроектную аварию.

21. В случае если установленные граничные значения, упомянутые в пункте 20 настоящего Руководства по безопасности, достигнуты, рекомендуется до выброса, либо до поступления данных радиационного мониторинга загрязнения территорий (в случае если выброс произошел) установить зоны радиоактивного загрязнения в соответствии с их размерами, обоснованными в ООБ и указанными в плане мероприятий по защите персонала.

22. Если аварийный выброс произошел, а данные радиационного мониторинга загрязнения территории еще не поступили, для целей определения зон 3 и 4 рекомендуется использовать данные мониторинга временной зависимости направления ветра, охватывающие временной интервал, в течение которого происходил аварийный выброс. При этом рекомендуется принимать, что зоны 3 и 4 ограничиваются радиусами, обоснованными заблаговременно, в соответствии с пунктами 17 – 19 настоящего Руководства по безопасности и секторами, выделенными по результатам мониторинга временной зависимости направления ветра. В случае отсутствия данных мониторинга временной зависимости направления ветра, рекомендуется принимать, что зоны 3 и 4 не ограничиваются секторами и имеют вид окружностей.

23. В связи с тем, что определение границ зон радиоактивного загрязнения в виде окружностей весьма условно и может привести к неоднозначному толкованию границ зон, рекомендуется определить ориентиры на местности, которые будут четко и однозначно характеризовать границы зон 1 и 2 (например река, дорога, лесная полоса), как показано на рисунке № 1 приложения № 1 к настоящему Руководству по безопасности.

III. Мероприятия по минимизации радиационных последствий для населения и персонала в пределах установленных зон

24. В целях реализации положений пункта 9.5.2 приложения к НП-015-12 мероприятия по эвакуации рекомендуется планировать, а в случае возникновения радиационно опасной ситуации, способной привести к тяжелой запроектной аварии с загрязнением территорий, проводить заблаговременно (до выброса) в пределах зон 1 и 2, установленных в соответствии с разделом I настоящего Руководства по безопасности.

25. В целях реализации положений подпункта «в» пункта 9.5.2 приложения к НП-015-12 в качестве критериев необходимости проведения эвакуационных мероприятий в пределах зон 1 и 2 рекомендуется принимать достижение заранее установленных граничных значений непосредственно измеряемых параметров состояния реакторной установки и АЭС, либо значений, получаемых из данных параметров путем расчетов и оценок.

26. Рекомендуется проводить заблаговременную эвакуацию (до выброса) из зон 1 и 2, установленных в соответствии с разделом I настоящего Руководства по безопасности. При эвакуации как из зоны 1, так и из зоны 2, достаточной рекомендуется считать эвакуацию за пределы зоны 2.

27. При планировании и проведении заблаговременных эвакуационных мероприятий из зоны 2 приоритетной рекомендуется считать эвакуацию из зоны 1. Заблаговременные эвакуационные мероприятия из зоны 2 рекомендуется проводить после завершения заблаговременных эвакуационных мероприятий из зоны 1. Допускается одновременное проведение заблаговременных эвакуационных мероприятий из зоны 1 и зоны 2, если эвакуация из последней не замедлит эвакуацию из первой.

28. В случае, если радиационно опасная ситуация привела к тяжелой запроектной аварии, сопровождающейся выбросом, за пределами зоны 2 рекомендуется проведение экстренной эвакуации на тех участках территории, где по результатам радиационного мониторинга будет выявлено превышение ограничений, установленных в НРБ-99/2009.

29. В случае если невозможно провести немедленную и безопасную заблаговременную или экстренную эвакуацию (например, при наличии препятствующих эвакуации погодных условий) в качестве защитной меры в зонах 1 и 2, а также на участках территории за пределами зоны 2, на которых по результатам радиационного мониторинга будет выявлено превышение ограничений, установленных в нормативных правовых актах, рекомендуется использовать укрытие в комбинации с йодной профилактикой.

30. Рекомендуется рассматривать укрытие в качестве временной защитной меры и не использовать его больше суток, если:

в месте укрытия не удовлетворяются потребности укрывающихся людей в пище, воде и энергии;

доведение информации средствами массовой информации и системами оповещения до укрывающихся не обеспечено;

не проведен радиационный мониторинг местности, где располагается укрытие.

31. В случае если аварийный выброс произошел, в целях уменьшения загрязнения территорий и минимизации радиационных последствий для населения и персонала при ликвидации последствий аварии рекомендуется также руководствоваться положениями Руководства по безопасности при использовании атомной энергии «Минимизация вторичного загрязнения территорий, путей сообщения и транспортных средств при ликвидации последствий аварий на объектах использования атомной энергии. Методика организации транспортных схем и пунктов дезактивации в зонах с различным уровнем загрязнения» (РБ-084-13), утвержденного приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 июля 2013 г. № 302.

IV. Минимизация радиационных последствий для персонала при ликвидации последствий аварий

32. Работы по ликвидации последствий аварии, а именно работы по дезактивации оборудования, помещений, строительных конструкций и тёрритории, проводимые в условиях высоких радиационных полей, рекомендуется осуществлять в последовательности и методами, при которых коллективная доза персонала будет минимальна.

33. Для выполнения рекомендаций пункта 32 рекомендуется до начала выполнения работ разработать мероприятия по минимизации дозовых нагрузок на персонал, осуществляющий ликвидацию последствий аварии, с учетом рекомендаций данного раздела настоящего Руководства по безопасности.

34. В мероприятиях по минимизации дозовых нагрузок на персонал, осуществляющий ликвидацию последствий аварий, рекомендуется:

предусмотреть определение пространственного распределения радиоактивного загрязнения до выполнения работ по ликвидации последствий аварии;

определить набор работ (этапов работ), которые необходимо выполнить в ходе ликвидации последствий аварии;

определить предположительную длительность и методы выполнения каждой из этих работ (этапов работ);

расчетными методами оценить вклад каждого источника радиоактивного загрязнения в дозовые характеристики аварийной обстановки в местах осуществления работ (рекомендации по оценке вкладов источников радиоактивного загрязнения в дозовые характеристики аварийной обстановки в местах осуществления работ приведены в приложении № 3 к настоящему Руководству по безопасности, а справочные данные для оценки влияния источника радиоактивного загрязнения на дозовые характеристики аварийной обстановки в местах осуществления работ приведены в приложении № 4 к настоящему Руководству по безопасности);

определить возможность и способ использования дополнительных теневых защит на каждом рабочем месте;

для каждой из работ (этапов работ) определить значение «дозового критерия» завершения работ (ожидаемого «остаточного» уровня мощности дозы);

выполнить оценки значений коллективной дозы облучения персонала при всех возможных последовательностях выполнения отдельных работ (этапов работ) и определить такую последовательность, при которой коллективные дозовые нагрузки на персонал будут минимальны.

35. По мере выполнения работ по ликвидации последствий аварии рекомендуется с учетом динамики изменения радиационной обстановки в процессе реализации тех или иных мер по ликвидации последствий аварии

своевременно корректировать мероприятия по минимизации дозовых нагрузок на персонал, осуществляющий ликвидацию последствий аварий, с целью оптимизации последовательности выполнения работ и минимизации коллективной дозы персонала.

V. Оперативная оценка корректности мер по защите населения и персонала

36. При оперативной оценке корректности мер по защите персонала, осуществляемых на атомной станции, мер, рекомендуемых центрами технической поддержки атомным станциям, и мер, рекомендуемых атомными станциями лицам, ответственным за принятие решений о реализации мер по защите населения, рекомендуется оценивать корректность оцененных центрами технической поддержки радиусов зон радиоактивного загрязнения.

37. Корректность оцененных центрами технической поддержки радиусов зон радиоактивного загрязнения рекомендуется оценивать с помощью представленных в приложении № 5 к настоящему Руководству по безопасности рекомендаций по оценке корректности определения зоны, в которой необходимо принятие неотложных решений по эвакуации в начальном периоде радиационной аварии.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Минимизация радиационных
последствий для населения и персонала
при ликвидации последствий аварий на
энергоблоках атомных электростанций
разных типов. Методика оптимизации мер
по защите населения и территорий»,
утвержденному приказом Федеральной
службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 19 марта 2014 г. № 107

Рекомендации по установлению зон радиоактивного загрязнения

Таблица

Рекомендуемые размеры границ зон радиоактивного загрязнения (в соответствии с рекомендациями Международного агентства по атомной энергии «Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe conditions at a Light Water Reactor»)

Номер зоны, в порядке удаления ее внешней границы от АЭС	Предполагаемый максимальный радиус (км)	
	Тепловая мощность ≥ 1000 МВт	Тепловая мощность < 1000 МВт
1	3 – 5	
2	10 – 30	
3	100	50
4	300	100

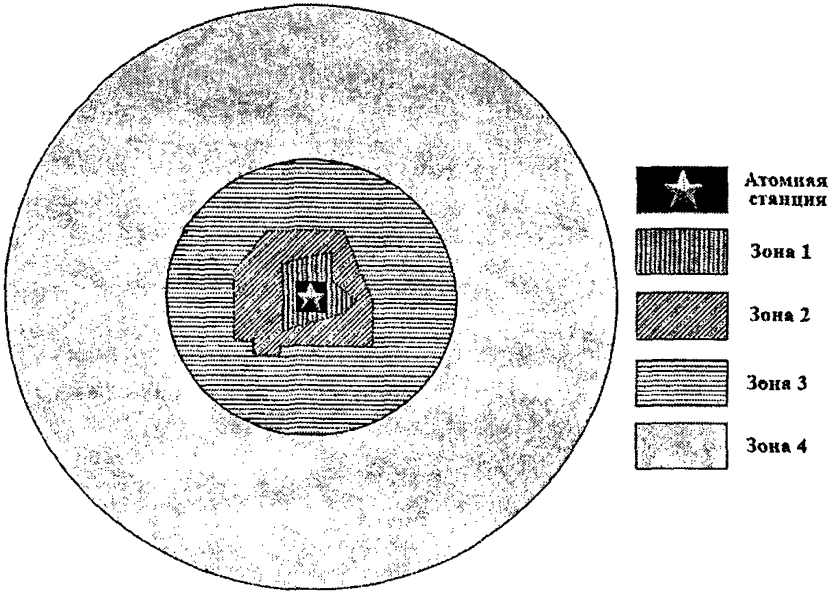


Рис. 1. Пример нумерации зон радиоактивного загрязнения

ПРИЛОЖЕНИЕ № 2
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Минимизация радиационных
последствий для населения и персонала
при ликвидации последствий аварий на
энергоблоках атомных электростанций
разных типов. Методика оптимизации мер
по защите населения и территорий»,
утвержденному приказом Федеральной
службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 19 марта 2014 г. № 107

Рекомендации по модели атмосферного переноса аварийного выброса, используемой при определении размеров зон 1 и 2

С целью определения размеров зон 1 и 2 рекомендуется использовать гауссову модель атмосферного переноса.

1. Общие формулы расчета рассеяния аварийного выброса

Для оценки радиационных последствий прохождения облака в точке x, расположенной на траектории движения центра облака, необходимо знать временной интеграл приземной концентрации (объемной активности) в этой точке.

Для определения временного интервала приземной концентрации $C_{v,r}(x)$ (Бк·с/м^3) используется следующая формула:

$$C_{v,r}(x) = Q_{o,r} \cdot \frac{1}{\pi \sigma_y \sigma_z u}, \quad (1)$$

где $Q_{0,r}$ – величина мгновенного выброса радионуклида r (Бк);

u – скорость ветра на высоте выброса (м/с);

σ_y, σ_z – зависящие от расстояния дисперсии облака выброса, σ_y – в горизонтальном направлении поперек ветра (м) и σ_z – в вертикальном направлении (м).

2. Расчет выпадений из облака на поверхность земли

Разовые выпадения на поверхность земли радионуклида r на расстоянии x от источника выброса рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$C_{s,r}(x) = Q_{o,r} \cdot \Lambda_r \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{1}{\sigma_y u}, \quad (2)$$

где $Q_{0,r}$ – величина разового выброса радионуклида r (Бк);

Λ_r – постоянная вымывания примеси из атмосферы осадками, которую рекомендуется принимать равной $6{,}1 \cdot 10^{-4}$ ($с^{-1}$) для всех радионуклидов за исключением инертных газов, для которых значение данного параметра рекомендуется принимать равным 0.

3. Расчет коэффициентов дисперсии σ_y и σ_z

Для расчета коэффициентов дисперсии σ_y и σ_z, входящих в формулы (1), (2), рекомендуется использовать формулы:

$$\sigma_y(x) = 0{,}08 \cdot x \cdot (1 + 0{,}0001 \cdot x)^{-0{,}5}; \quad (3)$$

$$\sigma_z(x) = \begin{cases} 0{,}06 \cdot x \cdot (1 + 0{,}0015 \cdot x)^{-0{,}5}, \text{если } 0{,}06 \cdot x \cdot (1 + 0{,}0015 \cdot x)^{-0{,}5} < 500 \\ 500, \text{если } 0{,}06 \cdot x \cdot (1 + 0{,}0015 \cdot x)^{-0{,}5} \geq 500, \end{cases} \quad (4)$$

где x – расстояние от источника выброса (м).

4. Формулы расчета доз для определения размеров зон 1 и 2

Для расчета ожидаемой эффективной дозы для зоны 2 (Зв) или поглощенной дозы (для зоны 1) (Гр) для индивида от радионуклида r за счет внешнего облучения от проходящего облака выброса рекомендуется использовать формулу:

$$D_{air_submersion,r} = C_{v,r}(x) \cdot DF_{air_submersion,r}, \quad (5)$$

где $C_{v,r}(x)$ – интеграл приземной концентрации (объемной активности) радионуклида r в рассматриваемой точке x, рассчитанный по формуле (1) (Бк·с/м^3);

$DF_{air_submersion,r}$ – дозовый коэффициент радионуклида r (коэффициент перехода «концентрация в воздухе – мощность дозы») (Зв·м^3/(с·Бк) – для зоны 2 или Гр·м^3/(с·Бк) – для зоны 1).

Для расчета ожидаемой эффективной дозы для зоны 2 (Зв) или поглощенной дозы для зоны 1 (Гр) облучения взрослого индивида за счет радионуклида r, формируемой гамма- или бета-излучением от загрязненной поверхности земли, рекомендуется использовать формулу:

$$D_{groundshine,r} = C_{s,r}(x) \cdot DF_{groundshine,r} \cdot \frac{(1 - e^{-\lambda_r t_l})}{\lambda_r}, \quad (6)$$

где $C_{s,r}(x)$ – разовые выпадения на поверхность земли радионуклида r на расстоянии x от источника выброса, рассчитываемые по формуле (2) (Бк/м^2);

$DF_{groundshine,r}$ – дозовый коэффициент при облучении от поверхности почвы для радионуклида r (Зв·м^3/(с·Бк) – для зоны 2 или Гр·м^3/(с·Бк) – для зоны 1);

t_l – параметр, который рекомендуется принимать равным 86400 (с);

λ_r – постоянная распада радионуклида r ($с^{-1}$).

Для расчета ожидаемой эффективной дозы для зоны 2 (Зв) или поглощенной дозы для зоны 1 (Гр) для индивида возрастной группы α от

радионуклида r за счет ингаляции во время прохождения облака рекомендуется использовать формулу:

$$D_{inhalation,\alpha,r} = C_{v,r}(x) \cdot U_{inhalation,\alpha} \cdot DF_{inhalation,\alpha,r}, \quad (7)$$

где $U_{inhalation,\alpha}$ – интенсивность вдыхания воздуха для лиц из населения возрастной группы α, принимаемой в соответствии с НРБ-99/2009, или интенсивность, равная $7{,}643 \cdot 10^{-5}$ для лиц из персонала, ($м^3/с$);

$DF_{inhalation,\alpha,r}$ – дозовый коэффициент (коэффициент перехода «ингаляционное поступление–доза») для радионуклида r для лица из населения возрастной группы α (Зв/Бк – для зоны 2 или Гр/Бк – для зоны 1).

Для учета снижения эффективной дозы за счет проведения защитных мероприятий по укрытию и йодной профилактике при расчете размеров зоны 2 рекомендуется использовать понижающие коэффициенты, приведенные в таблице настоящего приложения.

Таблица

Понижающие коэффициенты
(в соответствии с рекомендациями Международного агентства по атомной энергии «Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe conditions at a Light Water Reactor»)

Защитное мероприятие	Понижающий коэффициент	Доза, к которой применяется понижающий коэффициент, формула, к которой он применяется, и способ его применения
Укрытие в жилых домах и прочих не оборудованных для целей радиационной защиты зданиях	0,4	$D_{groundshine,r}$, рассчитанная по формуле (6). Коэффициент умножается на $D_{groundshine,r}$
	0,6	$D_{air_submersion,r}$, рассчитанная по формуле (5). Коэффициент умножается на $D_{air_submersion,r}$
	0,5	$D_{inhalation,r}$, рассчитанная по формуле (7). Понижающий коэффициент умножается на $D_{inhalation,r}$
Укрытие в убежищах и противорадиационных укрытиях	0,02	$D_{groundshine,r}$, рассчитанная по формуле (6). Понижающий коэффициент умножается на $D_{groundshine,r}$
	0,3	$D_{air_submersion,r}$, рассчитанная по формуле (5). Понижающий коэффициент

Защитное мероприятие	Понижающий коэффициент	Доза, к которой применяется понижающий коэффициент, формула, к которой он применяется, и способ его применения
		умножается на $D_{air_submersion,r}$
	0,2	$D_{inhalation,r}$, рассчитанная по формуле (7). Понижающий коэффициент умножается на $D_{inhalation,r}$
Йодная профилактика	0,036	Из $D_{inhalation,r}$, рассчитанной по формуле (7), вычитается расчетное значение эквивалентной дозы на щитовидную железу, умноженное на понижающий коэффициент. Эквивалентная доза определяется по формуле, аналогичной формуле (7), с дозовым коэффициентом «ингаляционное поступление–доза», принятым для щитовидной железы

ПРИЛОЖЕНИЕ № 3
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Минимизация радиационных
последствий для населения и персонала
при ликвидации последствий аварий на
энергоблоках атомных электростанций
разных типов. Методика оптимизации мер
по защите населения и территорий»,
утвержденному приказом Федеральной
службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 19 марта 2014 г. № 107

Рекомендации по оценке вкладов источников радиоактивного загрязнения в дозовые характеристики аварийной обстановки в местах осуществления работ

1. При известном пространственно-энергетическом распределении источников радиоактивного загрязнения помещений, сооружений и территории, сформированном в результате радиационной аварии в некоторый начальный момент времени t_0 как множество парциальных источников $\{A_{0i}S_{0i}(V_i)\}_{i=1..I}$, значение полного источника излучения в любой момент времени может быть выражено в виде:

$$S_0(V,t) = \sum_i k_i(t) \cdot A_{0i} \cdot S_{0i}(V_i), \qquad (1)$$

где S_{0i} – точечный изотропный источник единичной активности, состоящий из одного i-го радионуклида; A_{0i} – значение активности этого источника на момент времени t_0; $k_i(t)$ – коэффициент, описывающий изменение во времени этого парциального источника как за счет радиоактивного распада, так и за счет уменьшения активности именно этого источника при выполнении дезактивационных работ.

2. Обусловленное воздействием от заданной комбинации источников, значение мощности дозы $H(P,t)$ в любой точке пространства P и в любой момент времени t определяется с учетом геометрического ослабления излучения источника, с учетом ослабления материалом защиты (строительными конструкциями сооружения, специальными временными радиационными защитами), а также с учетом отражения (альбедо) излучения от защитных сред или от приземного слоя атмосферного воздуха (скайшайн излучений) следующим выражением:

$$H(P,t) = \sum_i k_i(t) \cdot k_i(G,z,A,SH) \cdot A_{0i} \cdot S_{0i}(V_i), \qquad (2)$$

где $k_i(G,z,A,SH)$ – коэффициент, численно равный мощности дозы в точке P, создаваемой i-ым точечным изотропным источником единичной активности, находящимся в элементе пространства V_i, учитывающий ослабление за счет геометрии и материала защиты, а также вклад альбедо (A) и скайшайн (SH) излучения. Задаваемое формулой (2) представление мощности дозы объясняется свойством линейности уравнения переноса излучения относительно независимого источника.

3. Как правило, в результате конкретного этапа работ должна быть выполнена дезактивация (удаление) или подавление конкретного j-го парциального источника. Поэтому эти работы требуют нахождения персонала в месте расположения подавляемого источника (с принятием, по возможности, дополнительных мер защиты от излучения этого или других источников). Мощность дозы на каждом конкретном рабочем месте может быть записана в виде:

$$H(P \subset V_j, t) = k_j(t) \cdot k_j(G,z,A,SH) \cdot A_{0i} \cdot S_{0j}(E_j, V_j) + \\ + \sum_{i \neq j} k_i(t) \cdot k_i(G,z,A,SH) \cdot A_{0i} \cdot S_{0i}(E_i, V_i). \qquad (3)$$

4. Из выражения (3) видно, что облучение персонала в условиях множественного одновременного воздействия нескольких источников будет происходить как за счет «подавляемого» источника (соответствующая компонента мощности дозы будет уменьшаться по мере выполнения дезактивации этого источника), так и за счет всех других источников. Причем вторая компонента должна быть во всех случаях минимизирована, так как облучение за ее счет не сопровождается уменьшением со временем. Иллюстрация этого положения приведена на рис. 1 настоящего приложения, где отражена простейшая ситуация, при которой необходимо выполнить дезактивацию двух одинаковых (S_1=S_2) рядом расположенных участков аварийного помещения (кровли сооружения, территории площадки), радиоактивно загрязненных с различной поверхностной удельной активностью (A_{S1}>A_{S2}). Очевидно, что полная коллективная доза облучения персонала, полученная при выполнении дезактивационных работ одного и того же заданного объема в последовательности «дезактивация S_1, дезактивация S_2» будет меньше, чем при выполнении их в обратной последовательности.

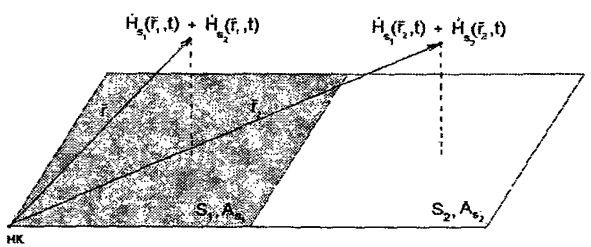


Рис. 1. Анализ структуры поля мощности дозы на рабочих местах персонала для оптимизации коллективной дозы облучения при облучении от источников, находящихся в «прямой видимости»

5. Реально аварийное загрязнение помещений, сооружений и территории АЭС может носить значительно более сложный характер, и соотношение вкладов от различных компонент полной мощности дозы, создаваемой на различных рабочих местах различными парциальными источниками, является далеко неочевидным (см. рис. 2 настоящего приложения). В этих случаях с использованием рассчитанных наборов коэффициентов $k_i(G,z,A,SH)$ и экспериментальных данных по сформировавшемуся при аварии пространственному распределению всех локальных парциальных источников $\{A_{0i}S_{0i}(V_i)\}_{i=1..I}$ рекомендуется выполнить расчеты вкладов от каждого из источников на каждом рабочем месте персонала, выполняющего работы по ликвидации последствий аварии.

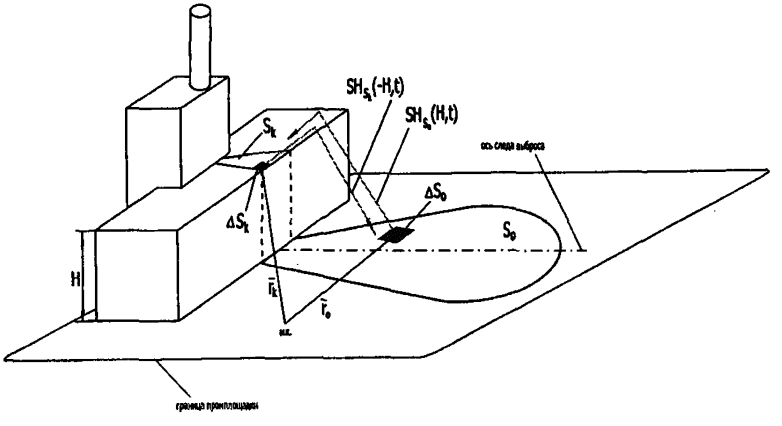


Рис. 2. Анализ структуры поля мощности дозы на рабочих местах персонала для оптимизации коллективной дозы облучения при типичном для аварии на АЭС облучении от множественных источников

6. Расчет коэффициентов $k_i(G,z,A,SH)$ рекомендуется выполнять с использованием инженерных методов. Коэффициенты $k_i(G,z,A,SH)$ для радионуклидов ^{131}I, ^{134}Cs и ^{137}Cs, загрязнение которыми характерно для большинства аварий на АЭС, рекомендуется использовать в соответствии с настоящим Руководством по безопасности.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 4
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Минимизация радиационных
последствий для населения и персонала
при ликвидации последствий аварий на
энергоблоках атомных электростанций
разных типов. Методика оптимизации мер
по защите населения и территорий»,
утвержденному приказом Федеральной
службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от 19 марта 2014 г. № 107

Справочные данные для оценки влияния источника радиоактивного загрязнения на дозовые характеристики аварийной обстановки в местах осуществления работ

1. Рекомендуемые коэффициенты скайшайн гамма-излучения

Коэффициенты скайшайн гамма-излучения ($\dot{H}_0$) приведены для следующих исходных данных: имеется плоский квадратный источник, параллельный земной поверхности, размерами 1×1 м, расположенный на высоте h, с равномерно распределенной по его площади активностью A_0 (в рамках данного приложения A_0=3,7·10^{10} Бк). Оценивается мощность эффективной дозы для индивида, находящегося от края источника на расстоянии от 50 до 500 м. Для активности радионуклида A значение мощности дозы $\dot{H}$ в силу линейности уравнения переноса может определяться по формуле:

$$\dot{H} = \dot{H}_0 \cdot \frac{A}{A_0}. \qquad (4)$$

В таблицах № 1–5 настоящего приложения приведены коэффициенты скайшайн гамма-излучения для перепадов высот 0, 10, 20, 30 и 50 м, соответственно.

Таблица № 1

Зависимость мощности эффективной дозы (мЗв/час) от расстояния для перепада высот 0 м

Расстояние, м	Мощность дозы (мЗв/час)		
	^{134}Cs	^{131}I	^{137}Cs
50	6.18E-04	2.36E-04	2.51E-04
75	3.77E-04	1.40E-04	1.52E-04
100	2.46E-04	8.86E-05	9.94E-05
125	1.68E-04	5.82E-05	6.75E-05
150	1.17E-04	3.92E-05	4.70E-05
175	8.35E-05	2.68E-05	3.34E-05
200	6.03E-05	1.86E-05	2.40E-05
225	4.41E-05	1.31E-05	1.75E-05
250	3.25E-05	9.23E-06	1.29E-05
275	2.42E-05	6.57E-06	9.51E-06
300	1.81E-05	4.71E-06	7.09E-06
325	1.36E-05	3.39E-06	5.31E-06
350	1.03E-05	2.46E-06	4.00E-06
375	7.82E-06	1.79E-06	3.03E-06
400	5.97E-06	1.30E-06	2.30E-06
425	4.57E-06	9.54E-07	1.76E-06
450	3.52E-06	7.01E-07	1.34E-06
475	2.71E-06	5.17E-07	1.03E-06
500	2.10E-06	3.83E-07	7.94E-07

Таблица № 2

Зависимость мощности эффективной дозы (мЗв/час) от расстояния для перепада высот 10 м

Расстояние, м	Мощность дозы (мЗв/час)		
	^{134}Cs	^{131}I	^{137}Cs
50	3.85E-04	1.61E-04	1.57E-04
75	2.69E-04	1.07E-04	1.09E-04
100	1.89E-04	7.16E-05	7.67E-05
125	1.35E-04	4.89E-05	5.45E-05
150	9.72E-05	3.38E-05	3.91E-05
175	7.08E-05	2.36E-05	2.84E-05
200	5.20E-05	1.66E-05	2.08E-05
225	3.85E-05	1.18E-05	1.53E-05
250	2.87E-05	8.38E-06	1.14E-05
275	2.15E-05	6.01E-06	8.50E-06
300	1.62E-05	4.33E-06	6.38E-06
325	1.23E-05	3.14E-06	4.81E-06
350	9.35E-06	2.28E-06	3.65E-06
375	7.14E-06	1.66E-06	2.77E-06

Расстояние, м	Мощность дозы (мЗв/час)		
	^{134}Cs	^{131}I	^{137}Cs
400	5.47E-06	1.22E-06	2.12E-06
425	4.21E-06	8.95E-07	1.62E-06
450	3.25E-06	6.60E-07	1.24E-06
475	2.51E-06	4.88E-07	9.57E-07
500	1.95E-06	3.61E-07	7.39E-07

Таблица № 3

Зависимость мощности эффективной дозы (мЗв/час) от расстояния для перепада высот 20 м

Расстояние, м	Мощность дозы (мЗв/час)		
	^{134}Cs	^{131}I	^{137}Cs
50	2.68E-04	1.18E-04	1.10E-04
75	2.03E-04	8.38E-05	8.29E-05
100	1.51E-04	5.90E-05	6.12E-05
125	1.11E-04	4.15E-05	4.50E-05
150	8.22E-05	2.93E-05	3.32E-05
175	6.10E-05	2.08E-05	2.45E-05
200	4.55E-05	1.48E-05	1.82E-05
225	3.40E-05	1.06E-05	1.36E-05
250	2.56E-05	7.64E-06	1.02E-05
275	1.94E-05	5.51E-06	7.66E-06
300	1.47E-05	4.00E-06	5.79E-06
325	1.12E-05	2.91E-06	4.39E-06
350	8.55E-06	2.12E-06	3.34E-06
375	6.55E-06	1.55E-06	2.55E-06
400	5.04E-06	1.14E-06	1.95E-06
425	3.89E-06	8.41E-07	1.50E-06
450	3.01E-06	6.21E-07	1.16E-06
475	2.34E-06	4.60E-07	8.92E-07
500	1.82E-06	3.42E-07	6.90E-07

Таблица № 4

Зависимость мощности эффективной дозы (мЗв/час) от расстояния для перепада высот 30 м

Расстояние, м	Мощность дозы (мЗв/час)		
	^{134}Cs	^{131}I	^{137}Cs
50	1.98E-04	8.94E-05	8.15E-05
75	1.57E-04	6.69E-05	6.45E-05
100	1.21E-04	4.89E-05	4.95E-05
125	9.22E-05	3.54E-05	3.75E-05
150	6.97E-05	2.55E-05	2.82E-05
175	5.26E-05	1.84E-05	2.12E-05
200	3.98E-05	1.32E-05	1.60E-05
225	3.01E-05	9.57E-06	1.20E-05
250	2.29E-05	6.94E-06	9.11E-06
275	1.74E-05	5.05E-06	6.91E-06
300	1.33E-05	3.68E-06	5.25E-06
325	1.02E-05	2.69E-06	4.00E-06
350	7.81E-06	1.97E-06	3.06E-06
375	6.02E-06	1.45E-06	2.35E-06
400	4.65E-06	1.07E-06	1.80E-06
425	3.60E-06	7.88E-07	1.39E-06
450	2.79E-06	5.84E-07	1.07E-06
475	2.17E-06	4.34E-07	8.31E-07
500	1.69E-06	3.23E-07	6.45E-07

Таблица № 5

Зависимость мощности эффективной дозы (мЗв/час) от расстояния для перепада высот 50 м

Расстояние, м	Мощность дозы (мЗв/час)		
	^{134}Cs	^{131}I	^{137}Cs
50	1.21E-04	5.59E-05	5.00E-05
75	1.01E-04	4.42E-05	4.14E-05
100	8.15E-05	3.40E-05	3.34E-05
125	6.46E-05	2.57E-05	2.64E-05
150	5.06E-05	1.91E-05	2.06E-05
175	3.93E-05	1.42E-05	1.59E-05
200	3.04E-05	1.05E-05	1.23E-05
225	2.35E-05	7.71E-06	9.43E-06
250	1.82E-05	5.68E-06	7.25E-06
275	1.40E-05	4.19E-06	5.58E-06
300	1.08E-05	3.09E-06	4.30E-06
325	8.39E-06	2.28E-06	3.31E-06
350	6.51E-06	1.69E-06	2.56E-06
375	5.05E-06	1.25E-06	1.98E-06

Расстояние, м	Мощность дозы (мЗв/час)		
	^{134}Cs	^{131}I	^{137}Cs
400	3.93E-06	9.26E-07	1.53E-06
425	3.07E-06	6.88E-07	1.19E-06
450	2.39E-06	5.13E-07	9.23E-07
475	1.87E-06	3.82E-07	7.19E-07
500	1.47E-06	2.86E-07	5.60E-07

2. Рекомендуемые коэффициенты ослабления

На рис. 1 настоящего приложения представлена геометрия, для которой приведены коэффициенты ослабления мощности дозы гамма-излучения в точке D, расположенной на крыше здания, от точечного изотропного источника S, расположенного на высоте h от пола помещения, для различных углов θ между нормалью n к полу и отрезком, соединяющим источник и детектор. Толщина кровли принята равной t=6 г/см^2, высота H=50 м, высота источника над полом h=0; 10; 20; 30; 40 м, угол θ – от 0° до 80° с шагом 10°.

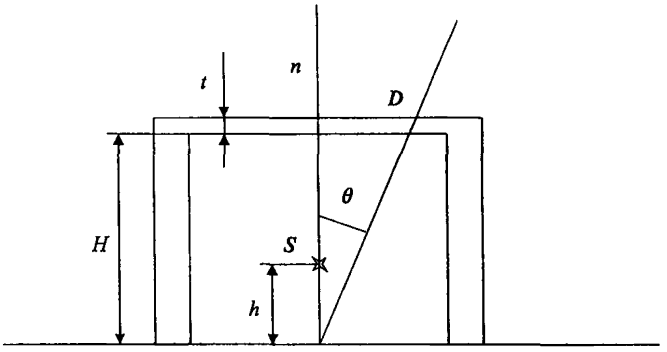


Рис. 1. Геометрия, для которой приведены коэффициенты ослабления мощности дозы на крыше от источника внутри помещения

Коэффициенты ослабления мощности дозы на крыше, создаваемой источником внутри помещений, представлены в таблицах № 6 – 8 настоящего приложения.

Таблица № 6

Коэффициенты ослабления мощности дозы на крыше, создаваемой точечным изотропным единичным источником ^{137}Cs, расположенным внутри помещения

θ, град	Мощность дозы на крыше (мЗв/час) для различных высот источника *h*, м				
	0	10	20	30	40
0	1.033E-03	1.663E-03	3.042E-03	7.030E-03	2.881E-02
10	9.967E-04	1.606E-03	2.940E-03	6.798E-03	2.787E-02
20	8.935E-04	1.444E-03	2.648E-03	6.134E-03	2.520E-02
30	7.363E-04	1.196E-03	2.202E-03	5.121E-03	2.111E-02
40	5.457E-04	8.943E-04	1.661E-03	3.889E-03	1.613E-02
50	3.477E-04	5.792E-04	1.093E-03	2.595E-03	1.089E-02
60	1.720E-04	2.954E-04	5.744E-04	1.404E-03	6.053E-03
70	4.956E-05	9.110E-05	1.892E-04	4.935E-04	2.268E-03
80	2.091E-06	4.871E-06	1.274E-05	4.161E-05	2.381E-04

Таблица № 7

Коэффициенты ослабления мощности дозы на крыше, создаваемой точечным изотропным единичным источником ^{134}Cs, расположенным внутри помещения

θ, град	Мощность дозы на крыше (мЗв/час) для различных высот источника *h*, м				
	0	10	20	30	40
0	2.822E-03	4.543E-03	8.309E-03	1.920E-02	7.867E-02
10	2.724E-03	4.389E-03	8.031E-03	1.857E-02	7.613E-02
20	2.442E-03	3.945E-03	7.233E-03	1.676E-02	6.882E-02
30	2.014E-03	3.268E-03	6.018E-03	1.399E-02	5.766E-02
40	1.494E-03	2.446E-03	4.540E-03	1.063E-02	4.406E-02
50	9.543E-04	1.587E-03	2.990E-03	7.094E-03	2.976E-02
60	4.745E-04	8.132E-04	1.577E-03	3.847E-03	1.656E-02
70	1.387E-04	2.537E-04	5.245E-04	1.363E-03	6.239E-03
80	6.304E-06	1.441E-05	3.705E-05	1.192E-04	6.732E-04

Таблица № 8

Коэффициенты ослабления мощности дозы на крыше, создаваемой точечным изотропным единичным источником ^{131}I, расположенным внутри помещения

θ, град	Мощность дозы на крыше (мЗв/час) для различных высот источника *h*, м				
	0	10	20	30	40
0	7.174E-04	1.163E-03	2.135E-03	4.940E-03	2.022E-02
10	6.916E-04	1.122E-03	2.063E-03	4.777E-03	1.957E-02
20	6.176E-04	1.006E-03	1.855E-03	4.309E-03	1.770E-02
30	5.048E-04	8.281E-04	1.538E-03	3.593E-03	1.483E-02
40	3.684E-04	6.119E-04	1.150E-03	2.717E-03	1.132E-02
50	2.280E-04	3.869E-04	7.424E-04	1.790E-03	7.599E-03
60	1.066E-04	1.880E-04	3.746E-04	9.379E-04	4.133E-03
70	2.687E-05	5.168E-05	1.121E-04	3.043E-04	1.452E-03
80	7.254E-07	1.846E-06	5.290E-06	1.895E-05	1.189E-04

Обратная ситуация, когда источник и детектор поменялись местами, изображена на рис. 2 настоящего приложения. Диапазоны изменения величин *h* (в данном случае высота детектора над полом помещения) и θ (угол между нормалью *n* к кровле и отрезком, соединяющим источник и детектор) и значения остальных величин принимались теми же. Коэффициенты ослабления мощности дозы внутри помещения, создаваемой источником, расположенным на крыше, представлены в таблицах № 9 – 11 настоящего приложения.

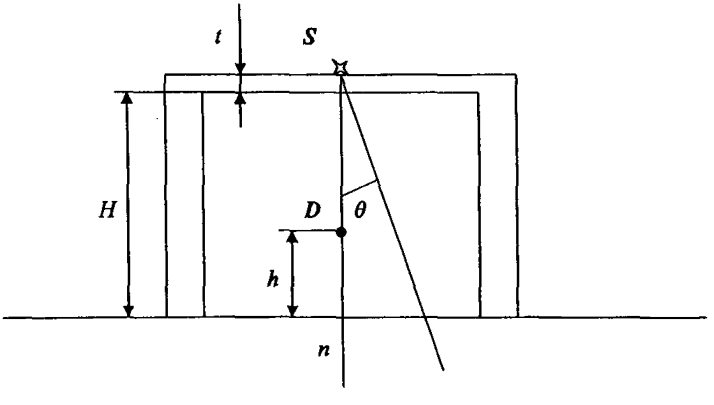


Рис. 2. Геометрия, для которой приведены коэффициенты ослабления мощности дозы внутри помещения от источника на крыше

Таблица № 9

Коэффициенты ослабления мощности дозы внутри помещения, создаваемой точечным изотропным единичным источником ^{137}Cs, расположенным на крыше

θ, град	Мощность дозы в помещении (мЗв/час) для различных высот источника *h*, м				
	0	10	20	30	40
0	1.092E-03	1.663E-03	3.042E-03	7.030E-03	2.881E-02
10	1.055E-03	1.606E-03	2.940E-03	6.798E-03	2.787E-02
20	9.498E-04	1.444E-03	2.648E-03	6.134E-03	2.520E-02
30	7.886E-04	1.196E-03	2.202E-03	5.121E-03	2.111E-02
40	5.918E-04	8.943E-04	1.661E-03	3.889E-03	1.613E-02
50	3.851E-04	5.792E-04	1.093E-03	2.595E-03	1.089E-02
60	1.973E-04	2.954E-04	5.744E-04	1.404E-03	6.053E-03
70	6.042E-05	9.110E-05	1.892E-04	4.935E-04	2.268E-03
80	2.828E-06	4.871E-06	1.274E-05	4.161E-05	2.381E-04

Таблица № 10

Коэффициенты ослабления мощности дозы внутри помещения, создаваемой точечным изотропным единичным источником ^{134}Cs, расположенным на крыше

θ, град	Мощность дозы в помещении (мЗв/час) для различных высот источника *h*, м				
	0	10	20	30	40
0	2.972E-03	4.543E-03	8.309E-03	1.920E-02	7.867E-02
10	2.873E-03	4.389E-03	8.031E-03	1.857E-02	7.613E-02
20	2.586E-03	3.945E-03	7.233E-03	1.676E-02	6.882E-02
30	2.147E-03	3.268E-03	6.018E-03	1.399E-02	5.766E-02
40	1.612E-03	2.446E-03	4.540E-03	1.063E-02	4.406E-02
50	1.050E-03	1.587E-03	2.990E-03	7.094E-03	2.976E-02
60	5.398E-04	8.132E-04	1.577E-03	3.847E-03	1.656E-02
70	1.669E-04	2.537E-04	5.245E-04	1.363E-03	6.239E-03
80	8.266E-06	1.441E-05	3.705E-05	1.192E-04	6.732E-04

Таблица № 11

Коэффициенты ослабления мощности дозы внутри помещения, создаваемой точечным изотропным единичным источником ^{131}I, расположенным на крыше

θ, град	Мощность дозы в помещении (мЗв/час) для различных высот источника *h*, м				
	0	10	20	30	40
0	8.102E-04	1.163E-03	2.135E-03	4.940E-03	2.022E-02
10	7.830E-04	1.122E-03	2.063E-03	4.777E-03	1.957E-02
20	7.046E-04	1.006E-03	1.855E-03	4.309E-03	1.770E-02
30	5.843E-04	8.281E-04	1.538E-03	3.593E-03	1.483E-02
40	4.369E-04	6.119E-04	1.150E-03	2.717E-03	1.132E-02

θ, град	Мощность дозы в помещении (мЗв/час) для различных высот источника h, м				
	0	10	20	30	40
50	2.812E-04	3.869E-04	7.424E-04	1.790E-03	7.599E-03
60	1.402E-04	1.880E-04	3.746E-04	9.379E-04	4.133E-03
70	3.923E-05	5.168E-05	1.121E-04	3.043E-04	1.452E-03
80	1.244E-06	1.846E-06	5.290E-06	1.895E-05	1.189E-04

Коэффициенты ослабления для участка загрязненной поверхности S размером 1 м×1 м на высоте h=1 м для различных углов θ в диапазоне от 0° до 89° между нормалью n к данному участку и отрезком, соединяющим источник и детектор (рис. 3 настоящего приложения), представлены в таблице 12 настоящего приложения.

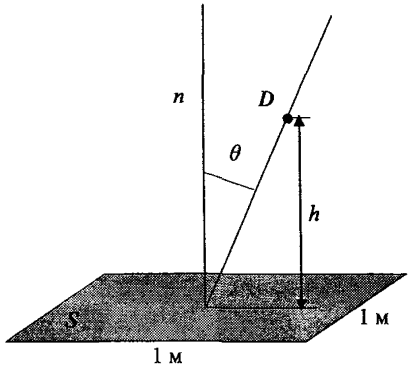


Рис. 3. Геометрия, для которой приведены коэффициенты ослабления от участка загрязненной поверхности

Таблица № 12

Коэффициенты ослабления мощности дозы, создаваемой участком загрязненной поверхности

θ, град	Мощность дозы (мЗв/час) для различных плоских источников		
	^{137}Cs	^{134}Cs	^{131}I
0	2.884E+00	7.592E+00	1.939E+00
10	2.825E+00	7.439E+00	1.900E+00
20	2.647E+00	6.970E+00	1.780E+00
30	2.342E+00	6.167E+00	1.575E+00
40	1.910E+00	5.033E+00	1.285E+00
50	1.386E+00	3.654E+00	9.329E-01
60	8.473E-01	2.236E+00	5.708E-01
70	3.933E-01	1.040E+00	2.654E-01
80	9.938E-02	2.644E-01	6.747E-02
85	2.462E-02	6.585E-02	1.689E-02
89	9.147E-04	2.471E-03	6.650E-04

3. Рекомендуемые коэффициенты альбедо гамма-излучения

Коэффициенты дозового альбедо гамма-излучения представлены в таблицах № 13–18 настоящего приложения для следующих ситуаций:

для источника, расположенного на полу помещения (на расстоянии h=50 м до потолка), приведена мощность дозы, обусловленная излучением, рассеянным от потолка на углы от 10° до 80° излучения в точках, расположенных на расстоянии до потолка 10, 20, 30, 40 и 50 м (рис. 4 настоящего приложения);

для источника, расположенного на полу помещения на расстоянии 10, 20, 30, 40 и 50 м от стены, приведена мощность дозы обусловленная излучением, рассеянным от стены на углы от 10° до 80° в точках, расположенных на расстоянии до стены 10, 20, 30, 40 и 50 м (рис. 5 настоящего приложения).

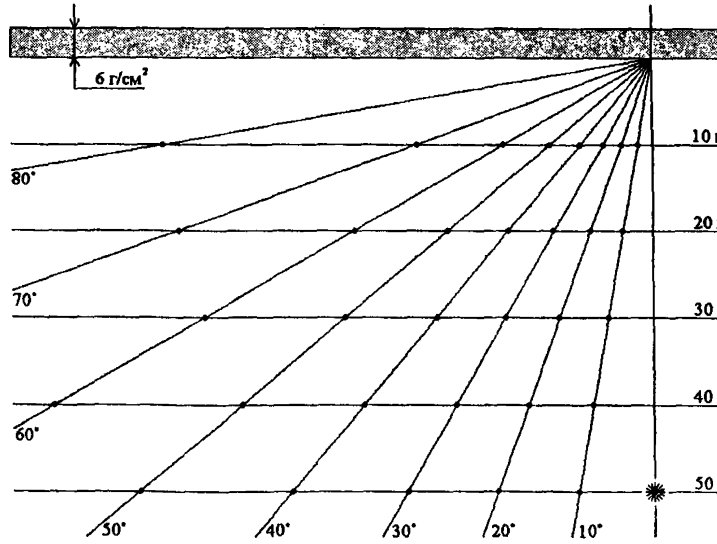


Рис. 4. Геометрия, для которой приведены коэффициенты альбедо гамма-излучения от потолка (μ=6 г/см^2)

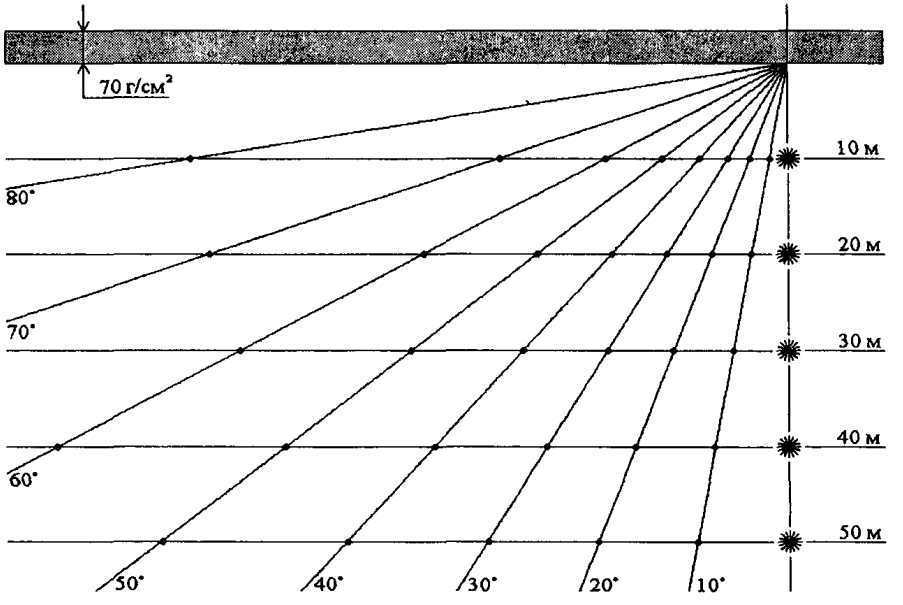


Рис. 5. Геометрия, для которой приведены коэффициенты альбедо гамма-излучения от стены (μ=70 г/см2)

Таблица № 13

Коэффициенты дозового альбедо гамма-излучения от потолка

Расстояние от потолка	Угол рассеяния	Мощность дозы рассеянного гамма-излучения, Зв·10^{-12}/фотон		
		^{134}Cs	^{137}Cs	^{131}I
10	10	5.16E-10	5.22E-10	5.71E-10
	20	5.15E-10	5.21E-10	5.72E-10
	30	5.13E-10	5.19E-10	5.69E-10
	40	5.12E-10	5.15E-10	5.63E-10
	50	5.05E-10	5.08E-10	5.51E-10
	60	4.92E-10	4.96E-10	5.32E-10
	70	4.56E-10	4.61E-10	4.84E-10
	80	3.42E-10	3.44E-10	3.35E-10
20	10	3.68E-10	3.73E-10	4.16E-10
	20	3.67E-10	3.70E-10	4.12E-10
	30	3.61E-10	3.66E-10	4.06E-10
	40	3.55E-10	3.58E-10	3.95E-10
	50	3.43E-10	3.48E-10	3.77E-10
	60	3.20E-10	3.24E-10	3.43E-10
	70	2.70E-10	2.73E-10	2.75E-10
	80	1.60E-10	1.61E-10	1.42E-10
30	10	2.80E-10	2.83E-10	3.17E-10
	20	2.77E-10	2.81E-10	3.13E-10
	30	2.72E-10	2.75E-10	3.06E-10

	40	2.65E-10	2.67E-10	2.93E-10
	50	2.50E-10	2.53E-10	2.72E-10
	60	2.23E-10	2.26E-10	2.34E-10
	70	1.76E-10	1.77E-10	1.72E-10
	80	9.01E-11	9.05E-11	7.52E-11
40	10	2.21E-10	2.24E-10	2.51E-10
	20	2.19E-10	2.21E-10	2.47E-10
	30	2.14E-10	2.16E-10	2.39E-10
	40	2.05E-10	2.07E-10	2.25E-10
	50	1.90E-10	1.92E-10	2.04E-10
	60	1.64E-10	1.66E-10	1.69E-10
	70	1.23E-10	1.23E-10	1.16E-10
	80	5.62E-11	5.63E-11	4.47E-11
50	10	1.81E-10	1.83E-10	2.04E-10
	20	1.78E-10	1.80E-10	2.00E-10
	30	1.72E-10	1.75E-10	1.92E-10
	40	1.63E-10	1.65E-10	1.79E-10
	50	1.49E-10	1.51E-10	1.58E-10
	60	1.26E-10	1.27E-10	1.27E-10
	70	9.03E-11	9.12E-11	8.34E-11
	80	3.66E-11	3.65E-11	2.78E-11

Таблица № 14

Коэффициенты дозового альбедо гамма-излучения от стены для источника на расстоянии 10 м

Расстояние от стены	Угол рассеяния	Мощность дозы рассеянного гамма-излучения, Зв·10^{-12}/фотон		
		^{134}Cs	^{137}Cs	^{131}I
10	10	8.94E-09	9.04E-09	8.67E-09
	20	8.66E-09	8.76E-09	8.48E-09
	30	8.25E-09	8.37E-09	7.94E-09
	40	7.69E-09	7.76E-09	7.19E-09
	50	6.79E-09	6.73E-09	6.17E-09
	60	5.39E-09	5.24E-09	4.66E-09
	70	3.39E-09	3.29E-09	2.75E-09
	80	1.13E-09	1.13E-09	8.40E-10
20	10	4.20E-09	4.26E-09	3.92E-09
	20	4.02E-09	4.06E-09	3.73E-09
	30	3.68E-09	3.72E-09	3.39E-09
	40	3.23E-09	3.23E-09	2.91E-09
	50	2.62E-09	2.62E-09	2.30E-09
	60	1.88E-09	1.83E-09	1.57E-09
	70	1.01E-09	1.02E-09	8.12E-10
	80	2.91E-10	3.01E-10	2.09E-10
30	10	2.45E-09	2.43E-09	2.26E-09
	20	2.30E-09	2.30E-09	2.09E-09
	30	2.07E-09	2.09E-09	1.88E-09
	40	1.76E-09	1.75E-09	1.55E-09
	50	1.38E-09	1.37E-09	1.16E-09

	60	9.24E-10	9.21E-10	7.62E-10
	70	4.85E-10	4.95E-10	3.78E-10
	80	1.31E-10	1.31E-10	9.19E-11
40	10	1.60E-09	1.59E-09	1.44E-09
	20	1 49E-09	1.49E-09	1.34E-09
	30	1.32E-09	1.33E-09	1.18E-09
	40	1.10E-09	1.11E-09	9.59E-10
	50	8.48E-10	8.40E-10	7.08E-10
	60	5.56E-10	5.55E-10	4.54E-10
	70	2.84E-10	2.90E-10	2.19E-10
	80	7.17E-11	7.27E-11	4.92E-11
50	10	1 12E-09	1.11E-09	1.00E-09
	20	1.04E-09	1.04E-09	9.30E-10
	30	9 17E-10	9.21E-10	8.13E-10
	40	7.60E-10	7.58E-10	6.52E-10
	50	5.71E-10	5.68E-10	4.77E-10
	60	3.70E-10	3.74E-10	3.01E-10
	70	1.86E-10	1.90E-10	1.45E-10
	80	4.49E-11	4.52E-11	3.06E-11

Таблица № 15

Коэффициенты дозового альбедо гамма-излучения от стены для источника на расстоянии 20 м

Расстояние от стены	Угол рассеяния	Мощность дозы рассеянного гамма-излучения, Зв·10^{-12}/фотон		
		^{134}Cs	^{137}Cs	^{131}I
10	10	3.75E-09	3.84E-09	3.69E-09
	20	3.72E-09	3.80E-09	3.66E-09
	30	3.67E-09	3.76E-09	3.59E-09
	40	3.53E-09	3.70E-09	3.42E-09
	50	3.34E-09	3.47E-09	3.14E-09
	60	2.94E-09	3.03E-09	2.85E-09
	70	2.25E-09	2.38E-09	1.95E-09
	80	9 71E-10	9.65E-10	7.81E-10
20	10	2.24E-09	2.27E-09	2.15E-09
	20	2.20E-09	2.22E-09	2.08E-09
	30	2.08E-09	2.12E-09	1.98E-09
	40	1.93E-09	1.98E-09	1.82E-09
	50	1.72E-09	1.73E-09	1.55E-09
	60	1.33E-09	1,33E-09	1.18E-09
	70	8.32E-10	8.25E-10	7.11E-10
	80	2.83E-10	2.85E-10	2.13E-10
30	10	1.46E-09	1.50E-09	1.40E-09
	20	1.42E-09	1.45E-09	1.37E-09
	30	1.33E-09	1.36E-09	1.25E-09
	40	1.19E-09	1.23E-09	1.10E-09
	50	9.95E-10	9.97E-10	9.05E-10
	60	7.34E-10	7.31E-10	6.39E-10
	70	4.17E-10	4.24E-10	3.46E-10

	80	1.29E-10	1.31E-10	9.49E-11
40	10	1.04E-09	1.06E-09	9.82E-10
	20	9.98E-10	1.02E-09	9.37E-10
	30	9.19E-10	9.39E-10	8.53E-10
	40	8.07E-10	8.16E-10	7.36E-10
	50	6.55E-10	6.52E-10	5.85E-10
	60	4.59E-10	4.64E-10	3.94E-10
	70	2.58E-10	2.56E-10	2.03E-10
	80	7.24E-11	7.35E-11	5.10E-11
50	10	7.80E-10	7.92E-10	7.33E-10
	20	7.42E-10	7.62E-10	6.87E-10
	30	6.74E-10	6.93E-10	6.17E-10
	40	5.79E-10	5.86E-10	5.32E-10
	50	4.62E-10	4.60E-10	4.00E-10
	60	3.16E-10	3.21E-10	2.65E-10
	70	1.70E-10	1.73E-10	1.35E-10
	80	4.50E-11	4.57E-11	3.10E-11

Таблица № 16

Коэффициенты дозового альбедо гамма-излучения от стены для источника на расстоянии 30 м

Расстояние от стены	Угол рассеяния	Мощность дозы рассеянного гамма-излучения, Зв·10^{-12}/фотон		
		^{134}Cs	^{137}Cs	^{131}I
10	10	2.08E-09	2.08E-09	2.05E-09
	20	2.06E-09	2.22E-09	2.04E-09
	30	2.09E-09	2.05E-09	2.05E-09
	40	2.03E-09	2.00E-09	2.02E-09
	50	1.99E-09	1.96E-09	1.89E-09
	60	1.80E-09	1.83E-09	1.70E-09
	70	1.53E-09	1.54E-09	1.38E-09
	80	8.17E-10	8.10E-10	6.54E-10
20	10	1.38E-09	1.39E-09	1.36E-09
	20	1.36E-09	1.38E-09	1.33E-09
	30	1.34E-09	1.35E-09	1.29E-09
	40	1.28E-09	1.28E-09	1.21E-09
	50	1.17E-09	1.18E-09	1.09E-09
	60	9.89E-10	9.90E-10	8.99E-10
	70	6.80E-10	6.75E-10	5.78E-10
	80	2.53E-10	2.58E-10	2.01E-10
30	10	9.98E-10	9.99E-10	9.61E-10
	20	9.72E-10	9.74E-10	9.34E-10
	30	9.59E-10	9.46E-10	8.83E-10
	40	8.62E-10	8.72E-10	8.23E-10
	50	7.58E-10	7.65E-10	6.94E-10
	60	5.93E-10	5.87E-10	5.22E-10
	70	3.67E-10	3.61E-10	3.07E-10
	80	1.26E-10	1.24E-10	9.49E-11
40	10	7.43E-10	7.50E-10	7.25E-10

	20	7.20E-10	7.27E-10	6.92E-10
	30	6.80E-10	6.91E-10	6.58E-10
	40	6.16E-10	6.28E-10	5.73E-10
	50	5.21E-10	5.21E-10	4.70E-10
	60	3.91E-10	3.84E-10	3.46E-10
	70	2.29E-10	2.26E-10	1.87E-10
	80	7.17E-11	7.21E-11	5.34E-11
50	10	5.80E-10	5.90E-10	5.58E-10
	20	5.57E-10	5.65E-10	5.60E-10
	30	5.23E-10	5.31E-10	4.88E-10
	40	4.71E-10	4.71E-10	4.26E-10
	50	3.81E-10	3.79E-10	3.43E-10
	60	2.76E-10	2.71E-10	2.42E-10
	70	1.56E-10	1.54E-10	1.25E-10
	80	4.49E-11	4.54E-11	3.24E-11

Таблица № 17

Коэффициенты дозового альбедо гамма-излучения от стены для источника на расстоянии 40 м

Расстояние от стены	Угол рассеяния	Мощность дозы рассеянного гамма-излучения, Зв·10^{-12}/фотон		
		^{134}Cs	^{137}Cs	^{131}I
10	10	1.32E-09	1.32E-09	1.28E-09
	20	1.31E-09	1.32E-09	1.28E-09
	30	1.33E-09	1.31E-09	1.29E-09
	40	1.28E-09	1.29E-09	1.30E-09
	50	1.27E-09	1.26E-09	1.25E-09
	60	1.20E-09	1.25E-09	1.13E-09
	70	1.06E-09	1.06E-09	9.53E-10
	80	6.81E-10	6.79E-10	5.94E-10
20	10	9.41E-10	9.59E-10	9.24E-10
	20	9.27E-10	9.48E-10	9.19E-10
	30	9.17E-10	9.32E-10	9.01E-10
	40	8.83E-10	9.12E-10	8.88E-10
	50	8.33E-10	8.42E-10	7.93E-10
	60	7.34E-10	7.38E-10	7.19E-10
	70	5.58E-10	5.56E-10	4.86E-10
	80	2.38E-10	2.36E-10	1.93E-10
30	10	7.13E-10	7.19E-10	6.97E-10
	20	7.26E-10	7.07E-10	6.98E-10
	30	6.86E-10	6.89E-10	7.41E-10
	40	6.39E-10	6.46E-10	6.11E-10
	50	5.81E-10	5.77E-10	5.56E-10
	60	4.87E-10	4.76E-10	4.28E-10
	70	3.20E-10	3.18E-10	2.70E-10
	80	1.14E-10	1.16E-10	8.83E-11
40	10	5.62E-10	5.63E-10	5.36E-10
	20	5.49E-10	5.50E-10	5.64E-10
	30	5.26E-10	5.21E-10	5.11E-10

	40	4.81E-10	4.80E-10	4.53E-10
	50	4.24E-10	4.18E-10	3.85E-10
	60	3.37E-10	3.27E-10	2.89E-10
	70	2.04E-10	2.04E-10	1.71E-10
	80	6.74E-11	6.90E-11	5.16E-11
50	10	4.47E-10	4.65E-10	4.39E-10
	20	4.35E-10	4.40E-10	4.13E-10
	30	4.09E-10	4.11E-10	3.93E-10
	40	3.72E-10	3.72E-10	3.47E-10
	50	3.20E-10	3.17E-10	2.86E-10
	60	2.42E-10	2.37E-10	2.08E-10
	70	1.40E-10	1.42E-10	1.16E-10
	80	4.25E-11	4.32E-11	3.19E-11

Таблица № 18

Коэффициенты дозового альбедо гамма-излучения от стены для источника на расстоянии 50 м

Расстояние от стены	Угол рассеяния	Мощность дозы рассеянного гамма-излучения, Зв·10^{-12}/фотон		
		^{134}Cs	^{137}Cs	^{131}I
10	10	9.22E-10	9.08E-10	8.82E-10
	20	9.20E-10	9.39E-10	9.38E-10
	30	9.09E-10	9.14E-10	8.97E-10
	40	8.92E-10	9.11E-10	9.14E-10
	50	8.72E-10	8.89E-10	8.35E-10
	60	8.56E-10	8.61E-10	8.04E-10
	70	7.95E-10	7.77E-10	7.45E-10
	80	5.45E-10	5.35E-10	4.69E-10
20	10	6.91E-10	6.90E-10	6.66E-10
	20	6.84E-10	6.82E-10	6.59E-10
	30	6.76E-10	6.79E-10	6.81E-10
	40	6.48E-10	6.78E-10	6.33E-10
	50	6.16E-10	6.61E-10	6.14E-10
	60	5.69E-10	5.73E-10	5.31E-10
	70	4.57E-10	4.52E-10	4.11E-10
	80	2.26E-10	2.21E-10	1.77E-10
30	10	5.36E-10	5.43E-10	5.22E-10
	20	5.65E-10	5.34E-10	5.13E-10
	30	5.15E-10	5.37E-10	5.06E-10
	40	4.93E-10	5.01E-10	4.84E-10
	50	4.61E-10	4.61E-10	4.31E-10
	60	3.98E-10	4.02E-10	3.64E-10
	70	2.84E-10	2.79E-10	2.44E-10
	80	1.11E-10	1.14E-10	8.53E-11
40	10	4.36E-10	4.38E-10	4.26E-10
	20	4.30E-10	4.28E-10	4.16E-10
	30	4.12E-10	4.23E-10	4.04E-10
	40	3.87E-10	3.89E-10	3.68E-10
	50	3.47E-10	3.58E-10	3.27E-10

	60	2.85E-10	2.81E-10	2.57E-10
	70	1.88E-10	1.85E-10	1.57E-10
	80	6.52E-11	6.72E-11	4.88E-11
50	10	3.68E-10	3.59E-10	3.45E-10
	20	3.51E-10	3.51E-10	3.60E-10
	30	3.33E-10	3.33E-10	3.18E-10
	40	3.08E-10	3.12E-10	2.93E-10
	50	2.70E-10	2.69E-10	2.49E-10
	60	2.13E-10	2.09E-10	1.88E-10
	70	1.32E-10	1.32E-10	1.18E-10
	80	4.14E-11	4.20E-11	3.06E-11

ПРИЛОЖЕНИЕ № 5
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Минимизация радиационных
последствий для населения и персонала
при ликвидации последствий аварий на
энергоблоках атомных электростанций
разных типов. Методика оптимизации мер
по защите населения и территорий»,
утвержденному приказом Федеральной
службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от 19 марта 2014 г. № 107

Рекомендации по оценке корректности определения зоны, в которой необходимо принятие неотложных решений по эвакуации в начальном периоде радиационной аварии

В целях оперативной оценки корректности определяемых центрами технической поддержки размеров аварийных зон, в которых необходимо принятие неотложных решений по эвакуации населения и персонала в начальном периоде радиационной аварии, рекомендуется использовать графики, представленные на рис. 1–12. На этих графиках по оси абсцисс отложены значения параметров X_1 или X_2, которые рекомендуется определять по формулам (1) и (2):

$$X_1^m = \sum_r Q_r \times A_1^{r,m}, \quad (1)$$

$$X_2^m = \sum_r Q_r \times A_2^{r,m}, \quad (2)$$

где m – тип укрытия;

Q_r – выброс r-го радионуклида, прогнозируемый или произошедший в ходе аварии или противоаварийных учений и тренировок (Бк);

$A_1^{r,m}$ и $A_2^{r,m}$ – коэффициенты для r-го радионуклида и m-го типа укрытия, значения которых приведены в таблице.

Под укрытием типа 1 понимается укрытие в домах и прочих не оборудованных для целей радиационной защиты зданиях. Под укрытием типа 2 понимается укрытие в противорадиационных укрытиях и убежищах.

Таблица

Значения коэффициентов $A_1^{r,m}$ и $A_2^{r,m}$ для различных типов укрытий

Радионуклид	m=1		m=2	
	A_1, (Зв·м^3)/(Бк·с)	A_2, (Зв·м^2)/(Бк·с)	A_1, (Зв·м^3)/(Бк·с)	A_2, (Зв·м^2)/(Бк·с)
Cs-134	$2{,}625\cdot10^{-13}$	$3{,}124\cdot10^{-14}$	$1{,}092\cdot10^{-13}$	$1{,}562\cdot10^{-15}$
Cs-137	$1{,}629\cdot10^{-13}$	$6{,}315\cdot10^{-17}$	$6{,}517\cdot10^{-14}$	$3{,}157\cdot10^{-18}$
I-131	$1{,}518\cdot10^{-12}$	$7{,}366\cdot10^{-15}$	$9{,}702\cdot10^{-13}$	$3{,}683\cdot10^{-16}$
I-132	$8{,}544\cdot10^{-14}$	$6{,}406\cdot10^{-15}$	$4{,}525\cdot10^{-14}$	$3{,}203\cdot10^{-16}$
I-133	$3{,}737\cdot10^{-13}$	$8{,}971\cdot10^{-15}$	$2{,}423\cdot10^{-13}$	$4{,}485\cdot10^{-16}$
I-134	$7{,}441\cdot10^{-15}$	$1{,}355\cdot10^{-13}$	$4{,}185\cdot10^{-15}$	$1{,}355\cdot10^{-13}$
I-135	$7{,}749\cdot10^{-14}$	$5{,}789\cdot10^{-13}$	$4{,}990\cdot10^{-14}$	$5{,}789\cdot10^{-13}$
Kr-85	$1{,}440\cdot10^{-16}$	0	$7{,}200\cdot10^{-17}$	0
Kr-85m	$4{,}122\cdot10^{-15}$	0	$2{,}061\cdot10^{-15}$	0
Kr-87	$2{,}382\cdot10^{-14}$	0	$1{,}191\cdot10^{-14}$	0
Xe-133	$7{,}980\cdot10^{-16}$	0	$3{,}990\cdot10^{-16}$	0
Xe-135	$6{,}600\cdot10^{-15}$	0	$3{,}300\cdot10^{-15}$	0
Xe-138	$3{,}288\cdot10^{-14}$	0	$1{,}644\cdot10^{-14}$	0

В случае если во время аварии или противоаварийных учений и тренировок происходит выпадение осадков, рекомендуется пользоваться зависимостями, приведенными на рис. 1–10 настоящего приложения.

На рис. 1–5 приведены рекомендуемые зависимости радиусов зоны 2 от X_2 для различных уровней принятия неотложных решений по эвакуации населения в начальном периоде радиационной аварии, установленных требованиями НРБ-99/2009, при фиксированных значениях X_1, равных $2\cdot10^5$, $3\cdot10^5$, $4\cdot10^5$, $5\cdot10^5$, $6\cdot10^5$, $7\cdot10^5$, $8\cdot10^5$ (обозначены номерами от 1 до 7, соответственно), для укрытия типа 1.

На рис. 6–10 приведены рекомендуемые зависимости радиусов зоны 2 от X_2 для различных уровней принятия неотложных решений по эвакуации населения в начальном периоде радиационной аварии, установленных требованиями НРБ-99/2009, при фиксированных значениях X_1, равных $1\cdot10^5$, $2\cdot10^5$, $3\cdot10^5$, $4\cdot10^5$, $5\cdot10^5$, $6\cdot10^5$, $7\cdot10^5$ (обозначены номерами от 1 до 7, соответственно), для укрытия типа 2.

В случае если во время аварии или противоаварийных учений и тренировок осадки отсутствуют, рекомендуется пользоваться зависимостями, приведенными на рис. 11 и 12 настоящего приложения, при этом значение X_2 не рассчитывается и не используется для оценки радиусов зоны 2.

На рис. 11 представлены зависимости радиуса зоны 2 от X_1 для укрытия типа 1 и уровней принятия неотложных решений по эвакуации населения в начальном периоде радиационной аварии, равных 100, 200, 300, 400 и 500 мЗв (обозначены номерами от 1 до 5, соответственно), установленных требованиями НРБ-99/2009.

На рис. 12 представлены зависимости радиуса зоны 2 от X_1 для укрытия типа 2 и уровней принятия неотложных решений по эвакуации населения в начальном периоде радиационной аварии, равных 100, 200, 300, 400 и 500 мЗв (обозначены номерами от 1 до 5, соответственно), установленных требованиями НРБ-99/2009.

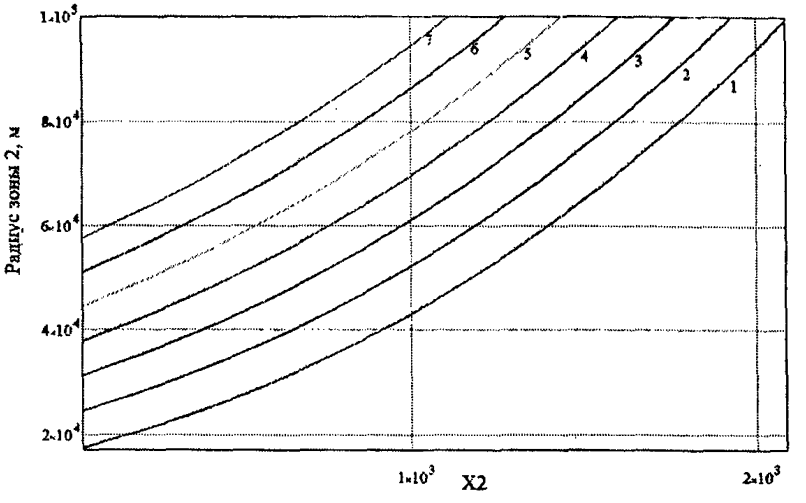


Рис. 1. Зависимость радиусов зоны 2 от X_2 для уровня принятия неотложных решений по эвакуации населения в начальном периоде радиационной аварии, равного 100 мЗв

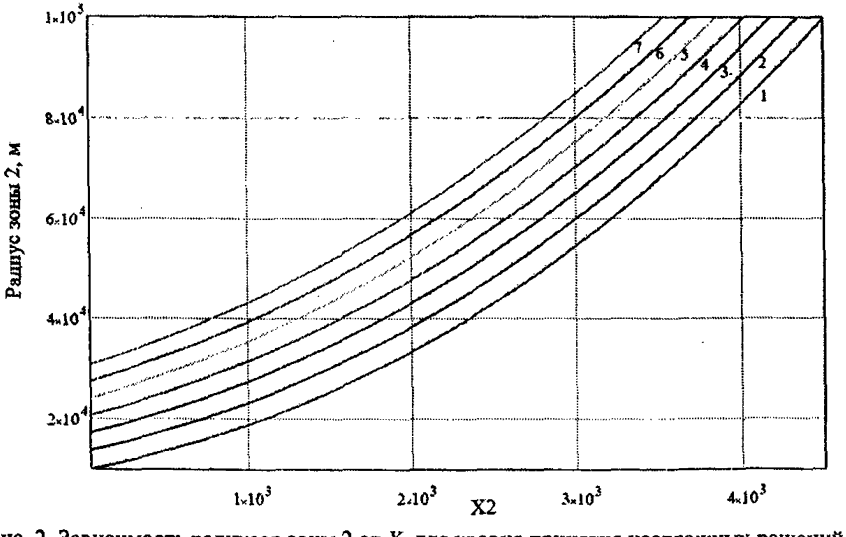


Рис. 2. Зависимость радиусов зоны 2 от X_2 для уровня принятия неотложных решений по эвакуации населения в начальном периоде радиационной аварии, равного 200 мЗв

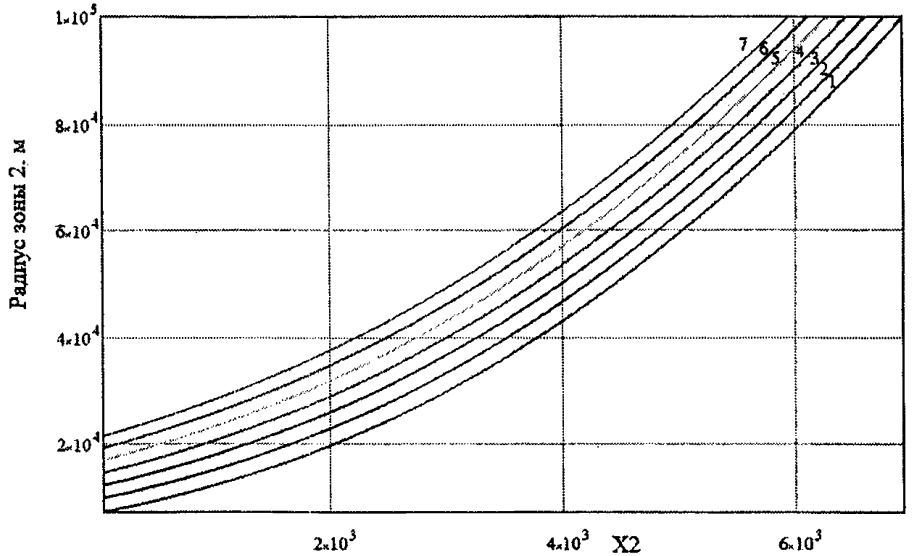


Рис. 3. Зависимость радиусов зоны 2 от X_2 для уровня принятия неотложных решений по эвакуации населения в начальном периоде радиационной аварии, равного 300 мЗв

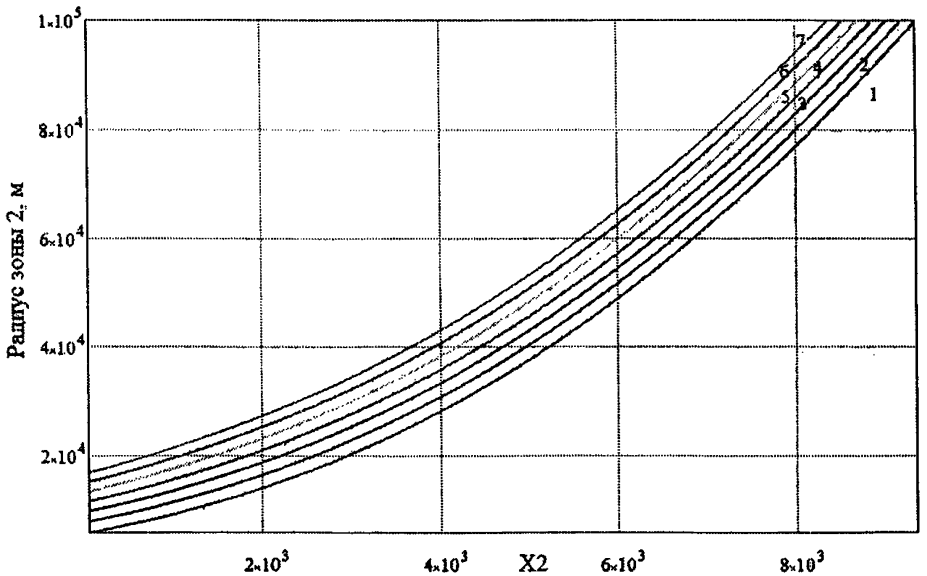


Рис. 4. Зависимость радиусов зоны 2 от X_2 для уровня принятия неотложных решений по эвакуации населения в начальном периоде радиационной аварии, равного 400 мЗв

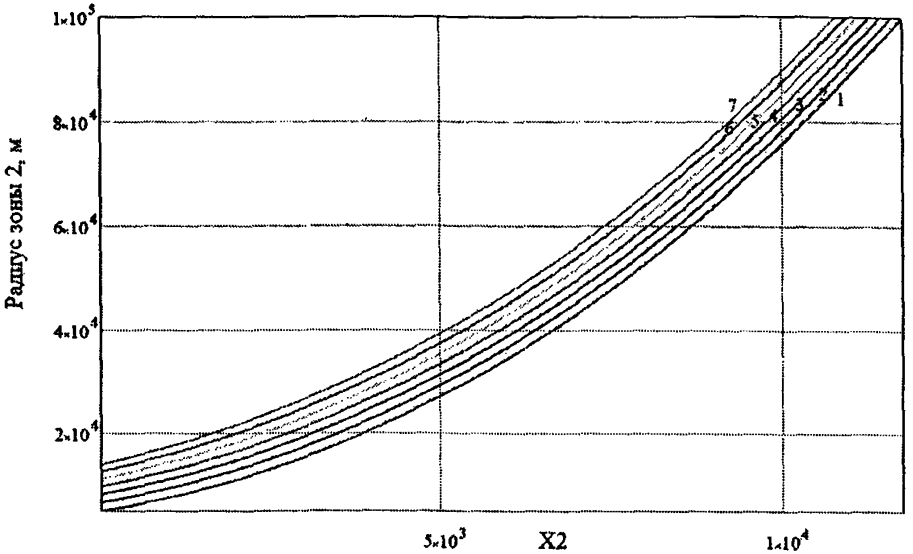


Рис. 5. Зависимость радиусов зоны 2 от X_2 для уровня принятия неотложных решений по эвакуации населения в начальном периоде радиационной аварии, равного 500 мЗв

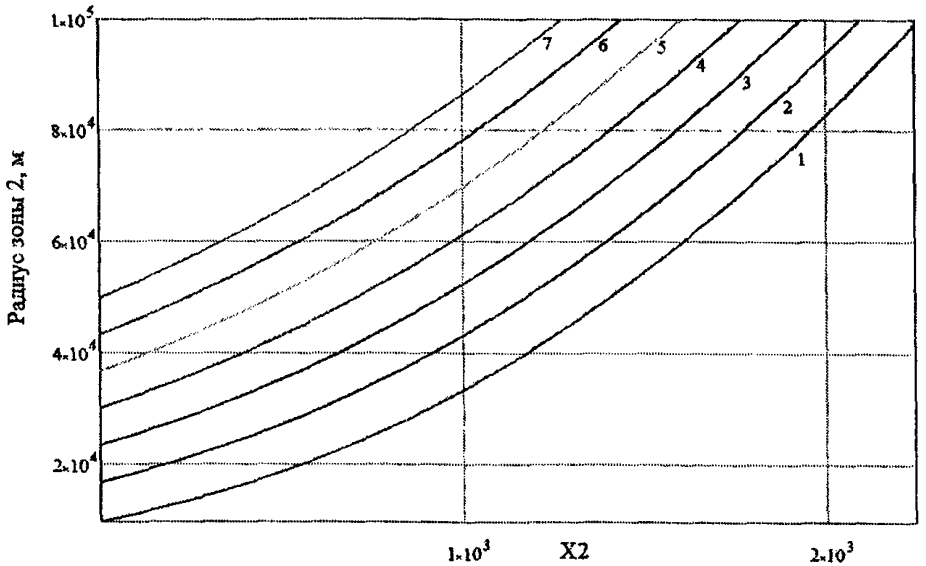


Рис. 6. Зависимость радиусов зоны 2 от X_2 для уровня принятия неотложных решений по эвакуации населения в начальном периоде радиационной аварии, равного 100 мЗв

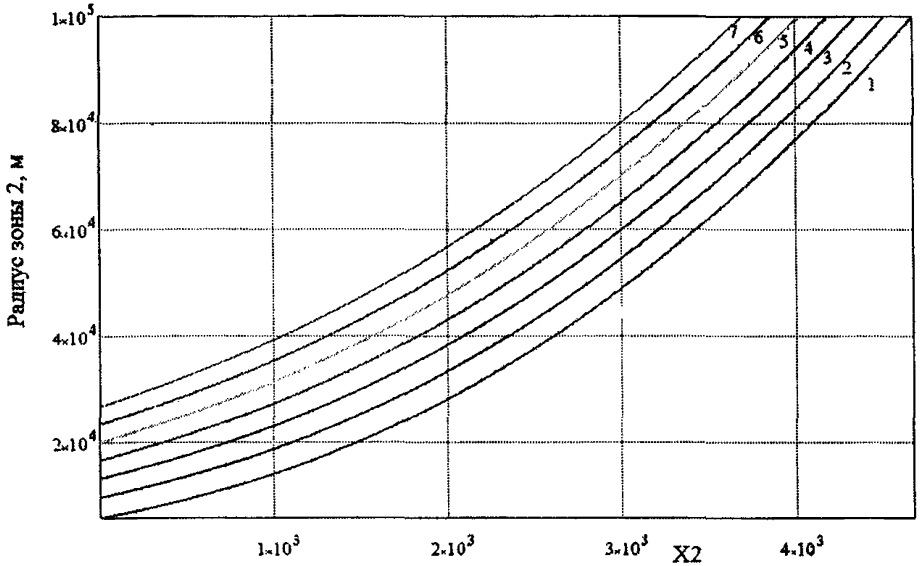


Рис. 7. Зависимость радиусов зоны 2 от X_2 для уровня принятия неотложных решений по эвакуации населения в начальном периоде радиационной аварии, равного 200 мЗв

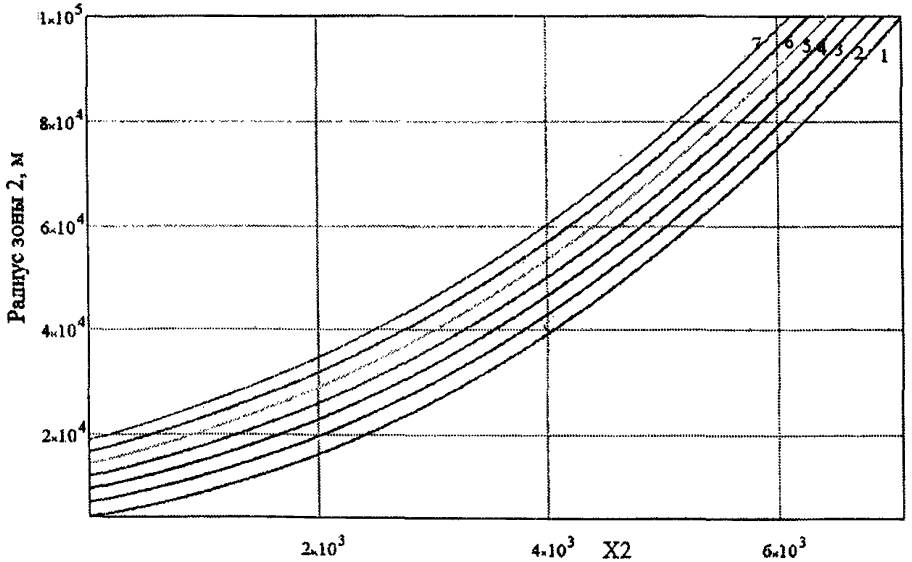


Рис. 8. Зависимость радиусов зоны 2 от X_2 для уровня принятия неотложных решений по эвакуации населения в начальном периоде радиационной аварии, равного 300 мЗв

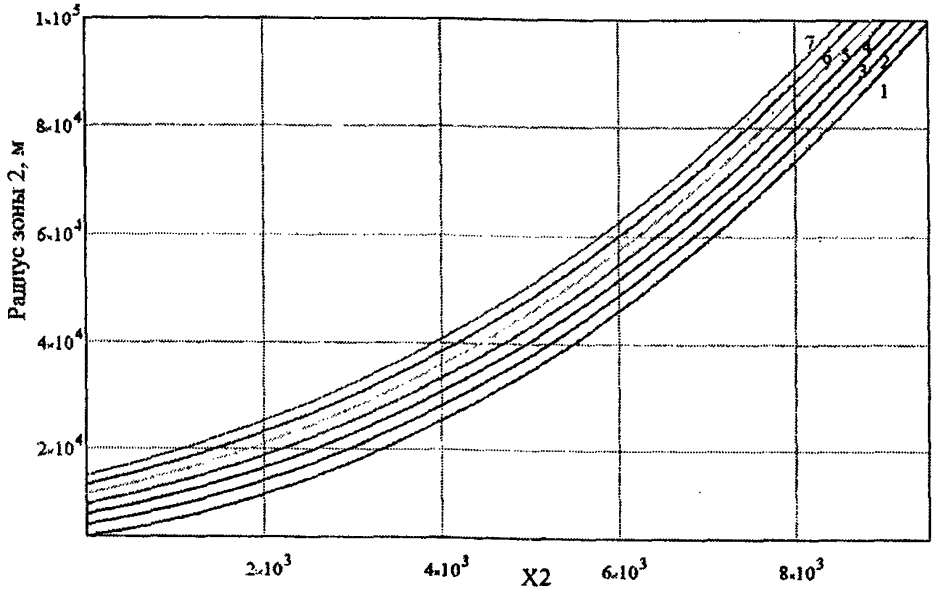


Рис. 9. Зависимость радиусов зоны 2 от X_2 для уровня принятия неотложных решений по эвакуации населения в начальном периоде радиационной аварии, равного 400 мЗв

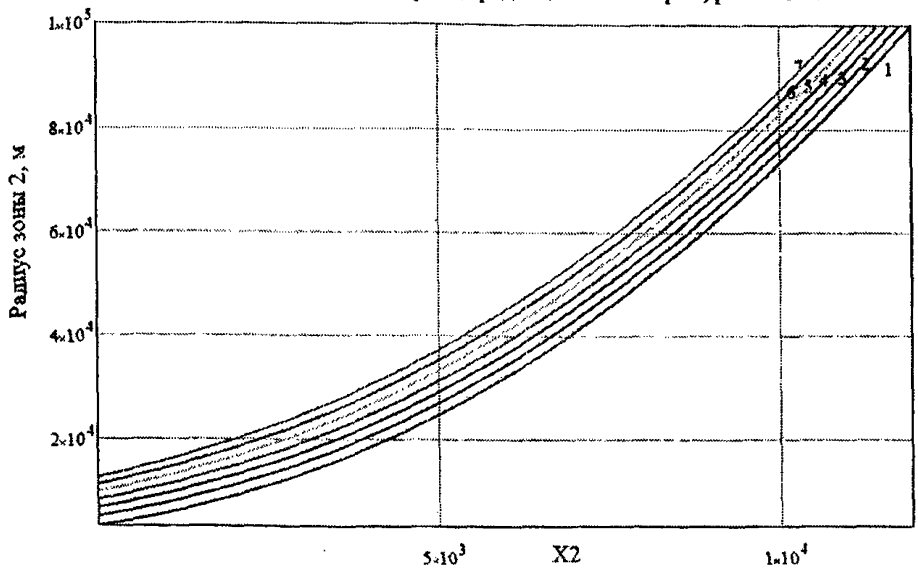


Рис. 10. Зависимость радиусов зоны 2 от X_2 для уровня принятия неотложных решений по эвакуации населения в начальном периоде радиационной аварии, равного 500 мЗв

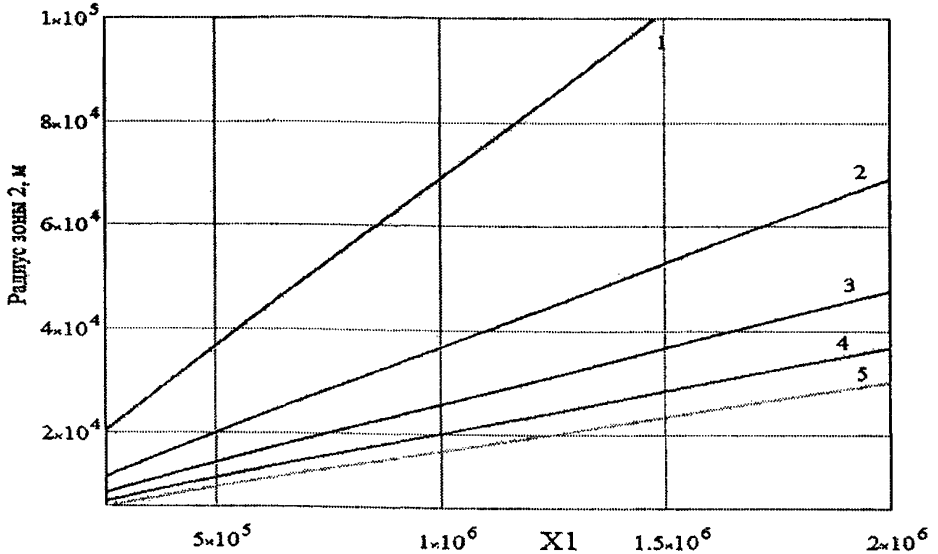


Рис. 11. Зависимость радиусов зоны 2 от X_1 для различных уровней принятия неотложных решений по эвакуации населения в начальном периоде радиационной аварии

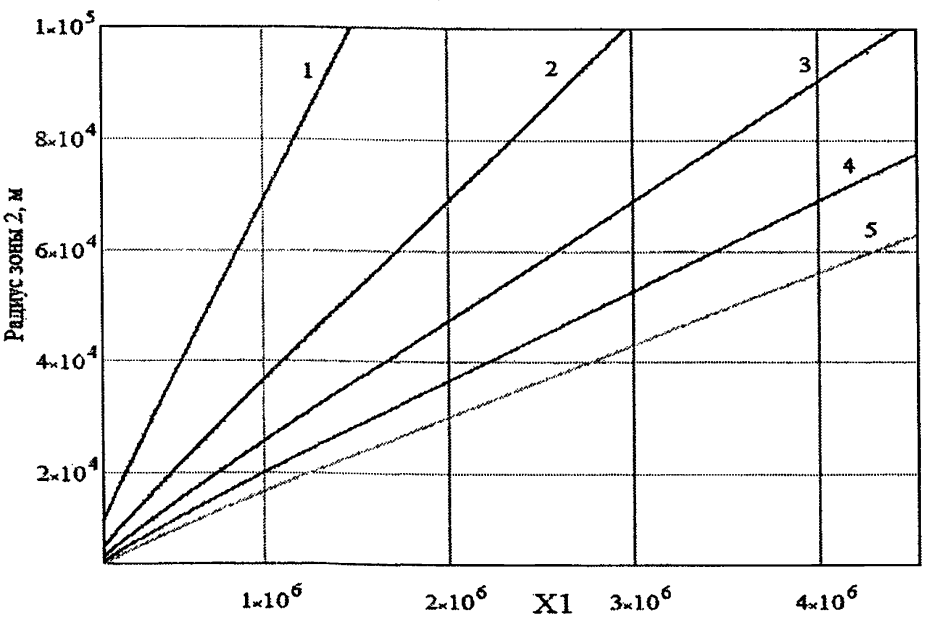


Рис. 12. Зависимость радиусов зоны 2 от X_1 для различных уровней принятия неотложных решений по эвакуации населения в начальном периоде радиационной аварии

Нормативный документ

Руководство по безопасности
при использовании атомной энергии

«Минимизация радиационных последствий для населения и персонала при ликвидации последствий аварий на энергоблоках атомных электростанций разных типов. методика оптимизации мер по защите населения и территорий»

РБ-094-14

Официальное издание
Ответственный за выпуск Синицына Т.В.
Верстка выполнена в ФБУ «НТЦ ЯРБ» в полном соответствии с приложением к приказу Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 19 марта 2014 г. № 107

Подписано в печать 30.03.2014.

ФБУ «Научно-технический центр
по ядерной и радиационной безопасности» (ФБУ «НТЦ ЯРБ»)
является официальным издателем и распространителем нормативных актов
Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору
(Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 20.04.06 № 384)

Тираж 100 экз.
Отпечатано в ФБУ «НТЦ ЯРБ».
Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5
Телефон редакции: 8-499-264-28-53

gost.e-ecolog.ru