МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ
И ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Том 5

Москва
2005

gost.e-ecolog.ru

Содержание

Дозиметрический контроль внутреннего облучения персонала предприятий ОАО «ТВЭЛ». Регламент 2 6 1 05-2003 3

Регламент дозиметрического контроля внутреннего облучения персонала Атомных Станций Общие требования
Методические указания по контролю МУК 2 6.1.09-03 41

Объемная активность радионуклидов в воздухе на рабочих местах. Требования к определению величины среднегодовой активности.
Методические указания МУ 2.6 1.44-2002 57

Определение поступления радионуклидов и индивидуальной эффективной дозы облучения по результатам измерений на СИЧ содержания радионуклидов в теле человека для персонала Атомных Станций
Методика выполнения расчетов МВР 2 6 1 50-01 . . 75

Расчет ожидаемых эффективных доз внутреннего облучения персонала по результатам измерений активности радионуклидов в биопробах с использованием компьютерной программы ММК-01
Методика выполнения расчетов МВР 2 6 1 60-2002 . . 93

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ
И ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ

2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность

ОБЪЕМНАЯ АКТИВНОСТЬ РАДИОНУКЛИДОВ В ВОЗДУХЕ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ. ТРЕБОВАНИЯ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВЕЛИЧИНЫ СРЕДНЕГОДОВОЙ АКТИВНОСТИ

Методические указания
МУ 2.6.1.44-2002

Издание официальное

Содержание

Введение 60
1. Область применения 61
2. Нормативные ссылки 62
3. Термины, определения и список принятых сокращений 63
4. Общие положения 64
5. Цели определения величины среднегодовой объемной активности радионуклидов в воздухе на рабочих местах 64
6. *Определение характеристик величины объемной активности* радионуклида в воздухе 65
7. Основные требования к организации контроля объемной активности радионуклидов в воздухе на рабочих местах 66
7.1. Порядок организации и проведения контроля 67
7.2. Контролируемые радионуклиды 67
7.3. Отбор проб воздуха рабочих зон 67
7.4. Выполнение измерений 68
7.4.1. Методики выполнения измерений 68
7.4.2. Средства измерений 68
7.5. Методики расчета 68
7.6. Вид контроля и контрольные уровни 69
7.7. Периодичность контроля 69
7.8. Запись и хранение результатов 69
8. Библиография 70
Приложение 1 (справочное). Среднегодовая объемная активность 70
Приложение 2 (обязательное) Список исполнителей. 74

Предисловие

1 Методические указания МУ 2.6.1-44-2002 «Объемная активность радионуклидов в воздухе на рабочих местах. Требования к определению величины среднегодовой активности» разработаны творческим коллективом специалистов

Руководитель творческого коллектива - В.Ю.Усольцев - начальник Отдела радиационной безопасности, Главный специалист по радиационной безопасности ГНЦ НИИАР.

Исполнители: В.Ю.Усольцев (ГНЦ НИИАР),
к.ф-м.н., с.н.с. В.А.Кутьков (РНЦ «Курчатовский институт»),
В.Ф.Ельцин (ГНЦ НИИАР), Е.В Крайнов (ГНЦ НИИАР)

Соисполнители: д.ф-м н А К.Будыка (ГНЦ РФ «НИФХИ им Л Я Карпова»),
д.х н , в н с. Н Б Борисов (ГНЦ РФ «НИФХИ им.Л Я Карпова»)

2. Утверждены и введены в действие ДБЧС Минатома России и Федеральным управлением медико-биологических и экстремальных проблем при Минздраве России 18 июня 2002 г

3 В настоящих методических указаниях реализованы требования законов Российской Федерации.
«О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» ФЗ-52 от 30.03 1999г ,
«О радиационной безопасности населения» ФЗ-3 от 09.01 1996г. ,
«Об использовании атомной энергии» ФЗ-170 от 21.11.1995г ,
«Об обеспечении единства измерений» 487-1 от 27 04.1993г. ;
«Об информации, информатизации и защите информации» ФЗ-24 от 20.02 1995г
«Об обеспечении единства измерений» N 4871-1 от 27.04 1993г.
«О стандартизации» N 5154-1 от 10 06 1993г.

6. Введены впервые.

Введение

Среднегодовая объемная активность радионуклида, как характеристика радиационной обстановки на рабочем месте, определяется на основании данных систематического контроля объемной активности конкретного радионуклида в пробах воздуха при выполнении работником его производственных обязанностей.

Оценку объемной активности вдыхаемого воздуха оценивают по специальным методикам на основании регулярных измерений объемной активности радионуклидов, находящихся в аэрозольный форме в воздухе рабочей зоны, а именно в точках пробоотбора. Для этого используют средства и методики выполнения измерений активности, допущенные к применению в установленном порядке. Результаты этих измерений позволяют определить персонал, являющийся объектом индивидуального контроля внутреннего облучения и вычислить среднегодовую объемную активность отдельного радионуклида в воздухе рабочих зон. В стандартных условиях непревышение среднегодовой объемной активности радионуклидов в воздухе рабочего места допустимого уровня (ДОА) монофакторного воздействия гарантирует соблюдение основных пределов доз, установленных НРБ-99.

Настоящие методические указания развивают и уточняют требования, изложенные в МУ 2.6.1.16-2000 и МУ 2.6.1.26-2000, которые должны быть учтены при разработке конкретных регламентов и методик радиационного контроля на радиационно-опасных объектах отрасли. Они предназначены для служб радиационной безопасности и структурных подразделений, осуществляющих функции индивидуального дозиметрического контроля (ИДК) внутреннего облучения профессионалов при работах с источниками ионизирующего излучения (ИИИ), а также организаций, связанных с разработкой, производством и применением средств ИДК, которые руководствуются различными документами, принятыми до введения Норм радиационной безопасности (НРБ-99).

Согласованы с Директором Центра метрологии ионизирующих излучений
ГП «ВНИИФТРИ» В.П.Ярыной 17 июня 2002 г.

Утверждены Руководителем Департамента безопасности и чрезвычайных ситуаций
Минатома России А.М.Агаповым 18 июня 2002 г.;
Главным государственным санитарным врачом по объектам и территориям,
обслуживаемым Федеральным управлением «Медбиоэкстрем»,
М.Б.Муриным 02 июля 2002 г.

2.1.6. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность

ОБЪЕМНАЯ АКТИВНОСТЬ РАДИОНУКЛИДОВ В ВОЗДУХЕ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ. ТРЕБОВАНИЯ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВЕЛИЧИНЫ СРЕДНЕГОДОВОЙ АКТИВНОСТИ.

Методические указания
МУ 2.6.1.44-2002

Дата введения - с момента утверждения
Издание официальное

© **Федеральное управление медико-биологических и экстремальных проблем при Министерстве здравоохранения Российской Федерации (Федеральное Управление «Медбиоэкстрем»)**

Настоящая Методика выполнения расчетов не может быть полностью или частично воспроизведена, тиражирована и распространена без разрешения Федерального Управления медико-биологических и экстремальных проблем при Министерстве здравоохранения Российской Федерации и концерна «Росэнергоатом» Министерства Российской Федерации по атомной энергии

1. Область применения

Методические указания «Объемная активность радионуклидов в воздухе на рабочих местах. Требования к определению величины среднегодовой активности.» (далее - Методические указания, МУ) распространяются на организацию и методическое обеспечение определения среднегодовой объемной активности (ОА) радионуклидов в воздухе на рабочих местах персонала

- предприятий (радиационных объектов), находящихся в ведении Министерства Российской Федерации по атомной энергии,
- предприятий (радиационных объектов), подотчетных Министерству Российской Федерации по атомной энергии независимо от их формы собственности.

В методических указаниях в соответствии с требованиями НРБ-99 (далее - Нормы), Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-99 (далее - Правила) и Методических указаний «Дозиметрический контроль профессионального внутреннего облучения. Общие требования» (далее - МУ 2.6.1.26-2000) устанавливаются общие требования к методам определения среднегодовой объемной активности радионуклидов в воздухе на рабочих местах персонала

- для проведения дозиметрического контроля внутреннего облучения профессиональ-

ных работников, подвергающихся воздействию открытых радионуклидных источников в контролируемых условиях техногенного облучения,

• для целей ограничения уровней потенциального облучения и анализа динамики потенциального поступления радиоактивных нуклидов в организм.

Методические указания предназначены для использования при разработке методов, средств и регламентов дозиметрического контроля персонала на предприятиях Минатома России и Центров государственного санитарно-эпидемиологического надзора Федерального управления «Медбиоэкстрем» при Минздраве России, осуществляющих контроль и надзор за обеспечением радиационной безопасности персонала предприятий Минатома России.

2. Нормативные ссылки

В настоящих МУ учтены требования, указания и рекомендации, изложенные в следующих нормативных и методических документах:

• СП-2.6.1.758-99. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). Гигиенические нормативы. М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России, 1999.

• СП-2.6.1.799-2000. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99). Санитарные правила. М.: Минздрав России, 2000.

• СП АС-03. Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций.

• Классификатор санитарно-гигиенических и эпидемиологических нормативных и методических документов. Госкомсанэпиднадзор России. М., 1994.

• Р 1.1.004-94. Общие требования к построению, изложению и оформлению санитарно-гигиенических и эпидемиологических нормативных и методических документов. Госкомсанэпиднадзор России. М., 1994.

• ГОСТ Р 1.5-92 ГСС. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандартов.

• ГОСТ Р 22.1.01-95. БЧС Мониторинг и прогнозирование. Основные положения

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

• ГОСТ 17.2.4.02-81 Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ. Рекомендации по созданию унифицированной системы радиационного контроля АЭС с реакторами типа ВВЭР.

• ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

• ГОСТ 232550-78. Средства индивидуальной защиты от радиоактивных веществ. Термины и определения.

• ОСТ 95 10101-84. Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к отбору проб радиоактивных аэрозолей и паров йода из выбросов промышленных предприятий.

• ОСТ 95 10123-85. Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к отбору проб радиоактивных аэрозолей из приземного слоя.

• ОСТ 95 10171-86. Охрана природы. Атмосфера. Отбор проб газоаэрозольных выбросов АЭС на содержание радионуклидов. Требования к условиям отбора проб.

• МУ 34-70-119-85. Методические указания по отбору проб радиоактивных аэрозолей на атомных станциях. Требования к проектированию.

• ГОСТ 17.0.0.02-79. Охрана природы. Метрологическое обеспечение контроля загрязненности атмосферы, поверхностных вод и почвы. Основные положения.

• ГОСТ 26846-86. Метрологическое обеспечение. Эксплуатация атомных станций. Основные положения.

• ГОСТ Р 8.565-96. Метрологическое обеспечение эксплуатации атомных станций. Основные положения.

• ГОСТ 27451-87. Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия.

• ГОСТ 29074-91. Аппаратура контроля радиационной обстановки. Общие требования.

• ГОСТ 4.59-79. СПКП Средства измерений ионизирующих излучений. Номенклатура показателей.

• ГОСТ 8.417-81. ГСИ Единицы физических величин.

• ГОСТ 15484-81. Излучения ионизирующие и их измерения. Термины и определения.

• МУК 4.4.009-94. Общие вопросы по методам контроля. Относительные измерения. Радиометрия. Требования к методикам выполнения измерений активности (удельной активности) образцов проб биологических объектов, объектов внешней среды и пищевых продуктов. Методические указания. ФУМБЭП при Минздравмедпроме России. М., 1994 г.

• МИ 1967-89. ГСИ Выбор методов и средств измерений при разработке методик выполнения измерений. Общие положения.

• ГОСТ Р 8.563-96. ГСИ Методики выполнения измерений.

• МИ 2453-2000. ГСИ Рекомендация. Методики радиационного контроля. Общие требования.

• МИ 2377-96. ГСИ Разработка и аттестация методик выполнения измерений.

• ГОСТ 12.1.016-79. ССБТ Воздух рабочей зоны. Требования к методикам измерения концентраций вредных веществ.

• ГОСТ 8.207-76. ГСИ Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения.

• РД 50-449-84. Методические указания. Оценка достоверности данных о физических константах и свойствах веществ и материалов. Основные положения.

• Форма ведомственного статистического наблюдения. Сведения о состоянии радиационной и токсической безопасности на предприятии. № 10-РТБ-4. Утверждена приказом Министра РФ по атомной энергии от 06.06.2000 № 338; согласована с Госкомстатом России 08.02.2000.

• МУ 1.1.017-99. Основные требования к структуре, изложению и оформлению нормативных и методических документов при выполнении НИР «Разработка нормативных и методических документов и адаптация существующей системы обеспечения радиационной безопасности Минатома России к новым принципам нормирования радиационных факторов». Методические указания. ДБЧС МАЭ РФ. Федеральное управление «Медбиоэкстрем» Минздрава России.

• МУ 2.6.1.016-2000. Определение индивидуальных эффективных и эквивалентных доз и организация контроля профессионального облучения в контролируемых условиях обращения с источниками излучения. Общие требования. Методические указания. ДБЧС МАЭ РФ. Федеральное управление «Медбиоэкстрем» Минздрава России. АНРИ № 3(22), 2000, сс. 43-75.

• МУ 2.6.1.26-2000. Дозиметрический контроль профессионального внутреннего облучения. Общие требования. Методические указания. ДБЧС МАЭ РФ. Федеральное управление «Медбиоэкстрем» Минздрава России.

3. Термины, определения и список принятых сокращений

В настоящих Методических указаниях используются только термины и определения, принятые в Нормах и Правилах, а также приведенные в МУ 2.6.1.26-2000.

В настоящих Методических указаниях приняты следующие условные обозначения и сокращения:

$E(\tau)$ - ожидаемая эффективная доза внутреннего облучения (ожидаемая эффективная доза);

$e(\tau)^{ВНУТР}_{U,G}$ - ожидаемая эффективная доза внутреннего облучения на единичное поступление соединения радионуклида U, которое при ингаляции следует отнести к типу G (далее для краткости называется - дозовый коэффициент) при стандартных условиях внутреннего облучения;

G - индекс типа соединения радионуклида при ингаляционном поступлении;

Q - объёмная активность радионуклида в воздухе рабочего помещения (рабочего мес-

та);

Т - индекс органа или ткани-мишени;

U - индекс радионуклида;

АМАД - активностный медианный аэродинамический диаметр частиц аэрозоля;

АМТД - активностный медианный термодинамический диаметр частиц аэрозоля;

ГДК - групповой дозиметрический контроль облучения;

ДК - дозиметрический контроль внутреннего облучения;

ДОА - допустимая объемная активность радионуклида;

ИДК - индивидуальный дозиметрический контроль внутреннего облучения;

ИИИ - источник ионизирующего излучения;

МВИ - методика выполнения измерений;

МВР - методика выполнения расчетов;

МИА - минимальная измеряемая активность;

МУ - методические указания;

П - поступление радионуклида в организм человека через органы дыхания вместе с вдыхаемым воздухом (ингаляционное поступление);

СИ - средство измерения

4. Общие положения

Для введения в действие Норм и Правил на предприятиях Министерства Российской Федерации по атомной энергии в настоящих МУ осуществлена детализация общих требований Методических указаний «Дозиметрический контроль профессионального внутреннего облучения. Общие требования» (далее - МУ 2.6.1.26-2000) к методам определения среднегодовой объемной активности радионуклидов в воздухе на рабочих местах персонала предприятий Минатома в контролируемых условиях эксплуатации источников излучения.

Для обеспечения систематизации и единства методических подходов к методам определения среднегодовой объемной активности радионуклидов в воздухе на рабочих местах в МУ устанавливаются:

- требования к методам определения среднегодовой объемной активности радионуклида в воздухе на рабочих местах;
- требования к организации контроля объемной активности радионуклидов в воздухе на рабочих местах;
- требования к средствам измерений, методикам выполнения измерений (МВИ), методам пробоотбора, способам интерпретации результатов измерений (методикам выполнения расчетов, МВР) и метрологическому обеспечению контроля объемной активности радионуклидов в воздухе на рабочих местах.

Требования к системе контроля среднегодовой объемной активности радона, торона и их дочерних продуктов определяются в отдельных МУ.

Контроль объемной активности радиоактивных инертных газов (неон, аргон, криптон и ксенон) не рассматривается, поскольку согласно п.8.5 Норм они рассматриваются только как источники внешнего облучения.

Настоящие методические указания не распространяются на определение дисперсности, растворимости и иных физико-химических характеристик радиоактивных аэрозолей. Требования к их определению излагаются в отдельных МУ.

5. Цели определения величины среднегодовой объемной активности радионуклидов в воздухе на рабочих местах

Физической величиной, характеризующей внутреннее облучение работника и измеряемой при дозиметрическом контроле внутреннего облучения, является $Q_{U,G}$ - определяемая в воздухе рабочего помещения (рабочего места) величина объемной активности соединений радионуклида U, которые при ингаляции следует отнести к типу G.

Зависимость от времени величины объемной активности радионуклида в воздухе рабочего помещения (рабочего места) следует описывать случайной функцией времени (см.

Приложение 1). Согласно МУ 2.6.1.26-2000 для целей дозиметрического контроля профессионального внутреннего облучения необходимо использовать следующие статистические характеристики величины объемной активности соединений радионуклида U, которые при ингаляции следует отнести к типу G:

(1) $\{Q_{U,G}\}_k$ - среднее распределения величины $(Q_{U,G})_k$ в течение календарного года в помещении, обозначенном индексом k (на k-ом рабочем месте), Бк/м^3;

(2) $(Q^{med}_{U,G})_k$ - медиана распределения величины $(Q_{U,G})_k$ в течение календарного года в помещении, обозначенном индексом k, Бк/м^3;

(3) $(\beta_{U,G})_k$ - геометрическое стандартное отклонение распределения величины $(Q_{U,G})_k$ в течение календарного года в помещении, обозначенном индексом k.

Определение статистических характеристик величины объемной активности соединений радионуклида U, которые при ингаляции следует отнести к типу G объемной активности радионуклидов в воздухе на рабочих местах преследует следующие цели:

(1) получение исходных данных для определения ожидаемых эффективных доз внутреннего облучения персонала;

(2) получение исходных данных для планирования дозиметрического контроля внутреннего облучения персонала;

(3) получение информации о динамике загрязнения радиоактивными нуклидами воздуха на рабочих местах, обусловленной состоянием защитных барьеров, характеризующих качество управления техногенным источником и обеспечение должным образом радиационной безопасности персонала;

(4) получение данных для отраслевой статистической отчетности 10-РТБ-4.

6. Определение характеристик величины объемной активности радионуклида в воздухе

Исходными данными для определения характеристик величины объемной активности радионуклида в воздухе являются результаты систематических последовательных измерений объемной активности радионуклидов в воздухе рабочего помещения (рабочего места) при выполнении работниками производственных обязанностей:

- t_{j-1}, t_j - даты начала и конца j-го периода контроля (отбора пробы) объемной активности радионуклидов в воздухе рабочего помещения (рабочего места) при выполнении работниками производственных обязанностей, $t_{j-1} < t_j$;
- $Q_{U,G}$ (t_{j-1}, t_j) - определенное в течение j-го периода контроля значение объемной активности соединений радионуклида U, которые при ингаляции следует отнести к типу G, в воздухе рабочего помещения (рабочего места) при выполнении работниками производственных обязанностей, Бк/м^3;
- $\Delta Q_{U,G}(t_{j-1}, t_j)$ - абсолютная неопределенность определенного в течение j-го периода контроля значения объемной активности соединений радионуклида U, которые при ингаляции следует отнести к типу G, в воздухе рабочего помещения (рабочего места) при выполнении работниками производственных обязанностей, Бк/м^3;
- $\Delta t_j = t_j - t_{j-1}$ - длительность периода контроля (t_{j-1}, t_j), сут.

Значения величины объемной активности соединений радионуклида U, которые при ингаляции следует отнести к типу G, в воздухе рабочего помещения (рабочего места) при выполнении работниками производственных обязанностей и ее абсолютной неопределенности определяют согласно отдельным Методическим указаниям по методам контроля[1].

Длительность периодов контроля выбирается в интервале от нескольких часов (рабочая смена) до нескольких суток и устанавливается в Регламенте радиационного контроля предприятия. В Регламенте радиационного контроля предприятия также устанавливаются:

- число периодов контроля;
- методика выполнения расчетов для интерпретации результатов контроля;

[1]Например, Методические указания «Измерение объемной активности аэрозолей, содержащих долгоживущие альфа-излучающие нуклиды».

• расположение точек пробоотбора в рабочей зоне.

За среднее распределение величины $(Q_{U,G})_k$ в течение календарного года в помещении, обозначенном индексом k (на k-ом рабочем месте), следует принимать значение следующей величины:

$$\{Q_{U,G}\} = \frac{\sum_{j=0}^{N} w_j \times Q_{U,G}(t_{j-1}, t_j) \times (t_j - t_{j-1})}{\sum_{j=0}^{N} w_j \times (t_j - t_{j-1})}, \qquad (1)$$

где w_j - статистический вес определенного в течение j-го периода контроля значения величины $Q_{U,G}(t_{j-1}, t_j)$:

$$w_j = \frac{Q_{U,G}(t_{j-1}, t_j)}{\Delta Q_{U,G}(t_{j-1}, t_j)}. \qquad (2)$$

N - число периодов контроля в течение года, N >> 1.

За медиану распределения величины $(Q_{U,G})_k$ в течение календарного года в помещении, обозначенном индексом k (на k-ом рабочем месте), следует принимать такое значение 50, при котором 50% результатов определения объемной активности $Q_{U,G}(t_{j-1}, t_j)$ в течение года меньше, чем Q_{50}, а 50% результатов определения объемной активности $Q_{U,G}(t_{j-1}, t_j)$ в течение года больше, чем Q_{50}.

За геометрическое стандартное отклонение распределения величины $(Q_{U,G})_k$ в течение календарного года в помещении, обозначенном индексом k, следует принимать значение следующей величины:

$$\beta_{U,G} = \frac{1}{2}\left(\frac{Q_{69}}{Q_{32}} + \sqrt{\frac{Q_{84}}{Q_{16}}}\right), \qquad (3)$$

где Q_P - такое значение объемной активности, при котором P% результатов определения объемной активности $Q_{U,G}(t_{j-1}, t_j)$ в течение года меньше, чем Q_P, а (100–P)% результатов определения объемной активности $Q_{U,G}(t_{j-1}, t_j)$ в течение года больше, чем Q_P.

7. Основные требования к организации контроля объемной активности радионуклидов в воздухе на рабочих местах

Общие требования к объему контроля радиационной обстановки для предприятия устанавливаются на этапе проектирования по согласованию с органами государственного надзора за радиационной безопасностью.

В техническом проекте предусматривается раздел «Радиационный контроль», в котором должны быть даны характеристики объекта и характер полей ионизирующих излучений (по видам излучений, энергетическому спектру, диапазонам, измеряемым параметрам, контрольным уровням и т.д.).

В проекте также должны быть определены требования к техническим средствам контроля радиационной обстановки: перечень необходимых радиометрических и дозиметрических приборов, вспомогательного оборудования, размещение стационарных приборов автоматизированных систем и точек контроля, состав необходимых помещений, а также требования к работникам, осуществляющим радиационный контроль; совокупность видов контроля, методов и технических средств, методик пробоотбора, выполнения измерений, расчетов. Организация проведения контроля должна обеспечивать, в том числе, измерение объемной активности радионуклидов в пробах воздуха рабочей зоны и расчет среднегодовой активности радионуклидов в воздухе рабочих мест.

На этапе рабочего проекта уточняется перечень технических средств контроля загрязненности воздуха на рабочих местах, которые приобретаются и устанавливаются в процес-

се строительства объекта. Для действующих предприятий (объектов) указанные вопросы должны быть отражены в техническом регламенте на стадии внедрения настоящих МУ.

Все методические и организационные вопросы контроля загрязненности воздуха радионуклидами должны быть отражены в техническом регламенте. В этом документе, в частности, должны быть отражены необходимые для определения среднегодовой объемной активности каждого радионуклида в воздухе рабочих мест:

- порядок организации и проведения контроля;
- контролируемые радионуклиды;
- отбор проб воздуха рабочих зон;
- МВИ;
- методики расчета
- вид контроля и контрольные уровни;
- периодичность контроля;
- подготовка протокола результатов;
- программа обеспечения качества.

Для большинства конкретных объектов необходимо определять и устанавливать в техническом регламенте обоснованный объем контроля загрязненности воздуха рабочих мест, постоянно подтверждая и уточняя его с учетом изменяющейся радиационной обстановки.

7.1. Порядок организации и проведения контроля

Контроль загрязненности воздуха рабочих мест радионуклидами осуществляется в подразделениях служб дозиметрического контроля с оформлением результатов измерений. В отдельных случаях могут быть для проведения измерений привлечены и другие подразделения, имеющие соответствующее оборудование, специалистов требуемой квалификации и т.п. (лицензии).

Все вопросы, связанные осуществлением такого контроля, а именно, подготовка графиков контроля, ответственных за выполнение графика и представление результатов должны указываться в согласованном и утвержденном документе (приказе).

Важные с точки зрения обеспечения качества контроля организационные вопросы могут отражаться в техническом регламенте.

Используемые методы и средства отбора проб и измерений должны обеспечивать определение:

- нуклидного состава аэрозолей;
- объемной активности контролируемого радионуклида на уровнях не хуже 1/100 ДОА в соответствии с требованием формулы 6 методических указаний МУ 2.6.1.26-2000.

Допускается для определения среднегодовой объемной активности использование данных или проб, получаемых с помощью средств оперативного контроля (например, стационарных систем на основе КАТСРК «Орешник»), при обязательном соблюдении предыдущего условия.

7.2. Контролируемые радионуклиды

Перечень радионуклидов, объемную активность которых необходимо контролировать, периодичность контроля определяется данными измерений состава воздуха рабочих мест, программами выполняемых работ на этом рабочем месте.

В техническом регламенте должен быть указан полный перечень контролируемых радионуклидов с указанием соединений и фаз (газообразная, аэрозольная или иные) при обеспечении радиационной безопасности выполняемых работ, используемые средства и методы пробоотбора, применяемые для измерений аттестованные МВИ и измерительные средства для каждого радионуклида.

7.3. Отбор проб воздуха рабочих зон

Метод определения ОА (концентрации) радионуклидов в воздухе рабочей зоны в зависимости от состояния радионуклида в воздухе и задачи основан на отборе пробы загряз-

ненного воздуха на аналитические аэрозольные фильтры или сорбционно-фильтрующие материалы с последующим радиометрическим, спектрометрическим или иным измерением активности контролируемого радионуклида непосредственно на фильтрах или другом пробоотборном устройстве. Измерение активности летучих форм радионуклидов (J, Ru и т.д.) проводят по отдельным МВИ.

Основное требование к пробоотбору - обеспечение корректной и обоснованной процедуры пересчета измеренной активности радионуклида в пробе к объемной активности в воздухе в месте пробоотбора с учетом всех значимых источников неопределенностей (запыленность воздуха, эффективность фильтров, условия отбора проб воздуха - температура, влажность, давление, характеристики концентрирования активности и т.п.). При этом необходимо обеспечить представительность пробы по:

- пространственной (оптимальное место отбора),
- временной (длительность отбора),
- физико-химической характеристикам.

Представительность физико-химических характеристик пробы достигается путем обеспечения следующих требований:

- спектр размеров радиоактивных аэрозольных частиц в пробе должен соответствовать спектру размеров аэрозолей на рабочих местах (выбор типа фильтрующего элемента);
- количество контролируемого вещества в пробе должно быть достаточно большим для его надежного измерения в течение приемлемого срока;
- вклад любой отдельной аэрозольной частицы в общее количество радиоактивного вещества в пробе должен быть пренебрежимо мал, чтобы колебания в числе отдельных радиоактивных аэрозольных частиц не искажали результат измерения.

Определение этих характеристик производится по паспортным данным и на этапе метрологической аттестации системы контроля. Повторение этой процедуры должно производиться при существенном изменении условий пробоотбора.

При отсутствии указанных характеристик принимаются стандартные условия, определенные в разделе 8 и Приложении П-3 НРБ-99.

7.4. Выполнение измерений

7.4.1. Методики выполнения измерений.

Для каждого контролируемого радионуклида в зависимости от его форм и соединений в техническом регламенте должна быть определена методика выполнения измерения, удовлетворяющая требованиям ГОСТ Р 8.563-96 - ГСИ и МИ 2377-96 - ГСИ. Для контроля ОА нуклида могут применяться кроме основных средств (МВИ, СИ) дополнительные, которые нужны для подтверждения правильности результатов контроля основными средствами, а также для определения ОА нуклида при отсутствии результатов основных средств. Порядок применения дополнительных средств должен быть приведен в техническом регламенте.

7.4.2. Средства измерений.

Для измерения объемной активности альфа-, бета- или гамма-излучающих радионуклидов в воздухе применяют различные средства измерений. Примером таких СИ служат радиометры, блоки и устройства детектирования (БД и УД), измерительные каналы (ИК) информационно-измерительных систем радиационного контроля, а также спектрометры.

Требования к средствам измерений, применяемым для РКБ, определены в п.3.9 МИ 2453-2000. Рекомендация. Методики радиационного контроля. Общие требования.

7.5. Методики расчета

В техническом регламенте контроля загрязненности воздуха рабочих зон должны быть приведены методики расчета:

- ОА радионуклида в воздухе места пробоотбора по результатам измерения активности этого радионуклида в пробе;

• ОА радионуклида в воздухе рабочих зон (помещений - для формы и рабочих мест по результатам расчета ОА радионуклида в воздухе места пробоотбора).

Методические указания для таких расчетов и оценок должны быть изложены в специальных МУ, рекомендациях по определению необходимых характеристик переноса радионуклидов в воздухе и могут быть предметом специальных исследований

Методики расчета являются неотъемлемой частью технического регламента и должны быть согласованы и утверждены в установленном порядке

7.6. Вид контроля и контрольные уровни.

Для целей контроля используют следующие формы контрольных уровней объемной активности радионуклидов в воздухе на рабочих местах уровни регистрации, уровни исследования и уровни вмешательства

Обнаруженное достоверное превышение контрольных уровней является основанием для принятия соответствующих решений:

• превышение уровня регистрации требует регистрации значения объемной активности,

• превышение уровня исследования требует изучения причин появления данного результата,

• превышение уровня вмешательства требует принятия мер по улучшению радиационной обстановки и направления лиц из персонала на обследование

7.7. Периодичность контроля.

Периодичность контроля должна обеспечивать объективное отражение поступления радионуклидов в воздух рабочих мест

Периодичность контроля определяется многими факторами, главными из которых являются: динамика поступления радионуклидов в воздух рабочих мест, уровни загрязнения воздуха, скорость вывода радионуклидов из организма, значения контрольных уровней, нижний предел чувствительности используемых приборов и методов

С учетом указанных факторов для каждого контролируемого радионуклида устанавливается определенная периодичность контроля, при обосновании которой необходимо принимать во внимание также и затраты на проведение контроля

Периодичность контроля должна гарантировать получение статистически достоверных средних объемных активностей радионуклидов в воздухе на рабочих местах, даже в условиях быстрых изменений объемной активности

7.8. Запись и хранение результатов.

Для каждого рабочего места должна быть предусмотрена система записи результатов измерений объемной активности радионуклидов в воздухе в журналах или на магнитных носителях Эти записи являются источником для документов государственной статистической отчетности (10-РТБ-4) определения санитарно-гигиенических условий на рабочих местах и для определения персонала, подлежащего индивидуальному дозиметрическому контролю внутреннего облучения.

Поскольку расчет поступлений радионуклидов в организм производят на основе инструментальных измерений, необходимо иметь базу данных этих первичных измерений. В системе учета первичных результатов измерений должно быть отражено следующее

• информация о характере работ, выполняемых на этом месте;

• дата и результат измерения, неопределенность измерения,

• использованная методика выполнения измерений (метод, аппаратура, нормы точности);

• другие дополнительные сведения (расположение точек пробоотбора и рабочих мест, методики расчета и т п)

Все записи результатов измерений объемной активности радионуклидов в воздухе рабочих мест должны храниться в течение 50 лет в соответствии с требованиями п 3.13 6 ОСПОРБ-99.

8. Библиография

1. ICRP. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Pergamon Press, Oxford, 1991.

2. ICRU. Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry. ICRU Report 51, Bethesda, MD, 1993.

3. ICRP. General Principles for the Radiation Protection of Workers. ICRP Publication 75. Pergamon Press, Oxford, 1997.

4. IAEA. Radiation Protection and the Safety of Radiation Sources: Safety Fundamentals. Safety Series № 120. IAEA, Vienna. 1996.

5. IAEA. International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. Safety Series № 115. IAEA, Vienna, 1996.

6. IAEA. Draft Safety Guide: Assessment of Occupational Exposures to External Radiation. NENS-12. Revised February, 1997.

7. ISO. General Requirements for the Competence of Calibration and Testing Laboratories. ISO/IEC Guide 25, 1990.

8. ISO. Guide to Expression of Uncertainty in Measurement. ISBN-92-67-10188-9, ISO, Geneva, 1993.

Приложение 1. (справочное). Среднегодовая объемная активность

При работе с открытыми радионуклидными источниками характеристикой его воздействия на работника является величина активности радионуклидов, поступивших в течение года в органы дыхания работника вместе с вдыхаемым воздухом. Величина этого поступления определяет величину ожидаемой эффективной дозы внутреннего облучения.

Физической величиной, характеризующей внутреннее облучение работника и измеряемой при дозиметрическом контроле внутреннего облучения, является $Q_{U,G}$ - определяемая в воздухе рабочего помещения (рабочего места) величина объемной активности соединений радионуклида U, которые при ингаляции следует отнести к типу G;

Согласно разделу 5 МУ 2.6.1.26-2000 в ряде случаев для дозиметрического контроля профессионального внутреннего облучения используют групповой дозиметрический контроль облучения (ГДК), который заключается в определении значения ожидаемой эффективной дозы внутреннего облучения (ОЭД) персонала по результатам систематических измерений объемной активности в воздухе рабочих помещений (на рабочих местах) с учетом времени пребывания персонала в этом помещении (на рабочем месте). Значения ОЭД, которые могут быть получены с помощью ГДК, характеризуются значительной неопределенностью. Проведение ГДК является одним из элементов контроля радиационной обстановки на рабочих местах (в рабочих помещениях). Результаты ГДК используются:

- для планирования дозиметрического контроля внутреннего облучения персонала;
- для определения индивидуальных доз облучения персонала группы А, если по имеющимся данным значение годовой дозы облучения на рабочем месте не является или по прогнозу не может являться значимым, то есть не превышает уровня введения индивидуального дозиметрического контроля - УВК;
- для определения индивидуальных доз облучения персонала группы Б.

Согласно разделу 5 МУ 2.6.1.26-2000 значение ОЭД, полученное с помощью ГДК, может быть приписано индивиду в качестве значения индивидуальной ОЭД только в условиях нормальной эксплуатации ИИИ, и если по имеющимся данным значение годовой дозы облучения на его рабочем месте не является или по прогнозу не может являться значимым, то есть не превышает уровень введения индивидуального дозиметрического контроля УВК, установленный в Регламенте ДК предприятия.

Согласно разделу 6 МУ 2.6.1.26-2000 содержание дозиметрического контроля профессионального внутреннего облучения заключается в проведении систематических измерений физических величин, характеризующих внутреннее облучение работника, и переходе от результатов измерений характеристик радиационной обстановки к индивидуальным зна-

чениям нормируемых величин, определенных с приемлемой неопределенностью. На первом этапе дозиметрического контроля проводится (см. раздел 10 МУ 2.6.1.016-2000) групповой дозиметрический контроль (ГДК), где применяется элементарная модель определения индивидуальной ОЭД, которая заключается в расчете индивидуальных доз облучения для стандартных условий облучения по результатам контроля радиационной обстановки на рабочих местах. При расчетах используются значения величины объемной активности радионуклидов в воздухе на рабочем месте, $Q_{U,G}$.

При проведении ГДК за величину значения индивидуальных ОЭД внутреннего облучения работников, объединенных в однородные по профмаршруту группы, следует принимать:

$$E(\tau)^{гр} = 1,4 \times \sum_{U,G} e(\tau)^{внутр}_{U,G} \times \sum_{k} \{Q_{U,G}\}_k \times \Delta t_k , \qquad (4)$$

где $e(\tau)^{ВНУТР}_{U,G}$ - ожидаемая эффективная доза внутреннего облучения на единичное поступление соединения радионуклида U, которое при ингаляции следует отнести к типу G (далее для краткости называется - дозовый коэффициент) при стандартных условиях внутреннего облучения, Зв/Бк; Δt_k - длительность пребывания в k-ом помещении (на k-ом рабочем месте) работников в течение календарного года в часах при средней годовой объемной активности $\{Q_{U,G}\}_k$ соединения типа G радионуклида U в k-ом помещении (на k-ом рабочем месте), Бк/м³. Если тип соединения неизвестен, следует принимать максимальное из значений $e(\tau)^{ВНУТР}_{U,G}$, приведенных в Приложении П-1 к НРБ-99.

Значения величин Δt_k определяются по результатам хронометража времени пребывания на рабочем месте (в рабочем помещении) в результате аттестации рабочих мест предприятия.

При определении групп работников, для которых необходимо проведение ИДК, используют критерий введения ИДК (§ 6.4 МУ 2.6.1.016-2000):

$$E^{гр}_{max} > У_{ВК} , \qquad (5)$$

где $E^{гр}_{max}$ - максимальное значение индивидуальных ОЭД в группе, определенное с учетом разброса значений $\{Q_{U,G}\}_k$ по формуле (9).

За максимальное значение индивидуальных ОЭД работников, объединенных в однородные по профмаршруту группы, следует принимать:

$$E^{гр}_{max} = 1,4 \times \sum_{U,G} e(\tau)^{внутр}_{U,G} \times \sum_{k} (Q^{med}_{U,G})_k \times \Delta t_k \times (\sigma_{U,G})_k , \qquad (6)$$

где $(Q^{med}_{U,G})_k$ и $(\sigma_{U,G})_k$ - медиана и геометрическое стандартное отклонение распределения величины $(Q_{U,G})_k$ в течение календарного года в помещении, обозначенном индексом k.

Согласно разделу 6 МУ 2.6.1.26-2000 перечень радионуклидов, поступление которых необходимо определять для целей ДК профессионального облучения, определяется по результатам радиационного контроля радионуклидного состава аэрозолей на рабочих местах. При осуществлении ДК следует определять поступление радионуклидов, годовые ОЭД которых превышают 20% уровня регистрации, установленного согласно § 8.3 МУ 2.6.1.016-2000, и для объемных активностей которых выполняется неравенство:

$$\frac{\{Q_U\}}{ДОА_U} \geq 0,01, \qquad (7)$$

где: $\{Q_U\}$ - среднегодовая объемная активность радионуклида U в рабочем помещении (на рабочем месте), Бк/м³; $ДОА_U$ - минимальное из значений допустимой среднегодовой объемной активности радионуклида U, приведенных в Приложении П-1 к НРБ-99 для разных ти-

пов G его соединений. Определение среднегодовой объемной активности проводится на основании результатов контроля радиационной обстановки согласно отдельным МУ.

Среднегодовая объемная активность радионуклида {Q} как характеристика радиационной обстановки на рабочем месте определяется на основании данных систематического контроля объемной активности конкретного радионуклида в пробах воздуха при выполнении работником его производственных обязанностей.

Оценку объемной активности вдыхаемого воздуха оценивают по специальным методикам на основании регулярных измерений объемной активности радионуклидов, находящихся в аэрозольный форме в воздухе рабочей зоны, а именно в точках пробоотбора. Для этого используют средства и методики выполнения измерений активности, допущенные к применению в установленном порядке. Результаты этих измерений позволяют определить персонал, являющийся объектом индивидуального контроля внутреннего облучения и вычислить среднегодовую объемную активность отдельного радионуклида в воздухе рабочих зон. В стандартных условиях непревышение среднегодовой объемной активности радионуклидов в воздухе рабочего места допустимого уровня (ДОА) монофакторного воздействия гарантирует соблюдение основных пределов доз, установленных НРБ-99.

Конкретный человек из персонала в течение года дышит воздухом, в котором ОА радионуклида от времени имеет вид A = Q(t). На рис.1. приведен пример изменения во времени объемной активности.

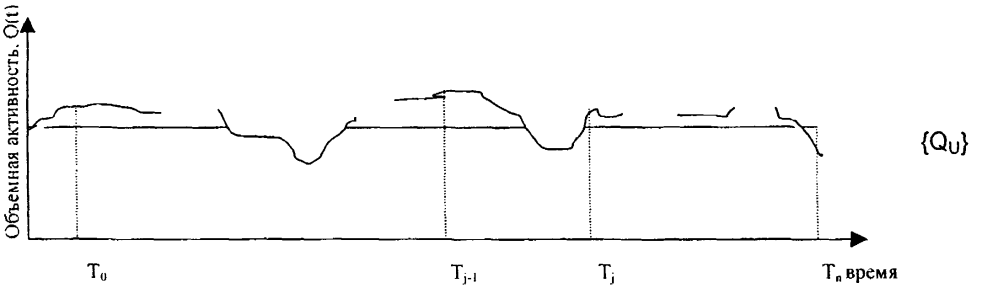


Рис.1. *Изменение во времени объемной активности радионуклида в воздухе. $\{Q_U\}$ - среднее значение объемной активности радионуклида за временной интервал (T_0, T_n).*

При этом необходимо заметить, что кривая не является непрерывной, разрывы имеет также и временная шкала, так как человек не находится в таких условиях круглосуточно. В течение отчетного года делают множество измерений объемной активности радионуклида в воздухе, как правило, в пробах воздуха, т.е. ОА в точке отбора пробы воздуха. График этих измерений во времени (обычно гистограмма, хотя могут быть и точки - мгновенные значения объемной активности) также не является непрерывным во времени, так как контроль может не проводиться в нерабочее время, при выполнении ремонтных работ, из-за сбоев технических средств контроля и т.п. При определении среднегодовой активности радионуклида в воздухе рабочей зоны должны быть сделаны оценки объемной активности для периодов времени, для которых отсутствуют результаты измерений. Методики такой оценки должны быть обоснованы и утверждены в особом порядке.

В общем случае результаты измерений ОА радионуклида в воздухе не являются равноотстоящими и не могут быть удовлетворительно приближены полиномом невысокой степени на всем временном интервале. При таких исходных данных задача определить среднее значение C функции f(t), заданной на дискретном множестве m+1 точек $A(t_0)$, $A(t_1)$,...,$A(t_m)$ в интервале времени (t_0,t_n) достаточно сложна. Для ее решения можно использовать различные методы приближений, использовать рациональные или другие аппроксимирующие функции, которые определяются так, чтобы минимизировать взвешенную среднюю квадратическую ошибку или максимум абсолютной ошибки аппроксимации на всем интервале (t_0,t_n).

Выбор метода обусловлен, как правило, наличием вычислительной техники, возможностями предприятия, желанием снизить неопределенности определения и затраты на контроль до разумного уровня.

В подавляющем большинстве случаев может быть принято приближение функции многочленами на дискретном множестве точек по методу наименьших квадратов на интервале[2].

Для данной функции f(x) требуется построить функцию F(x) вида

$$F(x) = a_0\varphi_0(x) + a_1\varphi_1(x) + ... + a_n\varphi_n(x) \qquad (8)$$

так, чтобы минимизировать взвешенную среднюю квадратическую ошибку на интервале (t_0,t_n):

$$\sigma^2 = \int_{t_0}^{t_n} \nu(x)[F(x) - f(x)]^2 dx, \qquad (9)$$

где $\nu(x)$- заданная неотрицательная весовая функция.

В качестве F(x) можно использовать достаточно простые функции в зависимости от целей и возможностей. Такая процедура, например, легко реализуется с помощью построения регрессии средствами стандартного инструмента пакета анализа в составе «Excel».

В качестве средней объемной активности С радионуклида в воздухе на рабочем месте принимают среднее значение функции f(x) на интервале времени (t_0,t_n), оно по определению равно

$$\frac{1}{t_0 - t_n}\int_{t_0}^{t_n} f(x)dx. \qquad (10)$$

Для упрощения задачи необходимо разбить год на небольшие непересекающиеся интервалы (день, смена, операция или другие), для которых будут выполняться 2 условия: функцию объемной активности от времени можно считать гладкой и ее можно приблизить полиномом 0–2 степени, т.е. оценка средних значений Q_i не является сложной. В ряде, если не в большинстве случаев это значение Q_i для данного временного интервала будет определяться результатом измерений (однократные, многократные, различными методами) единственного накопительного фильтра. Обработку таких результатов (определение Q_i и ее погрешности) выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 8.207-76 - ГСИ «Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения». При этом, при наличии достаточных оснований, необходимо обнаружить и исключить некоторые результаты наблюдений.

В случаях, когда контроль ведут различными методами, измерительными средствами по разным методикам выполнения измерений возможно пересечение временных интервалов, и определение ОА радионуклида и ее неопределенности может быть значительно затруднено. В этом случае в регламенте контроля должны быть оговорены методы и средства контроля основные (штатные) и вспомогательные, с помощью которых подтверждают результаты основных средств или определяют ОА при их отсутствии или сомнении в корректности.

Среднегодовая объемная активность конкретного радионуклида в воздухе рабочей зоны (в точке отбора пробы) {Q} за отчетный период определяется из средневзвешенного значения Q_i, где в качестве весов используют длину временных интервалов w_i и величину, обратную абсолютной неопределенности Q_i по формуле:

[2]Г.Корн, Т.Корн, Справочние по математике (для научных работников и инженеров), М., 1974.

$$\{Q\} = \frac{\sum_{j=0}^{N} w_j \times Q_j \times (t_j - t_{i-1})}{\sum_{j=0}^{N} w_j \times (t_j - t_{i-1})}, \qquad (11)$$

где w_i - статистический вес определенного в течение j-го периода контроля значения величины Q_j:

$$w_j = \frac{1}{\Delta Q_j} \qquad (12)$$

Для среднегодовой объемной активности радионуклида в воздухе рабочей зоны должна быть определена методика расчета, учитывающая с помощью специальных поправок, среднегодовые объемные активности этого нуклида в пробах воздуха (точек пробоотбора в рабочей зоне может быть несколько), расположение этих точек в рабочей зоне, особенностей потоков воздуха, переноса этого радионуклида и т.п.

Приложение 2. (обязательное). Список исполнителей

Руководитель творческого коллектива ..... В.Ю. Усольцев
Руководитель службы стандартизации, д.т.н., профессор ..... Ю.С. Степанов

Исполнители:
ГНЦ НИИАР, начальник отдела радиационной безопасности,
Главный специалист по радиационной безопасности ..... В.Ю. Усольцев
РНЦ «Курчатовский институт», к.ф-м.н., с.н.с. ..... В.А. Кутьков
ГНЦ НИИАР, начальник лаборатории ОРБ ..... В.Ф. Ельцин
ГНЦ НИИАР, зам. начальника отдела радиационной безопасности ..... Е.В. Крайнов

Соисполнители:
ГНЦ РФ «НИФХИ им. Л.Я.Карпова», д.ф-м.н., зав. лаб. Аэрозолей ..... А.К. Будыка
ГНЦ РФ «НИФХИ им. Л.Я.Карпова», д.х.н., в.н.с. ..... Н.Б. Борисов

gost.e-ecolog.ru