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

2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЭФФЕКТИВНЫХ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА ОТ КОРОТКОЖИВУЩИХ ДОЧЕРНИХ ПРОДУКТОВ ИЗОТОПОВ РАДОНА

Методические указания

Издание официальное

gost.e-ecolog.ru

Содержание

1. Область применения 48
2. Нормативные ссылки 49
3. Термины, определения и условные обозначения 49
4. Нормируемые величины облучения персонала за счет КДПИР 50
5. Операционные величины при контроле доз от КДПИР 51
6. Интерпретация результатов определения операционных величин 51
7. Общие принципы организации контроля облучения персонала от КДПИР 52
8. Требования к метрологическому обеспечению 54
9. Выбор сети пунктов контроля и необходимой периодичности измерений 54
10. Сохранение информации об облучении персонала 56

Предисловие

Методические указания МУ 2.6.1.12-01 «Определение индивидуальных эффективных доз облучения персонала от короткоживущих дочерних продуктов радона» (далее - «Методические указания») разработаны творческим коллективом под эгидой Методического совета Департамента безопасности и чрезвычайных ситуаций министерства Российской Федерации по атомной энергии.

1. Сведения о разработчиках:

Руководитель работы: к.т.н., с.н.с. И.В.Павлов - ГУП «ВНИПИПТ»

Исполнители работы: к.т.н., с.н.с. И.В.Павлов, к.т.н. Е.Н.Камнев - ГУП «ВНИПИПТ»; д.т.н., профессор В.П.Ярына - ГНЦ РФ «ВНИИФТРИ»; к.т.н. А.П.Панфилов, Минатом РФ.

2. Утверждены и введены в действие Федеральным управлением медико-биологических и экстремальных проблем (Федеральное Управление «Медбиоэкстрем») при Минздраве России 26 марта 2001 г. и Министерством Российской Федерации по атомной энергии 28 апреля 2001 г.

3. Настоящие Методические указания разработаны в соответствии с требованиями следующих законов Российской Федерации:

«Об использовании атомной энергии» ФЗ-170 от 21.11.1995 г.;

«О радиационной безопасности населения» ФЗ-3 от 09.01.1996 г.;

«О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» ФЗ-52 от 30.03.1999 г;

«Об обеспечении единства измерений» 487-1 от 27.04.1993 г.

4. Введены впервые.

Введение

Изотопы радона (Rn-222 и Rn-220) и их короткоживущие дочерние продукты (КДПИР) присутствуют в воздухе любых помещений и почти всегда создают значимые дозы облучения персонала. Формирование радиационной обстановки при облучении дочерними продуктами изотопов радона имеет ряд специфических особенностей, которые необходимо учитывать при составлении программы дозиметрического контроля.

Главной особенностью являются существенные вариации уровней ЭРОА радона и торона во времени и в пространстве, связанные с их зависимостью от погодных условий (давление, температура, направление и скорость ветра и т.д.) и от интенсивности проветривания помещений. Значения ЭРОА в пределах профмаршрутов отдельных лиц из персонала нередко изменяются в 10–100 раз, а в подземных горных выработках урановых рудников - в 1000 и более раз.

Другой особенностью является возможность формирования экстремально высоких уровней ЭРОА радона (> 10 ДОА) в обычных ситуациях, не являющихся, строго говоря, авариями, то есть при отсутствии заметных отклонений от установленных технологических параметров и регламентированных маршрутов передвижения персонала. Эти ситуации можно условно рассматривать как потерю контроля над источником, хотя непосредственная связь с профессиональной деятельностью часто не прослеживается.

Еще одной особенностью является сложность разделения природной и техногенной составляющей вкладов в дозу облучения от КДПИР. Такое разделение в принципе необходимо в связи с различным нормированием этих доз. Вместе с тем, для его практической реализации на некоторых объектах могут потребоваться специальные исследования. На большинстве объектов радон и торон заведомо являются природными источниками. На уранодобывающих предприятиях и других радоноопасных объектах имеют место как техногенные, так и природные источники изотопов радона, однако на этих объектах вклад природных источников в облучение персонала группы А, как правило, невелик, а вклад техногенных источников радона в облучение персонала группы Б, наоборот, незначителен. Поэтому, чтобы неоправданно не усложнять систему контроля, в «Методических указаниях...» условно принято, что на радоноопасных объектах вся доза от изотопов радона связана с техногенными источниками.

В связи с большими неопределенностями дозиметрических моделей облучения дыхательного тракта дочерними продуктами изотопов радона оценить связанную с ними дозу облучения расчетным путем в настоящее время не представляется возможным. Поэтому для оценки доз от КДПИР используют подход, рекомендованный МКРЗ в публикации 65. Он основан на зависимостях «доза - эффект», полученных в результате длительных эпидемиологических наблюдений за большими когортами шахтеров урановых рудников.

При таком подходе (называемом «условным дозовым переходом») от экспозиции (по ЭРОА изотопов радона), выраженной в Бк·ч/м^3, переходят к эффективной дозе (мЗв) через коэффициент, рассчитанный путем сравнения рисков. Значения этого коэффициента приведены ниже в разделе 6. Соответственно, главной задачей контроля доз от КДПИР является расчет индивидуальных экспозиций отдельных лиц по результатам контроля средневзвешенной по времени ЭРОА радона и торона в воздухе в пределах профмаршрутов, либо непосредственно в зоне дыхания этих лиц.

Утверждены Руководителем Департамента безопасности и чрезвычайных ситуаций Минатома России А.М. Агаповым 28 апреля 2001 г.

Утверждены Заместителем Главного государственного санитарного врача РФ по специальным вопросам М.Б. Муриным 26 марта 2001 г.

2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЭФФЕКТИВНЫХ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА ОТ КОРОТКОЖИВУЩИХ ДОЧЕРНИХ ПРОДУКТОВ ИЗОТОПОВ РАДОНА

Методические указания МУ 2.6.1.12-01

Дата введения - с момента утверждения
Издание официальное

© Министерство Российской Федерации по атомной энергии
© Федеральное управление медико-биологических и экстремальных проблем при Министерстве здравоохранения Российской Федерации (Федеральное Управление «Медбиоэкстрем»)
Настоящие методические указания по методам контроля не могут быть полностью или частично воспроизведены без разрешения Минатома России и Федерального Управления «Медбиоэкстрем»

1. Область применения

1.1. Методические указания «Определение индивидуальных эффективных доз облучения персонала от короткоживущих дочерних продуктов изотопов радона» распространяются на методы определения индивидуальных эффективных доз облучения персонала от короткоживущих дочерних продуктов изотопов радона и организацию соответствующего контроля на радиационных объектах (далее - в организациях) Министерства Российской Федерации по атомной энергии.

Требования, установленные «Методическими указаниями», являются обязательными для всех юридических лиц, независимо от формы собственности, в результате деятельности которых возможно облучение людей.

1.2. Настоящие «Методические указания» предназначены для использования:

- лицами, ответственными за обеспечение радиационной безопасности персонала в организациях Минатома России;
- руководителями медико-санитарных частей и центров санитарно-эпидемиологического надзора Федерального управления «Медбиоэкстрем» при Минздраве России, осуществляющих государственный надзор за радиационной обстановкой в организациях;
- лицами и организациями, разрабатывающими приборное и методическое обеспечение радиационного контроля в организациях Минатома России.

2. Нормативные ссылки

В настоящих Методических указаниях использованы основные положения следующих руководящих документов:

- СП 2.6.1-758-99. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99): Гигиенические нормативы. М.: Минздрав России, 1999.
- СП 2.6.1-799-99. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99): Санитарные правила. М.: Минздрав России, 2000.
- МУ 2.6.1.26-2000. Определение индивидуальных эффективных и эквивалентных доз и организация контроля профессионального облучения. Общие требования.
- РД50-454-84. Методические указания. Внедрение и применение ГОСТ 8.417-81 «ГСИ. Единицы измерения величин» в области ионизирующих излучений.
- ГОСТ Р8.563-96. ГСИ. Методики выполнения измерений.
- МИ 2453-2000. ГСИ. Методики радиационного контроля. Общие требования.
- ГОСТ 27451-87. Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия;
- МУ 1.1.018-99 Основные требования к структуре, изложению и оформлению нормативных документов при выполнении НИР «Разработка нормативных и методических документов и адаптация существующей системы обеспечения радиационной безопасности в Минатоме России к новым принципам нормирования радиационных факторов».

3. Термины, определения и условные обозначения

В настоящих Методических указаниях используются термины и определения, принятые в НРБ-99, ОСПОРБ-99 и в Методических указаниях «Определение индивидуальных эффективных и эквивалентных доз и организация контроля профессионального облучения. Общие требования (МУ 2.6.1.026-2000)», а также частично отсутствующие в них. Отдельные термины организационного характера, определения и принятые сокращения приведены ниже в разделах 3.1 и 3.2.

3.1. Термины и определения

Контролируемая зона - горные выработки, помещения на поверхности и участки территории в пределах промплощадок предприятия, где суммарная (приведенная) эквивалентная равновесная объемная активность изотопов радона превышает или может превысить 60 Бк/м^3 и где необходимо проведение систематического радиационного контроля.

Суммарная (приведенная) эквивалентная равновесная объемная активность изотопов радона ($ЭРОА_{ПР}$) - суммарная ЭРОА изотопов радона, рассчитанная (с учетом относительного вклада в общую дозу дочерних продуктов торона) по формуле

$$ЭРОА_{ПР} = ЭРОА_{Rn} + 4{,}6ЭРОА_{Tn}.$$

Профмаршрут - совокупность основных рабочих мест и маршрутов передвижения работника, в пределах которых он получает не менее 90% профессиональной дозы облучения.

Экспозиция работника - сумма произведений средних значений РОФ на отдельных участках профмаршрута на время пребывания работника на этих участках.

Эквивалентная равновесная объемная активность (ЭРОА) радона (торона) - характеристика радиационной опасности короткоживущих дочерних продуктов радона (ДПР) и торона (ДПТ). Значения ЭРОА неравновесной смеси ДПР (ДПТ) равны по величине суммарной энергии альфа-частиц, выделяющейся при их полном распаде («скрытой энергии»), аналогичному показателю для ДПР (ДПТ), находящихся в равновесии с радоном (тороном).

3.2. Условные обозначения

ДОА - допустимая объемная активность радионуклида в зоне дыхания

КДПИР - короткоживущие дочерние продукты изотопов радона

ЛРК - лаборатория радиационного контроля

НРБ-99 - Нормы радиационной безопасности

ОА - объемная активность

ПГП - предел годового поступления

РОФ - радиационно опасный фактор
СИЗ - средства индивидуальной защиты

4. Нормируемые величины облучения персонала за счет КДПИР

4.1. На любых предприятиях всегда имеет место облучение персонала от природных источников радона и торона. На отдельных радоноопасных объектах (в том числе, на предприятиях по добыче и переработке радиоактивных руд) объемная активность КДПИР в зоне дыхания персонала представляет собой сумму природных и техногенных источников, причем выделить эти составляющие достаточно сложно.

В частности, если в подземных горных выработках урановых рудников все источники радона в соответствии с НРБ-99 безусловно должны быть отнесены к техногенным (по определению), то для отдельных объектов на поверхности, где расположены рабочие места персонала группы Б, значимые дозы облучения вполне могут быть связаны с фоновыми для данного региона значениями ЭРОА радона в помещениях.

Вместе с тем, на практике крайне редко встречаются ситуации, когда дозы облучения отдельных лиц персонала группы Б могут превысить 5 мЗв/год только за счет суммирования доз от природных и техногенных источников. Заметим, что вклад в облучение персонала группы Б таких заведомо техногенных источников, как внешнее гамма-излучение урановой руды и радиоактивность производственной пыли, обычно очень невелик (меньше 1 мЗв/год). Дозы, близкие к 5 мЗв/год, как правило, связаны в основном с присутствием радона в воздухе помещений, прежде всего, потому, что промплощадки, на которых расположены объекты уранодобывающего производства, находятся на заведомо радоноопасных территориях.

4.2. Учитывая, что в большинстве случаев раздельный учет доз в практическом плане почти ничего не дает и только неоправданно усложняет радиационный контроль, на радоноопасных объектах все источники производственного облучения персонала следует относить к техногенным. На всех остальных объектах дозы за счет КДПИР следует относить к природному облучению. Аналогичные соображения могут быть приняты во внимание относительно вклада в дозу, обусловленного гамма-излучением радионуклидов, содержащихся в строительных материалах и в почве.

4.3. Нормируемые величины доз облучения персонала за счет КДПИР приведены в табл.1.

Таблица 1. *Нормируемые величины доз облучения персонала за счет КДПИР.*

Типы объектов	Нормируемая величина эффективной дозы за счет КДПИР при монофакторном воздействии*	Предел дозы, мЗв, для персонала	
		группы А	группы Б
Радоноопасные	Годовая	50	12,5
	Годовая, усредненная за любые последовательные 5 лет	20	5
	Накопленная за период трудовой деятельности (50 лет)	1000	250
Прочие	Годовая	5	5

Примечание: **при многофакторном воздействии приведенные значения предела дозы должны выполняться с учетом суммы доз от других техногенных (для радоноопасных объектов) или природных (для прочих объектов) источников.*

4.4. Принятые в НРБ-99 (п.3.1.8) для женщин в возрасте до 45 лет ограничения на предел годового поступления радионуклидов в организм не распространяются на КДПИР в связи с тем, что практически весь вклад в эффективную дозу от КДПИР связан с облучением верхних дыхательных путей. Если предел годового поступления КДПИР не превышен, эквивалентная доза облучения плода за 2 месяца не выявленной беременности будет существенно ниже установленного НРБ-99 норматива 1 мЗв.

4.5. Согласно НРБ-99 (п.3.1.7) установленному пределу дозы для персонала группы А

(20 мЗв/год) соответствуют следующие значения предела годового поступления (ПГП) и допустимой объемной активности (ДОА) смеси дочерних продуктов изотопов радона (^{222}Rn и ^{220}Tn) - ^{218}Po (RaA); ^{214}Pb (RaB); ^{214}Bi (RaC); ^{212}Pb (ThB); ^{212}Bi (ThC):

ПГП: $0{,}10\ П_{RaA} + 0{,}52\ П_{RaB} + 0{,}38\ П_{RaC} = 3{,}0$ МБк, (1)

$0{,}91\ П_{ThB} + 0{,}09\ П_{ThC} = 0{,}68$ МБк (2)

ДОА: $0{,}10\ A_{RaA} + 0{,}52\ A_{RaB} + 0{,}38\ A_{RaC} = 1200$ Бк/м^3 (3)

$0{,}91$ AThB $+ 0{,}09$ AThC $= 270$ Бк/м^3 (4)

где $П_i$ и A_i - годовые поступления и среднегодовые объемные активности в зоне дыхания соответствующих дочерних продуктов изотопов радона.

4.6. На практике измерения объемной активности отдельных КДПИР и последующие расчеты по формулам (1-4) обычно не выполняют, а для характеристики соответствия радиационной обстановки установленным нормативам используют значения эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона и торона. Значения ЭРОА неравновесной смеси КДПИР равны по величине суммарной энергии альфа-частиц, выделяющейся при их полном распаде («скрытой энергии»), аналогичному показателю для КДПИР, находящихся в равновесии с радоном (тороном).

4.7. Для персонала группы Б при воздействии техногенных источников изотопов радона (на радоноопасных объектах) и для всего персонала при воздействии природных источников на прочих объектах) ПГП и ДОА КДПИР в 4 раза меньше приведенных выше значений и соответствует годовой дозе 5 мЗв.

5. Операционные величины при контроле доз от КДПИР

5.1. Основными операционными величинами при контроле доз от КДПИР являются ЭРОА радона и ЭРОА торона, определяемые с помощью аэрозольного радиометра путем отбора пробы воздуха на фильтр и измерения альфа- и/или бета- активности фильтра. Если продолжительность отбора пробы не превышает 30 мин, то измерения относят к классу инспекционных, а их результаты характеризуют «мгновенные» значения ЭРОА. Если продолжительность отбора пробы составляет 7 часов и более (при использовании стационарных или индивидуальных носимых пробоотборников), то измерения относят к классу интегральных, а их результаты характеризуют средние за соответствующий период времени значения ЭРОА.

5.2. Допускается использовать в качестве первичных операционных величин «мгновенные» или средние за определенный период времени значения объемной активности радона (газа), от которых переходят к ЭРОА радона путем умножения на величину «фактора равновесия». Для определения средних значений «фактора равновесия» на всех основных рабочих местах объекта должны быть проведены специальные одновременные измерения ОА и ЭРОА радона.

Контроль значений ОА радона (особенно, если измеряются средние значения ОА) организовать значительно проще, чем контроль ЭРОА радона, однако при оценке погрешности такого метода определения ЭРОА следует учитывать дополнительную погрешность, связанную с вариациями значений «фактора равновесия».

В тех случаях, когда доза от дочерних продуктов радона не оценивается, а безопасность гарантируется защитными барьерами, допускается использовать в расчетах (без измерения) максимально возможное на практике значение фактора равновесия, равное 0,8.

5.3. Измерение (определение) ЭРОА радона и торона регламентируется отдельными МУ и методиками выполнения измерений.

6. Интерпретация результатов определения операционных величин

6.1. Задачей интерпретации результатов определения операционных величин является оценка индивидуальных эффективных доз облучения работников, обусловленной воздействием КДПИР в течение календарного года.

За ожидаемую годовую эффективную дозу (D(τ), мЗв/год) следует принимать:

$$D(\tau) = K_D \cdot T_{CM} \times \sum_K \left(\overline{ЭРОА_{Rn}} + 4{,}6 \cdot \overline{ЭРОА_{Tn}}\right)_K \cdot N_K \cdot K_K^3, \quad (5),$$

где: K_D - условный дозовый коэффициент для перехода от экспозиции к эффективной дозе, *равный $9{,}8 \cdot 10^{-6}$ мЗв/(Бк·ч/м^3) для персонала группы А и $8{,}3 \cdot 10^{-6}$ мЗв/(Бк·ч/м^3) для персонала* группы Б; T_{CM} - продолжительность рабочей смены, ч; $\overline{ЭРОА_{Rn}}$ и $\overline{ЭРОА_{Tn}}$ - среднее значение ЭРОА изотопов радона, взвешенное по времени в пределах профмаршрута индивидуума в период его работы на К-м рабочем месте; N_K - фактическое число рабочих смен, отработанных индивидуумом на К-м рабочем месте в течение данного календарного года; K_K^3 - коэффициент, характеризующий эффективность использования средств индивидуальной защиты в период работы индивидуума на К-м рабочем месте, отн. ед.

Примечания.

1. Различные значения коэффициентов K_D для персонала групп А и Б объясняются разной расчетной продолжительностью рабочего года (1700 и 2000 ч) при одном и том же расчетном значении годового объема вдыхаемого воздуха, равном (в соответствии с НРБ-99) $2{,}4 \cdot 10^3$ м^3.

2. Значения K_K^3 определяют по формуле

$$K_K^3 = 1 - \eta \times \varepsilon, \quad (6)$$

где η - эффективность задержки аэрозолей респиратором, отн. ед.; ε - фактическое использование респиратора, оцениваемое по результатам специального контроля, отн. ед.

Фактическое среднее время ношения (ε, в долях продолжительности рабочей смены) оценивают для каждой категории (или группы) работников на основании специальных отметок в рабочих журналах в процессе планового и оперативного инспекционного контроля. Эффективность задержки аэрозолей респиратором, (η, отн. ед.) либо определяют экспериментально с использованием счетчика излучения человека, либо принимают по литературным данным. Для респиратора «Лепесток-40» η = 0,85.

7. Общие принципы организации контроля облучения персонала от КДПИР

7.1. Основной целью контроля облучения персонала от КДПИР является обеспечение непревышения установленных допустимых значений основных дозовых пределов и производных уровней (ПГП и ДОА) при нормальной работе, а также получение необходимой информации для оптимизации защиты и принятия решений о вмешательстве в случаях повышенного радиационного воздействия на персонал.

7.2. Для целей оперативного контроля администрация предприятия по согласованию с органами Госсанэпиднадзора устанавливает для отдельных участков или рабочих мест значения **контрольных уровней** КДПИР. Числовые значения этих уровней выбираются таким образом, чтобы были гарантированы непревышение основных дозовых пределов и реализация принципа снижения облучения до возможно низкого уровня.

При этом учитывается воздействие всех радиационных факторов от всех подлежащих контролю источников, возможная погрешность измерений, фактический уровень ЭРОА изотопов радона, возможность его снижения с учетом требований принципа оптимизации.

В случае одновременного присутствия в воздухе в значимых количествах ДПР и ДПТ контрольные уровни устанавливают по суммарной (приведенной) ЭРОА изотопов радона ($ЭРОА_{ПР}$), значение которой рассчитывают по формуле

$$ЭРОА_{ПР} = ЭРОА_{Rn} + ЭРОА_{Tn}. \quad (7)$$

Значения ДОА по величине $ЭРОА_{ПР}$ для пределов эффективной дозы 20 и 5 мЗв/год равны соответственно 1200 и 300 Бк/м^3.

Допускается не проводить измерения $ЭРОА_{Tn}$ в тех случаях, когда ее вклад в величину $ЭРОА_{ПР}$ не превышает 5%.

7.3. Программа радиационного контроля КДПИР включает:

- выявление участков с повышенным уровнем $ЭРОА_{ПР}$ и установление границ контролируемых зон;

- систематический контроль уровней $ЭРОА_{ПР}$ в пределах контролируемых зон, в том числе, на основных рабочих местах, а при наличии индивидуальных экспозиметров - также в зоне дыхания персонала;

- прогнозирование и расчет доз облучения работников;

- определение фоновых значений ЭРОА изотопов радона в окружающей среде;

- оценку радиационной обстановки на предприятии и разработку мероприятий по снижению облучения персонала;

- анализ фактической эффективности мероприятий по обеспечению радиационной безопасности.

7.4. Для определения границ контролируемой зоны и выбора пунктов систематического контроля производят **предварительную оценку** радиационной обстановки на всех подразделениях предприятия, в процессе которой определяют уровни $ЭРОА_{ПР}$.

Все участки и объекты, где уровни $ЭРОА_{ПР}$ превышают 60 Бк/м^3, включают в контролируемые зоны и проводят **детальную оценку** радиационной обстановки в пределах контролируемых зон с целью выявления источников и причин повышенных уровней ЭРОА изотопов радона, а также установления средних значений ЭРОА на отдельных рабочих местах.

Результаты оценки радиационной обстановки являются основанием для составления программы систематического радиационного контроля.

7.5. **Систематический контроль** уровней ЭРОА включает:

- плановые инспекционные измерения в пределах профмаршрутов работников;

- оперативные измерения на отдельных рабочих местах в связи с изменением технологии работ, вводом новых объектов, резким изменением значений ЭРОА;

- специальные измерения исследовательского характера для оценки эффективности и корректировки используемых мер защиты.

7.6. Конкретная программа радиационного контроля на отдельных участках объекта зависит от диапазона фактических уровней $ЭРОА_{ПР}$ на этих участках (в помещениях, на основных рабочих местах, в пределах профмаршрутов персонала).

7.6.1. Если $ЭРОА_{ПР}$ не превышает *уровень регистрации*, равный 15 Бк/м^3, на участке систематический контроль не проводится (осуществляются лишь эпизодические (например, 1 раз в год) измерения ЭРОА) и вклады в эффективную дозу, обусловленные работой на данном участке, не учитываются.

7.6.2. Если $ЭРОА_{ПР}$ выше уровня регистрации, на участке проводится систематический контроль $ЭРОА_{ПР}$, по результатам которого оценивают вклады в эффективную дозу облучения персонала.

7.6.3. Если $ЭРОА_{ПР}$ превышает *уровень исследования*, равный контрольному уровню, установленному администрацией для данного участка с учетом воздействия других РОФ, на участке проводят оперативный контроль (дополнительные измерения) ЭРОА с целью выявления причин превышения контрольного уровня, выбора корректирующих мероприятий и оценки их фактической эффективности.

7.6.4. Если $ЭРОА_{ПР}$ превышает *уровень введения индивидуального контроля*, равный 300 Бк/м^3, персонал участка должен быть обеспечен носимыми индивидуальными экспозиметрами, позволяющими определять средние значения ЭРОА радона и торона в зоне дыхания.

7.6.5. Если $ЭРОА_{ПР}$ превышает *уровень принятия решений*, равный ДОА, на участке вводят обязательное использование средств индивидуальной защиты органов дыхания, разрабатывают и осуществляют меры по снижению ЭРОА или времени пребывания на участке отдельных лиц из персонала.

7.6.6. Если $ЭРОА_{ПР}$ превышает *уровень ограничений*, равный пятикратной ДОА, на участке вводят обязательный индивидуальный контроль ЭРОА в зоне дыхания персонала, разрешают ведение на участке только работ по снижению ЭРОА и запрещают пребывание на участке лиц, не участвующих в этих работах.

7.7. **Оценку индивидуальных доз облучения** лиц, не обеспеченных носимыми индивидуальными экспозиметрами, допускается выполнять расчетным путем по данным инспекционного контроля уровней РОФ на рабочих местах с учетом профмаршрутов отдельных лиц. Для этого в общем случае должны быть выполнены следующие операции:

- определяют индивидуальные рабочие места каждого индивидуума и типичные маршруты его передвижения в течение рабочей смены;
- выбирают сеть пунктов контроля, характеризующих наиболее значимые участки профмаршрутов отдельных лиц, и рассчитывают относительные (по времени) вклады экспозиций в каждом пункте в общую экспозицию данного лица;
- рассчитывают средние уровни $ЭРОА_{ПР}$ в этих пунктах за контролируемый интервал времени;
- рассчитывают индивидуальные (взвешенные по времени) экспозиции отдельных лиц и соответствующие этим экспозициям эффективные дозы облучения;
- фиксируют результаты контроля в карточках индивидуальных доз облучения.

7.8. Оценка индивидуальных доз облучения персонала, обеспеченного носимыми экспозиметрами, заключается в выдаче и сборе экспозиметров, проведении измерительных процедур, расчете доз облучения и регистрации полученных результатов.

8. Требования к метрологическому обеспечению

8.1. Погрешность оценки индивидуальных доз от КДПИР не должна превышать 50 % (здесь и далее - с доверительной вероятностью 0,95), если ожидаемая доза $(D(\tau)_i) \geq 20$ мЗв/год. Максимально допустимую погрешность оценки при значениях ожидаемой дозы $(D(\tau)_i) < 20$ мЗв/год следует выбирать из соотношения

$$\delta_D = \frac{0{,}25}{\sqrt{D(\tau)_i / 20}}, \qquad (8)$$

где δ_D - относительное среднее квадратичное отклонение.

8.2. При расчете значений δ_D следует учитывать только погрешности оценки операционных величин (ЭРОА радона и торона). Погрешность интерпретации результатов определения операционных величин (их распространения на объект контроля) в соответствии с формулой (5) складывается из погрешности определения фактического времени пребывания работника на отдельных рабочих местах (произведения $T_{СМ} \cdot N_K$), погрешности оценки значения коэффициента K_K^3, характеризующего эффективность использования средств индивидуальной защиты, и, наконец, погрешности распространения обобщенного значения условного дозового коэффициента K_D на конкретного работника. Оценить значения перечисленных выше погрешностей интерпретации в настоящее время не представляется возможным, поэтому на практике их можно не учитывать.

9. Выбор сети пунктов контроля и необходимой периодичности измерений

9.1. Выбор оптимального объема измерений является одной из важнейших задач радиационного контроля. Ее конкретные решения зависят, в частности, от уровня и коэффициента вариации $ЭРОА_{ПР}$ во времени и в пространстве, ожидаемого вклада КДПИР в общую эффективную дозу, типа применяемой измерительной аппаратуры.

9.2. При расчете оптимального объема контроля необходимо учитывать: уровни $ЭРОА_{ПР}$ по отношению к нормативам и их стабильность во времени; стабильность условий проветривания рабочих мест; особенности поступления радона (торона) и накопления КДПИР на отдельных участках; характер и степень локализации рабочих мест персонала.

9.3. На каждом конкретном участке предприятия с учетом его особенностей объем, методы и организация контроля должны удовлетворять требованиям получения необходимой (без излишней) и приемлемо точной информации о радиационной обстановке, фактических уровнях облучения персонала и эффективности защитных мероприятий.

9.4. Сеть пунктов контроля и периодичность измерений в каждом пункте должны обес-

печивать определение среднегодовых значений $ЭРОА_{ПР}$ с точностью, достаточной для объективной оценки индивидуальных экспозиций и доз расчетным путем по данным о времени пребывания отдельных лиц на конкретных рабочих местах.

Сеть контрольных пунктов выбирают в соответствии с существующим характером и расположением индивидуальных рабочих мест, маршрутами передвижения персонала и схемой проветривания, а в дальнейшем периодически уточняют по мере изменения объема и характера работ на отдельных участках.

Выбранные пункты контроля должны характеризовать наиболее значимые по длительности пребывания и (или) уровням $ЭРОА_{ПР}$ участки профмаршрутов. Маршруты перемещения персонала устанавливают по техническим картам (при необходимости - с учетом данных хронометража) и журналам нарядов, а также по специальным отчетам лиц, не имеющих постоянных рабочих мест.

9.5. Характерная для отдельных предприятий (в частности, для урановых рудников) значительная изменчивость параметров радиационной обстановки и профмаршрутов отдельных категорий персонала во времени и пространстве вынуждают при выполнении перечисленных выше операций идти на существенные упрощения.

Они касаются, прежде всего, определения для каждого вида профессиональной деятельности понятия «рабочего места» и порядка вычисления среднего уровня $ЭРОА_{ПР}$ на этом «рабочем месте» в течение контролируемого интервала времени. Главное упрощение заключается в минимизации общего числа пунктов контроля, необходимых для оценки радиационной обстановки на каждом «рабочем месте», при условии, что полученная оценка среднего уровня $ЭРОА_{ПР}$ не окажется существенно заниженной. На практике можно не учитывать участки профмаршрутов, суммарный вклад которых в общую экспозицию меньше 10%.

9.6. Для определения уровня $ЭРОА_{ПР}$ на «рабочем месте» следует располагать один или несколько пунктов контроля таким образом, чтобы рассчитанное по результатам измерений в этих пунктах среднее значение $ЭРОА_{ПР}$ было возможно ближе к средневзвешенному по времени пребывания данной группы лиц значению $ЭРОА_{ПР}$ в пределах этого «рабочего места». Степень выполнения этого условия следует проверять экспериментально, сравнивая экспозиции, рассчитанные по данным инспекционных измерений, с экспозициями этих же лиц, определенными с помощью носимых приборов.

Число отработанных отдельными лицами смен на каждом «рабочем месте» в течение контролируемого интервала времени определяют по журналу нарядов.

9.7. Расчет необходимой периодичности измерений производится для каждого контрольного пункта таким образом, чтобы получить среднегодовое значение $ЭРОА_{ПР}$ в этом пункте с заданной точностью по данным некоторого числа измерений. Эти измерения должны быть представительной выборкой из генеральной совокупности, характеризующей интегральное (средневзвешенное по времени) значение ЭРОА.

То же самое относится к случаям, когда уровни $ЭРОА_{ПР}$ варьируют в пространстве, а для дозиметрических оценок необходимы их усредненные значения в пределах маршрута передвижения отдельных лиц (например, когда рабочее место не локализовано в отдельном помещении и работник перемещается в пределах достаточно больших по площади участков).

9.8. Необходимый объем выборки в общем случае зависит от значения коэффициентов вариации самой измеряемой величины во времени и в пространстве и от случайной погрешности прибора. При измерениях уровней ЭРОА, сравнимых с предельно допустимыми, погрешность прибора обычно бывает существенно меньше коэффициента вариации уровней ЭРОА на рабочих местах. Кроме того, для оценки вариабельности значений ЭРОА, как правило, используются те же приборы, что и для рутинного контроля. Поэтому при определении оптимального объема контроля вполне пригодны значения коэффициента вариации $ЭРОА_{ПР}$ (υ, отн. ед.), рассчитанные по результатам серии специальных измерений в отдельных (наиболее типичных) контрольных пунктах. Если в данном пункте в течение некоторого интервала времени (например, месяц, квартал) выполнено N измерений $ЭРОА_{ПР}$ (E_i) и среднее арифметическое полученных значений E_i равно $E_{СР}$, то значение коэффициента вариации значений $ЭРОА_{ПР}$ равно

$$\upsilon = \frac{1}{E_{CP}} \cdot \sqrt{\frac{\sum (E_i - E_{CP})^2}{N-1}}, \quad (9)$$

Число измерений (объем выборки) n, необходимое для оценки среднего уровня $ЭРОА_{ПР}$ в некотором пункте контроля с относительной погрешностью δ, можно оценить из соотношения

$$n = \left(\frac{1{,}2 \cdot \tau_{\alpha,n} \cdot \upsilon}{\delta} \right)^2, \quad (10)$$

Здесь: $\tau_{\alpha,n}$ - значение коэффициента Стьюдента для выбранного уровня доверительной вероятности α и числа измерений n. Коэффициент 1,2 учитывает характерное для обычных условий логнормальное распределение значений измеряемых уровней $ЭРОА_{ПР}$.

10. Сохранение информации об облучении персонала

10.1. Результаты радиационного контроля оформляются в виде следующих пакетов документов на магнитном (м) и бумажном (б) носителях информации:

- систематизированная по отдельным рабочим местам база данных (м) о результатах инспекционных измерений уровней $ЭРОА_{ПР}$ с указанием даты и времени каждого измерения, уровня $ЭРОА_{ПР}$, отмеченных нарушений установленного режима проветривания и использования СИЗ;
- систематизированная по отдельным работникам база данных (м) о профмаршрутах персонала с указанием календарных сроков работы на каждом основном рабочем месте;
- база данных (м) и картотека (б) индивидуальных доз облучения каждого работника, содержащая сведения о годовых эффективных дозах (включая вклады в дозы от других РОФ) за весь период работы на предприятии (в том числе, ретроспективные данные об экспозициях (дозах) за период деятельности на других предприятиях), а также сведения о работнике (идентификационный номер индивидуальной карточки, ФИО, год и место рождения, номер паспорта, профессия, должность, наличие профзаболеваний, табельный номер и т.д.).

gost.e-ecolog.ru