Государственная система санитарно-эпидемиологического нормирования Российской Федерации

2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность

Определение среднегодовых значений ЭРОА изотопов радона в воздухе помещений по результатам измерений разной длительности

Методические указания
МУ 2.6.1.037 – 2015

Москва, 2016

gost.e-ecolog.ru

Государственная система санитарно-эпидемиологического нормирования Российской Федерации

2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность

Определение среднегодовых значений ЭРОА изотопов радона в воздухе помещений по результатам измерений разной длительности

Методические указания
МУ 2.6.1.037 – 2015

Москва, 2016

Методические указания: «Определение среднегодовых значений ЭРОА изотопов радона в воздухе помещений по результатам измерений разной длительности» МУ 2.6.1. 037 – 2016, 48 с., 3 вклейки

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. Разработаны: ФГУП НТЦ РХБГ ФМБА России (А.М. Маренный – руководитель, А.А. Цапалов, Н.А.Нефедов), ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева» (И.П. Стамат), ООО «НТЦ Амплитуда» (С.Ю.Антропов), ФГБУ Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН (П.С. Микляев), ООО «ГК РЭИ» (М.А. Маренный), ООО «Институт «Рязаньагроводпроект» (А.С. Янкин), Институт геофизики УрО РАН (А.В.Климшин), ФГУЗ ЦМИИ ФГУП «ВНИИФТРИ» (В.П. Ярына), ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России (С.М. Киселев).

2. В настоящих Методических указаниях реализованы требования Законов Российской Федерации:

- от 09 января 1996 г. № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» (ред. от 19.07.2011 г.);
- от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (ред. от 25.06.2012 г.);
- от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (ред. от 25.06.2012 г.);
- от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» (ред. от 28.07.2012 г.)
- от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»

3. Утверждены и введены в действие Федеральным медико-биологическим агентством «14» мая 2015 г.

4. Введены впервые.

© ФМБА России, 2016
© ФГУП НТЦ РХБГ ФМБА России, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

1	Область применения		5
2	Нормативные ссылки		6
3	Термины и определения		7
4	Общие положения		14
5	Условия измерений		20
	5.1	Общие условия	20
	5.2	Идентификация помещения	21
	5.3	Внешние погодные факторы	22
	5.4	Микроклиматическое состояние помещения	22
	5.5	Подготовка помещения к проведению измерений	23
	5.6	Расположение места измерения в помещении	24
	5.7	Требования к средствам измерений	25
6	Порядок выполнения измерений		25
	6.1	Общие положения	25
	6.2	Измерения при контроле соответствия помещения нормативу	27
	6.3	Измерения для оценки уровней облучения в помещении	28
	6.4	Оптимизация измерений	28
7	Расчет среднегодовой ЭРОА изотопов радона		30
	7.1	Общие положения	30
	7.2	Помещения со стабильным воздухообменом (группа «А»)	30

7.3 Помещения с плавно изменяющимся воздухообменом (группа «B») 31

7.4 Помещения с нестабильным воздухообменом (группа «C») 33

8 Оценка результатов измерений 36

9 Оформление результатов измерений 37

Библиография 39

ПРИЛОЖЕНИЯ

А Закономерности поведения ОА и ЭРОА радона в помещениях зданий (рекомендуемое) 40 *вклейка 1*

Б Схемы организации радонового контроля и принятия решений (обязательное) *вклейка 2*

В Значения коэффициента температурного влияния (обязательное) *вклейка 3*

Г Значения коэффициента вариаций радона (обязательное) *вклейка 3*

Д Ориентировочные максимальные значения результата текущего измерения (рекомендуемое) 44

Е Рекомендуемое содержание протокола радонового обследования помещения (рекомендуемое) 45

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель руководителя Федерального медико-биологического агентства,
Главный государственный санитарный врач по обслуживаемым организациям и обслуживаемым территориям



_____ В.В. Романов
Дата введения: «14» мая 2015г.

2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕГОДОВЫХ ЗНАЧЕНИЙ ЭРОА ИЗОТОПОВ РАДОНА В ВОЗДУХЕ ПОМЕЩЕНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЙ РАЗНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ

Методические указания
МУ 2.6.1.037 – 2015

1. Область применения

1.1. Настоящий документ распространяется на организацию, порядок проведения и оценку результатов измерений для определения среднегодовых значений ЭРОА изотопов радона в воздухе помещений эксплуатируемых или вводимых в эксплуатацию после завершения строительства, реконструкции или капитального ремонта зданий жилого, общественного и производственного назначения.

1.2. Настоящий документ дополняет МУ 2.6.1.2838-11 в части радонового контроля, конкретизируя условия измерений, порядок их проведения и расчет значения среднегодовой ЭРОА изотопов радона в помещениях зданий с оценкой её неопределенности.

1.3. Настоящий документ предназначен для организаций, осуществляющих радиационное обследование жилых домов, общественных и производственных зданий. Им могут руководствоваться также индивидуальные предприниматели и юридические лица, деятельность которых связана с проектированием, строительством (капитальным ремонтом или реконструкцией) и эксплуатацией жилых домов, общественных и производственных зданий.

1.4. Настоящим документом руководствуются организации (структурные подразделения) федеральных органов исполнительной власти, осуществляющие федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор за обеспечением радиационной безопасности населения при облучении природными источниками излучения.

2. Нормативные ссылки

В настоящем документе использованы ссылки на следующие нормативные документы:

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

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

Санитарные правила СанПиН 2.6.1.2800-10. Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения.

МУ 2.6.1.2838-11. Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка жилых, общественных и производственных зданий и сооружений после окончания их строительства, капитального ремонта, реконструкции по показателям радиационной безопасности.

ГОСТ Р 8.563-2009. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений.

ГОСТ Р 54500.3-2011/Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008. Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения.

3. Термины и определения

В настоящем документе применены следующие термины с соответствующими им определениями:

изотопы радона – ^{222}Rn (радон) и ^{220}Rn (торон – часто обозначается "Tn");

дочерние продукты распада (ДПР) **радона** – короткоживущие изотопы:

^{218}Po (RaA), ^{214}Pb (RaB) и ^{214}Bi (RaC);

дочерние продукты распада торона – короткоживущие изотопы:

^{212}Pb (ThB) и ^{212}Bi (ThC);

объемная активность радона (OA, Бк/м^3) – активность радона в одном кубическом метре воздуха;

эквивалентная равновесная объемная активность дочерних продуктов изотопов радона (ЭРОА, Бк/м^3) – взвешенная сумма значений активностей короткоживущих дочерних продуктов изотопов радона, определяемая выражением [НРБ-99/2009]:

$$ЭРОА = ЭРОА_{Rn} + 4{,}6 \cdot ЭРОА_{Tn},$$

где

$$ЭРОА_{Rn} = 0{,}10 * OA_{RaA} + 0{,}52 * OA_{RaB} + 0{,}38 * OA_{RaC}$$

и $$ЭРОА_{Tn} = 0{,}91 * OA_{ThB} + 0{,}09 * OA_{ThC},$$

где OA_i – объемные активности дочерних продуктов изотопов радона. Величина ЭРОА реальной неравновесной смеси ДПР радона равна такому значению ОА радона в воздухе, при котором равновесная смесь его ДПР выделяет такую же энергию, как и эта неравновесная смесь;

коэффициент равновесия (F, отн. ед.) – отношение ЭРОА к ОА радона в воздухе; в состоянии радиоактивного равновесия между радоном и его ДПР равен единице; в

помещениях обычно изменяется в диапазоне от 0,2 до 0,8 при среднем значении 0,5;

радоновый контроль – измерения ОА радона или ЭРОА изотопов радона с целью проверки соответствия помещения нормативу, либо для оценки уровней облучения людей;

радоновые приборы – применяемые для измерений ОА и ЭРОА радона, а также ЭРОА торона в воздухе средства измерений любого типа;

помещение – часть пространства внутри здания, имеющее определенное функциональное назначение и огражденное со всех сторон строительными конструкциями: стенами (с окнами и дверями), перекрытием и полом;

эксплуатируемое помещение (квартира, здание) – используемое по назначению, без каких-либо ограничений, помещение (квартира, здание) с периодическим или постоянным пребыванием людей, в том числе в период подготовки и проведения измерений;

закрытое помещение (квартира, здание) – помещение с закрытыми дверями и окнами (квартира, здание), в котором отсутствуют люди, в том числе в период подготовки и проведения измерений;

вентиляция – процесс удаления воздуха из помещения и замена его наружным;

вентиляция естественная – организованный обмен воздуха в помещениях под действием теплового (гравитационного) и/или ветрового напора (давления);

вентиляция механическая (искусственная, принудительная) – организованный обмен воздуха в помещениях под действием давления, создаваемого вентиляторами;

воздухообмен – гигиенический показатель качества системы вентиляции закрытого помещения, выраженный объемом наружного воздуха, поступающего в помещение в единицу времени (обычно в кубических метрах за 1 час);

краткосрочное (экспрессное) измерение – непрерывное измерение (или пробоотбор с последующим измерением) продолжительностью от нескольких минут до одного часа;

среднесрочное измерение – непрерывное измерение (в т.ч. регистрация результата через каждые 1-3 часа, пробоотбор, экспозиция) продолжительностью от 1 до 14 суток;

квазиинтегральное измерение – среднесрочное измерение с применением метода пассивной сорбции радона на активированном угле при продолжительности пробоотбора от 2 до 6 суток;

долгосрочное (интегральное) измерение – непрерывное измерение (в т.ч. регистрация результата через каждые 1-3 часа, пробоотбор, экспозиция) продолжительностью от 2 до 12 месяцев;

отопительный период – интервал в течение года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, не превышающей значения, которое определяется санитарными нормами, при этом продолжительность самого периода (начало и его завершение) устанавливается для различных климатических зон на территории РФ администрацией органов управления соответствующей территории; в качестве примера в табл. 1 приводятся данные из различных источников информации по различным регионам РФ;

Таблица 1. Продолжительность отопительного периода для разных регионов РФ

Регион	**Отопительный период**	
	Продолжительность, сутки	**Доля года, η**
Север европейской территории России	271	0,74
Центр и юг европейской территории России, Кавказ, Урал, юг Сибири	191	0,52

теплый период – интервал в течение года за исключением отопительного периода; доля теплого периода года соответствует значению $1-\eta$;

разность температур (°С) – разность температур воздуха внутри помещения и снаружи здания;

коэффициент температурного влияния ($K_T(\theta)$, отн.ед.) – параметр, учитывающий только для закрытых помещений отклонение измеренного значения ЭРОА или ОА радона от среднегодовой величины, которое обусловлено влиянием на воздухообмен гравитационного (теплового) напора наружного воздуха на внешние ограждающие конструкции здания [1–3]; экспериментально установленные значения этого параметра [4, 5] приводятся в *Приложении В*, а учет температурного влияния выражается формулой

$$\overline{ЭРОА_{Rn}} = \frac{ЭРОА_{Rn}}{K_T(\theta)+1}, \text{ либо}$$

$$\overline{ЭРОА_{Rn}} = \frac{F \cdot ОА_{Rn}}{K_T(\theta)+1}, \qquad (1)$$

где $\overline{ЭРОА_{Rn}}$ – среднегодовое значение ЭРОА радона в закрытом помещении с естественной вентиляцией, Бк/м^3;

$ЭРОА_{Rn}, ОА_{Rn}$ – измеренное значение ЭРОА или ОА радона в этом помещении, Бк/м^3;

F – коэффициент равновесия, равный 0,5.

Значения $K_T(\theta)$ зависят от безразмерной величины θ, выражающей отклонение текущей разности температур от её среднегодовой величины по формуле

$$\theta = \Delta T / \overline{\Delta T} - 1, \qquad (2)$$

где ΔT – разность температур во время радонового контроля, °С;

$\overline{\Delta T}$ – разность среднегодовых значений температур, °С;

при этом должно обеспечиваться условие $\overline{\Delta T} > 5$ °С, т.к. метод учета температурного влияния применим только для тех помещений зданий, которые расположены в климатических зонах с регулируемым отопительным периодом;

коэффициент вариаций радона (K_V, отн.ед.) – зависящий от продолжительности радонового контроля параметр, который учитывает величину максимального отклонения измеренного значения от среднегодовой ЭРОА радона в помещении с учетом характерного вентиляционного режима; значения этого параметра (см. *Приложение Г*) были определены на основе результатов [6] специально проводившихся годовых непрерывных измерений ЭРОА и ОА радона (с интервалом регистрации через каждые 3 часа) в помещениях с разным вентиляционным режимом по формуле

$$K_V(\tau) = \max\left\{\left|\frac{\overline{ЭРОА_ф}}{ЭРОА_i(\tau)} - 1\right| ; \left|\frac{ЭРОА_i(\tau)}{\overline{ЭРОА_ф}} - 1\right|\right\}, \qquad (3)$$

где $\overline{ЭРОА_ф}$ – фактическое среднегодовое значение ЭРОА (или ОА) радона в экспериментальном помещении при определенном вентиляционном режиме, Бк/м^3;

$ЭРОА_i(\tau)$ – набор результатов всех измерений за год ЭРОА (или ОА) радона в экспериментальном помещении продолжительностью τ, за исключением, примерно, 5 % наиболее высоких или низких значений ("хвостов" распределения измеренных значений), Бк/м^3;

инструментальная погрешность результата измерения ЭРОА (или ОА) радона – неопределенность результата измерения ЭРОА или ОА радона, полученная в соответствии с

применяемой методикой радиационного контроля и обусловленная применяемым средством измерений; составляющие этой неопределенности – систематическая погрешность средства измерений, а также статистическая и методическая неопределенности результата измерения ЭРОА или ОА радона в помещении;

неопределенность результата определения (оценки) среднегодовой ЭРОА изотопов радона – величина, зависящая от характера вентиляции в помещении, режима измерений, применяемого средства измерений и продолжительности радонового контроля, относительное значение которой рассчитывается по формуле

$$\delta = \sqrt{K_V{}^2 + \delta^2_{ЭRn(OA)} + \delta^2_{ЭTn} + \delta^2_F + \delta^2_Y}\,, \qquad (4)$$

где K_V – коэффициент вариаций радона, отн.ед.;

$\delta_{ЭRn(OA)}$ – относительная инструментальная погрешность результата измерения ЭРОА или ОА радона, отн.ед.;

$\delta_{ЭTn}$ – относительная инструментальная погрешность результата измерения ЭРОА торона, отн.ед.;

δ_F – относительная неопределенность значения коэффициента равновесия, равная 0,3;

δ_Y – дополнительная составляющая относительной неопределенности результата квазиинтегрального измерения, равная 0,5, обусловленная высокой амплитудой временных вариаций ОА и ЭРОА радона в помещениях с естественной вентиляцией (при применении других методов измерения ОА радона δ_Y=0);

если выполнялись только измерения ЭРОА, то $\delta_F = 0$ и $\delta_Y = 0$.

Величина абсолютной неопределенности результата измерения среднегодовой ЭРОА изотопов радона (Δ, Бк/м^3) связана с относительной неопределенностью соотношением

$$\Delta = \delta \cdot \overline{ЭРОА}, \qquad (5)$$

где $\overline{ЭРОА}$ – значение среднегодовой ЭРОА изотопов радона в помещении, определенное в соответствии с настоящими МУ, Бк/м^3.

Аналогично связаны между собой абсолютные ($\Delta_{ЭRn(ЭTn,OA)}$, Бк/м^3) и относительные инструментальные погрешности измерений

$$\begin{aligned} \Delta_{ЭRn} &= \delta_{ЭRn} \cdot ЭРОА_{Rn}, \\ \Delta_{ЭTn} &= \delta_{ЭTn} \cdot ЭРОА_{Tn}, \\ \Delta_{OA} &= \delta_{OA} \cdot OA_{Rn}, \end{aligned} \qquad (6)$$

где $ЭРОА_{Rn(Tn)}$ – измеренное значение ЭРОА радона или торона в помещении, Бк/м^3;

OA_{Rn} – измеренное значение ОА радона в помещении, Бк/м^3.

4. Общие положения

4.1. Настоящие методические указания основываются на экспериментально установленных закономерностях поведения радона и его ДПР в воздухе помещений (*Приложение А*).

4.2. Для повышения эффективности радонового контроля обследуемые помещения рекомендуется подраз-делять на три группы (А, В и С) в зависимости от вентиляционного режима, согласно табл. 2.

4.3. Выбор режима измерений и состав контролируемых параметров определяют по принадлежности помещения

заданной группе, а также в зависимости от цели проводимого исследования.

Если целью исследования является проверка соответствия помещения нормативу, то контроль организуют согласно табл. 3 по соответствующей схеме из *Приложения Б.*

Если целью исследования является оценка уровней облучения людей в помещении от ингаляционного поступления ДПР изотопов радона, то контроль организуют согласно табл. 4 по соответствующей схеме из *Приложения Б.*

Таблица 2. Классификация помещений в зависимости от вентиляционного режима

Группа помещений	**Характерный вентиляционный режим (воздухообмен)**	**Система вентиляции (этажность здания)**	**Общая характеристика состояния помещения**
А	Стабильный	Только механическая постоянного действия (любая этажность)	Эксплуатируемое или закрытое помещение в общественном или производственном здании
В	Плавно изменяющийся	Только естественная (кроме одноэтажных зданий)	Закрытое помещение в период: - приемки здания в эксплуатацию; - выходных (нерабочих) дней, когда производственный, образовательный и др. эксплуатационные процессы в нежилых зданиях временно приостановлены; - временного отсутствия жильцов квартиры в эксплуатируемом жилом здании и т.п.
С	Нестабильный	Механическая периодического действия или естественная (любая этажность)	Эксплуатируемое помещение в жилом, общественном или производственном здании

Таблица 3. Контролируемые параметры и режим их измерений при оценке соответствия помещений нормативу

Группа помещений	Режим измерений (продолжительность)		
	Краткосрочный (не более 1 часа)	**Среднесрочный (от 1* до 14 суток)**	**Долгосрочный (от 2 до 12 месяцев)**
А	ЭРОА радона ЭРОА торона	Измерения не проводятся	
В	ЭРОА радона ЭРОА торона Температура	ЭРОА или ОА радона Температура	Измерения не проводятся
С	ЭРОА торона	ЭРОА или ОА радона	ОА радона

* от 2 суток для помещений группы “С”.

Таблица 4. Контролируемые параметры и режим их измерений при оценке уровней облучения в помещениях

Группа помещений	Режим измерений (продолжительность)		
	Краткосрочный (не более 1 часа)	**Среднесрочный (от 1 до 14 суток)**	**Долгосрочный (от 2 до 12 месяцев)**
А	ЭРОА радона ЭРОА торона	Измерения не проводятся	
В, С	ЭРОА торона	Измерения не проводятся	ОА радона

4.4. В основном ЭРОА радона в помещениях значительно превышает ЭРОА торона. Тем не менее при использовании аэрозольных радиометров радона целесообразно после измерения в краткосрочном режиме ЭРОА радона всегда выполнять измерение ЭРОА торона (обычно на следующий день или через 5-7 часов после измерения ЭРОА радона) на основе той же пробы воздуха, которая уже отбиралась на аэрозольный фильтр для измерения ЭРОА радона.

4.5. Достоверность оценки среднегодовой ЭРОА радона возрастает с увеличением продолжительности измерения, как в среднесрочном, так и в долгосрочном режимах, при этом наибольшая точность всегда обеспечивается в долгосрочном режиме измерений. В случае обследования помещений группы «В» более высокая точность результата, при прочих равных условиях, достигается благодаря дополнительным измерениям температуры воздуха внутри помещения и снаружи здания (табл. 3).

В краткосрочном режиме продолжительность измерения (обычно не более 5–10 мин) должна обеспечивать приемлемую статистическую неопределенность текущего измеряемого значения ЭРОА радона или торона.

4.6. Относительная неопределенность оценки среднегодовой ЭРОА изотопов радона для определенной группы помещений соответствует значениям, указанным в табл. 5 (расчет выполнен при условии, что значение ЭРОА торона в воздухе помещений пренебрежимо мало и $\delta_{ЭRn(OA)} = 0{,}3$).

4.7. Значения неопределенности оценки среднегодовой ЭРОА изотопов радона по табл. 5 обеспечиваются на основе выполнения совокупности требований, касающихся условий проведения измерений. Эти установленные настоящим документом требования регламентируют:

- идентификацию помещения и соответствующую процедуру его подготовки к выполнению измерений;

- допустимые погодные условия, которые ограничивают влияние ветрового давления и других менее значимых факторов на воздухообмен в помещении;

Таблица 5. Значения неопределенности оценки среднегодовой ЭРОА изотопов радона в помещениях зданий (δ, отн.ед.)

Группа помещений	Режим измерений (продолжительность)									
	Кратко срочный	Среднесрочный/ квазиинтегральный / (сутки)					Долгосрочный (месяц)			
		1	2	4	6	14	2*	4*	6*	12
А	0,3	Измерения не проводятся								
В**	1,8	1,2	1,0 /1,2/	0,9 /1,1/		0,8	Измерения не проводятся			
С	Измеряется только ЭРОА торона	–	2,4	2,0	1,6	1,4	0,7	0,5		0,4

*минимальная общая продолжительность двух измерений в разные периоды года;

**оценка проведена с учетом температурного влияния.

- критерии контроля микроклиматического состояния помещения (для помещений группы «В» эти критерии наиболее жесткие);

- выбор контролируемых параметров, режима и последовательности выполнения измерений с учетом группы

помещения и цели радонового контроля в соответствии с *Приложением Б*;

- расположение пункта измерения в помещении;
- форму регистрации результатов измерений;
- способ математической обработки результатов измерений в соответствии с принадлежностью помещения определенной группе;
- оценку результатов измерений;
- оформление результатов измерений.

4.8. Целесообразно, в соответствии с *Приложением Б*, радоновый контроль начинать с проведения измерений в кратко- или среднесрочном режиме (табл. 3). Для оценки уровней облучения в помещениях групп «В» и «С» целесообразно проведение измерений в долгосрочном режиме (табл. 4).

В настоящем документе предусматривается оптимизация измерений, которая заключается в максимально возможном сокращении временных затрат на проведение радонового контроля при обеспечении заданной неопределенности оценки среднегодовой ЭРОА радона. Оптимальная продолжительность контроля определяется целью его проведения и зависит от режима измерений в соответствии с п. 6.4.

4.9. Помещение признается соответствующим нормативным требованиям, если

$$\overline{ЭРОА} + \Delta < ЭРОА_{H}, \qquad (7)$$

где $\overline{ЭРОА}$ – значение среднегодовой ЭРОА изотопов радона в помещении, определенное в соответствии с настоящими МУ, Бк/м^3;

Δ – значение неопределенности оценки $\overline{ЭРОА}$ в соответствии с (5), Бк/м^3;

$ЭРОА_{H}$ – значение норматива согласно действующим нормативным документам, Бк/м^3.

Помещение нельзя признать соответствующим нормативным требованиям, если не выполняется условие (7). Однако, следует учитывать, что при увеличении продолжительности или количества измерений вследствие снижения Δ существует вероятность выполнения данного условия.

4.10. Величина среднегодовой ЭРОА изотопов радона в закрытом помещении всегда выше, чем в эксплуатируемом. Следовательно, соответствие закрытого помещения нормативу, безусловно, распространяется на это же помещение во время его эксплуатации.

5. Условия измерений

5.1. Общие условия

5.1.1. Перед проведением радонового контроля следует подготовить помещения и само здание к измерениям: не только в обследуемом помещении, но и во всем здании должны быть установлены все окна и двери, налажена работа системы естественной или механической вентиляции (если предусмотрена проектом), а также систем отопления, водоснабжения и канализации.

5.1.2. При проверке условий измерений по формулам 3-7 *Приложения Е* фиксируют следующую информацию:

- адрес или расположение обследуемого помещения;
- характеристика здания и самого помещения*;
- идентификация помещения (его соответствие группе А, В или С);

---

* Информация о характеристиках здания и обследуемого помещения необходима при статистическом анализе и обобщении массивов данных с результатами радонового контроля с целью повышения эффективности метода контроля путем уточнения региональных значений коэффициента вариаций радона в помещениях зданий разного типа и назначения.

- дата и время начала подготовки помещения к измерениям;

- температура и отн. влажность в помещении (в помещениях группы «В» температуру регистрируют в трех точках на разной высоте);

- наружная температура и скорость ветра (средняя и при порывах).

5.2. Идентификация помещения

5.2.1. Идентификация состоит в определении соответствия обследуемого помещения одной из трех групп – «А», «В» или «С». Идентификацию проводят на основе качественного анализа с учетом информации табл. 2, а также учитывая закономерности поведения радона (*Приложение А*). Основные идентификационные признаки – эксплуатационный режим помещения (закрытое или эксплуатируемое), устройство системы вентиляции (естественная или механическая) и этажность здания.

5.2.2. Закрытое подвальное помещение, не оборудованное системой естественной вентиляции или не оснащенное продухами (сообщающимися с наружным воздухом каналами), идентифицируется как помещение группы «А».

5.2.3. Закрытое помещение в одноэтажном здании, не оборудованном системой механической вентиляции, идентифицируется как помещение группы «С».

5.2.4. Если в помещении, соответствующем по своим характеристикам группе «В», по мнению оператора, воздухообмен может резко изменяться или существуют признаки неравномерного во времени поступления радона (например, имеется подвод из грунта инженерных коммуникаций с неизолированным устьем туннеля), то оно идентифицируется как помещение группы «С».

5.2.5. В случаях, когда идентификация помещения затруднена, рекомендуется это помещение считать соответствующим группе «С».

5.3. Внешние погодные факторы

5.3.1. При проведении краткосрочных измерений в теплый период года рекомендуется обследовать только те помещения в здании, которые во время измерений расположены с теневой стороны здания.

5.3.2. Краткосрочные измерения не проводят, а измерения в среднесрочном режиме не начинают:

– при аномально высоких или низких температурах воздуха в регионе;

– во время ливневого дождя и ранее двух часов после его окончания;

– при средней скорости ветра:

в теплый период года – более 4 м/с;

в отопительный период года – более 6 м/с;

– при порывах ветра со скоростью более 8 м/с.

5.3.3. Ограничение ветрового влияния может быть снижено (увеличено значение соответствующего параметра в п. 5.3.2) при условии, что в районе расположения здания с обследуемым помещением скорость ветра, превышающая контрольное значение, регистрируется не чаще, чем в 20% случаев в течение соответствующего периода года.

5.3.4. Архив погоды, её прогноз и информацию о текущей температуре, скорости и порывах ветра в районе расположения здания с обследуемым помещением рекомендуется получать с ближайшей метеостанции, используя, например, сайт в сети Интернет – gost.e-ecolog.ru

5.4. Микроклиматическое состояние помещения

5.4.1. В отопительный период года здания с регулируемым температурно-влажностным режимом должны обследоваться только при включенном отоплении, которое

должно функционировать не менее одной недели до начала радонового контроля.

5.4.2. При выполнении измерений в помещениях должны соблюдаться микроклиматические условия в соответствии с табл. 6. Измерения микроклиматических параметров выполняют на высоте от 1,0 до 1,5 м от пола.

Таблица 6. Микроклиматическое состояние помещений

Группа помещений	**Микроклиматический параметр***	
	Температура воздуха, °С	**Отн. влажность воздуха, %**
А, С	от +6 до +32	от 15 до 90
В	от +12 до +28	от 15 до 75

*СанПиН 2.2.4.548-96 (производственные помещения), СанПиН 2.1.2.2645-10 (жилые помещения).

5.4.3. В помещениях группы «В» необходимо убедиться, что разность температуры воздуха на расстоянии 10-20 см от пола и от потолка не превышает 3 °С. Кроме этого, разность между среднегодовой температурой в помещениях группы «В» (при отсутствии информации принимать равной 23 °С) и среднегодовой температурой наружного воздуха должна превышать 5 °С.

5.4.4. Если микроклиматическое состояние помещения группы «В» не соответствует хотя бы одному из требований п.п. 5.4.2, 5.4.3, то оно обследуется как помещение группы «С».

5.5. Подготовка помещения к проведению измерений

5.5.1. Помещения со стабильным воздухообменом (группа «А»)

Измерения начинают выполнять не ранее чем через 3 часа после включения на минимальную мощность системы

механической вентиляции с одновременным закрыванием, по возможности, всех окон и дверей не только в обследуемом помещении, но и во всем здании.

5.5.2. Помещения с плавно изменяющимся воздухообменом (группа «В»).

Доступ людей в эти помещения или само здание должен быть ограничен на период обследования. Измерения начинают выполнять не ранее чем через 12 часов после подготовки помещения для проведения радонового контроля:

- остановка производственного, образовательного и т.п. процессов;
- отсутствие людей;
- закрытые окна и двери не только в обследуемом помещении, но и, по возможности, во всем здании.

Обследования помещений новых или реконструируемых зданий рекомендуется проводить не ранее чем через одну неделю после завершения отделочных работ.

5.5.3. Помещения с нестабильным воздухообменом (группа «С»).

Перед началом и во время измерений помещения эксплуатируются без каких-либо ограничений и изменений эксплуатационного режима, включая характер и режим проветриваний.

5.6. Расположение места измерения в помещении

5.6.1. Все измерения в краткосрочном режиме проводят в центральной части помещения. При проведении среднесрочных или долгосрочных измерений предпочтительны такие местоположения, на которых измерительный прибор или пробоотборник не создавал бы помех в процессе эксплуатации помещения. Если площадь помещения больше 100 м^2, то место измерения рекомендуется выбирать в пределах зоны наиболее продолжительного пребывания людей.

5.6.2. Место измерения должно располагаться не ближе 0,5 м от стены, пола, потолка или каких-либо крупногабарит-

ных предметов в помещении, а также вдали от оконного проема, двери и источников тепла, холода, влаги или сквозняков.

5.6.3. Место измерения должно быть защищено от попадания прямых солнечных лучей, а также влияния вибрации, мощных высокочастотных электромагнитных полей (в том числе – от близ расположенного работающего мобильного телефона) и действия других факторов, способных каким-либо образом создавать помехи в работе измерительного прибора или пробоотборника.

5.6.4. Дополнительные указания о расположении места измерения в помещении могут быть приведены в Руководстве по эксплуатации средства измерения.

5.7. Требования к средствам измерений

5.7.1. Диапазон измерения температуры воздуха должен составлять от 0 до 40 °С при паспортной погрешности не более 1 °С. Дискретность показаний температуры должна составлять не более 0,1 °С.

5.7.2. Диапазон измерения относительной влажности воздуха должен составлять от 10 до 95 % при паспортной погрешности не более 2 % (в единицах отн. влажности).

5.7.3. Применяемые при контроле помещений радоновые приборы должны быть зарегистрированы в Государственном реестре средств измерений и иметь действующие свидетельства о поверке. Также должны быть аттестованы применяемые методики измерений ОА радона и ЭРОА изотопов радона в воздухе.

6. Порядок выполнения измерений

6.1. Общие положения

6.1.1. Порядок выполнения измерений должен соответствовать определенной схеме в *Приложении Б* в зависимости от цели исследования и группы помещения.

6.1.2. В самом начале и после окончания измерений по формам 8-10 *Приложения Е* фиксируют следующую информацию:

- цель исследования;
- режим измерений;
- шифр пробы (измерения);
- дату и время начала и окончания измерений (пробоотбора, экспозиции) с точностью до одной минуты;
- результат и абсолютную инструментальную погрешность результата измерения ЭРОА или ОА радона ($\Delta_{ЭRn(OA)}$, Бк/м^3);
- результат и абсолютную инструментальную погрешность результата измерения ЭРОА торона ($\Delta_{ЭTn}$, Бк/м^3);
- среднюю за период измерения температуру внутри помещения и снаружи здания (только для помещений группы «В» при проверке соответствия нормативу).

6.1.3. Определение ЭРОА торона рекомендуется выполнять на следующий день после посещения объекта контроля путем повторного измерения аэрозольного фильтра, который ранее использовался при пробоотборе и измерении ЭРОА радона в обследуемом помещении.

6.1.4. В помещениях групп «В» и «С» в период проведения измерений в средне- или долгосрочном режимах рекомендуется выполнять не менее двух краткосрочных измерений ЭРОА торона – вначале и по окончании радонового контроля. В качестве результата измерения ЭРОА торона рекомендуется принимать их среднее арифметическое значение с результирующей инструментальной погрешностью ($\Delta_{ЭTn}$, Бк/м^3), соответствующей максимальному значению инструментальных погрешностей, полученных по результатам однократных измерений.

6.1.5. Если применяемое средство измерений не отображает величину инструментальной погрешности, то её значение рекомендуется принимать равной указанному в свидетельстве на прибор пределу погрешности.

6.2. Измерения при контроле соответствия помещения нормативу

6.2.1. Состав контролируемых параметров и режим их измерений при оценке соответствия нормативу помещений определенной группы указаны в табл. 3.

6.2.2. В помещениях группы «А» проводят измерения ЭРОА радона и торона только в краткосрочном режиме.

6.2.3. В помещениях группы «В» сначала проводят измерения ЭРОА радона и торона, а также температуры воздуха в краткосрочном режиме. Если критерий (7) не выполнен, но при этом снижение Δ может привести к его выполнению, то измерения продолжают в среднесрочном режиме. В среднесрочном режиме проводят измерения ЭРОА или ОА радона и температуры воздуха непрерывно с периодом регистрации 1-3 часа. Допускается измерение ОА радона в квазиинтегральном режиме.

6.2.4. Измерения в помещениях группы «С»

6.2.4.1. В помещениях группы «С» сначала проводят измерения ЭРОА или ОА радона в среднесрочном режиме непрерывно с периодом регистрации 1-3 часа, а также ЭРОА торона в краткосрочном режиме. Если критерий (7) не выполнен, но при этом снижение Δ может привести к его выполнению, то измерения продолжают в долгосрочном режиме.

Применение режима квазиинтегральных измерений ОА радона не рекомендуется. Также не рекомендуется применение среднесрочного режима измерений в принудительно не вентилируемых помещениях производственных зданий, в которых производственный процесс связан с обращением сырья или изделий способных выделять радон.

6.2.4.2. Наибольшая точность оценки среднегодовой ЭРОА в помещениях группы «С» достигается путем непрерывного измерения (пробоотбора, экспозиции) ОА радона в течение целого года с использованием аппаратуры на основе детекторов (экспозиметров) интегрального типа, например трековых детекторов.

Допускается проведение в течение одного года двух измерений ОА радона, но в разные периоды – отопительный и теплый. В отопительный период измерение должно проводиться в интервале «ноябрь–февраль», а в теплый период – в интервале «июнь–сентябрь». Не рекомендуется проводить измерения в период смены сезона. Продолжительность одного измерения должна составлять от 1 до 4 месяцев, при этом рекомендуется приурочить каждое из двух измерений преимущественно к середине соответствующего интервала [7].

6.3. Измерения для оценки уровней облучения в помещении

6.3.1. Состав измеряемых параметров и режим их измерений при оценке уровней облучения в помещениях определенной группы указаны в табл. 4.

6.3.2. В помещениях группы «А» проводят измерения ЭРОА радона и торона только в краткосрочном режиме.

6.3.3. Помещения, соответствующие по своим характеристикам группе «В», с целью повышения достоверности результата рекомендуется обследовать как помещения группы «С».

6.3.4. В помещениях группы «С» проводят измерения ОА радона только в долгосрочном (интегральном) режиме в соответствии с п. 6.2.4.2, и, кроме этого, проводят измерения ЭРОА торона в краткосрочном режиме.

6.4. Оптимизация измерений

6.4.1. Если целью радонового контроля является проверка соответствия помещения нормативным требованиям, то ко-

личественным критерием оптимизации измерений может служить выполнение следующего неравенства (параметр оптимизации – продолжительность контроля):

$$ЭРОА_{Rn} + \Delta_{ЭRn} < ЭРОА_{КУ} \cdot \frac{1+K_T}{1+K_V}, \qquad (8.1)$$

либо, если выполнялись измерения ОА радона,

$$ОА_{Rn} + \Delta_{OA} < \frac{ЭРОА_{КУ}}{F} \cdot \frac{1+K_T}{1+\sqrt{K_V{}^2 + \delta_F^2 + \delta_V^2}}, \qquad (8.2)$$

где $ЭРОА_{Rn}$, $ОА_{Rn}$ – текущее измеренное значение ЭРОА или ОА радона в обследуемом помещении, соответственно, Бк/м^3;

$\Delta_{ЭRn}$, Δ_{OA} – текущая инструментальная погрешность измерения ЭРОА или ОА радона, соответственно, Бк/м^3;

$ЭРОА_{КУ}$ – значение норматива или иного контрольного уровня среднегодовой ЭРОА радона в помещении, Бк/м^3;

K_T – коэффициент температурного влияния, значения которого для помещений группы «В» приводятся в *Приложении В* (для помещений групп «А» и «С» принимается равным нулю), однако с целью оперативности контроля допустимо принимать следующие значения: “-0,2” при измерении в зимний сезон года;

“+0,4” при измерении в летний сезон года;

“0” при измерении в межсезонье;

K_V – коэффициент вариаций радона в помещениях групп «В» и «С», значения которого приводятся в *Приложении Г* (для помещений группы «А» принимается равным нулю);

в (8.2) принимать $F = 0{,}5$; $\delta_F = 0{,}3$; только для квазиинтегрального измерения $\delta_V = 0{,}5$.

Если выполняется неравенство (8.1) или (8.2), то измерение прекращается, поскольку ожидаемая величина среднегодовой ЭРОА радона в обследуемом помещении не превысит значения $ЭРОА_{KV}$. Выполнение этих неравенств, помимо значения $ЭРОА_{KV}$, регулируется величиной K_V, зависящей от режима и продолжительности измерений (*Приложение Г*).

Расчетные оценки значений $(ЭРОА_{Rn} + \Delta_{ЭRn})$ и $(OA_{Rn} + \Delta_{OA})$, полученные на основе критериев (8.1) и (8.2), приводятся в *Приложении Д*.

Для учета вклада ЭРОА торона из правой части неравенства (8.1) или (8.2) рекомендуется вычитать, примерно, 5 и 10 Бк/м^3, соответственно.

6.4.2. Если целью радонового контроля является оценка дозы облучения, то его продолжительность определяют по табл. 5, исходя из величины приемлемой неопределенности оценки среднегодовой ЭРОА радона (δ, отн.ед.).

7. Расчет среднегодовой ЭРОА изотопов радона

7.1. Общие положения

Способ расчета среднегодового значения ЭРОА изотопов радона зависит от характера вентиляционного режима в помещении во время проведения измерений и поэтому определяется по принадлежности обследуемого помещения одной из трех групп (А, В или С) в соответствии с табл. 2.

7.2. Помещения со стабильным воздухообменом (группа «А»)

7.2.1. Значение среднегодовой ЭРОА изотопов радона (Бк/м^3) определяют на основе результатов измерений в краткосрочном режиме по формуле

$$\overline{ЭРОА} = ЭРОА_{Rn} + 4{,}6 \cdot ЭРОА_{Tn}, \qquad (9)$$

где $ЭРОА_{Rn}$ – измеренное значение ЭРОА радона, Бк/м^3;

$ЭРОА_{Tn}$ – измеренное значение ЭРОА торона, Бк/м^3.

7.2.2. Неопределенность оценки среднегодовой ЭРОА изотопов радона (Бк/м^3) рассчитывают по формуле

$$\Delta = \sqrt{\Delta^2_{ЭRn} + (4{,}6 \cdot \Delta_{ЭTn})^2}, \qquad (10)$$

где $\Delta_{ЭRn}$, $\Delta_{ЭTn}$ – инструментальная погрешность измерения ЭРОА радона и ЭРОА торона, соответственно, Бк/м^3.

7.3. Помещения с плавно изменяющимся воздухообменом (группа «В»)

7.3.1. Значение среднегодовой ЭРОА изотопов радона (Бк/м^3) определяют с учетом (или без учета) температурного влияния на основе результатов измерения ЭРОА в кратко- или среднесрочном режиме по формуле

$$\overline{ЭРОА} = \frac{ЭРОА_{Rn}}{K_T(\theta)+1} + 4{,}6 \cdot ЭРОА_{Tn}, \qquad (11)$$

где $ЭРОА_{Rn}$ – измеренное в краткосрочном режиме или среднее за период измерений в среднесрочном режиме значение ЭРОА радона, Бк/м^3;

$ЭРОА_{Tn}$ – измеренное или среднее по результатам нескольких измерений в краткосрочном режиме значение ЭРОА торона, Бк/м^3,

$K_T(\theta)$ – коэффициент температурного влияния, значения которого приводятся в *Приложении В* и зависят от безразмерной величины θ, определяемой по формуле

$$\theta = (T_в - T_н)/(\overline{T_в} - \overline{T_н}) - 1, \qquad (12)$$

где $T_в$, $T_н$ – измеренное в краткосрочном режиме или среднее за период измерений в среднесрочном режиме значение температуры воздуха внутри помещения и снаружи здания, соответственно, °С;

$\overline{T_в}$, $\overline{T_н}$ – среднегодовая температура воздуха внутри помещения и снаружи здания, соответственно, °С; при отсутствии информации принимать $\overline{T_в} = 23$ °С.

7.3.2. Неопределенность оценки среднегодовой ЭРОА изотопов радона (Бк/м^3) рассчитывают по формуле

$$\Delta = \sqrt{\frac{(K_V \cdot ЭРОА_{Rn})^2 + \Delta^2_{ЭRn}}{(K_T(\theta)+1)^2} + (4{,}6 \cdot \Delta_{ЭTn})^2} \qquad (13)$$

где K_V – коэффициент вариаций радона в помещениях группы «В», значения которого для режимов кратко- и среднесрочного измерений приводятся в *Приложении Г*;

$\Delta_{ЭRn}$, $\Delta_{ЭTn}$ – инструментальная погрешность измерения ЭРОА радона и ЭРОА торона, соответственно, Бк/м^3.

7.3.3. Если измерений температуры не проводилось, то в формулах (11) и (13) следует принимать $K_T(\theta)$ = 0, при этом в (13) принимают более высокие значения коэффициента K_V, согласно *Приложению Г.*

7.3.4. Если вместо ЭРОА радона проводились измерения ОА радона, то значение среднегодовой ЭРОА изотопов радона (Бк/м^3) также определяют с учетом (или без учета) температурного влияния по формуле (11), принимая

$$ЭРОА_{Rn} = OA_{Rn} \cdot F, \qquad (14)$$

где OA_{Rn} – среднее за период измерений в среднесрочном режиме значение ОА радона, Бк/м^3;

F – коэффициент равновесия, равный 0,5.

В этом случае неопределенность оценки среднегодовой ЭРОА изотопов радона (Бк/м^3) также рассчитывают по формуле (13), принимая

$$\Delta^2_{ЭRn} = [\Delta^2_{OA} + (\delta_F \cdot OA_{Rn})^2 + (\delta_V \cdot OA_{Rn})^2] \cdot F^2, \qquad (15)$$

где Δ_{OA} – инструментальная погрешность измерения ОА радона, Бк/м^3;

в (15) принимать F = 0,5; δ_F = 0,3; δ_V = 0 (только для квазиинтегрального измерения δ_V = 0,5).

7.4. Помещения с нестабильным воздухообменом (группа «С»).

7.4.1. Значение среднегодовой ЭРОА изотопов радона (Бк/м^3) в помещениях группы «С» определяют на основе результатов измерений ОА радона в долгосрочном режиме по формуле

$$\overline{ЭРОА} = \overline{ОА_{Rn}} \cdot F + 4{,}6 \cdot ЭРОА_{Tn}, \qquad (16)$$

где $ЭРОА_{Tn}$ – измеренное или среднее по результатам нескольких измерений в краткосрочном режиме значение ЭРОА торона, Бк/м^3,

F – коэффициент равновесия, равный 0,5;

$\overline{ОА_{Rn}}$ – среднегодовое значение ОА радона, полученное по результатам интегрального измерения в течение целого года, Бк/м^3, либо рассчитанное по формуле [7]

$$\overline{ОА_{Rn}} = \eta \cdot ОА_{on} + (1-\eta) \cdot ОА_{mn}, \qquad (17)$$

где $ОА_{on}, ОА_{mn}$ – результат интегрального измерения ОА радона в отопительный и теплый периоды года, соответственно, Бк/м^3;

η – доля отопительного периода в течение года (табл. 1).

7.4.2. Неопределенность оценки среднегодовой ЭРОА изотопов радона (Бк/м^3) в помещениях группы «С» на основе результатов измерений ОА радона в долгосрочном режиме рассчитывают по формуле

$$\Delta = F \cdot \sqrt{(K_V \cdot \overline{ОА_{Rn}})^2 + (\delta_F \cdot \overline{ОА_{Rn}})^2 + \Delta^2_{\overline{ОА}} + (4{,}6 \cdot \Delta_{ЭTn}/F)^2}, \qquad (18)$$

где K_V – коэффициент вариаций радона в помещениях группы «С», значения которого для режима долгосрочных измерений приводятся в *Приложении Г*;

$\Delta_{ЭTn}$ – инструментальная погрешность измерения ЭРОА торона, Бк/м^3;

δ_F – принимать равной 0,3;

$\Delta_{\overline{OA}}$ – неопределенность оценки среднегодового значения ОА радона, Бк/м^3, соответствующая значению инструментальной погрешности долгосрочного измерения в течение целого года, либо, если проводилось два измерения, вычисляемая по формуле

$$\Delta_{\overline{OA}} = \sqrt{\eta^2 \cdot \Delta^2_{OA_{on}} + (1-\eta)^2 \cdot \Delta^2_{OA_{mn}}}, \qquad (19)$$

где $\Delta_{OA_{on}}, \Delta_{OA_{mn}}$ – инструментальная погрешность долгосрочного измерения ОА радона в отопительный и теплый периоды года, соответственно, Бк/м^3.

7.4.3. Если в помещениях группы «В» проводились измерения ОА или ЭРОА радона в среднесрочном режиме, то

$$\overline{ЭРОА} = ЭРОА_{Rn} + 4{,}6 \cdot ЭРОА_{Tn} \quad \text{или}$$
$$\overline{ЭРОА} = OA_{Rn} \cdot F + 4{,}6 \cdot ЭРОА_{Tn}, \qquad (20)$$

где $ЭРОА_{Rn}$, OA_{Rn} – среднее за период измерений в среднесрочном режиме значение ЭРОА или ОА радона, соответственно, Бк/м^3.

$ЭРОА_{Tn}$ – измеренное или среднее по результатам нескольких измерений в краткосрочном режиме значение ЭРОА торона, Бк/м^3,

В этом случае

$$\Delta = \sqrt{(K_V \cdot ЭРОА_{Rn})^2 + \Delta^2_{ЭRn} + (4{,}6 \cdot \Delta_{ЭTn})^2}$$

или

$$\Delta = F \cdot \sqrt{(K_V \cdot OA_{Rn})^2 + (\delta_F \cdot OA_{Rn})^2 + \Delta^2_{OA} + (4{,}6 \cdot \Delta_{ЭTn}/F)^2} \quad (21)$$

где K_V – коэффициент вариаций радона в помещениях группы «С», значения которого для режима среднесрочных измерений приводятся в *Приложении Г*;

δ_F – принимать равной 0,3;

$\Delta_{ЭRn}, \Delta_{ЭTn}, \Delta_{OA}$ – инструментальная погрешность измерения ЭРОА радона, торона и ОА радона, соответственно, Бк/м^3.

8. Оценка результатов измерений

8.1. Помещения со стабильным воздухообменом (группа «А»)

Полученные результаты измерений используют непосредственно для расчета среднегодового значения ЭРОА (9), неопределенности (10) и оценки соответствия помещений нормативным требованиям по критерию (7).

8.2. Помещения с плавно изменяющимся воздухообменом (группа «В»)

8.2.1. Если рассчитанное на основе результатов краткосрочных измерений в соответствии с (11) среднегодовое значение ЭРОА в помещении с учетом (13) удовлетворяет критерию (7), то это помещение соответствует нормативным требованиям.

Если критерий (7) не выполнен, но при этом снижение Δ может привести к его выполнению, то в данном помещении измерения продолжают в среднесрочном режиме.

8.2.2. Если рассчитанное на основе результатов среднесрочных измерений в соответствии с (11) среднегодовое значение ЭРОА в помещении с учетом (13) удовлетворяет крите-

рию (7), то это помещение соответствует нормативным требованиям.

Если критерий (7) не выполнен, но при этом дальнейшее снижение Δ может привести к его выполнению, то данное помещение обследуется в режиме долгосрочных измерений, как помещение группы «С».

8.3. Помещения с нестабильным воздухообменом (группа «С»)

8.3.1. Если рассчитанное на основе результатов среднесрочных измерений в соответствии с (20) среднегодовое значение ЭРОА в помещении с учетом (21) удовлетворяет критерию (7), то это помещение соответствует нормативным требованиям.

Если критерий (7) не выполнен, но при этом снижение Δ может привести к его выполнению, то в данном помещении измерения проводят в долгосрочном (интегральном) режиме.

8.3.2. Если рассчитанное на основе результатов долгосрочных (интегральных) измерений в соответствии с (16) среднегодовое значение ЭРОА в помещении с учетом (18) удовлетворяет критерию (7), то это помещение соответствует нормативным требованиям.

Если по результатам долгосрочных (интегральных) измерений в помещении группы «С» критерий (7) не был выполнен, то это помещение не соответствует нормативным требованиям.

9. Оформление результатов измерений

9.1. Результаты оформляют в виде протокола радонового обследования помещения, в котором указывается следующая информация:

1) сведения о проводившей обследование организации;

2) сведения о применявшемся средстве измерений и методике выполнения измерений;

3) адрес или расположение обследуемого помещения;

4) характеристики здания с обследуемым помещением;
5) характеристики обследуемого помещения;
6) идентификация помещения;
7) условия измерений;
8) цель исследования;
9) режим измерений;
10) результаты измерений;
11) результат расчетной оценки среднегодовой ЭРОА изотопов радона;
12) заключение о результатах обследования помещения.

9.2. Рекомендуемое содержание протокола радонового обследования помещения с более детальным представлением информации приводится в Приложении Е.

9.3. Заключение о результатах обследования помещения приводится в протоколе лишь в том случае, если цель обследования состояла в контроле соответствия помещения нормативу. При этом в протоколе перед заключением дается сравнение результата расчетной оценки среднегодовой ЭРОА изотопов радона в помещении с нормативным значением в соответствии с п.4.9 и, в зависимости от результата сравнения, выдается один из трех вариантов заключения о соответствии помещения нормативу:

1) Обследованное помещение соответствует установленному в [*ссылка на нормативный документ и соответствующий пункт*] требованию по ограничению содержания радона в воздухе;

2) Обследованное помещение, вероятно, может не соответствовать установленному в [*ссылка на нормативный документ и соответствующий пункт*] требованию по ограничению содержания радона в воздухе, поэтому рекомендуется провести повторное обследование данного помещения, при этом снизив неопределенность оценки

среднегодовой ЭРОА изотопов радона за счет увеличения продолжительности измерений;

3) Обследованное помещение не соответствует установленному в [*ссылка на нормативный документ и соответствующий пункт*] требованию по ограничению содержания радона в воздухе.

Библиография

[1] Цапалов А.А., Кувшинников С.И. Зависимость объемной активности радона в помещениях от разности внутренней и наружной температур воздуха. АНРИ. 2008. № 2, С. 37-43.

[2] Цапалов А.А. Оценка среднегодового уровня ЭРОА радона в помещениях на основе результатов краткосрочных измерений радиометром "АльфаАЭРО". АНРИ. 2008. № 3, С. 49-58.

[3] Цапалов А.А. Системное исследование динамики ЭРОА радона в помещениях и принципы контроля. АНРИ, 2010, № 2. С. 2-14.

[4] Отчет о НИР на тему "Пополнение и анализ результатов экспериментальных исследований корреляции вариаций ЭРОА радона в помещениях с параметрами внешней среды". ООО "НТЦ Амплитуда". М., Зеленоград, 2010. 88 с.

[5] Цапалов А.А. Результаты долговременных исследований закономерностей поведения ОА и ЭРОА радона в зданиях московского региона. АНРИ, 2011, № 3(66). С. 52-64.

[6] Отчет о НИР на тему "Проведение долговременных исследований показателей радоноопасности территорий и помещений в различных климатических зонах России". ООО "НТЦ Амплитуда". М., Зеленоград, 2013. 200 с.

[7] Маренный А.М. Методические аспекты измерений средней объемной активности радона в помещениях интегральным трековым методом. АНРИ, 2012, № 4(71). С. 13-19.

[8] СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование

[9] EFFECTS OF IONIZING RADIATION. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 2006. Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. ANNEX E "Sources-to-effects assessment for radon in homes and workplaces".

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)

Закономерности поведения ОА и ЭРОА радона в помещениях зданий

В основу настоящих Методических указаний положен ряд экспериментально установленных закономерностей поведения ОА и ЭРОА радона в воздухе помещений зданий. Суть этих закономерностей состоит в следующем.

А1. Содержание радона и его ДПР в помещениях с естественной вентиляцией в период, когда они закрыты, далеко не всегда возрастает и стабилизируется во времени. В закрытых помещениях, также как и в эксплуатируемых, могут наблюдаться существенные временные вариации коэффициента равновесия, ОА и ЭРОА радона, как это видно на рис. А1 и А2.

А2. Скорость поступления радона в помещения здания из грунта под ним и из ограждающих конструкций, практически, постоянна во времени, а временные вариации ОА и ЭРОА радона в помещениях обусловлены главным образом изменениями величины кратности воздухообмена и направления движения потоков воздуха внутри здания.

А3. Амплитуда временных вариаций ОА и ЭРОА радона в закрытых помещениях уменьшается по мере возрастания сопротивления воздухопроницанию ограждающих конструкций здания.

А4. В эксплуатируемых и закрытых помещениях с механической вентиляцией (группа "А") обеспечивается стабильный воздухообмен. В этих помещениях при работающей в штатном режиме вентиляции значимых суточных и сезонных вариаций ОА и ЭРОА радона не наблюдается.

А5. В эксплуатируемых помещениях с естественной вентиляцией (группа "С") наблюдаются резкие изменения

кратности воздухообмена, главным образом из-за присутствия человека и его деятельности, а также вследствие изменения метеоусловий, в том числе и при смене времени суток. В этом случае характер временных вариаций ОА и ЭРОА радона, в принципе, не поддается закономерному описанию. Но при этом в отопительный период содержание радона в этих помещениях чаще бывает выше, чем в теплый период года.

А6. В закрытых помещениях с естественной вентиляцией (группа "В") изменение воздухообмена происходит постепенно во времени (плавно), и поэтому обнаруживается закономерность вариаций ОА и ЭРОА радона, в основном обусловленная заметным влиянием на кратность воздухообмена величины разности температур воздуха внутри помещения и снаружи здания, формирующей гравитационный (тепловой) напор наружного воздуха на оболочку здания. Отмеченная закономерность отчетливо проявляется лишь для помещений с повышенным содержанием радона.

А7. В закрытых помещениях с естественной вентиляцией (группа "В") устойчивый воздухообмен возникает только во время отопительного периода при условии, что температура наружного воздуха не превышает +4°С [8], т.е. заметно ниже температуры воздуха в помещении. Кроме этого, устойчивый воздухообмен формируется в помещениях зданий, этажность которых не менее двух этажей. С увеличением разности температур воздуха в этих помещениях наблюдается увеличение кратности воздухообмена и, соответственно, закономерное снижение значений коэффициента равновесия, ОА и ЭРОА радона (рис. А1). В теплый период года, когда разность температур незначительна, в этих помещениях наблюдаются повышенные содержания радона, а также увеличение амплитуды его временных вариаций из-за возрастающего в этот период нерегулярного влияния ветра и инсоляции на воздухообмен в зданиях.

А8. В закрытых и эксплуатируемых помещениях (группы “В” и “С”) с низким содержанием радона суточные и сезонные вариации ОА и ЭРОА радона сглаживаются по мере снижения их среднегодовых значений.

А9. Значения коэффициента равновесия и кратности воздухообмена в помещениях не связаны однозначно, т.к. помимо воздухообмена коэффициент равновесия также существенно зависит от кратности осаждения ДПР радона на поверхностях в помещении. Поэтому значения коэффициента равновесия, оцененные в случайные моменты времени по результатам одновременного измерения ОА и ЭРОА радона, также отличаются значительными временными вариациями, как это видно на рис. А2.

В этой связи представительность и достоверность рекомендуемого в настоящих Методических указаниях значения коэффициента равновесия и его неопределенности для помещений групп «В» и «С» будет заведомо выше оцененного по результатам измерений в случайный момент времени.

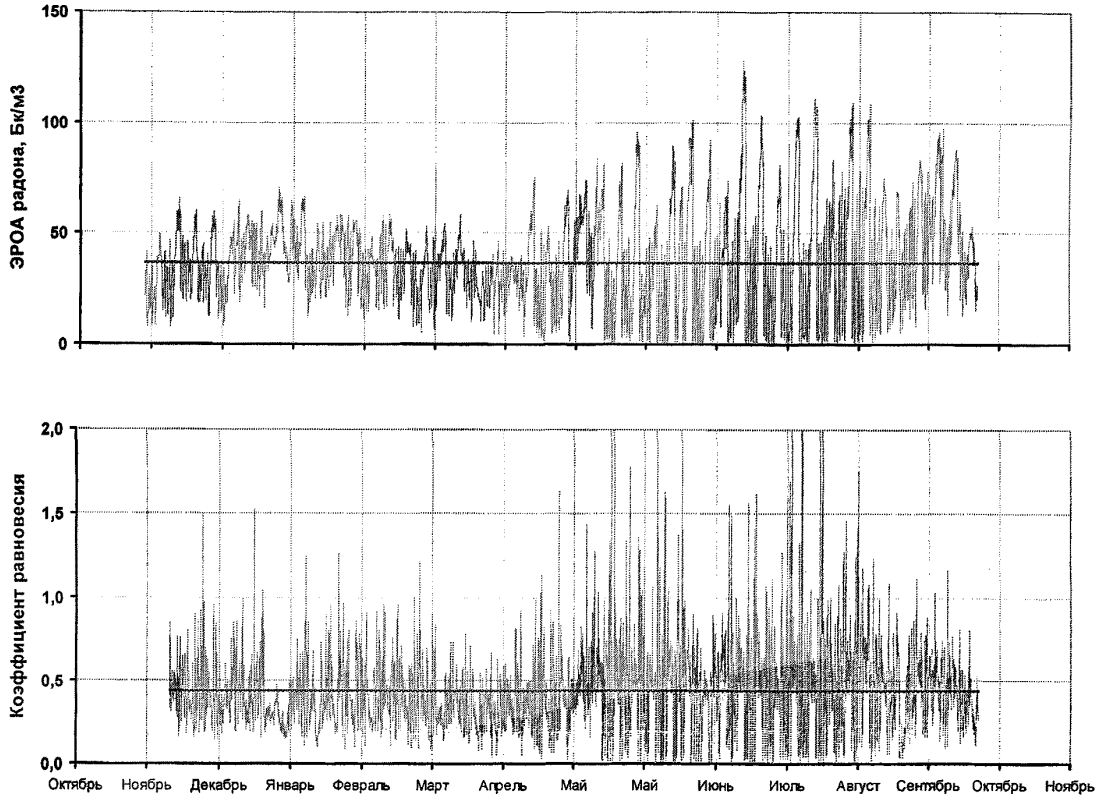
Примечание:

Среднемировые наиболее вероятные значения ЭРОА или ОА радона в помещениях зданий составляют около 15 и 37 Бк/м^3, соответственно, а в наружном воздухе – около 6 и 10 Бк/м^3, соответственно [9].

Условно содержание радона в помещении считается низким, если величина среднегодовой ЭРОА или ОА радона ниже среднемировых значений. В ином случае содержание радона в помещении считается повышенным.

Кратность воздухообмена в помещении (1/ч) – это количественная характеристика интенсивности воздухообмена, выраженная отношением объемной скорости поступления наружного воздуха, проходящего через помещение за единицу времени, к внутреннему объему этого помещения.

Эксплуатируемое помещение (группа «С»)
в производственно-офисном здании



Эксплуатируемое помещение (группа «С») в производственном здании (производственный процесс сопровождается выделением радона при очистке воды)

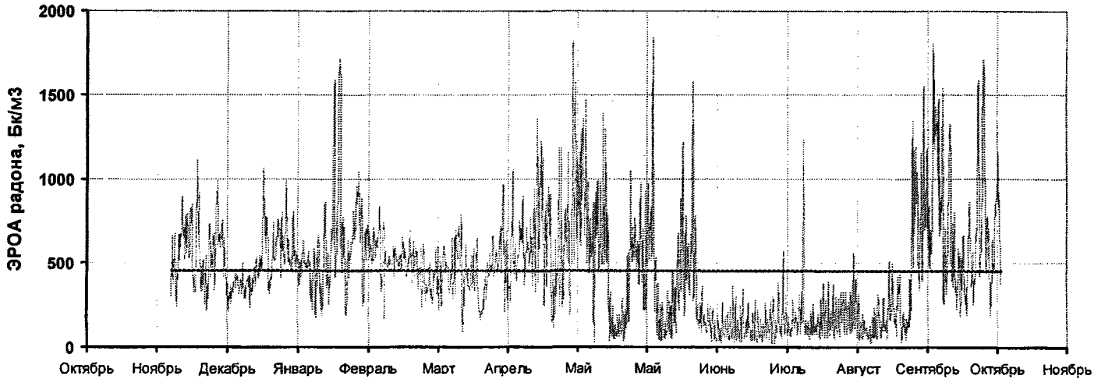
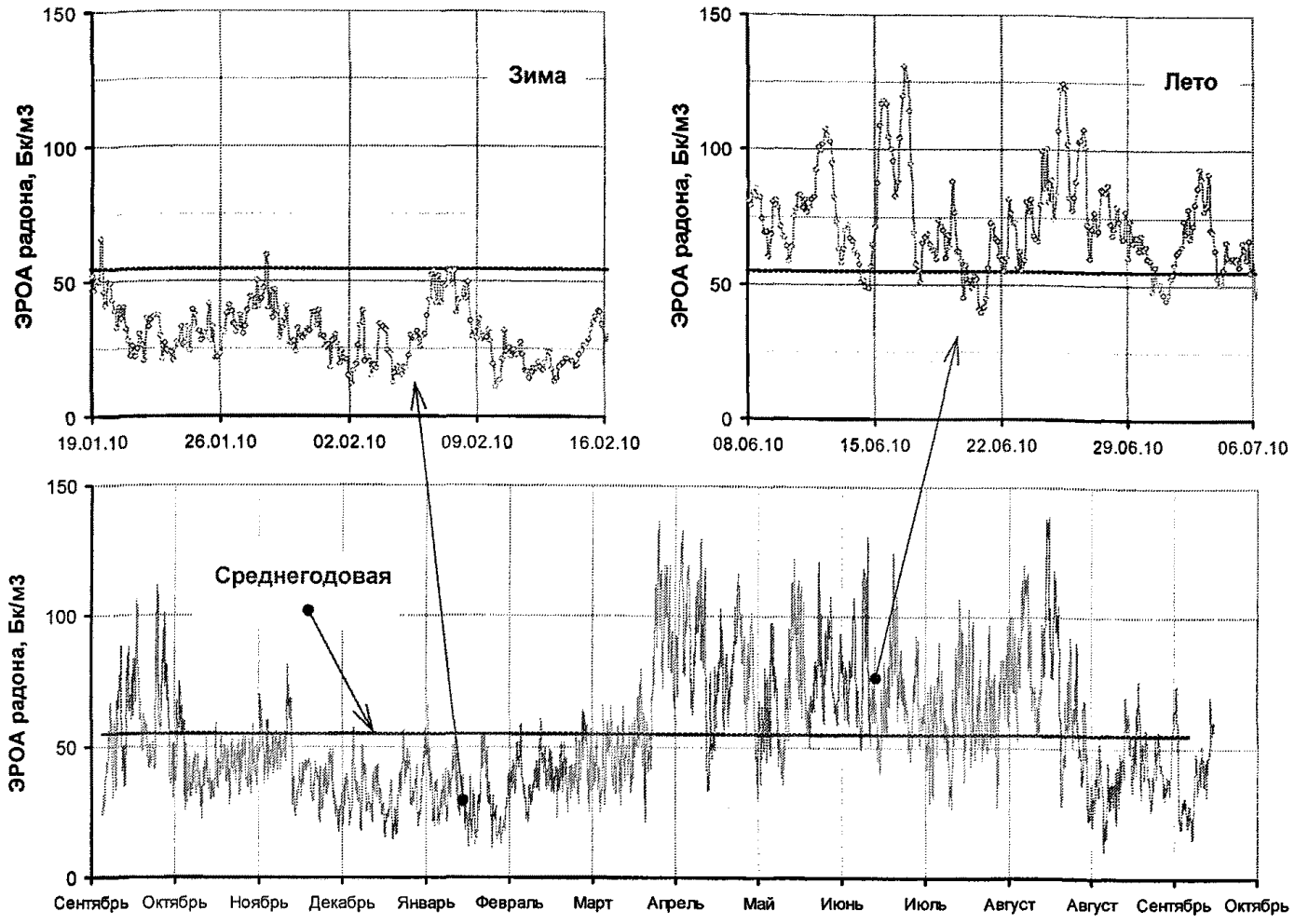


Рис.А2. Пример временных вариаций ЭРОА радона и коэффициента равновесия (отношение одновременно измеренных значений ОА и ЭРОА радона в краткосрочном режиме) в помещениях производственных зданий

Закрытое помещение (группа «В») в здании офисного типа [4]



Эксплуатируемое помещение (группа «С»)
в частном односемейном жилом доме [6]

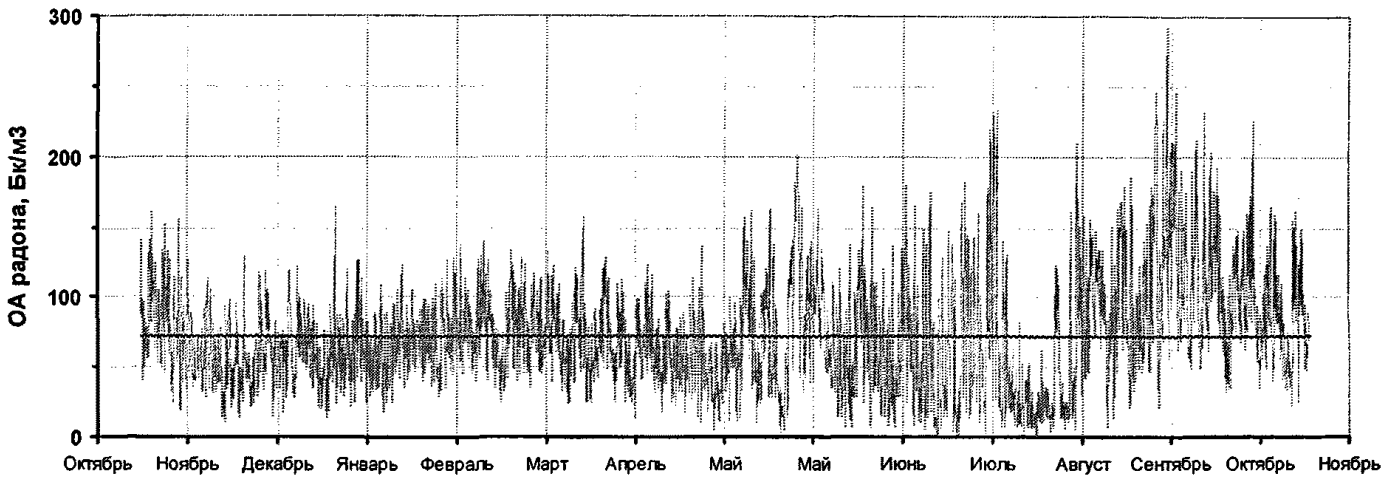
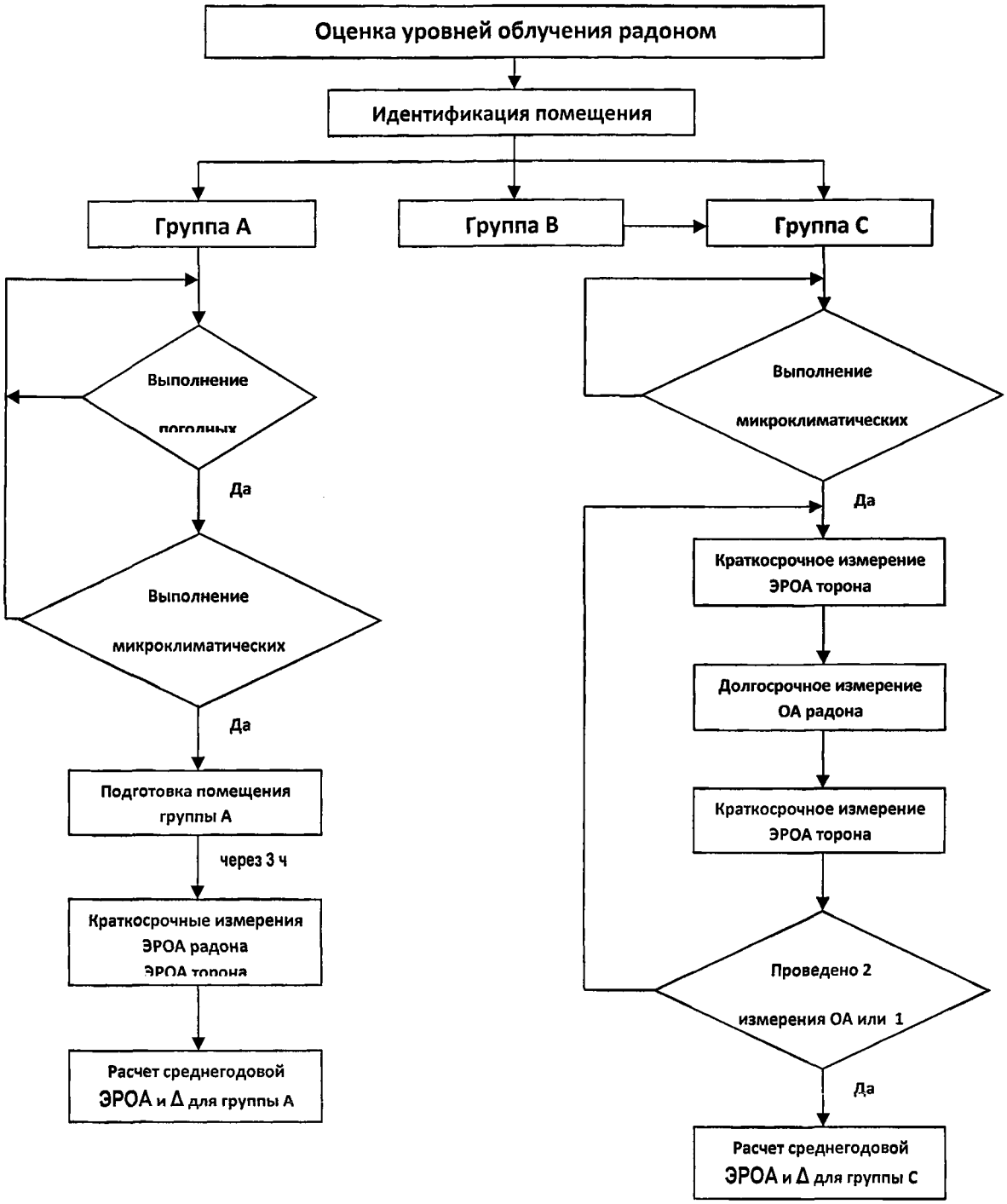


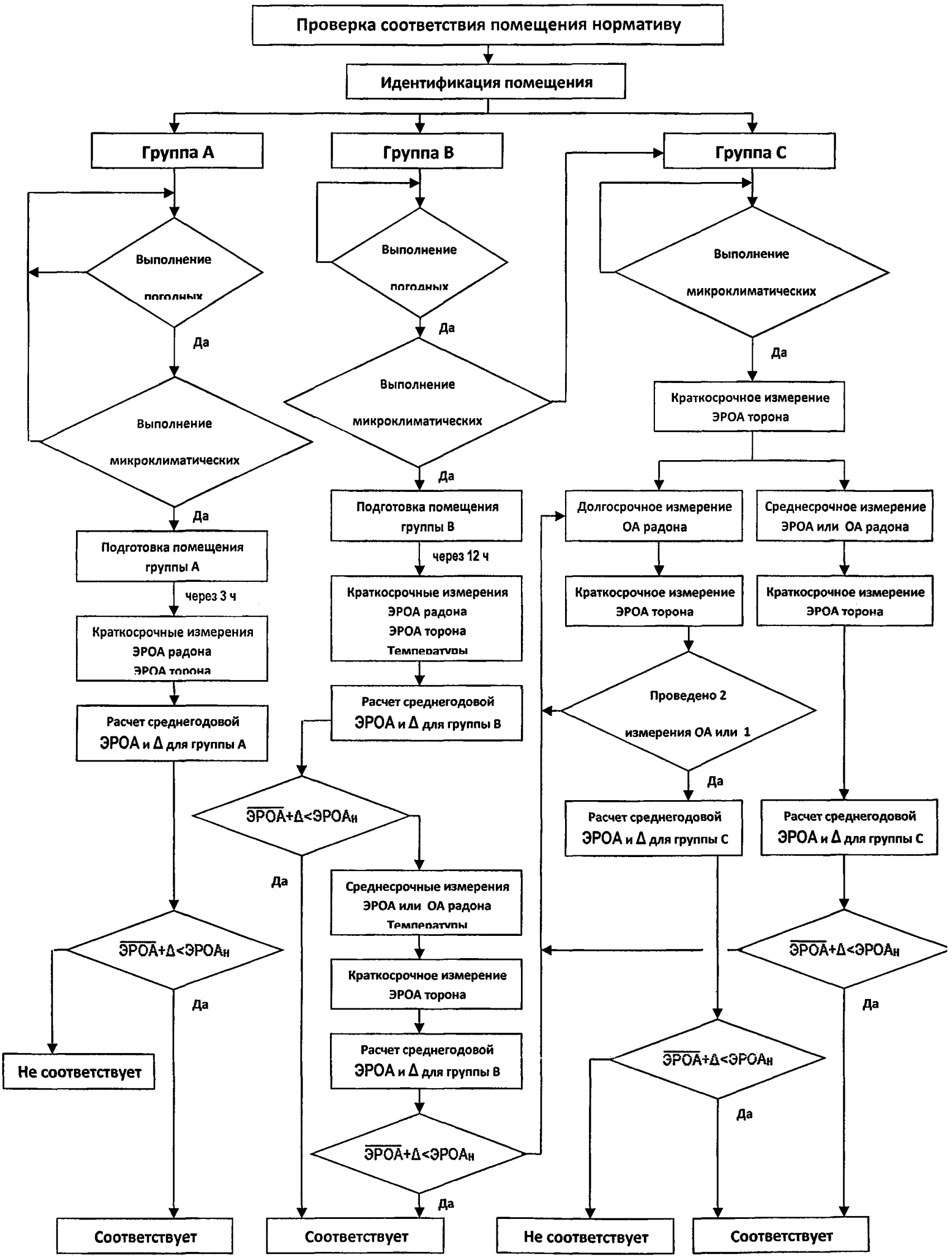
Рис.А1. Пример временных вариаций ЭРОА и ОА радона
в закрытом и эксплуатируемом помещениях

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Схемы организации радонового контроля и принятия решений




Проверка соответствия помещения нормативу
Идентификация помещения
Группа А
Группа В
Группа С
Выполнение погодных
Да
Выполнение микроклиматических
Да
Подготовка помещения группы А
через 3 ч
Краткосрочные измерения ЭРОА радона ЭРОА торона
Расчет среднегодовой ЭРОА и Δ для группы А
Выполнение погодных
Да
Выполнение микроклиматических
Да
Подготовка помещения группы В
через 12 ч
Краткосрочные измерения ЭРОА радона ЭРОА торона Температуры
Расчет среднегодовой ЭРОА и Δ для группы В
Выполнение микроклиматических
Да
Краткосрочное измерение ЭРОА торона
Долгосрочное измерение ОА радона
Среднесрочное измерение ЭРОА или ОА радона
Краткосрочное измерение ЭРОА торона
Краткосрочное измерение ЭРОА торона
Проведено 2 измерения ОА или 1
Да
Расчет среднегодовой ЭРОА и Δ для группы С
Расчет среднегодовой ЭРОА и Δ для группы С
ЭРОА+Δ<ЭРОАн
Да
Среднесрочные измерения ЭРОА или ОА радона Температуры
Краткосрочное измерение ЭРОА торона
Расчет среднегодовой ЭРОА и Δ для группы В
ЭРОА+Δ<ЭРОАн
Да
ЭРОА+Δ<ЭРОАн
Да
Не соответствует
ЭРОА+Δ<ЭРОАн
Да
ЭРОА+Δ<ЭРОАн
Да
Соответствует
Соответствует
Не соответствует
Соответствует

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Значения коэффициента температурного влияния $K_T(\theta)$ в зависимости от величины θ (отн.ед.)

Значения θ	-1,5	-1,4	-1,3	-1,2	-1,1	-1,0	-0,9	-0,8	-0,7	-0,6	-0,5	-0,4
Значения коэффициента K_T	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,77	0,65	0,53	0,42	0,32	0,22

Значения θ	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Значения коэффициента K_T	0,13	0,05	-0,03	-0,10	-0,17	-0,22	-0,28	-0,33	-0,37	-0,41	-0,44	-0,47

Значения θ	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Значения коэффициента K_T	-0,49	-0,51	-0,53	-0,54	-0,55	-0,56	-0,57	-0,57	-0,57	-0,57	-0,57	-0,57

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)

Значения коэффициента вариаций радона K_V

Помещения группы «В»

Значения коэффициента вариаций радона K_V в помещениях группы "В" в режиме кратко- и среднесрочных измерений

Учет температуры	Краткосрочное измерение	Продолжительность среднесрочного измерения в сутках									
		1	2	3	4	5	6	8	10	12	14
Есть	1,8	1,2	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8
Нет	2,5	2,0	1,8	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4

Помещения группы «С»

Значения коэффициента вариаций радона K_V в помещениях группы "С" в режиме среднесрочных измерений

Продолжительность среднесрочного измерения в сутках								
2	3	4	5	6	8	10	12	14
2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	1,4	1,4

Значения коэффициента вариаций радона K_V в помещениях группы "С" в режиме долгосрочных измерений

Объект контроля	Минимальная продолжительность одного из двух долгосрочных (интегральных) измерений, проведенных в теплый и отопительный периоды года			Одно непрерывное измерение в течение 12 месяцев
	1 месяц	2 месяца	3 месяца	
Эксплуатируемые помещения в жилых и офисных зданиях	0,4	0,3	0,2	0
Эксплуатируемые помещения в производственных зданиях	0,5			

ПРИЛОЖЕНИЕ Д (рекомендуемое)

Ориентировочные максимальные значения результата текущего измерения (Бк/м^3),

ниже которого ожидаемая величина среднегодовой ЭРОА радона в обследуемом помещении не превысит 100 Бк/м^3

Группа помещений	Измеряемый параметр	Сезон измерений	Режим измерений								
			Краткосрочный	Среднесрочный (сутки)							
				1	2	3	4	5	6	8	10
А	*ЭРОА+ΔЭRn*	любой	100	–	–	–	–	–	–	–	–
В	*ЭРОА+ΔЭRn*	зима	29	36	40	42	42	42	42	44	44
		лето	50	64	70	74	74	74	74	78	78
		весна осень	36	45	50	53	53	53	53	56	56
		любой*	29	33	36	37	38	40	40	42	42
	ОА+ΔОА	зима	57	72	78	82	82	82	82	86	86
		лето	99	125	137	144	144	144	144	151	151
		весна осень	71	89	98	103	103	103	103	108	108
		любой*	57	66	71	73	76	79	79	82	82
С	*ЭРОА+ΔЭRn*	любой	–	–	29	31	33	36	38	40	42
	ОА+ΔОА	любой	–	–	59	62	66	71	76	79	82

* Оценка выполнена без учета температурного влияния.

Примечание:

1.Максимальное значение результата текущего измерения прямо пропорционально ожидаемой величине среднегодовой ЭРОА радона в обследуемом помещении.

2. Данные в таблице приведены без учета вклада ЭРОА торона.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(рекомендуемое)

Рекомендуемое содержание протокола радонового обследования помещения №____ от _____

1.Сведения о проводившей обследование организации

1.1	Название организации	
1.2	Название лаборатории	
1.3	Адрес организации с индексом	
1.4	Телефон, e-mail	
1.5	Номер аттестата аккредитации	
1.6	Дата окончания действия аттестата	
1.7	ФИО руководителя лаборатории	
1.8	ФИО оператора	

2.Сведения о применявшемся средстве измерений и МВИ

2.1	Наименование средства измерений (СИ)	
2.2	Заводской номер СИ	
2.3	Номер свидетельства о поверке	
2.4	Дата окончания действия свидетельства	
2.5	Кем выдано свидетельство	
2.6	Применявшаяся методика выполнения измерений	

3.Адрес или расположение обследуемого помещения

3.1	Координаты GPS (долгота / широта)	
3.2	Индекс	
3.3	Край, область, район	
3.4	Город (населенный пункт)	
3.5	Улица	
3.6	Номер дома	
3.7	Номер строения (корпуса)	
3.8	Номер подъезда	
3.9	Номер квартиры (помещения)	

4.Характеристики здания с обследуемым помещением

4.1	Тип территории (жилая, промышленная, смешанная, рекреационная и т.п.)	
4.2	Назначение здания	
4.3	Год постройки	
4.4	Этажность (количество надземных этажей/количество подземных этажей)	
4.5	Тип и назначение подвала	
4.6	Тип фундамента	
4.7	Тип и основной материал ограждающих конструкций	
4.8	Отопление	

5.Характеристики обследуемого помещения

5.1	Этаж	
5.2	Назначение помещения	
5.3	Примерные габариты (В / Ш / Д), м	
5.4	Количество наружных стен	
5.5	Количество дверей	
5.6	Количество окон	
5.7	Тип оконных рам (неуплотненные или стеклопакет)	
5.8	Вентиляция	
5.9	Количество человек / детей до 16 лет	
5.10	Дата и время начала подготовки помещений (А, В) к проведению измерений	
5.11	Дополнительные сведения	

6.Идентификация помещения

6.1	A	
6.2	B	
6.3	C	

7.Условия измерений

Среда	**Температура воздуха, °С**					**Отн. влажность воздуха, %**	**Скорость ветра, м/с**	
	В помещении				Среднегодовая*		Средняя	При порывах
	Около пола*	Около потолка*	1,0-1,5 м от пола					
			Вначале	Средняя*				
Внутри помещения							–	–
Снаружи здания	–	–				–		

* заполняется только для помещений группы «В».

8. Цель исследования

8.1	Контроль соответствия помещения нормативу	
8.2	Оценка дозы облучения в помещении	

9. Режим измерений

9.1	Краткосрочный (не более 1 часа)	
9.2	Среднесрочный (от 1* до 14 суток)	
9.3	Долгосрочный (от 2 до 12 месяцев)	

* от 2 суток для помещений группы "С".

10. Результаты измерений

Номер измерения	Шифр пробы (измерения)	Измерение (пробоотбор)				Результат измерения, Бк/м^3					
		Дата и время		Продолжит.		$ЭРОА_{Rn}$	$\Delta_{ЭRn}$	$ОА_{Rn}$	$\Delta_{ОА}$	$ЭРОА_{Tn}$	$\Delta_{ЭTn}$
		Начало	Окончание	мин	сутки						
1											
2											

11. Результат расчетной оценки среднегодовой ЭРОА изотопов радона в помещении

Среднегодовая ЭРОА изотопов радона, Бк/м^3		Значения коэффициентов		
$\overline{ЭРОА}$	Δ	K_T	K_V	η

12. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Формат 60×90/16.
Усл. печ. л. 3. Тираж 100 экз. Зак. 177.
Отпечатано в типографии ООО «Альфа-Принт»
Москва, Б. Новодмитровская, д. 14, к. 2

gost.e-ecolog.ru