



МЕТОДИКА

измерения плотности потока радона с поверхности земли
и строительных конструкций

Москва, 1993

1. ВВЕДЕНИЕ.

1.1. Настоящая методика устанавливает порядок выполнения измерений плотности потока радона (далее ППР) с поверхности земли и строительных конструкций.

1.2. Методика основана на экспонировании на поверхности земли или строительной конструкции в течение не более 10 часов накопительных камер НК-32 с активированным углем и последующем измерении в лабораторных условиях активности радона, сорбированного в активированном угле (активности радона в угле).

1.3. Минимально измеряемые значения ППР составляют, не более:

- при использовании для измерения активности радона в угле блока детектирования бета-излучения БДБ-13 - 3 мБк/(м² с);
- при использовании для измерения активности радона в угле блока детектирования гамма-излучения типа БДКГ-01Ф и одновременном экспонировании в каждом пункте наблюдений до пяти НК-32 - 1 мБк/(м² с).

2. ПОКАЗАТЕЛИ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ.

2.1. Основная погрешность измерений ППР не превышает 30%, если:

- температура воздуха в пункте наблюдений находится в диапазоне от плюс 5 °С до плюс 30 °С;
- продолжительность экспонирования НК-32 не превышает 5 ч.

2.2. Дополнительная относительная погрешность измерений составляет:

- при температуре воздуха в диапазонах от минус 15 °С до плюс 5 °С и от плюс 30 °С до плюс 40 °С - не более 20%;
- при продолжительности экспонирования НК-32 в течение 5 -10 ч - не более 20%.

3. МЕТОД И УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЙ.

3.1. Метод измерения ППР основан на экспонировании на поверхности земли или строительной конструкции в течение не более 10 часов открытых сверху НК-32 с двумя слоями активированного угля, нижний из которых является рабочим и служит для поглощения радона, поступающего из грунта, а верхний служит для предотвращения поступления радона в НК-32 из атмосферы.

В комплекте с НК-32 используются сорбционные колонки СК-13, предназначенные для защиты рабочего слоя активированного угля от поступления радона из атмосферы, а также для транспортировки и хранения угля до и после экспонирования.

3.2. Активность радона в угле рабочего слоя НК-32 определяют по гамма- или бета-излучению короткоживущих дочерних продуктов радона - ²¹⁴Pb и ²¹⁴Bi, находящихся в состоянии радиоактивного равновесия с радоном, при этом экспонированный активированный уголь пересыпают в измерительный контейнер ИК-63 (при использовании блока детектирования гамма-излучения типа БДКГ-01Ф), либо в сам блок детектирования (при использовании блока детектирования бета-излучения БДБ-13). Для увеличения чувствительности метода при измерении на блоке детектирования гамма-излучения суммарной активности радона в угле рабочего слоя нескольких НК-32 допускается одновременно экспонировать в каждом пункте наблюдений до пяти НК-32.

3.3. Значение средней за время экспонирования плотности потока радона σ_{Rn} , Бк/(м² с) определяют по формуле:

$$\sigma_{Rn} = \frac{\lambda \cdot A}{n \cdot f \cdot S \cdot \{1 - \exp(-\lambda \cdot t_{\text{экс}})\}} \quad (3.1)$$

где A - суммарная активность радона в угле рабочего слоя по окончании экспонирования накопительных камер, Бк;

λ - постоянная распада радона, 1/с;

$t_{\text{экс}}$ - продолжительность экспонирования накопительной камеры, с;

S - площадь накопительной камеры, м²;

f - поправочный коэффициент, учитывающий ослабление потока за время экспонирования накопительной камеры, отн.ед;

n - число одновременно экспонированных накопительных камер в пункте наблюдений, у которых измерена суммарная активность радона в угле рабочего слоя.

3.4. В данной методике выполнения измерений установлено значение градуировочного коэффициента для накопительной камеры НК-32 K , (м²с) (см.п.8.1), определяемое как

$$K = \frac{f \cdot S}{\lambda} \quad (3.2)$$

поэтому применение данной методики измерений предусматривает выполнение следующих условий.

3.4.1. Пробоотбор и измерение активности радона в угле должны выполняться только с применением средств измерений и вспомогательных устройств, установленных данной методикой.

3.4.2. Максимальная продолжительность экспонирования НК-32 - 10 часов.

3.4.3. После регенерации очередной партии активированного угля необходимо проводить контроль ее качества.

4. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА.

4.1. Данная методика предусматривает использование следующих средств измерений:

а) измерительный канал Многофункционального измерительного комплекса «Камера» с:

- блоком детектирования бета-излучения БДБ-13, обеспечивающие измерение активности радона в угле в количестве (12.8 ± 0.6) см³ (емкость 1 шт. СК-13) на уровне 0.3 Бк с погрешностью не более 25%;
- блоком детектирования гамма-излучения типа БДКГ-01Ф, обеспечивающие измерение активности радона в угле в количестве от 12.0 до 70.0 см³ (емкость 1 - 5 шт. СК-13) на уровне 0.5 Бк с погрешностью не более 25%,

а также других средств измерений, не уступающих по своим характеристикам вышеуказанным ;

4.2. Средства пробоотбора и вспомогательные устройства.

а) накопительная камера НК-32

- площадь сбора (рабочая поверхность), см² - 32.0 ± 0.5
- высота рабочего слоя угля, мм - 4.0 ± 0.5
- масса снаряженной НК-32, г, не более - 70

б) сорбционная колонка СК-13:

- внутренний диаметр, мм - 19.0 ± 0.5

- высота слоя угля, мм - 45.0 ± 2.0
- объем активированного угля, см³ - 12.8 ± 0.6
- марка активированного угля - СКТ-3

в) защитная крышка.

г) регенератор активированного угля или сушильный шкаф с терморегулятором, поддерживающим температуру в шкафу в диапазоне 140-160 °С;

д) термостойкий, герметично закрывающийся сосуд емкостью не более одного литра для естественного остывания и хранения регенерированного активированного угля;

е) воронка.

4.3. Средства измерений по п.4.1. подлежат метрологической аттестации и поверке в установленном порядке.

5. ПОДГОТОВКА К ЭКСПОНИРОВАНИЮ НК-32.

5.1. Подготовка к экспонированию НК-32 заключается в регенерации активированного угля, засыпке его в СК-13 и проверке качества регенерации.

5.1.1. Регенерация активированного угля - важный элемент при подготовке к мониторингу радона с применением данной методики, поэтому регенерацию угля рекомендуется проводить в специальных устройствах - регенераторах в соответствии с их "Руководством по эксплуатации". Допускается проводить регенерацию в сушильном шкафу (оборудованном термометром и автоматическим регулятором температуры) при температуре 140 - 160 °С в плоской металлической кювете. Высота слоя регенерируемого угля должна быть **не более 5 мм**, а его количество - не более 100 г (емкость 20 шт. СК-13). Продолжительность регенерации - не менее 1 часа, при этом дверку сушильного шкафа следует оставлять открытой. Сразу по окончании регенерации горячий уголь с помощью воронки пересыпают в герметично закрывающуюся термостойкую емкость (из комплекта) и **герметично ее закрывают** для остывания и хранения угля (герметичность контролируется поддержанием в емкости вакуума, возникающего в результате естественного остывания регенерированного угля). В дальнейшем, емкость для хранения регенерированного угля рекомендуется открывать только лишь на максимально короткое время - для заполнения СК-13 или для засыпки очередной партии регенерированного угля.

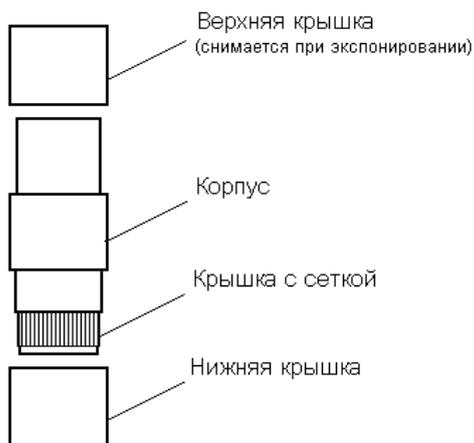


Рис.1. Схема СК-13 (адсорбера)

5.1.2. Остывший регенерированный уголь с помощью воронки засыпают в количестве (5.0 ± 0.2) г (по верхнюю кромку, без утрамбовки) в каждую СК-13, а заполненные СК-13 сразу же закрывают крышками в соответствии со схемой на Рис.1. Засыпку рекомендуется производить в хорошо проветриваемых помещениях, в которых ОА радона не превышает 50 Бк/м³.

5.1.3. Контроль качества регенерации активированного угля осуществляют в соответствии с п. 10.2.4.1.4 РЭ.

6. ПОРЯДОК ЭКСПОНИРОВАНИЯ НК-32.

6.1. Порядок экспонирования НК-32 включает в себя: выбор мест их установки, определение необходимого числа НК-32, одновременно экспонируемых в каждом пункте, подготовку НК-32 и участка исследуемой поверхности к экспонированию, установку НК-32 и снятие их по окончании экспонирования.

6.1.1. Выбор места установки указан во Временных методических указаниях "Определение плотности потока радона на участках застройки" (Межведомственные ВМУ Р1-97, Москва, 1996). В каждом пункте, обычно, вполне достаточно экспонировать по одной НК-32, однако, если требуется получить количественную оценку ППР на участках с заведомо низкой интенсивностью радоновыделения с единицы площади или желательнее повысить представительность результатов в пунктах с крайне неравномерным по площади радоновыделением, то одновременно экспонируют от 2 до 5 НК-32. При измерении ППР с поверхности строительных конструкций, как правило, необходимо устанавливать одновременно по 5 НК-32.

6.1.2. Подготовка НК-32 к экспонированию проводится непосредственно перед ее установкой на исследуемую поверхность и заключается в засыпке активированного угля из одной подготовленной СК-13 в НК-32, установке другой (защитной) СК-13 с защитной крышкой в горловине НК-32. На Рис.2 показана схема НК-32, которая подготовлена к установке и экспонированию.

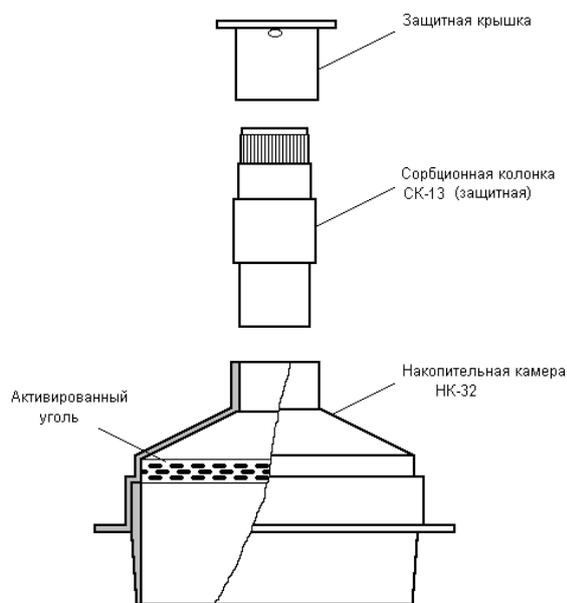


Рис. 2. Схема НК-32

6.1.3. Подготовка исследуемого участка земной поверхности заключается в очистке его от дерна, камней и других предметов, препятствующих установке НК-32, и рыхлении слоя земли на глубину 2 - 3 см.

6.1.4. Перед установкой НК-32 ее встряхивают плавными круговыми движениями, чтобы добиться равномерного распределения активированного угля по поверхности сетки. Затем НК-32 вдавливают до упора в исследуемую поверхность.

Далее, в журнале по форме 3.1 фиксируют дату и время начала экспонирования (с точностью до 1 мин.), а также место установки НК-32 (или номер пикета на топографическом плане).

При измерении ППР с поверхности строительных конструкций, асфальта, бетона или иного твердого покрытия НК-32 крепят к исследуемой поверхности с помощью пластилина или замазки.

6.1.5. По окончании экспонирования НК-32 снимают с исследуемой поверхности, отсоединяют защитную СК-13. На ее место сразу же устанавливают любую пустую СК-13, пересыпают в нее находящийся на сетке НК-32 активированный уголь (рабочий слой) и плотно закрывают крышками в соответствии с Рис.1.

Затем в журнале по форме 3.1 фиксируют номер СК-13, содержащей активированный уголь рабочего слоя (экспонировавшийся на сетке НК-32), активность которого подлежит определению, дату и время окончания экспонирования (с точностью до 1 минуты).

ПРИМЕЧАНИЕ: во избежание десорбции сорбированного радона в атмосферном воздухе все операции по пересыпке активированного угля следует выполнять с максимальной аккуратностью и быстротой.

7. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ.

7.1. После экспонирования СК-13, содержащие активированный уголь рабочего слоя, доставляют в лабораторию и измеряют активность радона в угле.

7.2. Измерение активности радона в угле следует проводить, как правило, в интервале времени от 3 до 12 часов после окончания экспонирования, чтобы избежать снижения точности измерений из-за распада сорбированного радона. В тех случаях, когда ожидаемая активность радона в угле более 2 Бк (измеряемая с использованием блока детектирования бета-излучения БДБ-13 ППР более 40 мБк/(м²с) при экспонировании одной НК-13 в течение 5 часов), временной интервал может быть увеличен до 48 - 72 часов.

7.3. Порядок выполнения измерения активности радона в угле и расчет средней за время экспонирования ППР с исследуемой поверхностью изложен в РЭ.

8. ВЫЧИСЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ.

8.1. Значение средней за время экспонирования плотности потока радона σ_{Rn} , мБк/(м²с) рассчитывают по формуле:

$$\sigma_{Rn} = \frac{A \cdot \exp(\lambda \cdot t)}{K \cdot n \cdot \{1 - \exp(-\lambda \cdot t_{\text{экс}})\}} \quad (3.3)$$

где A - суммарная активность радона в угле рабочего слоя накопительных камер, Бк;
 t - интервал времени между окончанием экспонирования и началом измерения активности радона в угле, ч;

$t_{\text{экс}}$ - продолжительность экспонирования НК-32 (рассчитывается с точностью до 0.01 ч), ч;

λ - постоянная распада радона, равная 0.00755 1/ч;

n - число одновременно экспонированных накопительных камер в пункте наблюдений, у которых измерена суммарная активность радона в угле рабочего слоя;

K - градуировочный коэффициент, имеющий размерность (м² с), значение которого для НК-32 определяют по соотношению:

$$K = 1,38 - 0,025 \cdot t_{\text{экс}} + 0,141 \cdot \exp(-0,774 \cdot t_{\text{экс}}) \quad (3.4)$$

9. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ.

9.1. Результаты определения ППР оформляют в виде таблицы по форме 3.1.

Форма 3.1.

Журнал

регистрации результатов определения плотности потока радона.

Период наблюдений: (месяц, год)

Населенный пункт:

Номер СК-13 пункта наблюдений	Кол-во совместно экспонированных НК-32	Дата и время		Активность радона в измерениях	Значение плотности потока в угле, Бк	Местоположение радона, мБк/(м ² с)
		экспонирования (с точн. до 1 мин)				
		начала	окончания			