

«Методики экспрессных измерений радона»

- **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)»
- **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»
- **МУ 2.6.1.1981-05** «Радиационный контроль и гигиеническая оценка источников питьевого водоснабжения и питьевой воды по показателям радиационной безопасности. Оптимизация защитных мероприятий источников питьевого водоснабжения с повышенным содержанием радионуклидов»
- **МУ 2.6.1.2398-08** «Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка земельных участков под строительство жилых домов, зданий и сооружений общественного и производственного назначения в части обеспечения радиационной безопасности»

Необходимо измерять:

ЭРОА – эквивалентную равновесную объёмную активность,
Объёмную активность ОА радона в воде,
Плотность потока радона ППР с поверхности земли.

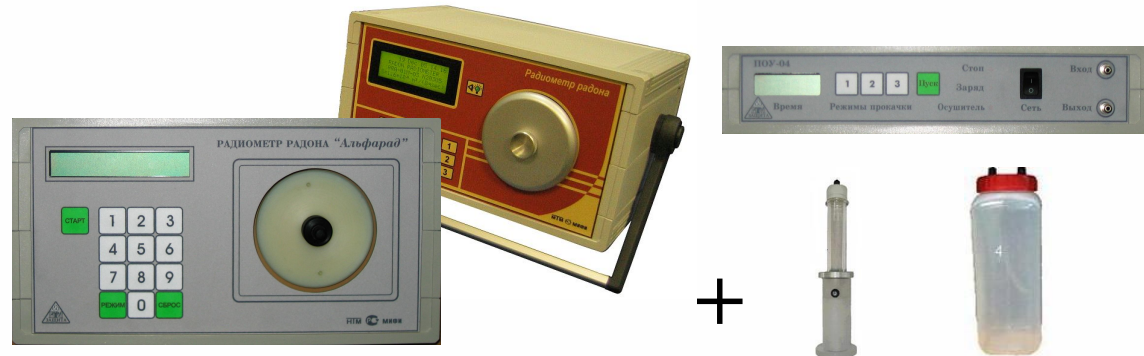
Возникающие задачи:

Измерение ЭРОА,
Удалённое измерение ЭРОА (измерение ОА),
Измерение ОА в воде,
Измерение плотности потока радона с поверхности земли.

Измерение ЭРОА



Измерение ОА, ОА в воде, ППР



МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА В ВОЗДУХЕ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА

Назначение методики:

Настоящая рекомендация устанавливает методику выполнения измерений величины объемной активности радона-222 (ОАР) в воздухе в диапазоне измерений от 30 до 30000 Бк/м⁻³.

Рекомендация обеспечивает выполнение измерений ОАР с относительной погрешностью, не превышающей 40%.

При выполнении измерений применяют следующие средства измерений и вспомогательные устройства:

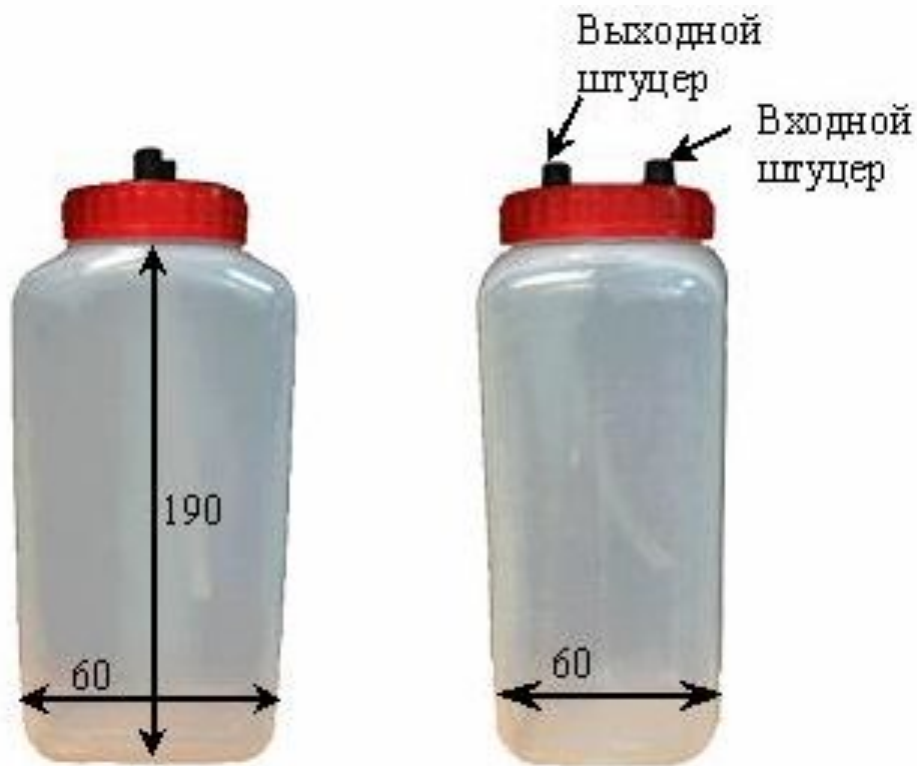
- радиометр типа РРА-01М-01(03), диапазон измерений ОАР 20÷20000 Бк/м⁻³, предел допускаемой основной относительной погрешности:
в диапазоне ОАР 20÷100 Бк/м⁻³, 30%;
в диапазоне ОАР 100÷20000 Бк/м⁻³, 20%.
 - пробоотборное устройство (ПОУ), производительность ПОУ 1.0 ± 0.3 л/мин;
 - пробоотборник воздушной пробы, объемом 1.05 ± 0.01 л;
 - соединительные трубки, диаметр канала трубки 4 мм, общая длина трубок 2 м.
- РРА должен иметь свидетельство о поверке.

МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА В ВОЗДУХЕ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА



Схема отбора воздушной пробы
(1 – ПОУ, 2 – воздушный пробоотборник)

МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА В ВОЗДУХЕ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА



Воздушный пробоотборник.

МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА В ВОЗДУХЕ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА



Отбор воздушной пробы

МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА В ВОЗДУХЕ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА

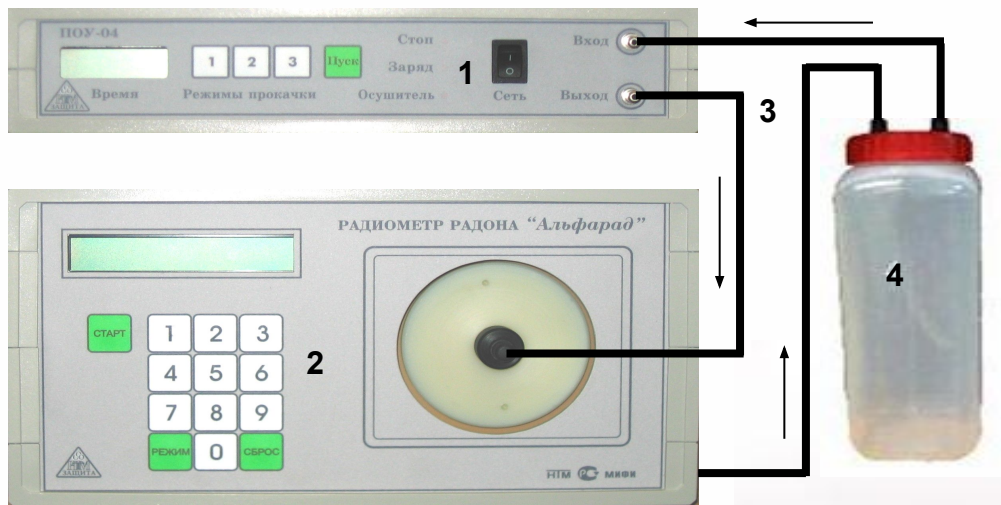
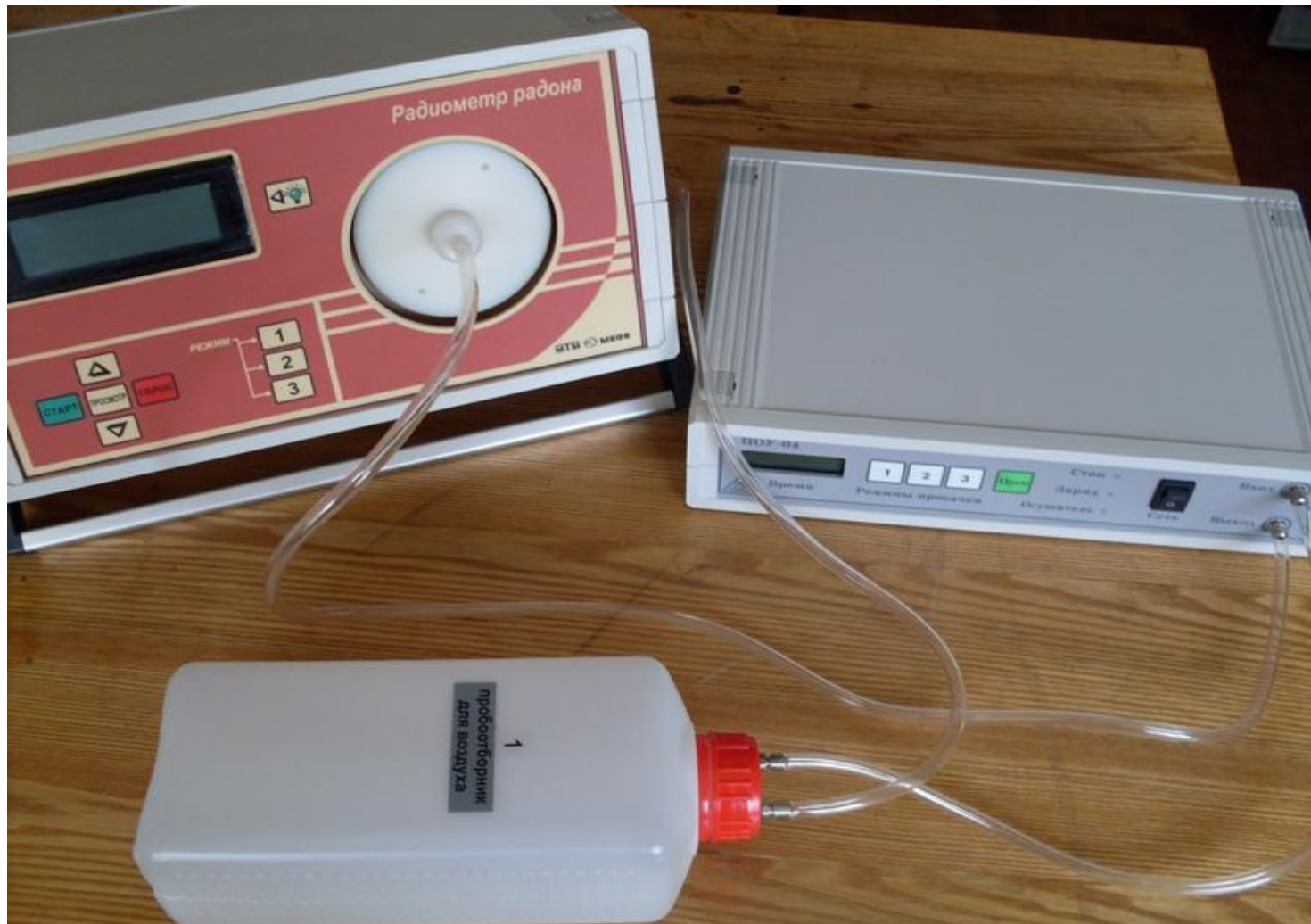


Схема перевода
пробы в радиометр



МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА В ВОЗДУХЕ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА



Перевод пробы в радиометр PPA-01M-01/03

МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА В ВОЗДУХЕ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА



Коммутация соединительной трубки РРА-01М-01/03

МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА В ВОЗДУХЕ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА



Коммутация соединительной трубки в процессе измерения в случае работы с PPA-01M-01.

МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА В ВОЗДУХЕ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА

ОАР в пробе Q_p , Бк·м⁻³, определяют по формуле:

$$Q_p = \left(Q \cdot \left(1 + \frac{V_2}{V_1} \right) - Q_\phi \cdot \frac{V_2}{V_1} \right) \cdot \exp(\lambda \cdot t)$$

,где Q - ОАР, Бк·м⁻³;

Q_ϕ - фоновая ОАР, Бк·м⁻³;

V_2 - объем измерительной камеры радиометра, л; $V_2=1.6$ л;

V_1 - объем пробы в пробоотборнике, $V_1=1.05$ л;

t - время, прошедшее от окончания отбора пробы воздуха до начала измерений, мин., $t = t_2 - t_1$;

λ - постоянная распада ²²²Rn, мин⁻¹, $\lambda = 1,26 \cdot 10^{-4}$ мин⁻¹.

Погрешность определения ОАР, при условии выполнения требований настоящей рекомендации, составляет:

$\delta Q_p = \pm 40\%$ при ОАР от 30 до 150 Бк·м⁻³,

$\delta Q_p = \pm 30\%$ при ОАР от 150 до 30000 Бк·м⁻³.

МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА В ВОДЕ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА

Назначение методики:

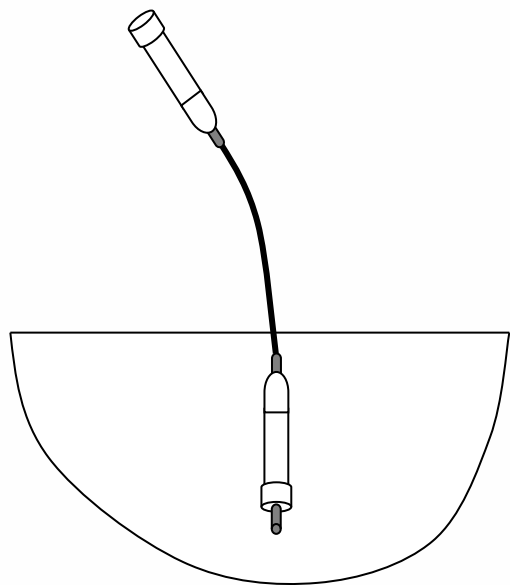
Настоящая рекомендация устанавливает методику выполнения измерений объемной активности радона-222 (ОАР) в воде в диапазоне от 6000 до 800000 Бк/м⁻³.

Рекомендация обеспечивает выполнение измерений ОАР в воде с относительной погрешностью, не превышающей 40%.

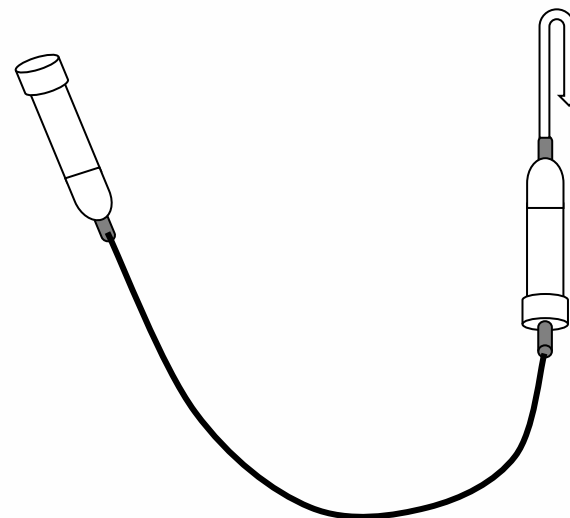
При выполнении измерений применяют следующие средства измерений и вспомогательные устройства:

- радиометр типа РРА-01М-01(03), диапазон измерений ОАР 20÷20000 Бк/м⁻³, предел допускаемой основной относительной погрешности:
в диапазоне ОАР 20÷100 Бк/м⁻³, 30%;
в диапазоне ОАР 100÷20000 Бк/м⁻³, 20%.
- пробоотборное устройство (ПОУ), производительность ПОУ 1.0 ± 0.3 л/мин;
- пробоотборник воды, в дальнейшем пробоотборник, объемом 0.046 ± 0.001 л.;
- соединительные трубки, диаметр канала трубки 4 мм, общая длина 2 м;
- барботер.

МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА В ВОДЕ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА



из открытого источника



из водопроводного крана

Варианты пробоотбора
(1 – пробоотборная воронка, 2 – пробоотборник)

МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА В ВОДЕ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА



Пробоотборник воды с рассекателем (в сборе)

МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА В ВОДЕ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА

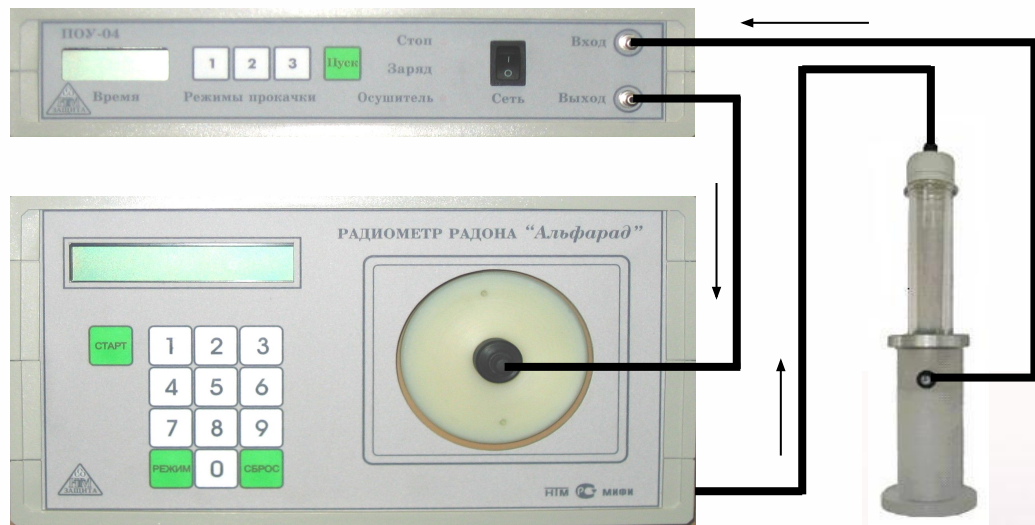


Схема перевода и измерения пробы

- 1 – ПОУ, 2 – РРА, 3 – пробоотборник воды,
- 4 – барботер с рассекателем



МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА В ВОДЕ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА



Перевод и измерение пробы в РРА-01М-03

МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА В ВОДЕ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА



Перевод
пробы в радиометр
PRA-01M-01

МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА В ВОДЕ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА



Коммутация соединительной трубки в процессе измерения в случае работы с РРА-01М-01.



МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА В ВОДЕ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА

ОАР в пробе Q_n , Бк·м⁻³, определяют по формуле:

$$Q_n = \left(Q \cdot \left(\alpha + \frac{V_2}{V_1} \right) - Q_{\phi} \cdot \frac{V_2}{V_1} \right) \cdot \exp(\lambda \cdot t)$$

,где: Q – ОАР, Бк·м⁻³;

Q_{ϕ} – фоновая ОАР, Бк·м⁻³;

V_2 - объем измерительной камеры РРА, $V_2=1.6$ л

V_1 - объем отобранной пробы воды в пробоотборник, $V_1=0.046$ л;

t - время, прошедшее от окончания отбора пробы воды до начала измерений, мин, $t = t_2 - t_1$;

λ - постоянная распада ²²²Rn, мин⁻¹ $\lambda = 1,26 \cdot 10^{-4}$ мин⁻¹.

α - коэффициент растворимости радона в воде, $\alpha = 0.25$

Изменение коэффициента растворимости от температуры в диапазоне температур, изменяет результат расчета не более чем на 0.5%.

Погрешность определения ОАР, при условии выполнения требований настоящей рекомендации, составляет:

$\delta Q_n = \pm 40\%$ при ОАР от 6000 до 30000 Бк·м⁻³,

$\delta Q_n = \pm 30\%$ при ОАР от 30000 до 800000 Бк·м⁻³.

МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ППР С ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА

Назначение методики:

Настоящая рекомендация устанавливает методики выполнения измерений величины плотности потока радона (ППР) с поверхности земли в диапазоне от 20 до 1000 мБк/с · м².

Рекомендация обеспечивает выполнение измерений ППР с относительной погрешностью, не превышающей 40%.

При выполнении измерений применяют следующие средства измерений и вспомогательные устройства:

- радиометр типа РРА-01М-01(03), диапазон измерений ОАР 20÷20000 Бк/м⁻³, предел допускаемой основной относительной погрешности:
 - в диапазоне ОАР 20÷100 Бк/м⁻³, 30%;
 - в диапазоне ОАР 100÷20000 Бк/м⁻³, 20%.
- пробоотборное устройство (ПОУ), производительность ПОУ 1.00 л/мин;
- пробоотборник воздушный, в дальнейшем пробоотборник, объем 1.05 литра;
- соединительные трубки, диаметр канала трубки 4 мм, общая длина трубок 2 м;
- камера накопительная 1, свободный объем 0.563 л, площадь отбора 0.0163 м²;
- камера накопительная 2, свободный объем 0.093 л, площадь отбора 0.0016 м².

Допускается применение других средств измерения, не уступающих по своим метрологическим характеристикам и поверенных в установленном порядке.

МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ППР С ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА

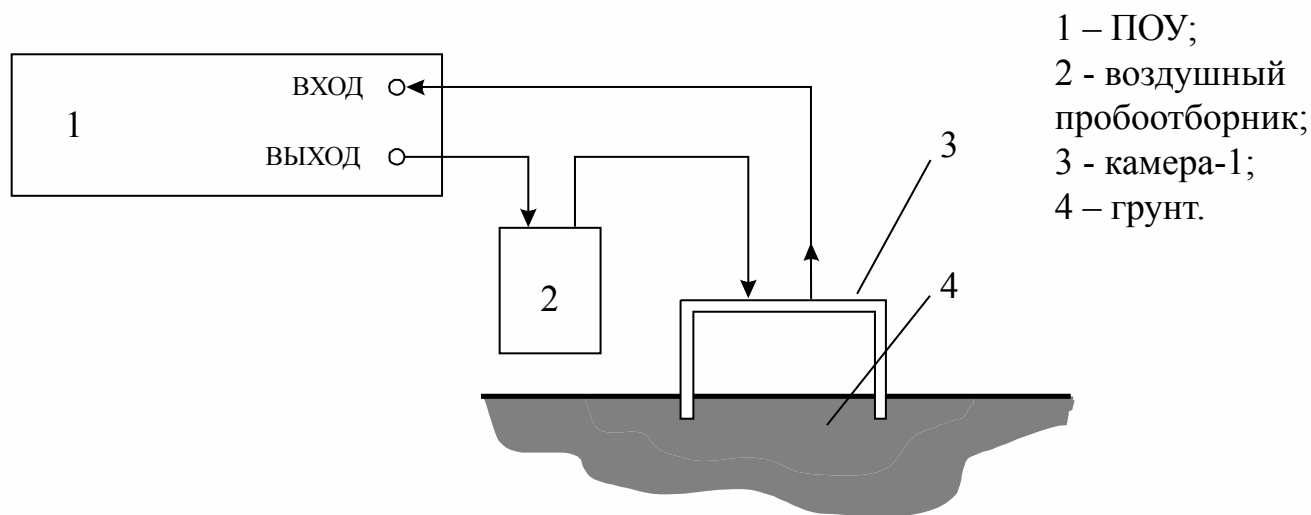
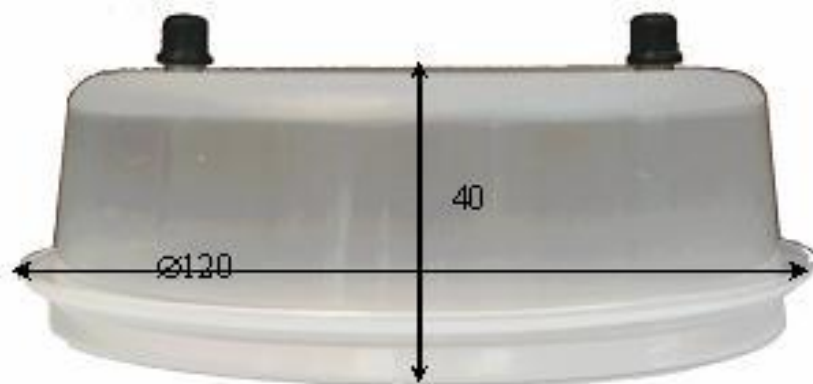


Схема отбора пробы воздуха в пробоотборник для определения ППР
(способ-1)

МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ППР С ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА



Накопительная камера-1: от 20 до 80 мБк/(с·м²)
рекомендуется к использованию для начального обследования участка.

Накопительную камеру-2 рекомендуется использовать при более высоких концентрациях полученных при обследовании участка, от 80 мБк/(с·м²)



МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ППР С ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА



Отбор пробы воздуха в пробоотборник для определения ППР

МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ППР С ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА

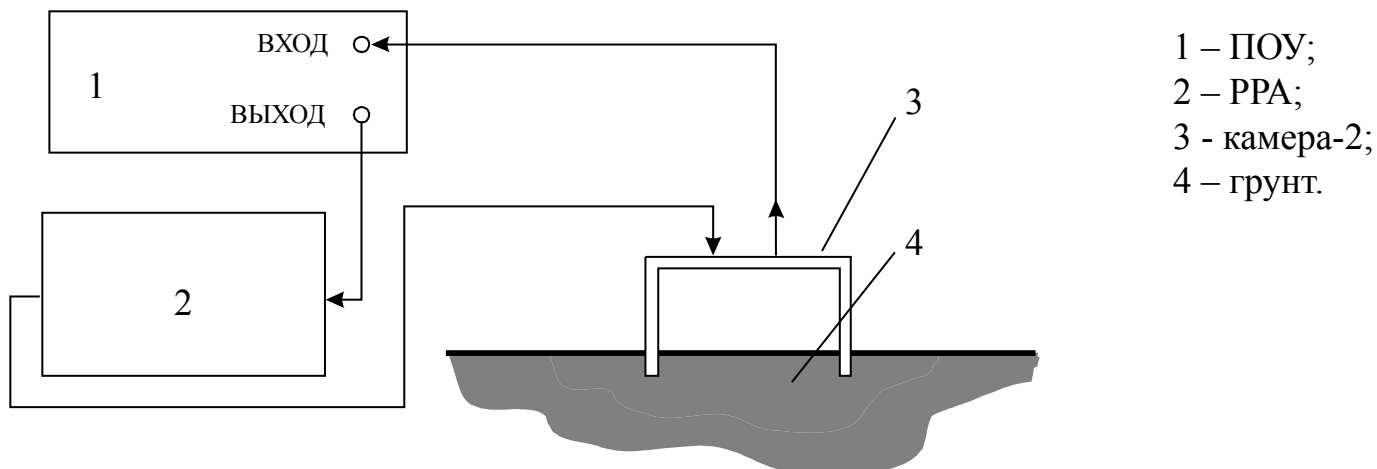


Схема отбора пробы воздуха в радиометр для определения ППР
(способ-2)

МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ППР С ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА



Отбор пробы воздуха в радиометр для определения ППР

МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ППР С ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА

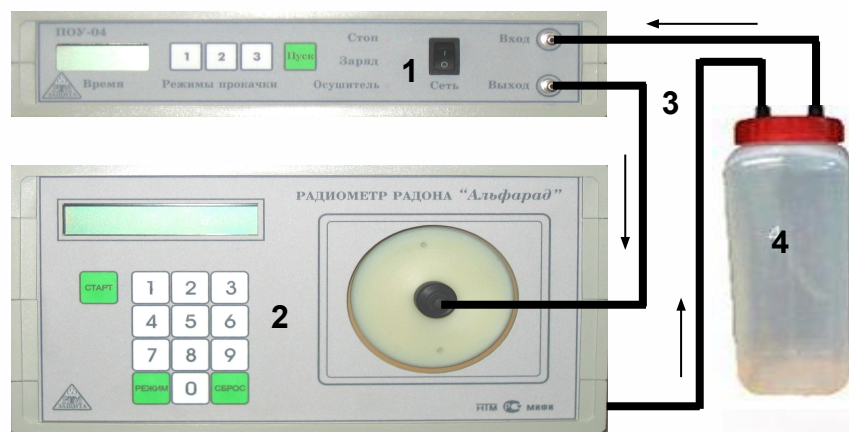


Схема перевода
пробы в радиометр

1 – ПОУ, 2 – РРА,
3 – силиконовые трубки
4 – воздушный пробоотборник



МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ППР С ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА



Перевод пробы в радиометр

МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ППР С ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА

Вычисление ППР радона по результатам измерений с помощью способа-1 выполнить по формуле:

$$ППР = \left(Q \cdot \left(1 + \frac{V_2}{V_1} \right) - Q_{\phi} \cdot \frac{V_2}{V_1} \right) \cdot \exp(\lambda \cdot t) \cdot \frac{V_1 + V_3}{T \cdot S_1}$$

где:

Q - ОАР, Бк*м⁻³;

Q_{ϕ} - фоновая ОАР, Бк*м⁻³;

V_2 - объем измерительной камеры РРА 1.6 л;

V_1 - объем пробы в пробоотборнике, $V_1=1,05$ л;

t - время, прошедшее от окончания отбора пробы до начала измерений, мин,
 $t=t_2-t_1$;

- постоянная распада ²²²Rn, $\lambda = 1,26 \cdot 10^{-4}$ мин⁻¹.

V_3 - свободный объем накопительной камеры-1 и соединительных трубок,
 $V_3=0.563$ л,

T - время работы воздуходувки ПОУ, $T = 300$ с;

S_1 - площадь сбора радона накопительной камерой-1, $S_1=0.0163$ м².

Погрешность определения ППР при условии выполнения требований настоящей рекомендации составляет: $\delta ППР=40\%$ при ППР от 20 до 80 мБк/с·м².

МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ППР С ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА

Вычисление ППР радона по результатам измерений с помощью способа-2 выполнить по формуле:

$$ППР = (Q - Q_{\phi}) \cdot \frac{V_2 + V_3}{T \cdot S_2}$$

где:

Q - ОАР, Бк*м⁻³;

Q_{ϕ} - фоновая ОАР, Бк*м⁻³;

V_2 - объем измерительной камеры РРА, $V_2=1.60$ л;

V_3 - объем накопительной камеры-2 и соединительных трубок, $V_3=0.093$ л;

T - время работы воздуходувки ПОУ, $T = 300$ с;

S_2 - площадь сбора радона накопительной камерой-2, $S_2=0.0016$ м².

Погрешность определения ППР при условии выполнения требований настоящей рекомендации составляет:

$\delta ППР=30\%$ при ППР от 500 до 1000 мБк/с·м²;

$\delta ППР=40\%$ при ППР от 20 до 500 мБк/с·м².



МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ОАР В ПОДПОЧВЕННОМ ВОЗДУХЕ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА ТИПА РРА

Назначение методики:

Настоящая рекомендация устанавливает методику выполнения измерений величины объемной активности радона (ОАР) в почвенном воздухе в диапазоне от 1000 до 100000 Бк/м⁻³.

Рекомендация обеспечивает выполнение измерений ОАР в почвенном воздухе с относительной погрешностью, не превышающей 40%.

При выполнении измерений применяют следующие средства измерений и вспомогательные устройства:

- радиометр типа РРА-01М-01(03), диапазон измерений ОАР 20÷20000 Бк/м⁻³, предел допускаемой основной относительной погрешности:
в диапазоне ОАР 20÷100 Бк/м⁻³, 30%;
в диапазоне ОАР 100÷20000 Бк/м⁻³, 20%.
 - пробоотборное устройство (ПОУ), производительность ПОУ 1.0±0.3 л/мин;
 - пробоотборник почвенного воздуха, объем 0.046±0.001 л.;
 - соединительные трубки, диаметр канала трубки 4 мм, общая длина трубок 2 м.
- РРА должен иметь свидетельство о поверке.

МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ОА В ПОДПОЧВЕННОМ ВОЗДУХЕ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА ТИПА РРА

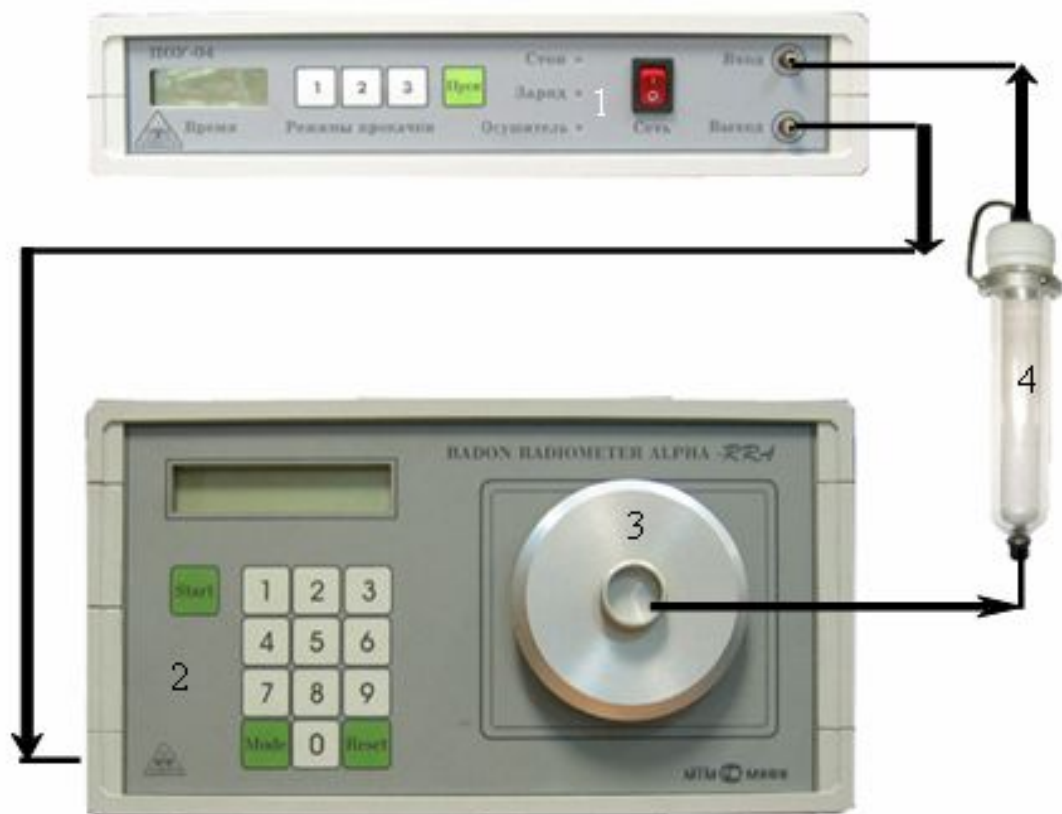
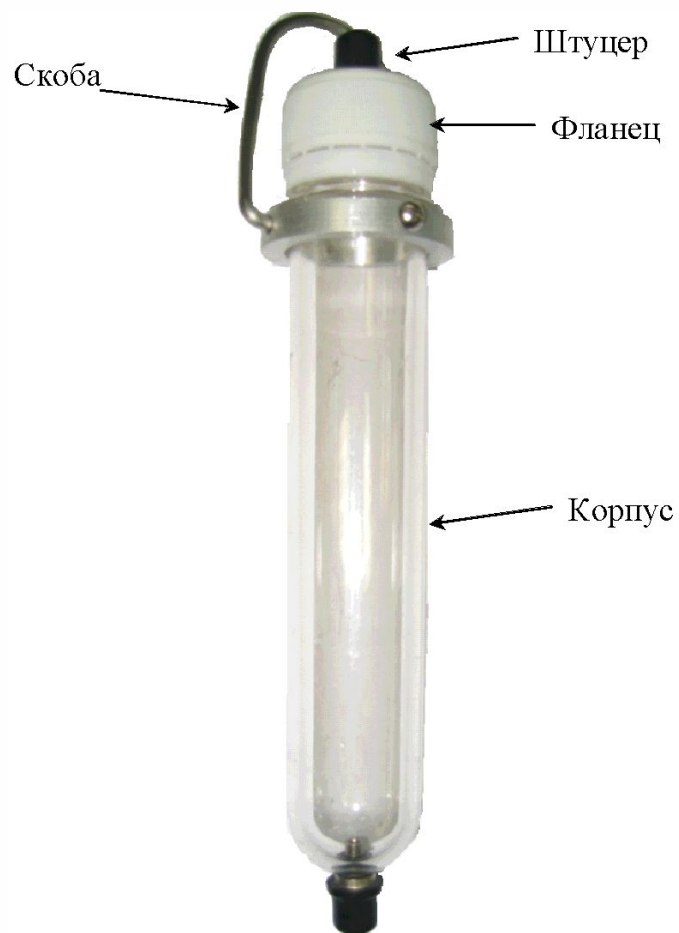


Схема перевода пробы в радиометр
(1 – ПОУ,
2 – РРА,
4 – пробоотборник почвенного воздуха)

МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ОА В ПОДПОЧВЕННОМ ВОЗДУХЕ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА ТИПА РРА



Пробоотборник
почвенного воздуха.



МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ОА В ПОДПОЧВЕННОМ ВОЗДУХЕ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА ТИПА РРА



Перевод пробы в радиометр из пробоотборника

МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ОАР В ПОДПОЧВЕННОМ ВОЗДУХЕ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА ТИПА РРА

Обработка результатов измерений

ОАР в почвенном воздухе – $Q_{п}$, Бк·м⁻³, определяют по формуле:

$$Q_{п} = (Q \cdot (1 + \frac{V_2}{V_1}) - Q_{\phi} \cdot \frac{V_2}{V_1}) \cdot \exp(\lambda \cdot t)$$

где: Q - ОАР, Бк·м⁻³;

Q_{ϕ} - фоновая ОАР, Бк·м⁻³,

V_2 - объем измерительной камеры РРА, $V_2=1.60$ л;

V_1 - объем пробы в пробоотборнике, $V_1=0.046$ л;

t - время, прошедшее от окончания отбора пробы до начала измерений, мин.,

$t=t_2-t_1$;

λ - постоянная распада ²²²Rn, $\lambda=1,26 \cdot 10^{-4}$ мин⁻¹.

Погрешность определения ОАР, при условии выполнения требований настоящей рекомендации, составляет:

$\delta Q_{п} = \pm 30\%$ при ОАР от 2500 до 100000 Бк·м⁻³;

$\delta Q_{п} = \pm 40\%$ при ОАР от 1000 до 2500 Бк·м⁻³.

Необходимо измерять:

ЭРОА – эквивалентную равновесную объёмную активность,
Объёмную активность ОА радона в воде,
Плотность потока радона ППР с поверхности земли.

Возникающие задачи:

Измерение ЭРОА,
Удалённое измерение ЭРОА (измерение ОА),
Измерение ОА в воде,
Измерение плотности потока радона с поверхности земли.

Измерение ЭРОА



Измерение ОА, ОА в воде, ППР

