

# «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.

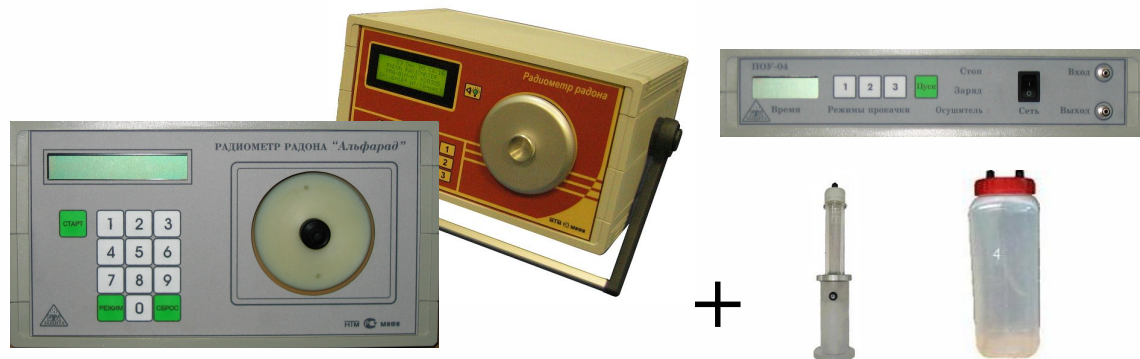
## Возникающие задачи:

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<sup>-3</sup>.

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

При выполнении измерений применяют следующие средства измерений и вспомогательные устройства:

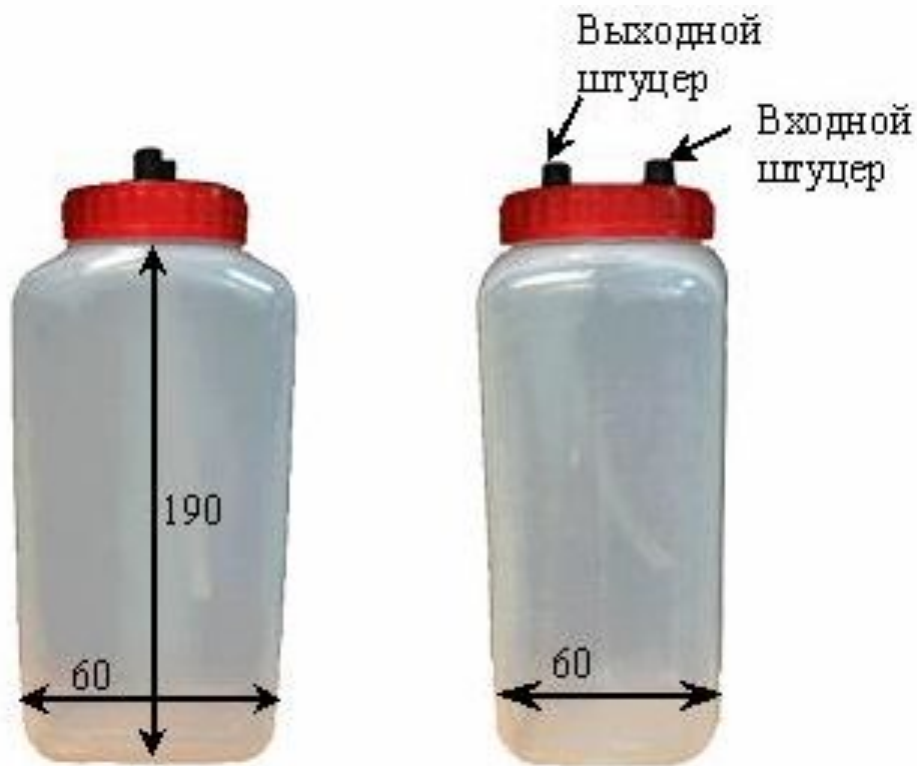
- радиометр типа РРА-01М-01(03), диапазон измерений ОАР 20÷20000 Бк/м<sup>-3</sup>, предел допускаемой основной относительной погрешности:  
в диапазоне ОАР 20÷100 Бк/м<sup>-3</sup>, 30%;  
в диапазоне ОАР 100÷20000 Бк/м<sup>-3</sup>, 20%.
  - пробоотборное устройство (ПОУ), производительность ПОУ 1.0 ± 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

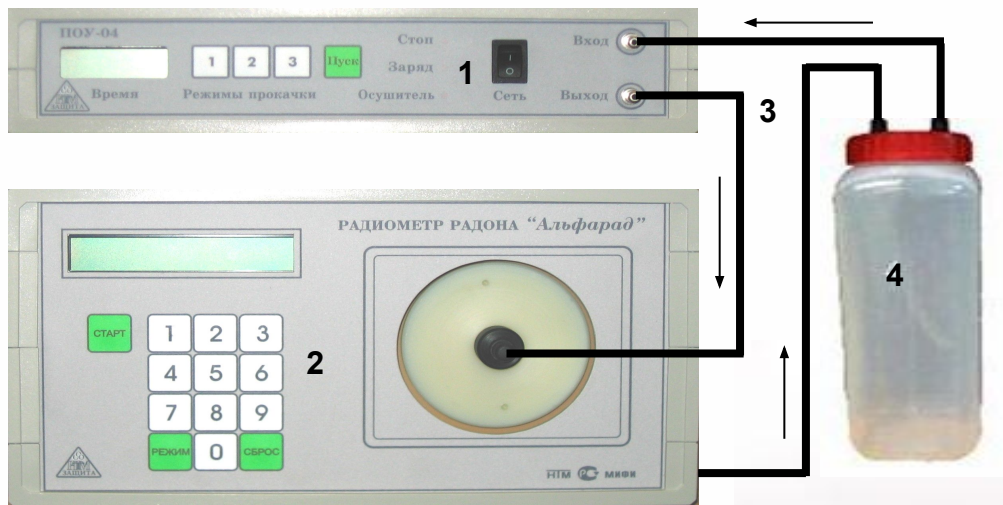


Схема перевода  
пробы в радиометр



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



Перевод пробы в радиометр РА-01М-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<sup>-3</sup>, 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<sup>-3</sup>;

$Q_{\phi}$  - фоновая ОАР, Бк·м<sup>-3</sup>;

$V_2$  - 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.,  $t = t_2 - t_1$ ;

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

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

$\delta Q_p = \pm 40\%$  при ОАР от 30 до 150 Бк·м<sup>-3</sup>,

$\delta Q_p = \pm 30\%$  при ОАР от 150 до 30000 Бк·м<sup>-3</sup>.

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

## Назначение методики:

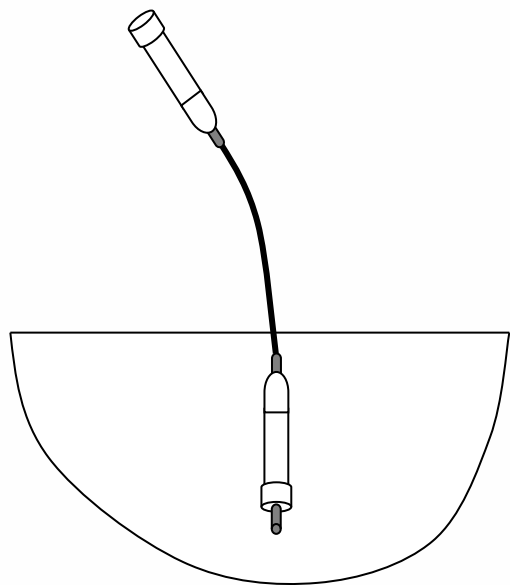
Настоящая рекомендация устанавливает методику выполнения измерений объемной активности радона-222 (ОАР) в воде в диапазоне от 6000 до 800000 Бк/м<sup>-3</sup>.

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

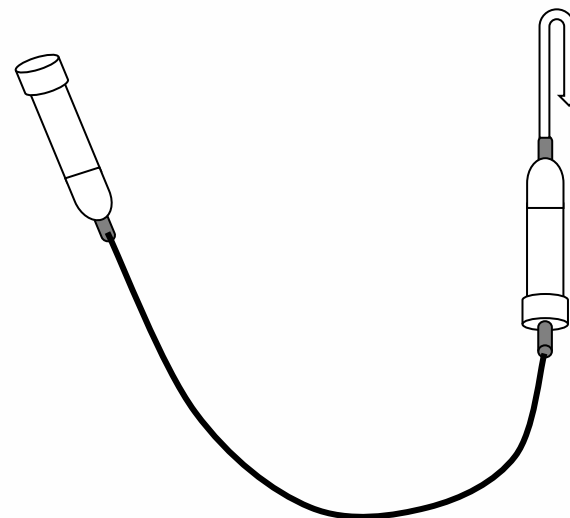
При выполнении измерений применяют следующие средства измерений и вспомогательные устройства:

- радиометр типа РРА-01М-01(03), диапазон измерений ОАР 20÷20000 Бк/м<sup>-3</sup>, предел допускаемой основной относительной погрешности:  
в диапазоне ОАР 20÷100 Бк/м<sup>-3</sup>, 30%;  
в диапазоне ОАР 100÷20000 Бк/м<sup>-3</sup>, 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

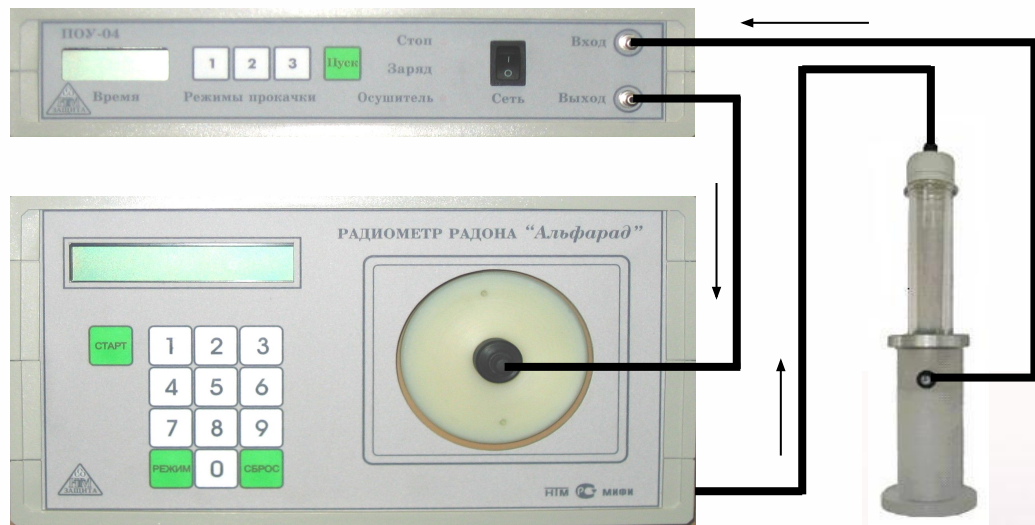


Схема перевода и измерения пробы

- 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<sup>-3</sup>, 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<sup>-3</sup>;

$Q_{\phi}$  – фоновая ОАР, Бк·м<sup>-3</sup>;

$V_2$  - 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,  $t = t_2 - t_1$ ;

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

$\alpha$  - 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<sup>-3</sup>,

$\delta Q_n = \pm 30\%$  при ОАР от 30000 до 800000 Бк·м<sup>-3</sup>.

# 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 · м<sup>2</sup>.

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<sup>-3</sup>, предел допускаемой основной относительной погрешности:
  - в диапазоне ОАР 20÷100 Бк/м<sup>-3</sup>, 30%;
  - в диапазоне ОАР 100÷20000 Бк/м<sup>-3</sup>, 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 м<sup>2</sup>;
- камера накопительная 2, свободный объем 0.093 л, площадь отбора 0.0016 м<sup>2</sup>.

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

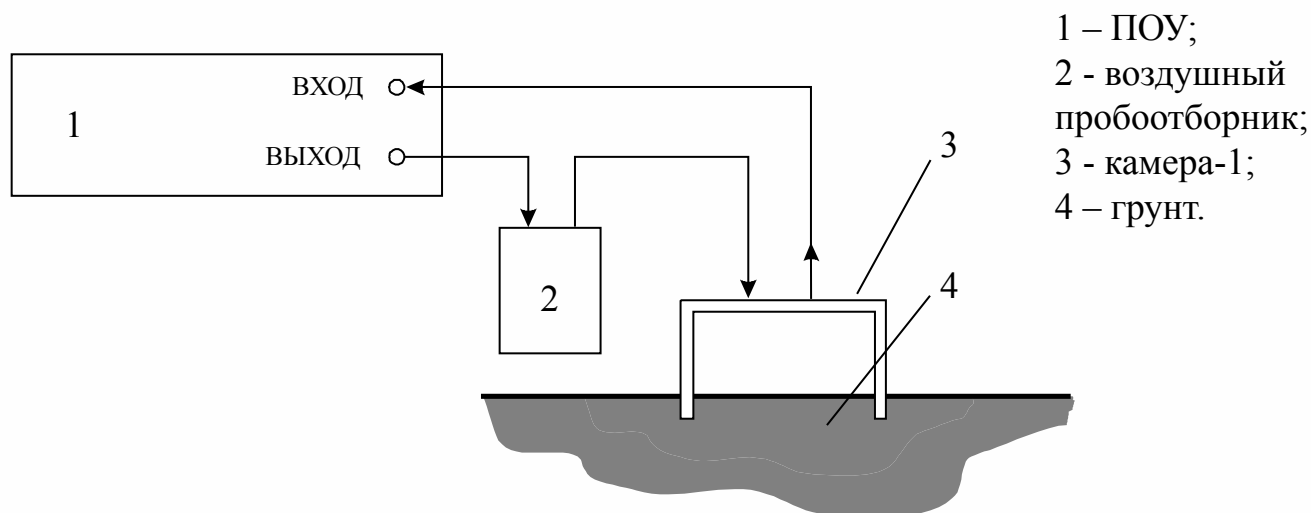
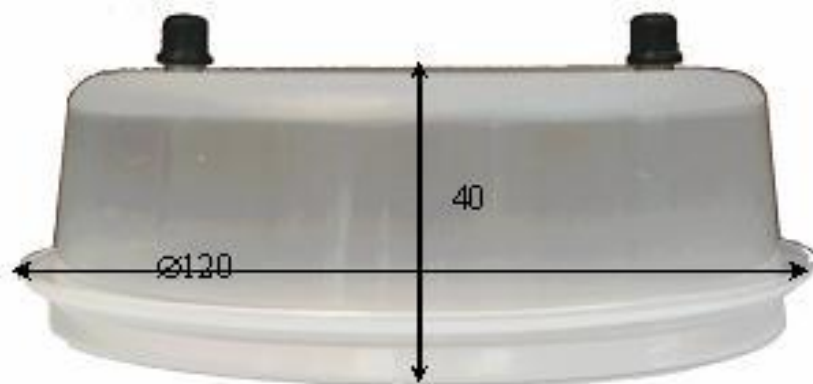


Схема отбора пробы воздуха в пробоотборник для определения ППР  
(способ-1)

# МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ППР С ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА



Накопительная камера-1: от 20 до 80 мБк/(с·м<sup>2</sup>)  
рекомендуется к использованию для начального обследования участка.

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



# 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

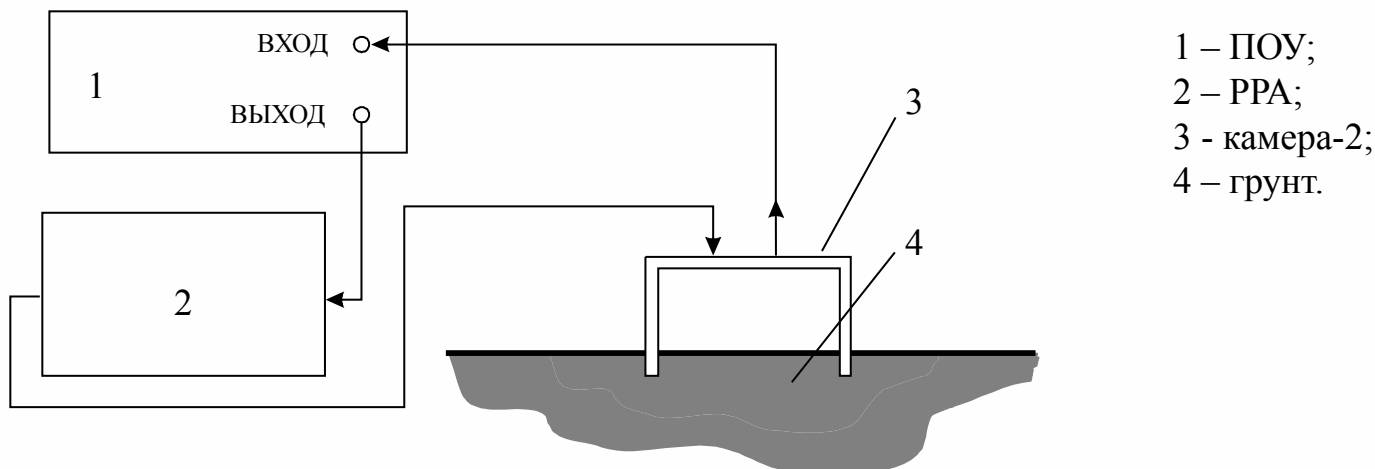


Схема отбора пробы воздуха в радиометр для определения ППР  
(способ-2)



# 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

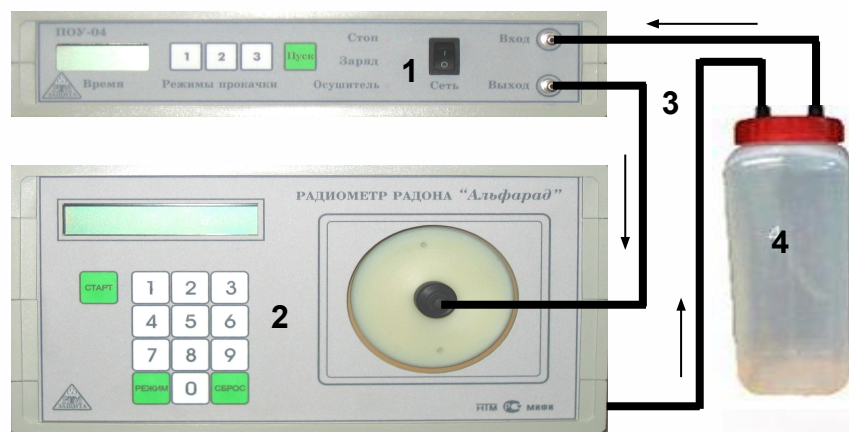


Схема перевода  
пробы в радиометр

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<sup>-3</sup>;

$Q_{\phi}$  - фоновая ОАР, Бк\*м<sup>-3</sup>;

$V_2$  - 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 <sup>222</sup>Rn,  $\lambda = 1,26 \cdot 10^{-4}$  мин<sup>-1</sup>.

$V_3$  - 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,  $S_1=0.0163$  м<sup>2</sup>.

Погрешность определения ППР при условии выполнения требований настоящей рекомендации составляет:  $\delta ППР=40\%$  при ППР от 20 до 80 мБк/с·м<sup>2</sup>.

# 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<sup>-3</sup>;

$Q_{\phi}$  - фоновая ОАР, Бк\*м<sup>-3</sup>;

$V_2$  - 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,  $S_2=0.0016$  м<sup>2</sup>.

Погрешность определения ППР при условии выполнения требований

настоящей рекомендации составляет:

$\delta ППР=30\%$  при ППР от 500 до 1000 мБк/с·м<sup>2</sup>;

$\delta ППР=40\%$  при ППР от 20 до 500 мБк/с·м<sup>2</sup>.



# 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<sup>-3</sup>.

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<sup>-3</sup>, предел допускаемой основной относительной погрешности:  
в диапазоне ОАР 20÷100 Бк/м<sup>-3</sup>, 30%;  
в диапазоне ОАР 100÷20000 Бк/м<sup>-3</sup>, 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

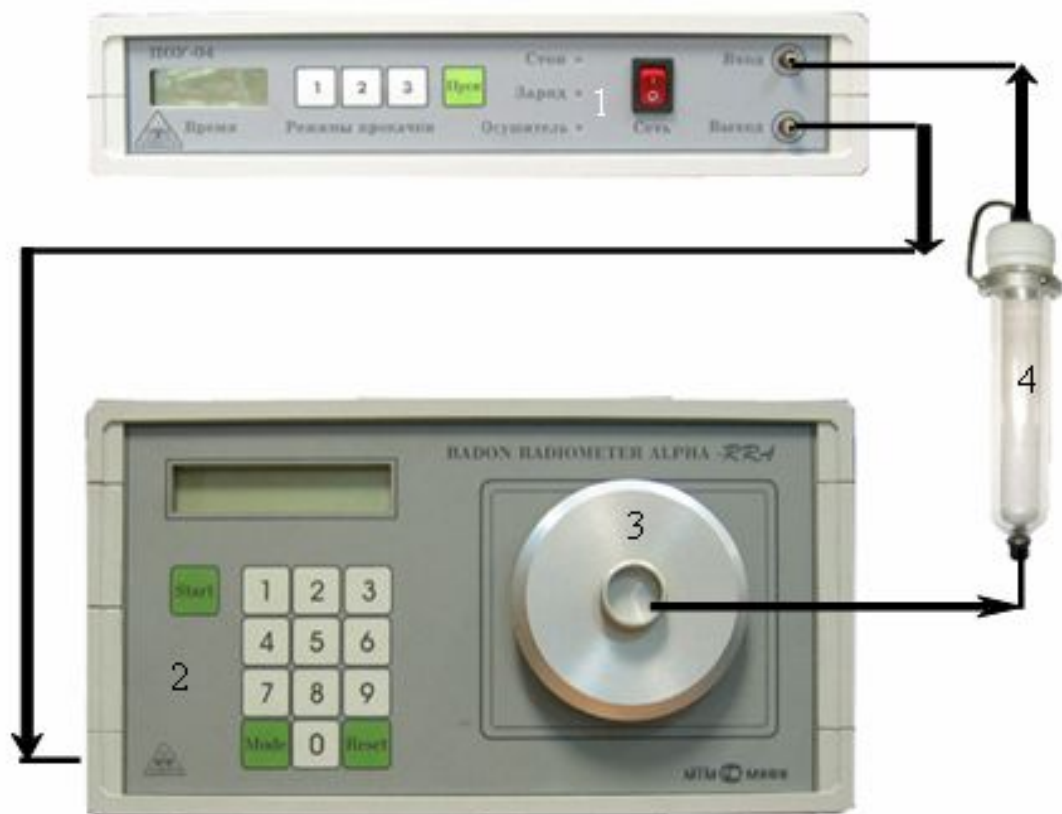


Схема перевода пробы в радиометр  
(1 – ПОУ,  
2 – РРА,  
4 – пробоотборник почвенного воздуха)



# 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 –  $Q_{\Pi}$ , Бк·м<sup>-3</sup>, определяют по формуле:

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

где:  $Q$  - ОАР, Бк·м<sup>-3</sup>;

$Q_{\phi}$  - фоновая ОАР, Бк·м<sup>-3</sup>,

$V_2$  - 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.,

$t=t_2-t_1$ ;

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

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

$\delta Q_{\Pi} = \pm 30\%$  при ОАР от 2500 до 100000 Бк·м<sup>-3</sup>;

$\delta Q_{\Pi} = \pm 40\%$  при ОАР от 1000 до 2500 Бк·м<sup>-3</sup>.

## 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

