

"СОГЛАСОВАНО"

Директор ЦМИИ ГП "ВНИИФТРИ"

В.П. Ярына

"10" июля 1998 г.



## РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения  
единства измерений

МЕТОДИКА ЭКСПРЕССНОГО ИЗМЕРЕНИЯ  
ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ  $^{222}\text{Rn}$  В ВОЗДУХЕ  
С ПОМОЩЬЮ РАДИОМЕТРА РАДОНА ТИПА РРА

Москва, 2004 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1. Норма погрешности измерений	3
2. Средства измерений и вспомогательные устройства	3
3. Метод измерений	3
4. Требования безопасности	4
5. Условия измерений и отбора проб	4
6. Подготовка к выполнению измерений	4
7. Выполнение измерений	5
8. Обработка результатов измерений	6
Приложения	7
Приложение 1. рисунок 1. Пробоотборник воздуха	8
Приложение 1. рисунок 2. Схема отбора воздушной пробы	9
Приложение 1. рисунок 3. Схема перевода пробы в радиометр	10
Приложение 1. рисунок 4. Общий вид пробоотборного устройства	11
Приложение 2. Подготовка и инструкция по работе с ПОУ	12
Приложение 3. Состав пробоотборного устройства	14
Приложение 4. Форма ведения протокола измерений	15

Настоящая рекомендация устанавливает методику выполнения измерений величины объемной активности радона-222 (ОАР) в воздухе в диапазоне измерений от 30 до 30000  $\text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ .

## 1. Норма погрешности измерений

1.1. Рекомендация обеспечивает выполнение измерений ОАР с относительной погрешностью, не превышающей  $\pm 40\%$ .

## 2. Средства измерений и вспомогательные устройства

2.1. При выполнении измерений применяют следующие средства измерений и вспомогательные устройства:

- радиометр типа РРА-01М-01 или РРА-01М-03 (в дальнейшем РРА), диапазон измерений ОАР  $20\div 20000 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ , предел допускаемой основной относительной погрешности:
  - в диапазоне ОАР  $20\div 100 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ ,  $30\%$ ;
  - в диапазоне ОАР  $100\div 20000 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ ,  $20\%$ .
- пробоотборное устройство (ПОУ), рис.4 Приложения 1, производительность воздуходувки ПОУ  $1.0\pm 0.3 \text{ л}/\text{мин}$ ;
- пробоотборник воздушной пробы, рис.1 Приложения 1, в дальнейшем пробоотборник, объемом  $1.05\pm 0.01 \text{ л}$ ;
- соединительные трубы, диаметр канала трубы 4 мм, общая длина трубок 2 м.

РРА должен иметь свидетельство о поверке.

## 3. Метод измерений

3.1. Измерение ОАР в воздухе основано на отборе пробы воздуха в пробоотборник и последующем определении ОАР в пробоотборнике путем перемешивания пробы между объемами пробоотборника и измерительной камеры РРА, и последующем измерением ОАР в камере РРА. Работа РРА основана на электростатическом осаждении ионизированных дочерних продуктов распада радона в измерительной камере на поверхность полупроводникового детектора и последующей регистрацией альфа-излучения RaA ( $^{218}\text{Po}$ ).

## 4. Требования безопасности

4.1. При выполнении измерений ОАР в воздухе соблюдают требования "Норм радиационной безопасности (НРБ-99)", "Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99)", "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" (Госэнергонадзор).

4.2. К выполнению измерений допускаются лица, имеющие допуск к работе с источниками ионизирующих излучений, изучившие настоящую рекомендацию, техническое описание и инструкцию по эксплуатации ПОУ и РРА.

## 5. Условия измерений и отбора проб

5.1. При выполнении измерений соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха от + 5°C до + 40°C;
- относительная влажность до 85% при + 25°C;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (630÷800 мм рт.ст.).

5.2. При отборе проб соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха от минус 2°C до + 50°C;
- относительная влажность до 100% при + 25°C;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (630÷800 мм рт.ст.).

## 6. Подготовка к выполнению измерений

Подготовка к выполнению измерений включает в себя:

- подготовку ПОУ;
- отбор проб воздуха.

6.1. Подготовка ПОУ проводится в соответствии с Приложением 2 настоящей методики.

6.2. Отбор проб воздуха.

Собирают схему в соответствии с рис.2. Приложения 1 в следующей последовательности:

- снимают резиновые заглушки со штуцеров пробоотборника, ПОУ и штуцера, находящегося на входном фланце радиометра;
- соединяют штуцер пробоотборника со штуцером “ВЫХОД” ПОУ с помощью соединительной трубки из состава ПОУ;
- включают воздуходувку ПОУ, для чего последовательно нажимают кнопки “2” и “ПУСК”. Время работы воздуходувки 5 минут.

По окончании отбора герметизируют пробоотборник заглушками и записывают в протокол измерений (см. Приложение 4) время отбора  $t_1$ .

## 7. Выполнение измерений

При измерениях ОАР в пробе выполняют следующие операции:

- измеряют фоновую ОАР в камере РРА в соответствии с РЭ на радиометр;
- перемешивают отобранную пробу воздуха между пробоотборником и измерительной камерой РРА;
- измеряют ОАР в камере РРА.

7.1. Измерение фоновой ОАР. Руководствуясь инструкцией по эксплуатации РРА, отбирают пробу наружного (вне помещения) воздуха.

Выполняют не менее 5-и измерений фоновой ОАР в соответствии с инструкцией по эксплуатации РРА.

Среднее значение  $Q_\phi$ ,  $\text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ , определяют по формуле:

$$Q_\phi = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Q_{\phi i}, \quad (1)$$

где  $Q_{\phi i}$  - результат  $i$ -го измерения,  $\text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ ;

$N$  – общее число измерений.

$Q_\phi$  не должен превышать значение собственного фона, указанного в паспорте РРА. Записывают в протокол измерений  $Q_\phi$ .

7.2. Перемешивание пробы между пробоотборником и измерительной камерой РРА.

Собирают схему в соответствии с рис.3 Приложения 1 в следующей последовательности:

- соединяют выходной штуцер (штуцер без силиконовой трубки) пробоотборника со штуцером “ВХОД” ПОУ (для соединений используют трубы соединительные из состава ПОУ);

- штуцер “ВЫХОД” ПОУ соединяют с входным штуцером РРА (штуцер на передней панели РРА);

- выходной штуцер РРА (штуцер № 1 на задней панели РРА, штуцер № 2 закрывают резиновой заглушкой) соединяют с оставшимся свободным штуцером пробоотборника;

- включают воздуходувку ПОУ, для чего последовательно нажимают кнопки “2” и “ПУСК”. Время работы воздуходувки 5 минут.

По окончании перемешивания воздуха в системе записывают в протокол измерений (см. Приложение 4) время начала измерений  $t_2$ .

7.3. Измерение ОАР в камере РРА. Выполняют не менее 5-и измерений ОАР в камере РРА в соответствии с инструкцией по эксплуатации РРА.

ОАР  $Q$ ,  $\text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ , определяют по формуле:

$$Q = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Q_i, \quad (2)$$

где  $Q_i$  - результат  $i$ -го измерения ОАР,  $\text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ ;

$N$  – общее число измерений.  
Полученные результаты заносят в протокол измерений.

## 8. Обработка результатов измерений

8.1. ОАР в пробе  $Q_n$ ,  $\text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ , определяют по формуле:

$$Q_n = \left( Q \cdot \left( 1 + \frac{V_2}{V_1} \right) - Q_\phi \cdot \frac{V_2}{V_1} \right) \cdot \exp(\lambda \cdot t), \quad (3)$$

где  $Q$  - ОАР, вычисленная по формуле (2),  $\text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ ;

$Q_\phi$  - ОАР, вычисленное по формуле (1),  $\text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ ;

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

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

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

$\delta Q_n = \pm 40\%$  при ОАР от 30 до 150  $\text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ ,

$\delta Q_n = \pm 30\%$  при ОАР от 150 до 30000  $\text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ .

8.2. Результаты измерений заносятся в протокол, форма ведения которого приведена в Приложении 4.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение 1.

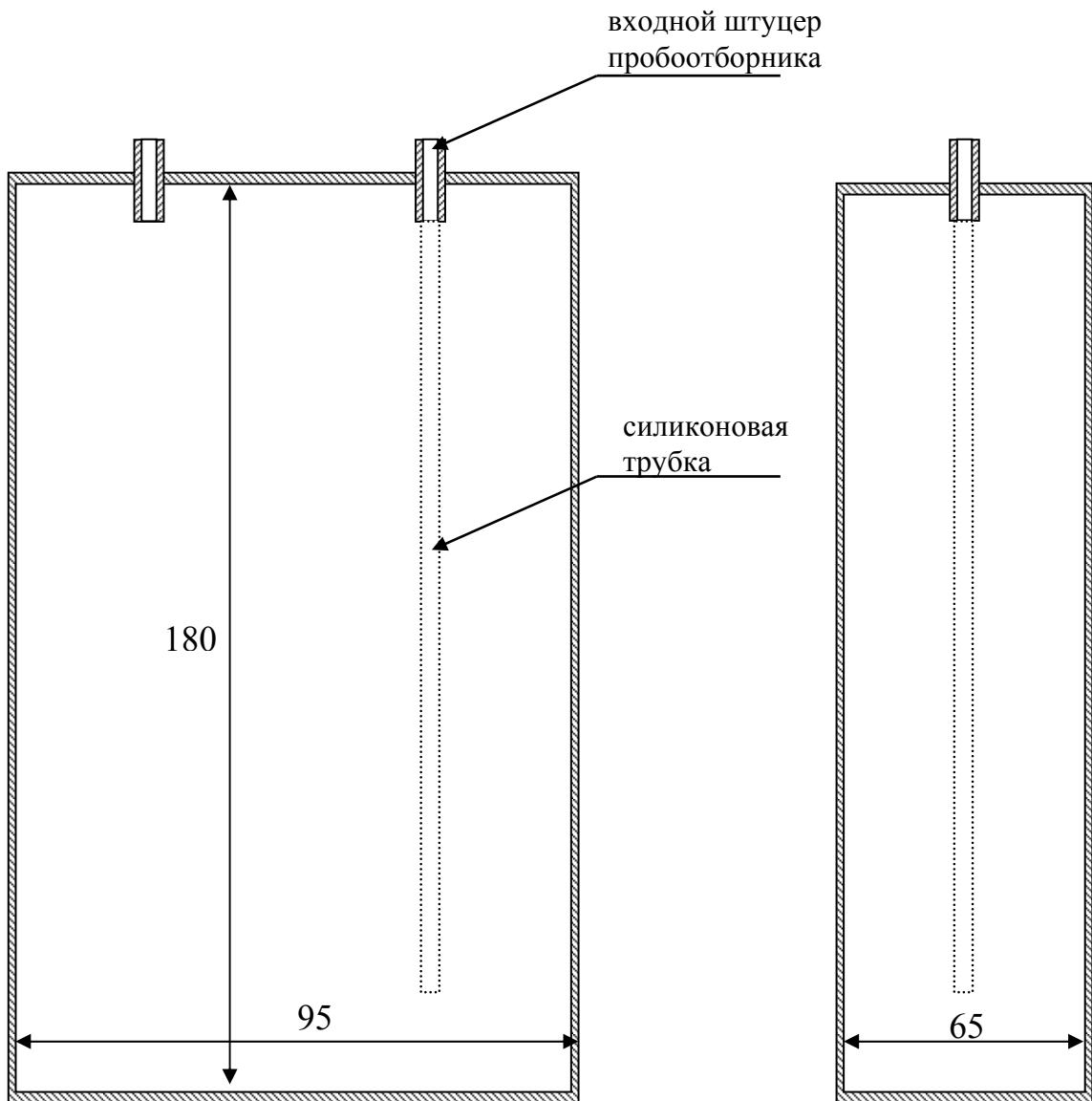


Рис.1. Пробоотборник воздуха.

## Приложение 1.

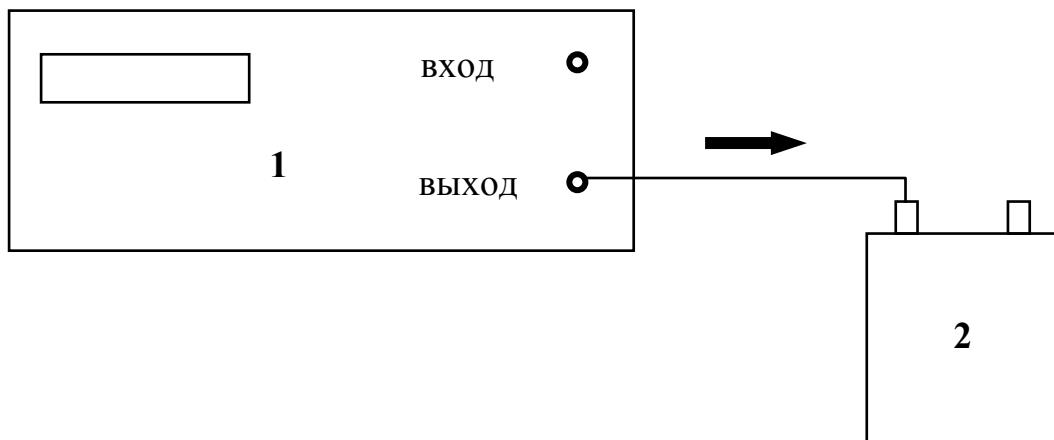


Рис.2. Схема отбора воздушной пробы.

1 – ПОУ;  
2 – воздушный пробоотборник.

## Приложение 1.

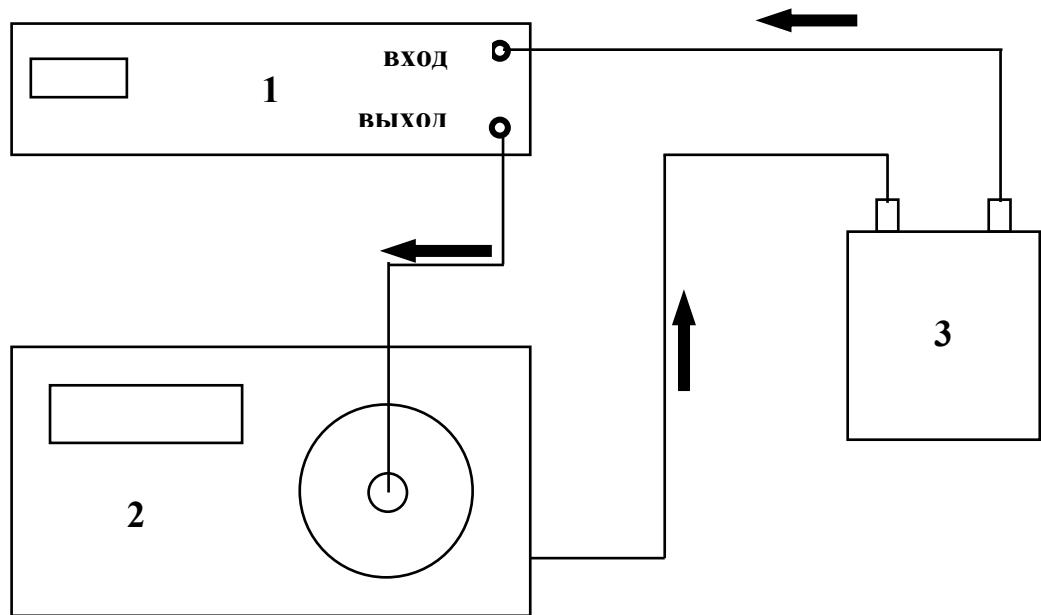


Рис.3. Схема перевода пробы в радиометр.

1 – ПОУ;  
2 – РРА;  
3 – воздушный пробоотборник.

## Приложение 1.

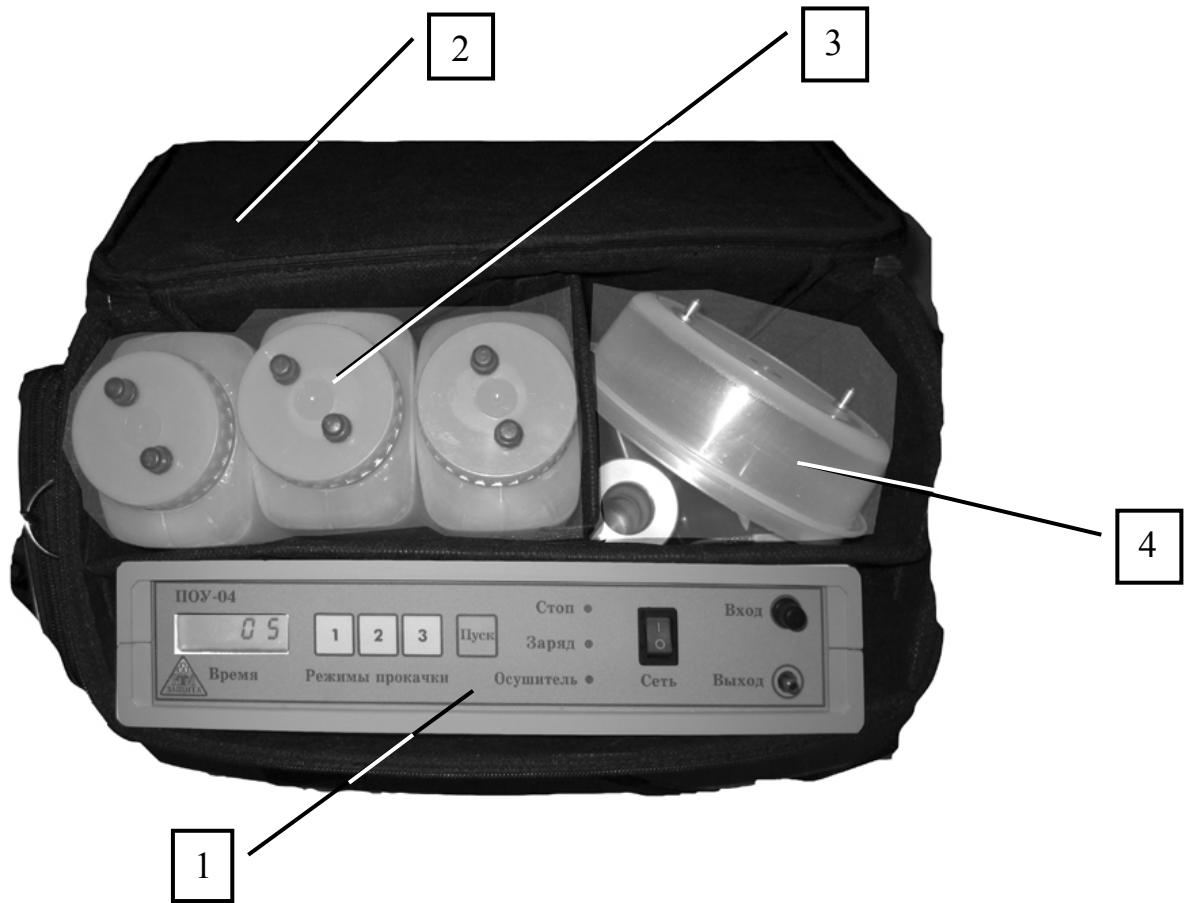


Рис.4. Общий вид пробоотборного устройства.

Вид сверху.

- 1 – ПОУ-04;
- 2 – сумка для транспортировки;
- 3 – пробоотборники воздуха;
- 4 – другие пробоотборники.

## Приложение 2.

### Подготовка и инструкция по работе с ПОУ.

#### 1. Подготовка ПОУ.

1.1. Открыть сумку для транспортировки ПОУ.

1.2. Проверить работоспособность ПОУ, для чего включить тумблер "**СЕТЬ**" и проконтролировать:

- наличие индикации двузначного числа «00» на жидкокристаллическом дисплее (ЖКИ);

- состояние осушителя, если на передней панели ПОУ горит светодиод "**Осушитель**" необходимо произвести замену реактива согласно п.4 настоящего приложения;

- состояние аккумуляторов, если на ЖКИ мигает символ "П" необходимо произвести подзарядку аккумуляторов согласно п.2.9. настоящего Приложения.

#### 2. Инструкция по работе с воздуходувкой ПОУ.

2.1. Включить тумблер "**СЕТЬ**", находящийся на передней панели. При этом на ЖКИ инициируется двухзначное число «00».

2.2. Выбрать требуемый режим прокачки, для чего нажать одну из кнопок "**1**", "**2**", "**3**". При этом на ЖКИ устанавливается время работы воздуходувки в минутах (20, 5 и 2 минут соответственно).

2.3. Для запуска воздуходувки нажать кнопку "**ПУСК**".

2.4. Для аварийной (быстрой) остановки работы воздуходувки нажать одну из кнопок "**Режимы прокачки**".

2.5. Окончание времени работы воздуходувки дублируется звуковым и визуальными сигналами: звучит прерывистый сигнал, точка в правом нижнем углу индикатора горит непрерывно и мигает светодиод "**СТОП**".

2.6. Для отключения звукового и световых сигналов окончания работы воздуходувки нажать одну из кнопок "**РЕЖИМЫ ПРОКАЧКИ**".

2.7. При разряде аккумуляторов меньше номинального значения на ЖКИ мигает символ "П".

Для зарядки аккумуляторов предусмотрено гнездо на задней панели блока.

2.8. Зарядка аккумуляторов осуществляется блоком питания, входящим в комплект ПОУ.

2.9. Для зарядки аккумуляторов вставить разъем блока питания в гнездо, а блок питания подсоединить к сети ~220В – автоматически начинается зарядка аккумуляторов. При этом горит светодиод "**ЗАРЯД**".

2.10. Ток заряда равен 150 мА. Время заряда составляет 8-10 часов.

2.11. В режиме "**ЗАРЯД**" ПОУ работает во всех режимах от блока питания.

#### 3. Выключение ПОУ.

3.1. По окончании работы:

- отключить тумблер "**СЕТЬ**";

- отключить внешний блок питания;
- соединительные трубы, пробоотборники и другие принадлежности убрать в специальные отделения сумки;
- закрыть сумку.

#### 4. Замена осушителя.

4.1. Пробоотборное устройство включает в себя осушительный патрон с реагентом  $\text{CaCl}_2$  (размер гранул 2÷5 мм). Ресурс работы осушителя - не менее 200 проб. Включение светодиода “**Осушитель**” на передней панели ПОУ свидетельствует о необходимости замены реагента.

4.2. Замена проводится в следующей последовательности:

- отвинтить 4 винта задней панели ПОУ;
- извлечь панель с закрепленным на ней осушителем;
- освободить осушитель от соединительных трубок и проводов датчика;
- снять осушитель, разобрать, удалить остатки реагента, промыть детали водой, высушить, заполнить свежей порцией реагента;
- установить осушитель в ПОУ.

Приложение 3.

Состав пробоотборного устройства

Таблица 1.

Базовый комплект ПОУ-04.

№ п/п	Наименование	Обозначение	Кол-во
1.	Блок управления воздуходувкой	ПОУ-04	1
2.	Барботер	кМ1.181196.71	1
3.	Воздушный пробоотборник	кМ1.181196.74	3
4.	Пробоотборник почвенного воздуха	кМ1.181196.76	1
5.	Пробоотборник воды	кМ1.181196.75	5
6.	Накопительная камера 1, Ø148 мм	кМ1.181196.77	1
7.	Накопительная камера 2, Ø50 мм	кМ1.181196.78	1
8.	Воронка пробоотборная		1
9.	Соединительная трубка длиной 80 см	ТУ 64-2-286-79	2
10.	Соединительная трубка длиной 40 см	ТУ 64-2-286-79	2
11.	Штуцер для подсоединения ПОУ к радиометру	кМ1.181196.72	1
12.	Запасная заглушка для барботера		1
13.	Запасная заглушка для пробоотборника		1
14.	Сумка для транспортировки ПОУ	ОСТ 17.839.80	1
15.	Рекомендация с методиками измерений		1
16.	Паспорт ПОУ		1
17.	Блок питания		1

Примечание. Количество поставляемых различных типов пробоотборников может меняться согласно заявке Потребителя.

## Приложение 4.

Форма ведения протокола измерений.

### ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА-222 В ВОЗДУХЕ

1. Место отбора пробы: .....
2. Дата отбора пробы: .....
3. Номер пробоотборника: .....
4. Время окончания отбора,  $t_1$ : .....
5. Время начала измерений,  $t_2$ : .....
6. Измерение собственного фона РРА:

№	1	2	3	4	5
$Q_\phi$ , $\text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$					

Фоновая ОАР,  $Q_\phi$ ,  $\text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ , .....

7. Измерение  $Q$ ,  $\text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ ,

№	1	2	3	4	5
$Q$ , $\text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$					

ОАР,  $Q$ ,  $\text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ , .....

8. ОАР в пробе,  $Q_p = \dots \pm \dots \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$

Измерения выполнены радиометром радона РРА-01М-..... зав.№ .....

Свидетельство о поверке №.....

Измерения выполнили : \_\_\_\_\_ / Ф.И.О. /

\_\_\_\_\_ / Ф.И.О. /

## ПРИМЕЧАНИЯ