



КОМПЛЕКС ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ДЛЯ МОНИТОРИНГА  
РАДОНА, ТОРОНА И ИХ ДОЧЕРНИХ ПРОДУКТОВ  
«АЛЬФАРАД ПЛЮС»

№ \_\_\_\_\_

Руководство по эксплуатации

БВЕК 590000.001 РЭ


Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

БВЕК 590000.001 РЭ

Лист









Таблица 1.

Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
БВЕК 590000.100	Блок измерения ЭРОА	1	Блоки детектирования и управления конструктивно объединены в одном корпусе
БВЕК 590000.200	Блок измерения ОА	1	
БВЕК 590000.300	Блок управления	1	
	Блок питания	1	Адаптер для питания БИ и БУ от сети переменного тока и зарядки встроенных аккумуляторов
	Аккумулятор (встроенный)	4	Автономный источник питания БИ и БУ
БВЕК 590000.400	Автономная воздуходувка АВ-07		Автономная воздуходувка со встроенным таймером для отбора проб
	Блок питания	1	Адаптер для зарядки встроенных аккумуляторов АВ-07
	Аккумулятор (встроенный)	6	Автономный источник питания АВ-07
	Фильтр АФА-РСП-3 ОСТ 95.10052-84	10	Аэрозольный фильтр для отбора аэрозолей при измерениях ЭРОА (БИ ЭРОА)
БВЕК 590000.501	Патрон-осушитель	1	Патрон для осушки проб воздуха и очистки измерительной камеры от влаги с поглотителем влаги (БИ ОА)
БВЕК 590000.507	Заглушка	4	Резиновая заглушка для герметизации измерительной камеры (БИ ОА)
БВЕК 590000.502	Барботер	1	Барботер для выделения радона из пробы воды
БВЕК 590000.503	Пробоотборник воды	5	Пробоотборник для отбора пробы воды
БВЕК 590000.504	Воздушный пробоотборник	3	Пробоотборник для отбора пробы воздуха
БВЕК 590000.505	Накопительная камера	1	Устройство для отбора проб радона с поверхности почвы
БВЕК 590000.506	Пробоотборник почвенного воздуха		Пробоотборник для отбора пробы почвенного воздуха
	Трубка ТУ 64-2-286-79	5	Гибкая соединительная трубка длиной 150 см, диаметром 6 мм для подключения пробоотборников. (40см – 2шт., 80см – 2шт., 150см – 1шт.)
	Воронка пробоотборная	1	
БВЕК 590001.00ПО	ПО для измерения и вычисления ЭРОА и ОА радона и торона		Комплектация для измерений ЭРОА и ОА Модификация «АР»

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

БВЕК 590002.00ПО	ПО для измерения и вычисления ОА радона		Комплектация для измерений ОА Модификация «Р»
БВЕК 590003.00ПО	ПО для измерения и вычисления ЭРОА радона и торона	1	Комплектация для измерений ЭРОА Модификация «А»
БВЕК 590000.001РЭ	Руководство по эксплуатации	1	
БВЕК 590000.001ПС	Паспорт	1	
	Комплект укладки	1	Сумка для хранения и транспортировки

**ВНИМАНИЕ!** При использовании измерительного комплекса «Альфарад плюс» проводить калибровки спектрометрического тракта блоков измерений с помощью образцовых источников альфа-излучения не требуется. Перед каждым измерением автоматически проводится тестирование спектрометрического тракта по амплитуде импульсов с помощью последовательности тестовых генераторных сигналов. При рабочих параметрах калибровки следует надпись на экране прибора «Норма». При нарушении калибровки на экране следует сообщение «Авария».

1.6.2. Комплекс может заказываться и поставляться в ограниченной комплектации, реализующей уменьшенный выбор измерительных режимов. В этом случае, опции, включенные в ограниченный комплект поставки, обозначаются буквенными индексами по таблице 1.

1.6.3. Комплекс и ПО, поставляемые в составе ограниченной комплектации указываются в таблице комплектации паспорта БВЕК 590000.001ПС.

### 1.7. Принадлежности.

1.7.1. Блок питания предназначен для питания измерительных блоков комплекса от сети переменного тока частотой 50 Гц, с содержанием гармоник до 5% и номинальным напряжением 220<sup>+22</sup>-33В, а также для зарядки встроенных аккумуляторов.

1.7.2. Патрон-осушитель БВЕК 590000.501 предназначен для осушки отбираемой пробы воздуха (при барботировании проб воды). Его рекомендуется использовать для осушки внутреннего объема измерительной камеры от влаги и при работе в летний период и подвальных помещениях. Он состоит из цилиндрического корпуса из пластика, в торцах которого размещены фланцы со штуцерами, герметично закрытыми заглушками.

Конструкция осушителя предусматривает регенерацию поглотителя влаги, в качестве которого используется индикаторный гранулированный силикагель.

**ВНИМАНИЕ!** По мере накопления влаги, гранулы силикагеля изменяют окраску с ярко-синего цвета на бледно-фиолетовый, что служит сигналом насыщения их влагой. Регенерацию силикагеля, проводят путем выдержки гранул при температуре 80÷100 °С до появления окраски ярко-синего цвета.

Для регенерации силикагеля из патрона-осушителя необходимо открутить пробку патрона-осушителя, высыпать содержимое на бумажный лист формата А5, поместить лист вместе с гранулами рядом с источником тепла и выдержать до появления окраски гранул ярко-синего цвета. Например, время регенерации гранул, помещенных под лампу накаливания мощностью 60÷75 Вт, составляет менее 0,5 часа.

**ВНИМАНИЕ!** Не следует нагревать гранулы осушителя и корпус фильтра до температуры свыше 100°С, так как это приведет к потере их работоспособности.

Патрон-осушитель подключается к штуцеру расположенному на передней панели блока измерения ОА, с помощью соединительной трубки, входящей в комплект. Перед подключением патрона-осушителя обе заглушки снимаются. Патрон-осушитель, объемом 45см<sup>3</sup>, заполнен поглотителем влаги, индикаторным гранулированным силикагелем.

									Лист
									7
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	БВЕК 590000.001 РЭ				

**ВНИМАНИЕ!** В режиме хранения патрона-осушителя штуцеры должны быть закрыты резиновыми заглушками БВЕК 590000.507.

1.7.3. Воздушный пробоотборник предназначен для отбора проб воздуха с помощью автономной воздуходувки в условиях как положительных, так и отрицательных температур.

1.7.4. Пробоотборник воды предназначен для отбора и хранения проб воды.

1.7.5. Барботер предназначен для выделения пробы радона из пробы воды.

1.7.6. Пробоотборник почвенного воздуха используется при отборе пробы почвенного воздуха из шпура.

1.7.7. Накопительная камера используется при определении плотности потока радона с поверхности почвы.

1.7.8. Гибкие соединительные трубки предназначены для коммутации пробоотборных устройств с камерой блока измерения ОА.

### **1.8. Маркировка и пломбирование.**

1.8.1. На лицевой панели измерительных блоков нанесен товарный знак предприятия-изготовителя;

1.8.2. Условное обозначение комплекса, модификация, заводской порядковый номер нанесены на тыльной стороне корпуса, в котором размещены блоки измерения и управления.

1.8.3. Корпус блоков измерения и управления опломбированы разрушающимися пломбами, установленными на боковой поверхности верхней крышки корпуса. В случае нарушения пломбы предприятие-поставщик вправе отказаться от гарантийного ремонта комплекса.

### **1.9. Хранение и транспортирование.**

1.9.1. Перед упаковыванием комплекс должен быть законсервирован по варианту защиты ВЗ-10 ГОСТ 9.014-78 путем помещения блоков в полиэтиленовый чехол с осушителем-силикагелем, который затем герметично заваривается.

1.9.2. При консервации, хранении и транспортировке блока измерения ОА обязательно наличие резиновой заглушки на штуцере лицевого фланца. Оба штуцера патрона-осушителя должны быть закрыты резиновыми заглушками.

1.9.3. Условия хранения комплекса в упаковке предприятия изготовителя должны соответствовать условиям хранения 2 ГОСТ 15150-69:

а) закрытые или другие помещения с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха существенно меньше, чем на открытом воздухе;

б) температура окружающего воздуха при хранении радиометра от минус 5 до +40°С;

в) относительная влажность воздуха при температуре +25°С до 98 %.

1.9.4. Срок защиты комплекса без переконсервации в упаковке предприятия - изготовителя составляет 3 года в условиях хранения, указанных в п.1.9.3.

1.9.5. Сопроводительная документация в запаянном полиэтиленовом пакете должна быть уложена в тару так, чтобы ее можно было извлечь, не нарушая влагонепроницаемой укладки комплекса.

1.9.6. Транспортирование комплекса в упаковке предприятия-изготовителя может производиться всеми видами транспорта на любые расстояния при условии обеспечения сохранности комплекса и защиты его от внешних атмосферных воздействий.

1.9.7. Расстановка и крепление в транспортных средствах ящика с комплексом должны обеспечивать его устойчивое положение, исключая возможность смещения ящика и удара о другие ящики, а также о стенки транспортных средств. Комплекс выдерживает транспортную тряску по проселочной дороге при доставке его грузовым автомобилем на расстояние до 500 км.

1.9.8. Диапазон температур при транспортировании – от минус 50°С до +50°С. Относительная влажность 98% при температуре +35°С.

**ВНИМАНИЕ!** В случае транспортировки блока измерения ОА без заглушек при резких колебаниях температуры внешней среды возможно образование конденсата в измеритель-

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	БВЕК 590000.001 РЭ				



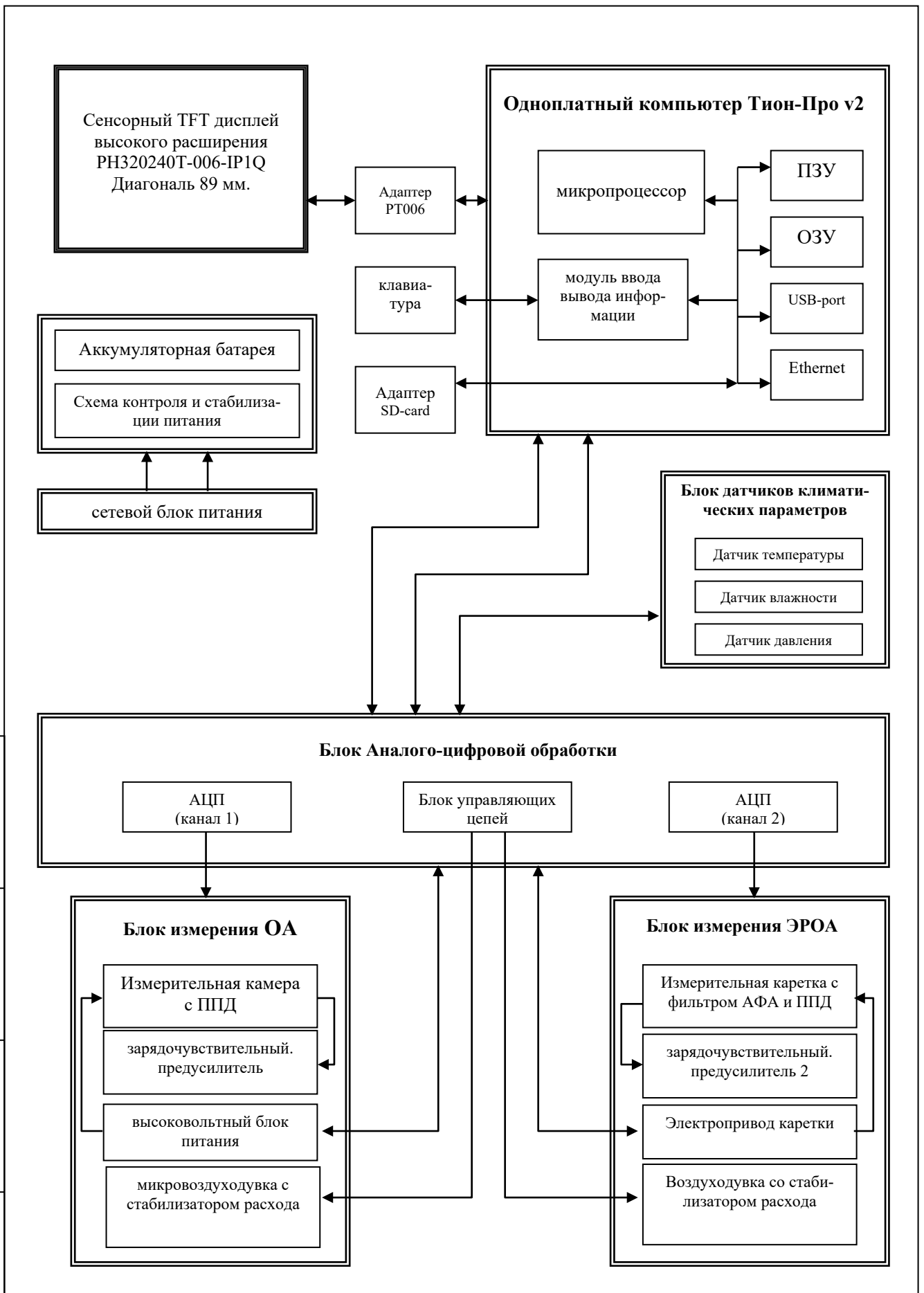


Рис.1. Функциональная схема комплекса «Альфарад плюс».

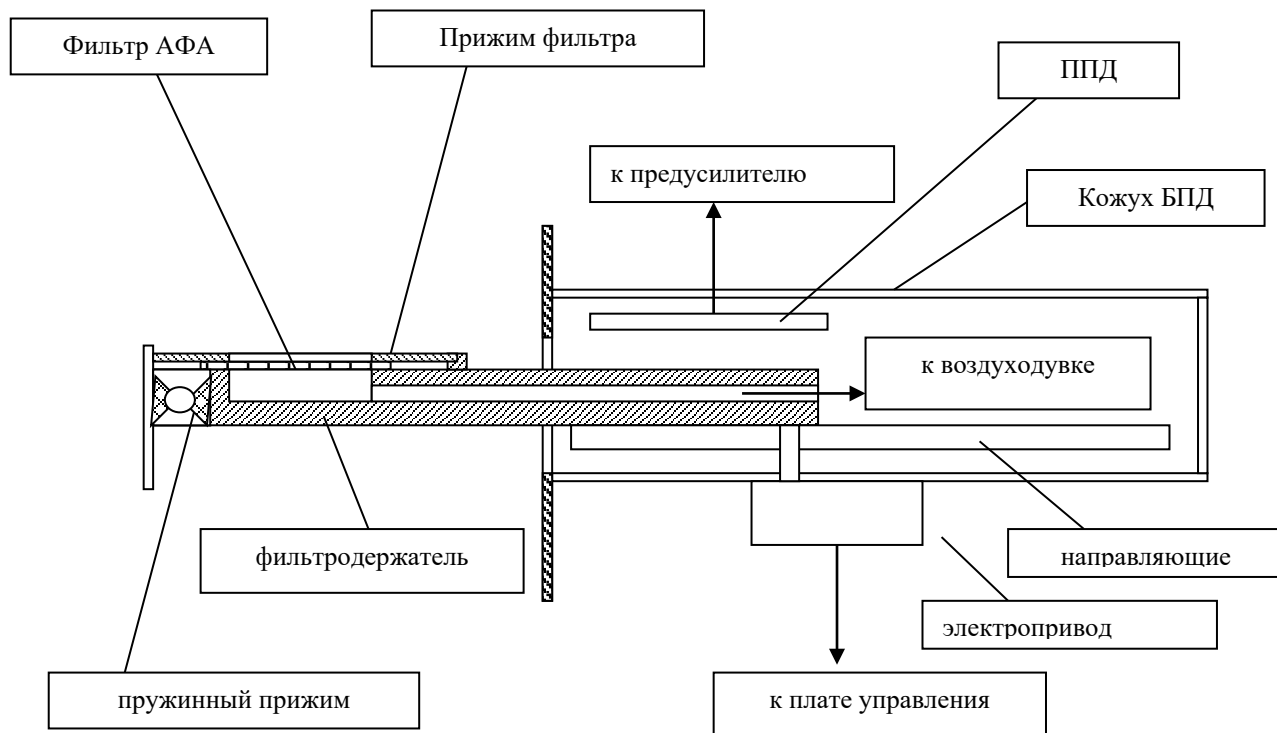


Рисунок 2. Устройство отбора проб блока измерения ЭРОА

Таблица 2.

Энергии альфа частиц и периоды полураспада изотопов радона и их дочерних продуктов распада.

Нуклид	Энергия, МэВ (интенсивность, %)	Период полураспада
$^{222}\text{Rn}$	5,49 (100)	3,823 сут
$^{218}\text{Po}(\text{RaA})$	6,00 (100)	3,05 мин
$^{214}\text{Bi}(\text{RaC})$	5,45 (0,012) / 5,51 (0,008)	19,7 мин
$^{214}\text{Po}(\text{RaC}')$	7,69 (100)	164 мкс
$^{210}\text{Po}(\text{RaF})$	5,305 (100)	138,4 сут
$^{220}\text{Rn}(\text{Tn})$	6,29 (100)	5,56 с
$^{216}\text{Po}(\text{ThA})$	6,78 (100)	0,15 с
$^{212}\text{Bi}(\text{ThC})$	6,05 (25) / 6,09 (10)	60,6 мин
$^{212}\text{Po}(\text{ThC}')$	8,78 (100)	0,30 мкс

Электрические импульсы, образующиеся под воздействием на ППД альфа-частиц, усиливаются ПУ, поступают на вход блока управления (БУ). Регистрация импульсов осуществляется отдельно в трех диапазонах амплитуд, соответствующих энергиям альфа-частиц соответственно RaA, RaC' и ThC'. По результатам, полученным при подсчете импульсов, и с учетом параметров отбора и измерения пробы вычисляются значения ОА ДПР, значения ЭРОА и коэффициента равновесия между ДПР, которые выводятся на экран.

## 2.2. Блок измерения ОА.

Измерение ОА радона-222 основано на электростатическом осаждении заряженных ионов  $^{218}\text{Po}(\text{RaA})$  из отобранной пробы воздуха на поверхность ППД. ОА  $^{222}\text{Rn}$  определяется по количеству зарегистрированных альфа-частиц при распаде атомов RaA, осевших на ППД. Измерительная камера блока измерения ОА выполнена из пластика и представляет собой пустотелый цилиндр с расположенным внутри высоковольтным электродом и герметично закрытыми фланцами с двух сторон (рис.3). На входном фланце установлен фильтродержатель с аэрозольным фильтром, а на внешней поверхности размещен входной штуцер. В центре выходного фланца установлен ППД с ПУ, сигнал с которого поступает на БУ. Все электронные блоки аналогичны тем, которые использованы в блоке измерения ЭРОА. На

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

выходном фланце установлена климатическая камера, которая содержит датчик температуры и влажности и соединена с объемом измерительной камеры.

Отбор пробы воздуха в измерительную камеру осуществляется с помощью микровоздуховки. Проба воздуха через защитный аэрозольный фильтр поступает в измерительную камеру, проходит через климатическую камеру и поступает в микровоздуховку. Защитный аэрозольный фильтр используется для очистки контролируемого воздуха от дисперсной фазы аэрозолей и, в том числе, от ДПР радона и торона, находящихся в воздухе.

**ВНИМАНИЕ!** Необходимо периодически (не реже раза в полгода) контролировать состояние защитного аэрозольного фильтра. В случае наличия механических повреждений или сильной запыленности поверхности фильтра, он подлежит замене.

При отборе проб воздуха в подвальных помещениях или на открытом воздухе с высокой влажностью, необходимо использовать патрон осушитель, который наполнен силикагелем, избирательно поглощающим пары воды из контролируемого воздуха.

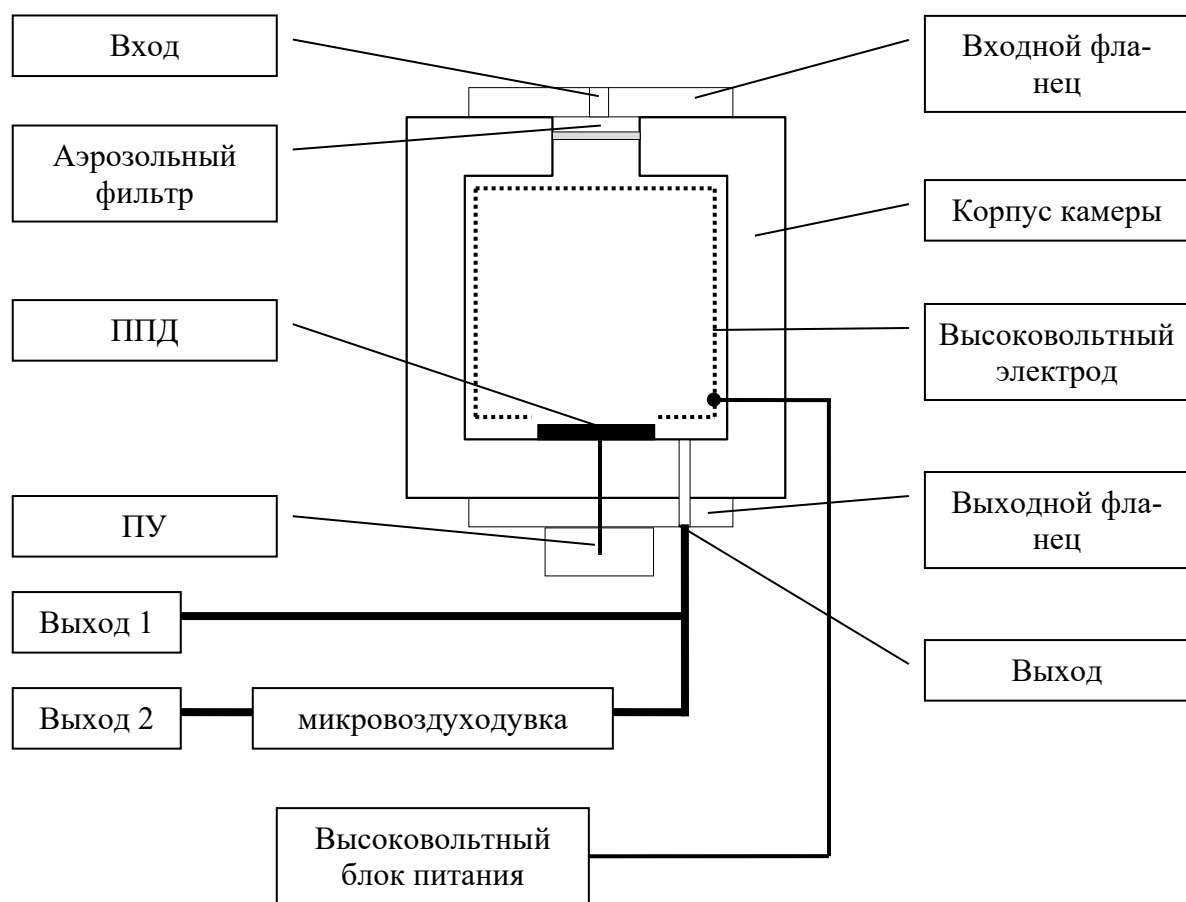


Рисунок 3. Измерительная камера блока измерения ОА.

### 2.3. Блок управления.

#### 2.3.1. Состав (конструкция) блока управления.

Блок управления (БУ) собран на металлическом шасси и размещен в корпусе из металла и пластика, на котором расположены элементы управления и индикации. Внешний вид блоков комплекса трех модификаций представлен на рис.4 а,б, с. На шасси БУ размещены блоки измерения ЭРО и ОА с воздуховодками, одноплатный компьютер, плата амплитудно-цифрового преобразователя (АЦП), платы управления электроприводом фильтродержателя и воздуховодками, плата питания и аккумуляторы. Соединения всех плат осуществляется плоскими многожильными кабелями.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

БУ имеет цветной жидкокристаллический дисплей высокого разрешения, который позволяет выводить данные в виде графиков (альфа-спектров и т.д.). При этом появляется дополнительная возможность в процессе измерений обрабатывать информацию о поведении изотопов радона и их ДПР в контролируемых помещениях и анализировать динамику изменения коэффициента равновесия F непосредственно в ходе измерения.



Рисунок 4а. Внешний вид БУ (модификация «Альфарад плюс- AP»).

- |  |  |
|--|--|
| 1 – жидкокристаллический дисплей;                    | 5 – ручка для переноса прибора           |
| 2 – лицевая панель блока управления с клавиатурой;   | 6 – панель выдвижного фильтродержателя;  |
| 3 – разъём USB, USB-порт;                            | 7 – фильтродержатель камеры ОА;          |
| 4 – ножки для фиксации положения прибора при работе; | 8 – входной штуцер измерительной камеры. |



Рисунок 4б. Внешний вид БУ (модификация «Альфарад плюс-Р»)

Рисунок 4с. Внешний вид БУ (модификация «Альфарад плюс-А»)

### 2.3.2. Работа блока управления.

2.3.2.1. Автоматическая работа БУ осуществляется рабочими кнопками, расположенными на лицевой панели.

На лицевой панели БУ установлены (рис.4а):

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

- 1- жидкокристаллический цветной матричный дисплей (далее экран),
- 2- лицевая панель блока управления с кнопками «ВВОД», «СБРОС», «РЕЖИМ», «ЭКРАН», «ПАМЯТЬ» и набором кнопок с указателями ▲ ▼ и ◀▶;
- 3- разъем для подсоединения внешних USB устройств (USB – порт);
- 4- ножки для фиксации положения прибора при работе;
- 5- ручка для перемещения прибора;
- 6- панель выдвижного фильтродержателя;
- 7- фланец измерительной камеры с аэрозольным фильтром;
- 8- входной штуцер измерительной камеры.

2.3.2.2. На задней панели БУ установлены (рис.5):

- 1- разъем для подключения сетевого адаптера питания;
- 2- выход измерительной камеры (БИ ОА);
- 3- тумблер «ПИТАНИЕ»;
- 4- светодиод разрядки аккумуляторной батареи;
- 5- резистор регулировки расхода микровоздуходувки (БИ ОА);
- 6- резистор регулировки расхода воздуходувки (БИ ЭРОА);
- 7- выход микровоздуходувки (БИ ОА);
- 8- кнопка электронного включения прибора

2.3.2.3. Питание всех узлов БУ и зарядка встроенной аккумуляторной батареи осуществляется от блока питания (сетевого адаптера), который подключается к разъему (1) расположенному на задней панели (рис.5). Прибор может работать в автономном режиме от встроенной аккумуляторной батареи.

В блоке питания предусмотрен индикаторный светодиод, отражающий наличие в сети напряжения 220В, а также процесс зарядки аккумуляторной батареи.

В режиме зарядки аккумуляторной батареи, измерительный комплекс работает от блока питания. При работе прибора в автономном режиме в случае разряда аккумуляторной батареи, срабатывает индикаторный светодиод (2), расположенный на задней панели измерительного комплекса (рис.5), указывающий на необходимость подзарядки аккумуляторной батареи.

2.3.2.4. Включение прибора осуществляется переключателем ПИТАНИЕ (3) и кнопкой электронного включения (8), которые расположены на задней панели БУ (рис.5). При длительном хранении прибора, для исключения разрядки аккумуляторной батареи, переключатель ПИТАНИЕ должен находиться в выключенном положении.

2.3.2.5. «Выход 1» измерительной камеры (рис.5) в процессе штатных измерений и в период хранения БУ должен быть закрит заглушкой, так как он напрямую соединен с объемом измерительной камеры. «Выход 2» (рис.5) соединен с выходом микровоздуходувки и служит для сброса анализируемого воздуха, прошедшего через измерительную и климатическую камеры БИ ОА.

2.3.2.6. Модификация комплекса и его заводской номер указаны на задней панели БУ.



Рисунок 4д. Внешний вид БУ (Замена фильтра)

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

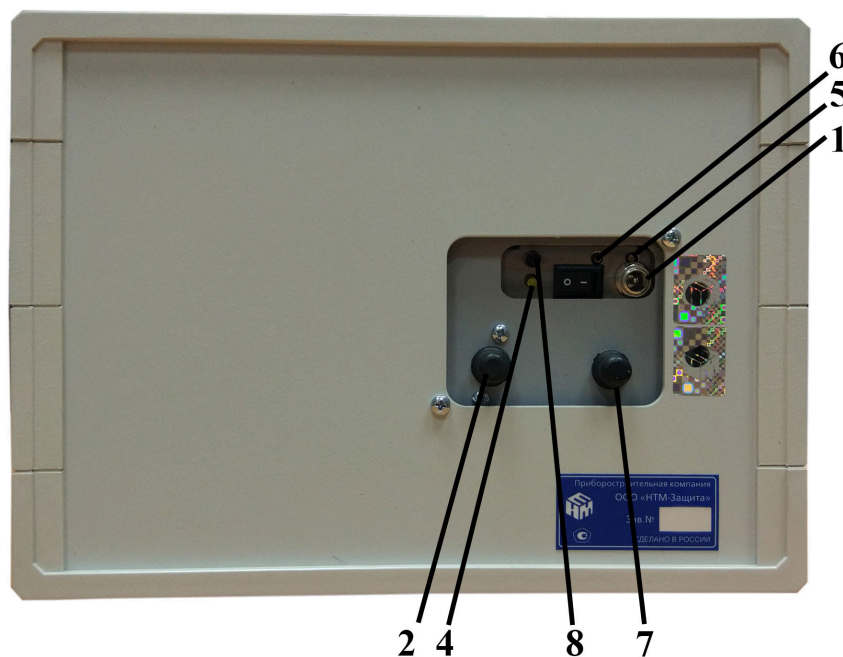


Рисунок 5. Вид задней панели БУ(модификация «Альфарад плюс АР»).

- 1 – разъем для подключения сетевого адаптера питания;
- 2 – «Выход 1» - выход измерительной камеры (БИ ОА);
- 3 – тумблер «ПИТАНИЕ»;
- 4 – светодиод зарядки аккумуляторной батареи;
- 5 – резистор регулировки расхода микровоздуховки (БИ ОА);
- 6 – резистор регулировки расхода воздухоудвки (БИ ЭРОА);
- 7 – «Выход 2» - выход микровоздуховки (БИ ОА);
- 8 – кнопка электронного включения.

#### 2.4. Автономная воздухоудвка с таймером.

2.4.1. Внешний вид автономной воздухоудвки с набором пробоотборных устройств представлен на рис.6. Автономная воздухоудвка конструктивно выполнена в виде блока, состоящего из пластмассового корпуса и металлических панелей. Внутри корпуса установлены нагнетатель воздуха, аккумуляторная батарея, управляющая плата с таймером.

На панели управления расположены (рис.7):

- 1, 2, 3- кнопки управления режимами работы;
- 4, 5, 6 - индикаторные светодиоды режимов работы;
- 7- индикаторный светодиод зарядки аккумуляторной батареи;
- 8- индикаторный светодиод, указывающий на разряд аккумуляторной батареи;
- 9- разъем для подключения адаптера питания ;
- 10- тумблер включения напряжения питания.

На задней панели установлены:

- штуцер для подключения трубки забора проб воздуха;
- штуцер для отвода воздуха.

2.4.2. Предусмотрены следующие режимы работы таймера:

- режим «1» - время прокачки воздухоудвки составляет 2 мин.;
- режим «2» - время прокачки воздухоудвки составляет 5 мин.;
- режим «3» - время прокачки воздухоудвки составляет 20 мин.

2.4.3. Зарядка аккумуляторов осуществляется адаптером питания, входящим в комплект автономной воздухоудвки. Для зарядки аккумуляторов предусмотрен разъем, расположенный на передней панели.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

2.4.4. Для зарядки аккумуляторов вставить штекер адаптера в разъем, а сам адаптер подключить к сети 220 В. Индикаторный светодиод 7 (рис.7а) сигнализирует о процессе зарядки аккумуляторов. В режиме зарядки аккумуляторов воздуходувка работает от адаптера питания. При разряде срабатывает индикаторный светодиод 8, указывающий на разряд аккумуляторной батареи.

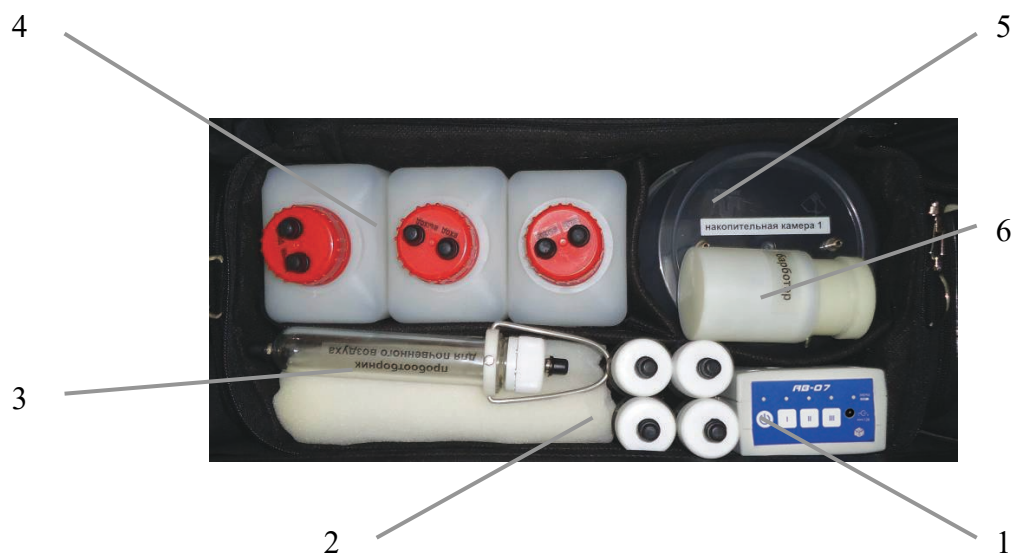


Рисунок 6. Автономная воздуходувка АВ-07с пробоотборниками.

- 1 – Автономная воздуходувка;
- 2 – Пробоотборники для воды;
- 3 – Пробоотборник почвенного воздуха;
- 4 – Воздушные пробоотборники;
- 5 – Накопительная камера;
- 6 – Барботер;


Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

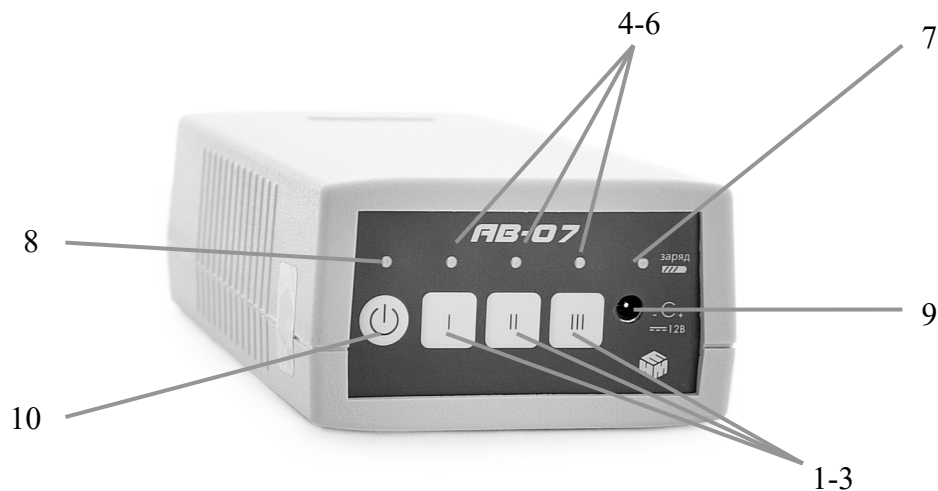


Рисунок 7а. Панель управления автономной воздуходувкой АВ-07

- 1-3 – кнопки управления режимами работы;
- 4-6 – индикаторные светодиоды режимов работы;
- 7 – индикаторный светодиод зарядки аккумуляторной батареи;
- 8 – индикаторный светодиод разрядки аккумуляторной батареи;
- 9 – разъём подключения адаптера питания;
- 10 – тумблер включения напряжения питания;



Рисунок 7б. Задняя панель управления автономной воздуходувкой АВ-07

### 3. Подготовка комплекса к работе.

#### 3.1. Общие указания.

3.1.1. После извлечения комплекса из укладочной сумки необходимо провести внешний осмотр блоков. При внешнем осмотре должно быть установлено:

- отсутствие механических повреждений, наличие герметизирующих уплотнений;
- комплектность;
- наличие свидетельства о проверке.

3.1.2. До начала работы с комплексом изучите руководство по эксплуатации, конструкцию блоков и назначение органов управления.

3.1.3. В настоящем руководстве описано использование всех измерительных режимов полной комплектации прибора «Альфарад плюс». Для приборов, заказанных в ограниченной комплектации, возможно использование только режимов, вошедших в комплектацию конкретного прибора.

#### 3.2. Включение питания БУ.

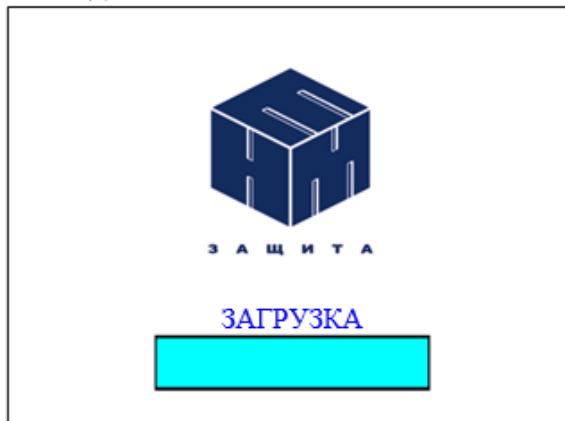
3.2.1. Исходное положение переключателя ПИТАНИЕ – положение «0» утоплено.

Присоедините штекер сетевого блока питания к гнезду ПИТАНИЕ, расположенному на задней панели БУ (рис.5). Установите вилку блока питания в розетку сети переменного тока с напряжением 220В и частотой 50 Гц. При этом независимо от положения переключателя ПИТАНИЕ загорается зеленый светодиод, который указывает на наличие напряжения в сети и на блоке питания.

Включить питание БУ переключателем ПИТАНИЕ (положение «->» - утоплено)

Прибор автоматически переходит в режим работы от блока питания. В случае разряда аккумуляторной батареи, автоматически включается подзарядка – на блоке питания гаснет зеленый и загорается красный светодиод. Максимальное время зарядки не более 2,5 ч. По истечении этого времени БУ автоматически отключает зарядку аккумулятора и переходит в режим подзарядки (подзаряжать прибор можно в любой момент, до полной зарядки аккумуляторов).

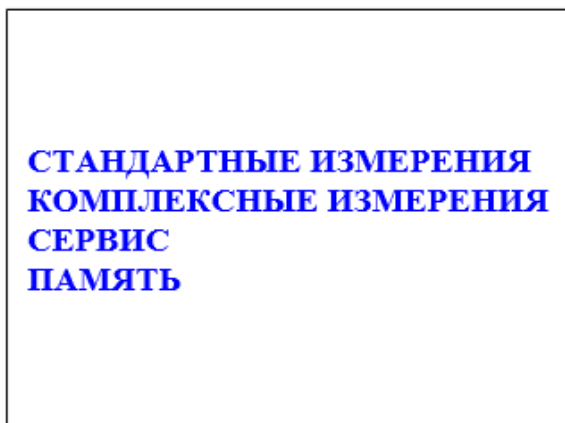
3.2.2. Нажать и удерживать в течение не менее 2-х секунд кнопку электронного включения (8) (рис.5). При этом происходит загрузка программы БУ и на экране появляется надпись:



Далее БУ автоматически тестирует состояние аккумулятора, блока измерения ЭРОА, блока измерения ОА, положение держателя фильтра и входит в режим ожидания команд от пользователя согласно следующим опциям:



3.2.3. Выбор опции осуществляется кнопками с указателями ◀▶ или ▲ ▼, а запуск осуществляется кнопкой «Ввод». При этом на дисплее появляется главное меню работы БУ, которое для каждого блока измерения состоит из четырех пунктов:



3.2.4. Выбор пункта меню осуществляется также кнопками ▲ ▼ клавиатуры, а запуск выбранного пункта - кнопкой «ВВОД», выход из любого пункта меню осуществляется нажа-

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

тием кнопки «СБРОС». Переход на предыдущий уровень меню осуществляется нажатием кнопки «режим».

### 3.3. Работа БУ комплекса.

#### 3.3.1. Работа пункта меню «СЕРВИС»

После выбора пункта меню «СЕРВИС» кнопкой «ВВОД» на дисплее появляются пункты меню, которые имеют отличия для каждого блока измерения.

Для блока измерения ЭРОА:

Для блока измерения ОА:

**СЕРВИС**

---

**НАСТРОЙКИ**  
**ТЕСТ**  
**Фон ЭРОА**  
**ЗАМЕНА ФИЛЬТРА**  
**СПРАВКА**

**СЕРВИС**

---

**НАСТРОЙКИ**  
**ТЕСТ**  
**Фон ОА**  
**ПРОВЕРКА КАМЕРЫ**  
**СПРАВКА**

3.3.1.1. Режим «НАСТРОЙКИ». В этом пункте возможны следующие операции (справедливо для обоих блоков измерения):

**НАСТРОЙКИ**

---

**Дата / Время**  
**Режим запуска**  
**Версия ПО**

а) «Установка даты/времени». После выхода в данный пункт на дисплее отображается информация:

**Дата / Время**

---

**27.09.2010      15:55:57**

---

Изменение даты и текущего времени осуществляется с помощью кнопок ◀▶ и ▲▼, а установка новых значений - кнопкой «Ввод».

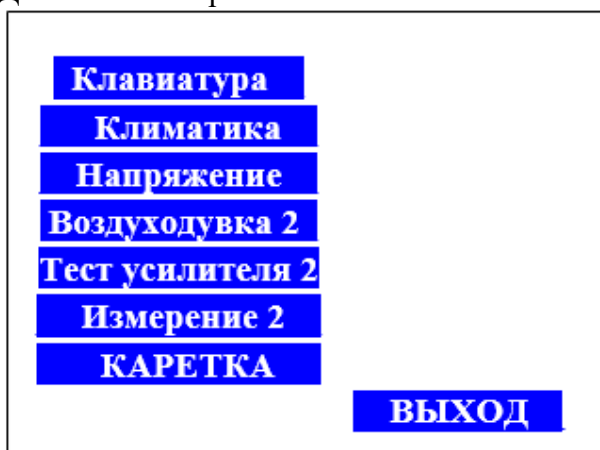
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

б) «Режим запуска». Для удобства работы предусмотрен выбор двух вариантов возврата в конкретный режим прибора после его включения: «Режим последнего измерения» и «Выбор режима». «Режим последнего измерения» предусматривает выполнение того режима работы, который был использован последним в предыдущей серии измерений. «Выбор режима» позволяет установить режим работы БУ из всего перечня режимов. Все операции осуществляются кнопками ▲ ▼ и ВВОД.

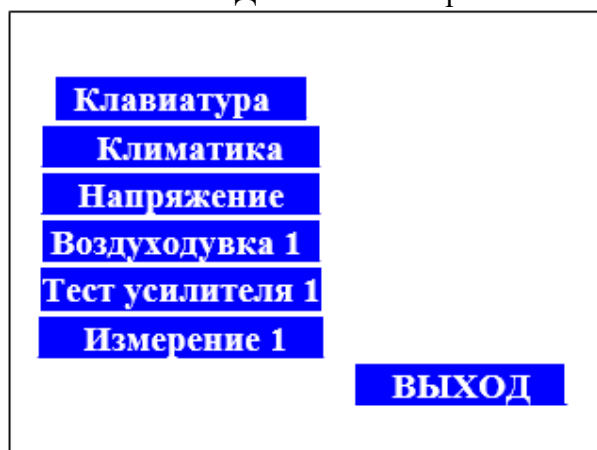
в) «Версия ПО». После выхода в данный пункт на экране последовательно отображается информация о версии программного обеспечения прибора, тестировании и проверке идентификационных данных программного обеспечения (ПО): отображаются номер версии ПО, таблица программных модулей и их контрольные суммы. В случае обнаружения несоответствия контрольной суммы, данное значение отображается красным цветом. Метрологически значимые программные модули в таблице подчеркнуты.

3.3.1.2. Режим «ТЕСТ». После выхода в режим «ТЕСТ» на экране отображаются названия позиций, подлежащих тестированию.

Для блока измерения ЭРОА:



Для блока измерения ОА:



Выбор позиции тестирования осуществляется с помощью кнопок ◀▶ и ▲ ▼. Выбранная позиция отмечается маркером в виде стрелки. Кнопка «Ввод» запускает выбранный тест.

3.3.1.2.1. Тест «Клавиатура». На экране отображается схема клавиатуры, изображения кнопок на которой реагируют (изменяют цвет) при включении соответствующей кнопки клавиатуры. Прохождение теста считается завершенным, если на экране отображается включение всех кнопок клавиатуры. Выход из теста «Клавиатура» осуществляется тройным нажатием кнопки «ВВОД».



Возврат в режим «ТЕСТ» из любых позиций происходит при активации кнопки «Ввод». При этом маркер в виде стрелки должен быть установлен на позиции «НАЗАД».

3.3.1.2.2. Тест «Климатика». На экране отображаются текущие значения температуры, влажности воздуха, а также давления, которые постоянно обновляются.

3.3.1.2.3. Тест «Напряжение». На экране отображается значение напряжения аккумуляторной батареи и дополнительная информация («зарядить аккумулятор», «идет зарядка»).

3.3.1.2.4. «Тест усилителя 2» - блок измерения ЭРОА; «Тест усилителя 1» - блок измерения ОА. Тесты осуществляют проверку калибровки спектрометрического тракта по амплитуде импульсов с помощью последовательности тестовых генераторных сигналов. На экране отображается спектр генераторных импульсов.



Если среднее значение амплитуды тестовых импульсов укладывается в интервал (190÷210), отмеченный на спектре пунктирными линиями, на экране появляется сообщение «выполнено» и калибровка соответствует рабочему режиму тракта.

Если среднее значение амплитуды тестовых импульсов не укладывается в интервал, отмеченный на спектре пунктирными линиями, на экране появляется сообщение «Тест не прошел», калибровка не соответствует рабочему режиму тракта и блок измерения не готов к работе. При тестировании тракта блока измерения ЭРОА, каретка должна находиться в положении «измерение пробы» (в закрытом состоянии). Для повторного теста необходимо нажать клавишу «Повторить».

3.3.1.2.5. Тест «Измерение 2» - блок измерения ЭРОА. Тест «Измерение 1» - блок измерения ОА. Тесты предназначены для настройки приборов сервисными службами и позволяют осуществлять визуальную проверку амплитудных распределений сигналов, полученных с ППД, когда нарушена калибровка спектрометрического тракта.

3.3.1.2.6. Тест «Воздуходувка 2» - тракт ЭРОА. Тест «Воздуходувка 1» - тракт ОА. Данные опции позволяют управлять работой воздуходувок, установленных в пробоотборных системах каждого блока измерения. Включение и выключение теста осуществляется кнопкой «Ввод». При этом маркер в виде стрелки должен быть установлен на позиции «Включить» / «Выключить». Перед операцией тестирования воздуходувок необходимо:

- блок измерения ЭРОА – установить каретку в положение «отбор пробы» (открыта);
- блок измерения ОА - снять резиновые заглушки со штуцера лицевого фланца и с выхода микровоздуховки 7 (рис.5.).

3.3.1.2.7. Тест «Каретка» - блок измерения ЭРОА. Данная опция позволяет управлять положением каретки и перемещать ее с позиции «отбор пробы» (каретка открыта) в позицию «измерение» (каретка закрыта).



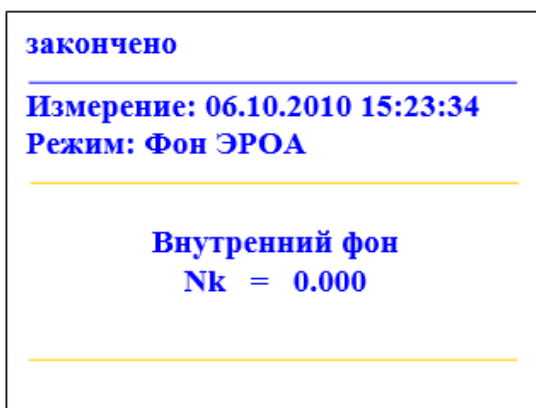
Предусмотрен циклический режим движения каретки, который осуществляется при установке маркера на позицию «Цикл» кнопкой «Ввод». На дисплее имеется указатель положения каретки. Вынос каретки за габарит передней панели прибора не превышает 50 мм. НЕОБХОДИМО ОСВОБОДИТЬ ОТ ПОМЕХ ЗОНУ ДЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ КАРЕТКИ НА ПОЗИЦИЮ ОТБОРА ПРОБЫ.

3.3.1.2.8. Тест Nv – тракт ОА. Данная опция позволяет включать (выключать) напряжение на высоковольтном электроде измерительной камеры и предназначена для проверки работоспособности высоковольтного блока питания блока измерения ОА. Используются для настройки сервисными службами.

3.3.1.3. Измерение уровня собственного фона каждого блока измерения.

3.3.1.3.1. Контроль фона блока измерения ЭРОА. Режим «Фон ЭРОА».

После запуска теста на дисплее появляется сообщение «Замените фильтр» и каретка устанавливается в положение «отбор пробы». Измерения фоновой составляющей должны проводиться, когда в фильтродержателе установлен «свежий» фильтр, отбор пробы на который ранее не проводился. Кнопка «Ввод» запускает процесс измерения – каретка автоматически устанавливается в положение «измерение» и процесс измерения продолжается 1000 с (16 минут 40 секунд). На экране отображается следующая информация:



После завершения измерения на экране появляется число, отражающее общее количество событий в рабочем интервале спектра.

3.3.1.3.2. Контроль фона блока измерения ОА. Режим «Фон ОА».

Этот тест выполняет контрольную функцию и служит для определения остаточной активности  $^{218}\text{Po}(\text{RaA})$  на детекторе. Длительность измерения составляет 20 мин, а высокое напряжение на электроде камеры отсутствует. Используется для проверки работоспособности измерительного тракта.

3.3.1.4. «Замена фильтра» - тракт ЭРОА. Кнопка «Ввод» запускает процесс перемещения каретки на позицию «отбор пробы». Только после появления сообщения «каретка открыта» следует приступить к замене фильтра. Кнопка «Ввод» запускает процесс перемещения каретки на позицию «измерение» и после завершения операции следует сообщение: «Замена фильтра выполнена».

3.3.1.5. «Проверка камеры» - тракт ОА. Тест «Проверка камеры» выполняет сервисную функцию, посредством которой производится контроль за содержанием влаги в измерительной камере блока измерения ОА. На экране возникает сообщение: «ВНИМАНИЕ! СНИМИТЕ РЕЗИНОВЫЕ ЗАГЛУШКИ ДЛЯ ПРОКАЧКИ КАМЕРЫ!». Необходимо снять резиновые заглушки с входного штуцера 8 измерительной камеры (рис.4а) и выхода 7 микровоздуховки (рис.5) и нажать кнопку «ВВОД». Включается воздуховодка, которая прокачивает воздух через измерительную и климатическую камеру в течение 30 секунд, а через 30с результаты измерения температуры и влажности воздуха выводятся на экране:

**Температура, °С: 25 °С**  
**Отн. влажность, %: 68 %**  
**Абс. влажность, г/м³: 30 г/м³**

**РЕКОМЕНДАЦИЯ**  
**ВНИМАНИЕ!**  
**НЕОБХОДИМО**  
**ОСУШИТЬ КАМЕРУ**

В случае, когда содержание влаги в камере превышает допустимую норму, на экране появляется рекомендация – «ОСУШИТЬ КАМЕРУ». В этом случае следует к входному штуцеру измерительной камеры с помощью трубки подсоединить патрон-осушитель, а «ВЫХОД 2» измерительной камеры блока измерения ОА (рис.5а) соединить с входом патрона-осушителя (появится предупреждение о необходимости провести вышеуказанные действия) и нажать кнопку «ВВОД» на кнопке «ОСУШИТЬ КАМЕРУ». При этом включается микровоздуходувка, которая прокачивает воздух последовательно через патрон-осушитель, измерительную и климатическую камеры в течении 10 минут. По окончании прокачки на экране появится сообщение: «ОСУШКА КАМЕРЫ ЗАВЕРШЕНА, ЗАКРОЙТЕ ШТУЦЕРА РЕЗИНОВЫМИ ЗАГЛУШКАМИ».

3.3.1.6. Пункт «СПРАВКА». Данный пункт может содержать текстовые файлы (РЭ, методики выполнения измерений и т.д.), которые носят информационный характер.

3.3.1.7. Работа пункта меню «ПАМЯТЬ». Пункт позволяет реализовать работу прибора в режимах «Просмотр данных», «Стирание данных», «Копирование данных». Управление режимами осуществляется стандартными кнопками с клавиатуры.

3.3.2. Режимы измерений. Данный раздел включает режимы, которые подразделяются на «Стандартные измерения» и «Комплексные измерения» и являются оптимальными при измерениях содержания радона, торона и их ДПР в воздухе.

3.3.2.1. Блок измерения ЭРОА.

3.3.2.1.1. Режим «Стандартные измерения». После выбора пункта меню «СТАНДАРТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ» кнопками ▲ ▼ и «ВВОД» на дисплее появляется список стандартных измерений:

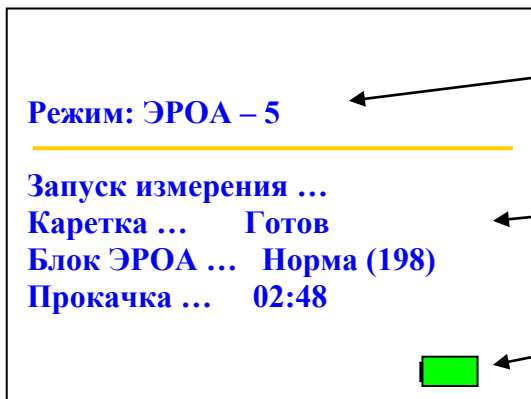
### **СТАНДАРТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ**

**ЭРОА – 2**  
**ЭРОА – 5**  
**ЭРОА – 10**

3.3.2.1.1.1. Режим «ЭРОА 5». Режим выбирается маркером и устанавливается нажатием кнопки «ВВОД» клавиатуры. В этом режиме осуществляется отбор пробы на аэрозольный фильтр с помощью встроенной воздуходувки (180 секунд), автоматическое перемещение фильтра на позицию измерения с помощью электропривода фильтродержателя (10 се-

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата



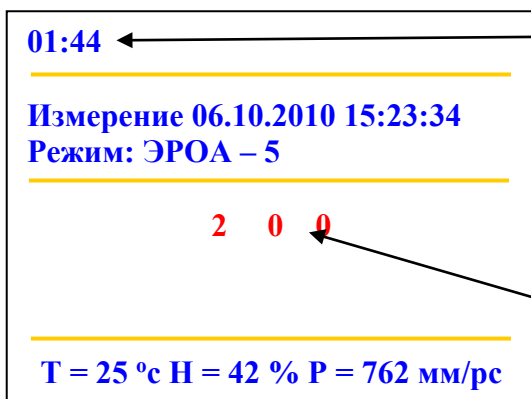


← Название режима работы

← Результаты тестов режима

← Индикатор заряда батареи

На этапе измерения:

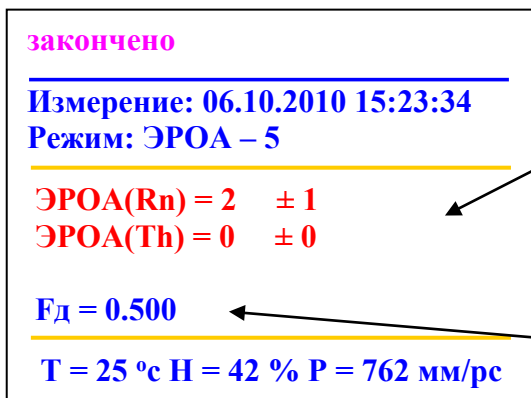


← Длительность измерения пробы

← Количество импульсов RaA, RaC', Th C'

На этапе вывода результатов измерения данные на экране представлены в следующем виде:

- основной экран



← ЭРОА Rn и Tn

← Коэффициент равновесия между соседними ДПР. (расчётный)

С помощью кнопки «ЭКРАН» возможен вывод дополнительных данных как в процессе, так и после окончания измерений. При однократной активации кнопки на «альтернативном экране 1» появляются следующие данные:

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

**закончено**

---

**Измерение: 06.10.2010 15:23:34**  
**Режим: СПЕКТР – 5**

---

**N1 = 2    Ca = 0.269**  
**N2 = 0    Cc = 0.000**  
**Kv = 0.00    Cb = 0.134**  
**N3 = 0**

---

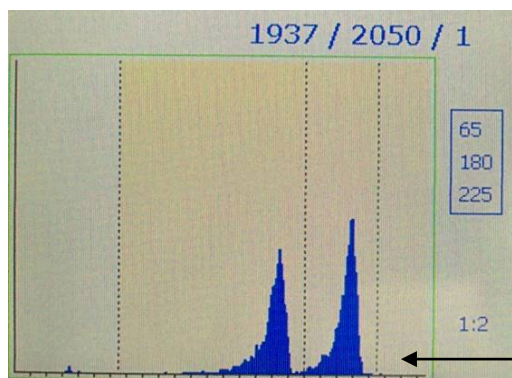
**T = 25 °c H = 42 % P = 762 мм/рс**

Количество импульсов  
 N1-RaA, N2- RaC'  
 N3- Th C'.

Объемная активность  
 RaA, RaC', RaB'

Коэффициент возду-  
 хообмена.  
 (расчётный)

Следующая активация кнопки «ЭКРАН» позволяет получить на «альтернативном экране 2» в графическом виде спектр альфа-излучения, полученный при измерении:



Количество импульсов  
 RaA, RaC', ThA

Номера каналов, соответ-  
 ствующих маркерам

Масштаб спектра

Спектр

Переключение с основного экрана на альтернативные и обратно осуществляется по циклу.

3.3.2.1.1.2. Режим «ЭРОА 2». Режим «ЭРОА 2» устанавливается после включения кнопки «ВВОД» с клавиатуры. Работа прибора в режиме «ЭРОА 2» отличается от работы в режиме «ЭРОА 5» только продолжительностью этапов: отбор пробы – 90 секунд, перемещение фильтра на позицию измерения – 10 секунд, измерение – 58 секунд, общее время измерения – 2 минуты 30 секунд.

3.3.2.1.1.3. Режим «ЭРОА 10». Режим «ЭРОА 10» устанавливается после включения кнопки «ВВОД» с клавиатуры. Работа прибора в режиме «ЭРОА 10» отличается от работы в режиме «ЭРОА 5» только продолжительностью этапов: отбор пробы – 300 секунд, перемещение фильтра на позицию измерения – 10 секунд, измерение – 300 секунд, общее время измерения – 10 мин. 10 секунд.

3.3.2.1.2. Режим «Комплексные измерения»

3.3.2.1.2.1. «Ручной ЭРОА» устанавливается после включения кнопки «ВВОД» клавиатуры. Продолжительность каждого из этапов устанавливается пользователем. После установки режима на экране выводится:

**Режим: Ручной**

---

**Запуск измерения ...**  
**Каретка ...    Готов**  
**Блок ЭРОА ...    Норма (198)**  
**Время (часы:минуты:секунды)**  
**прокачка | задержка | измерение**  
**02:00 10 00:24:00**

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------



01:44 ←

---

Измерение: 06.10.2010 15:23:34  
Режим: ОА 60

---

**20 ± 4 Бк/м<sup>3</sup>**

---

Температура = 25 °с  
Влажность = 42 %  
Давление = 762 mmHg

длительность измерения пробы

ОА пробы (предварительное)

Окончательное значение ОА радона вычисляется только по окончании измерений. В верхнем левом углу экрана появится слово «закончено»:

закончено ←

---

Измерение: 06.10.2010 15:40:34  
Режим: ОА 60

---

**20 ± 4 Бк/м<sup>3</sup>**

---

Температура = 25 °с  
Влажность = 42 %  
Давление = 762 mmHg

Состояние измерения

ОА пробы (окончательное значение)

3.3.2.2.1.2. Режим 2- «ОА 20». Режим аналогичен режиму «ОА60», за исключением времени измерения, время измерения составляет 20 минут. В этом режиме осуществляется отбор пробы воздуха с помощью встроенной воздуходувки в течение 3-х минут, измерение ОА радона в течение 20 минут, обработка полученных результатов и вывод их на экран. Значение ОА радона вычисляется по окончании измерения.

Возможно, понадобится получение более точного значения ОА радона в пробе. Для этого необходимо увеличить время измерения, например, перейти в режим «ОА 60 (без воздуходувки)».

3.3.2.2.1.3. Режим 3- «ОА 20 прогноз». В этом режиме осуществляется отбор пробы воздуха с помощью встроенной воздуходувки в течение 3-х минут, измерение ОА радона в течение 20 минут, обработка полученных результатов и вывод их на экран. Текущее значение ОА радона вычисляется спустя 3 мин. после начала измерения, с последующим уточнением через каждую минуту.

На экране появляется следующее сообщение:

01:44 ←

---

Измерение: 06.10.2010 15:23:34  
Режим: ОА 20 ПРОГНОЗ

---

**20 ± 4 Бк/м<sup>3</sup>**

---

Температура = 25 °с  
Влажность = 42 %  
Давление = 762 mmHg

длительность измерения пробы

ОА пробы (прогноз)

Окончательное значение ОА радона вычисляется только по окончании измерений. В верхнем левом углу экрана появится слово «закончено».

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Возможно, понадобится получение более точного значения ОА радона в пробе. Для этого необходимо увеличить время измерения, например, перейти в режим «ОА 60 (без воздуходувки)».

3.3.2.2.1.4. Режим 4 – «ОА 20 (без воздуходувки)». Программа данного режима отличается от режима «1» тем, что отбор пробы не проводится, т.е. воздуходувка не запускается перед измерением. Вывод информации на монитор организован аналогично режиму «1».

3.3.2.2.1.5. Режим 5 – «ОА 60 (без воздуходувки)». Программа данного режима отличается от режима «2» тем, что время измерения пробы равно 60 мин.

3.3.2.2.1.6. Режим 6 – «Интегральный 1». В данном режиме можно проводить измерение пробы воздуха без ограничений во времени и последовательно измерять ОА радона в течение заданного промежутка времени, который фиксируется временной отметкой на экране. После запуска режима кнопкой «ВВОД» с интервалом 1 мин. на экран выводятся данные, которые содержат значения ОА радона, полученные в соответствующем интервале измерений, а также среднее значение ОА за весь предыдущий период измерений:

01:01:44 ← время усреднения (измерения) минуты : секунды

Измерение: 06.10.2010 15:53:34  
Режим: Интегральный

← усредненное значение ОА

$Q_i = 150 \pm 30 \text{ Бк/м}^3$   
 $Q_{\text{инт}} = 112 \pm 24 \text{ Бк/м}^3$

← последнее измеренное значение ОА радона за 1 минуту

$T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$   $H = 42 \%$   $P = 762 \text{ мм/рс}$

3.3.2.2.1.7. Режим 7 – «Интегральный 2». Режим предназначен для непрерывного контроля (мониторинга) воздуха в помещениях (в том числе с низким содержанием радона (менее 10 Бк/м<sup>3</sup>)), когда минимальное время измерений превышает 2 ч. Алгоритм режима состоит из циклов измерений с длительностью по 2 ч., а между циклами для отбора пробы на 3 мин. включается воздуходувка. После запуска режима кнопкой «ВВОД» с интервалом 2 часа на экран выводятся данные, которые содержат значения ОА радона, полученные в соответствующем интервале измерений, а также среднее значение ОА за весь предыдущий период измерений:

01:01:44 ← время усреднения (измерения) минуты : секунды

Измерение: 06.10.2010 15:53:34  
Режим: Интегральный 2

← усредненное значение ОА

$Q_i = 150 \pm 30 \text{ Бк/м}^3$   
 $Q_{\text{инт}} = 112 \pm 24 \text{ Бк/м}^3$

← для оценки ОА торона в воздухе значение ОА радона за последние 2 часа

$T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$   $H = 42 \%$   $P = 762 \text{ мм/рс}$

3.3.2.2.1.8. Режим 8 – «Интегральный 3». Режим предназначен для измерения ОА радона в воздухе помещений. После запуска режима кнопкой «ВВОД» с интервалом 3 часа на экран выводятся данные, которые содержат значения ОА радона, полученные в соответствующем интервале измерений, а также среднее значение ОА за весь предыдущий период измерений:



3.3.2.2.5. Режим «Радон в воздухе» предназначен для измерения ОА радона в пробах, отобранных с помощью специальных пробоотборных устройств. Используется для предварительных измерений, а также для отбора проб в условиях отрицательных температур воздуха. Процедура отбора и измерения проб представлена в Приложении 3.

3.3.2.2.6. Режим «Радон в почве» предназначен для измерения ОА радона в пробах почвенного воздуха, полученных из шурфа с помощью специальных пробоотборных устройств. Процедура отбора и измерения проб представлена в Приложении 4.

#### **3.4. Выключение БУ комплекса.**

3.4.1. Нажать и удерживать не менее 2-х секунд кнопку электронного включения, расположенную на задней панели прибора. При длительном хранении прибора для исключения разрядки аккумуляторов, переключатель «ПИТАНИЕ» должен находиться в положении ВЫКЛ. (рис.5). Отсоединить вилку блока питания от розетки переменного тока.

3.4.2. Уложить БУ и блок питания в сумку для хранения и транспортировки.

#### **3.5. Перезапуск операционной системы (программы) БУ комплекса.**

3.5.1. В случае сбоев в работе системы (программы) прибора ее перезапуск осуществляется тумблером «ПИТАНИЕ». При этом операционная система переходит в исходный режим.

#### **3.6. Подготовка к использованию автономной воздуходувки**

3.6.1. Проверить работоспособность воздуходувки, для чего включить тумблер питания 10 (рис.7), установив его в положение «1» и проконтролировать:

- работоспособность автономной воздуходувки;
- состояние аккумуляторов,

В режиме ожидания команды индикаторные светодиоды режимов работы 4÷6 (рис.7) попеременно загораются. Предусмотрена установка времени работы воздуходувки 2, 5 и 20 мин. При этом на панели загорается один из светодиодов, указывающий установленный режим прокачки «1», «2», «3», соответственно.

Для запуска воздуходувки необходимо повторно нажать кнопку соответствующего режима. Аварийная (быстрая) остановка работы воздуходувки осуществляется после нажатия на кнопку любого режима.

3.6.2. Окончание времени работы воздуходувки дублируется звуковым и визуальными сигналами: звучит прерывистый сигнал и гаснет светодиод, указывающий режим работы воздуходувки.

3.6.3. При разряде аккумуляторов до напряжения ниже номинального значения, мигает светодиод 8 (рис.7). Для зарядки аккумуляторов предусмотрен разъем 9 (рис.7). Подзарядка аккумуляторов проводится согласно п.1.3.4. 3.2.

3.6.4. Выключение автономной воздуходувки.

3.6.4.1. По окончании работы:

- отключить тумблер питания, установив его в положение «0»;
- отсоединить вилку блока питания от розетки переменного тока;
- соединительные трубки, пробоотборники и другие принадлежности убрать в специальные отделения сумки;

3.6.5. Замена осушителя в патроне-осушителе.

3.6.5.1. В базовый комплект воздуходувки входит патрон-осушитель с реагентом  $\text{CaCl}_2$  (размер гранул 2÷5 мм). Ресурс работы реагента - не менее 200 проб.

3.6.5.2. Замена реагента проводится в следующей последовательности:

- освободить патрон-осушитель от соединительных трубок;
- снять осушитель, разобрать, удалить остатки реагента, промыть детали водой (**ВНИМАНИЕ!** При взаимодействии с водой  $\text{CaCl}_2$  нагревается, что может вызвать ожоги.), высушить, заполнить свежей порцией реагента;
- закрыть оба штуцера патрона-осушителя резиновыми заглушками;

3.6.6. Максимальный промежуток хранения пробы в пробоотборных устройствах (воздушный пробоотборник, пробоотборник воды, пробоотборник почвенного воздуха) с мо-

									Лист
									31
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	БВЕК 590000.001 РЭ				

мента отбора до момента измерения ограничен временем распада радона (период полураспада составляет 3,82 суток). Рекомендуется не превышать величину промежутка, равную двум суткам. При этом полученные значения измеренных параметров не будут выходить за пределы погрешностей измерительного комплекса «Альфарад плюс». Длительное хранение проб приводит к частичной потере радона вследствие его диффузионного переноса в пластиковых стенках пробоотборных устройств.

#### 4. Порядок работы.

##### 4.1. Блок измерения ЭРОА.

###### 4.1.1. Определение уровня собственного фона.

Измерение уровня собственного фона блока измерения ЭРОА проводится в режиме «Фон ЭРОА». Провести измерение согласно п.3.3.1.3.1. Полученные значения не должны превышать паспортные данные.

###### 4.1.2. Рекомендации по использованию режимов измерения.

4.1.2.1. Режим «ЭРОА 5» является основным режимом измерений. Значение эквивалентной равновесной объемной активности изотопов радона Q, связано со значениями ЭРОА радона и ЭРОА торона соотношением:

$$Q = \text{ЭРОА}_{\text{Rn}} + 4.6 * \text{ЭРОА}_{\text{Th}} \quad (1)$$

В том случае, когда вклад ЭРОА торона в значение величины Q превышает 10%, а само значение Q превышает 70% контрольной величины, приведенной в нормативных документах, следует дополнительно провести измерение ЭРОА торона в соответствии с п.3.3.2.1.2.2.

4.1.2.2. Режим «ЭРОА 2» является модификацией режима «ЭРОА 5». Его использование целесообразно для сокращения времени измерений и увеличения ресурса работы от автономного питания при значениях ЭРОА более 25 Бк/м<sup>3</sup>, или для оценочных измерений. Дополнительное измерение ЭРОА торона проводить в случаях, оговоренных в п.4.1.2.1.

4.1.2.3. Режим «ЭРОА 10» также является модификацией режима «ЭРОА 5». Его использование рекомендуется для снижения погрешности измерений при значениях ЭРОА менее 25 Бк/м<sup>3</sup>.

4.1.2.4. Режим «РУЧНОЙ» предназначен для проведения дополнительных измерений ЭРОА торона (см.п.4.1.2.1.), а также измерений, применяемых при оценке работоспособности или поверке радиометра. Режим позволяет пользователю реализовывать измерения с произвольными временами этапов.

4.1.2.5. Измерение ЭРОА торона в случаях, оговоренных в п. 4.1.2.1 проводится в режиме «РУЧНОЙ». Используются следующие продолжительности этапов: отбор пробы на фильтр – 10 минут, выдержка до начала измерения – 5÷14 часов, время измерения фильтра – 30 минут. В этом случае ЭРОА торона связано с N3 - числом импульсов в третьем окне соотношением:

$$\text{ЭРОА}_{\text{Th}} = N3 \cdot k / K_T \quad (2);$$

Где: k – поправочный коэффициент;

K<sub>T</sub> – коэффициент, значения которого приведены в таблице 3.

Таблица 3. Значения коэффициента K<sub>T</sub>, в зависимости от времени выдержки.

Т, часы	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
K <sub>T</sub>	31.3	29.4	27.8	26.3	24.4	22.7	21.3	20.0	18.9	17.5

##### 4.2. Блок измерения ОА.

###### 4.2.1. Подготовка к измерениям.

Войдите последовательно в меню «КАНАЛ ОА», «СЕРВИС». Выполните операции по подготовке измерительной камеры согласно п.3.3.1.5. Проверьте с помощью пункта

«СОДЕРЖАНИЕ ВЛАГИ В КАМЕРЕ», и при необходимости запустите пункт «ОСУШИТЬ КАМЕРУ».

4.2.2. Определение уровня собственного фона. Включите питание радиометра и "прогрейте" прибор в течение 3 мин<sup>1</sup>. Установите последовательно в меню «КАНАЛ ОА», «СЕРВИС», «ВОЗДУХОДУВКА» Включите воздуходувку кнопкой «ВВОД» и заполните измерительную камеру чистым воздухом. Проведите измерение собственного фона прибора с помощью режима «ФОН ОА» (п.3.3.1.3.), который входит в меню «СТАНДАРТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ». После окончания измерений в памяти прибора сохранятся показание значения фоновой составляющей, которая не должна превышать паспортные значения.

4.2.3. Отбор пробы воздуха рекомендуется проводить на высоте 0,5 м от стен и пола помещения. Необходимое количество отобранных проб воздуха в подвале, здании, помещении и их последовательность регламентируется нормативными документами РФ.

4.2.4. Выбор оператором времени измерения обеспечивает начало диапазона измерения ОА радона-222 с пределом допускаемой основной погрешности при доверительной вероятности 0,95. Начало диапазона измерений для различного времени измерения составляет:  
при 20мин – 100Бк/м<sup>3</sup>;  
при 60мин - 40Бк/м<sup>3</sup>;  
при 120мин - 20Бк/м<sup>3</sup>.

Интегральный режим измерений целесообразно применять для длительного измерения (более 6 часов) пробы радона, в которой ОА радона не превышает 10 Бк/м<sup>3</sup>.

## 5. Техническое обслуживание.

5.1. Техническое обслуживание комплекса проводится лицами специально обученными:

- а) приемам работы с электроизмерительными приборами;
- б) приемам работы с радиометрической аппаратурой.

5.2. Техническое обслуживание комплекса осуществляется после тщательного ознакомления с настоящим руководством по эксплуатации.

5.3. При техническом обслуживании следует выполнять указания мер безопасности, приведенные в разделе 2.

5.4. Техническое обслуживание комплекса предусматривает:

- а) удаление пыли и грязи с наружных поверхностей - еженедельно;
- б) проверка состояния патрона осушителя (п.1.7.1), удаление накопленной влаги из объема измерительной камеры БИ ОА (п.3.3.1.5) - еженедельно;
- в) исправность привода фильтродержателя БИ ЭРОА.
- г) проверка комплектности комплекса - ежеквартально;

5.5. Виды и периодичность профилактических работ.

5.5.1. Профилактические работы включают в себя:

- а) внешний осмотр блоков комплекса;
- б) проверку технического состояния;

5.5.2. Внешний осмотр блоков комплекса проводится один раз в квартал, а также после ремонта.

Проверке подлежат:

- а) состояние покрытия и надписей на блоке управления и автономной воздуходувке;
- б) исправность сетевых блоков питания;
- в) состояние переключателей и кнопок;
- г) исправность воздуходувки измерительного блока ЭРОА;
- д) исправность микровоздуходувки измерительного блока ОА;

<sup>1</sup> - при работе от сети переменного тока, во избежание наводок, не следует располагать прибор рядом с мощными потребителями электроэнергии (холодильником, паяльником, электрочайником и т.п.) и мощными излучающими антеннами (сотовыми телефонами, передающими антеннами связи).



## Приложение 1. Измерения ОА радона-222 в пробах воды.

### 1. Метод измерений

Измерения ОА в пробах воды основаны на использовании циркуляционного способа перевода радона вместе с воздухом из объема пробы в рабочую камеру блока измерения ОА в процессе барботирования.

### 2. Подготовка к выполнению измерений.

При подготовке к выполнению измерений проводят следующие работы:

- Подготовка автономной воздуходувки;
- Отбор проб воды.

2.1. Подготовка автономной воздуходувки проводится в соответствии с п.3.6. РЭ.

2.2. Отбор проб воды.

2.2.1. При отборе проб воды используются специальные пробоотборники, входящие в комплект. Предусмотрено два способа отбора, обеспечивающих получение правильных результатов измерения. Общим требованием является полное заполнение пробоотборников водой.

2.2.2. Для отбора пробы из водоема или емкости с открытой поверхностью воды со штуцеров пробоотборника удаляют резиновые заглушки. На штуцер, противоположный крышке пробоотборника (обозначен «верх»), надевают соединительную трубку с воронкой, входящей в состав комплекта. Пробоотборник погружают в воду вместе с частью соединительной трубки в соответствии с рис.1.1а. Отбор проводят до момента выравнивания уровней воды в трубке и водоеме. Это обеспечивает полное заполнение пробоотборника водой. Закрывают сверху воронку пальцем. Пробоотборник извлекают из воды, его свободный штуцер закрывают заглушкой, после чего со второго штуцера снимают соединительную трубку и на ее место одевают заглушку. Отбор закончен.

2.2.3. Для отбора воды из струи (скважина, водопровод и т.д.) используют пробоотборную воронку (трубку), входящую в состав комплекта. Со штуцеров пробоотборника удаляют заглушки и на штуцер, расположенный на крышке пробоотборника, надевают соединительную трубку с воронкой. Воронку подставляют под струю воды так, как показано на рис.1.1б. При появлении устойчивой струи из свободного штуцера пробоотборника его закрывают заглушкой, со второго штуцера снимают трубку и одевают заглушку. Отбор закончен.

По окончании отбора записывают в протокол измерений время отбора  $t_1$ .

### 3. Выполнение измерений

При измерениях ОА радона пробе выполняют следующие операции:

- Измерение остаточной активности радона в измерительной камере;
- Перевод радона из пробы в измерительную камеру;
- Измерение ОА.

3.1. Измерение остаточной активности.

Последовательно выбрать из меню пункт «СТАНДАРТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ», а затем режим «ОА 20» и провести измерения. Полученное значение  $Q_0$ , не должно превышать величины:

$$Q_0 \leq 20 \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3} \quad (1.1);$$

В случае, если условие (1.1) не выполняется, следует дополнительно прокачать измерительную камеру чистым воздухом и повторить измерения. 3.2. Перевод радона из пробы воды в измерительную камеру блока измерения ОА.

Собирают схему в соответствии с рис.1.2, в следующей последовательности:

- Соединяют штуцер барботера со штуцером «ВХОД» автономной воздуходувки;
- Снимают резиновую заглушку с прозрачной части пробоотборника («верх»), надевают на ее место трубку с рассекателем из комплекта, вставляют пробоотборник надетой трубкой в гнездо барботера и герметизируют поворотом накидной гайки; снимают оставшуюся

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

заглушку пробоотборника и соединяют освободившийся штуцер с выходным штуцером блока измерения ОА (штуцер № 1 на задней панели, штуцер № 2 закрывают резиновой заглушкой);

- Штуцер “ВЫХОД” автономной воздуходувки с помощью трубки соединяют с входным штуцером патрона-осушителя, а его выход соединяют с входным штуцером блока измерения ОА (штуцер на передней панели блока измерения ОА); направление движения воздуха через патрон-осушитель должно соответствовать стрелке, указанной на его корпусе;
- Включают автономную воздуходувку («РЕЖИМ 2»). Время работы воздуходувки 5 минут. По окончании перемешивания воздуха в системе записывают в протокол время начала измерений  $t_2$ .

**ВНИМАНИЕ.** НЕПРАВИЛЬНАЯ КОММУТАЦИЯ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ТРУБОК ПРИВОДИТ К ПОПАДАНИЮ ВОДЫ В ИЗМЕРИТЕЛЬНУЮ КАМЕРУ И ВЫХОДУ БЛОКА ИЗМЕРЕНИЯ ОА ИЗ СТРОЯ.

### 3.2. Измерение ОА радона в пробе.

Выполнение измерений:

- Последовательно выбрать из меню пункт «КОМПЛЕКСНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ» и режим «РАДОН В ВОДЕ», ввести значение времени  $t$  в часах ( $t = t_2 - t_1$ ), прошедшее от момента окончания отбора пробы воды до начала измерений;
- Выполнить измерение, длительность которого составляет 20 мин.
- После окончания измерения на экран выводится полученное значение ОА радона в воде, рассчитанное с помощью соотношения:

$$Q_B = Q \cdot \left( \alpha + \frac{V_2}{V_1} \right) \cdot \exp(\lambda_{Rn} \cdot t) \quad (1,2),$$

где:

$Q$  - измеренная объемная активность радона в пробе, Бк·м<sup>-3</sup>

$V_2$  - объем измерительной камеры,  $V_2=0,94$  л

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

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

$\lambda_{Rn}$  - 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, оговоренных в РЭ, изменяет результат расчета не более чем на 0.5%.

3.4. Результаты измерений заносят в протокол, форма ведения которого приведена ниже.

										Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	БВЕК 590000.001 РЭ					36

# ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА-222 В ПРОБЕ ВОДЫ

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 остаточной активности:  
Остаточная активность,  $Q_0$ , Бк·м<sup>-3</sup>, .....
7. ОА в воде:  $Q_B = \dots \pm \dots$  Бк·л<sup>-1</sup>

Измерения выполнены Комплексом «Альфарад плюс», зав.№ .....

Свидетельство о поверке №.....

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




чания отбора пробы ( $t_1$ ) и номер пробоотборника, занести в протокол измерений, форма которого приведена ниже.

3.1.4. Извлечь накопительную камеру из грунта и прокачать систему с накопительной камерой в течение 2 минут окружающим воздухом, для чего использовать «РЕЖИМ 1» автономной воздуходувки.

3.1.5. Выполнение измерений

- Измерение ОА радона в пробе включает в себя:
- Измерение остаточной активности радона в измерительной камере;
- Перемешивание пробы между пробоотборником и измерительной камерой;
- Измерение ОА пробы радона в измерительной камере.

3.1.5.1. Измерение остаточной активности радона в измерительной камере;

Последовательно выбрать из меню пункт «СТАНДАРТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ», а затем режим «ОА 20» и провести измерения. Полученное значение  $Q_0$ , не должно превышать величины:

$$Q_0 \leq 20 \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3} \quad (2.1);$$

В случае, если условие (2.1) не выполняется, следует дополнительно прокачать камеру блока измерения ОА и повторить измерения

3.1.5.2. Перемешивание пробы между пробоотборником и измерительной камерой.

Собрать схему в соответствии с рис.2.3.в следующей последовательности: - соединить выходной штуцер воздушного пробоотборника (штуцер без силиконовой трубки) со штуцером "ВХОД" автономной воздуходувки;

- Штуцер "ВЫХОД" автономной воздуходувки соединить с входным штуцером патрона-осушителя, а его выход соединить с входным штуцером блока измерения ОА (штуцер на передней панели блока); направление движения воздуха через патрон-осушитель должно соответствовать стрелке, указанной на его корпусе;
- Штуцер №1 на задней панели блока измерения ОА соединить с оставшимся свободным штуцером пробоотборника (штуцер №2 должен быть закрыт резиновой заглушкой); для соединений использовать трубки соединительные из состава комплекта;
- Включить автономную воздуходувку, для чего нажать кнопку «РЕЖИМ 2». Время работы воздуходувки 5 минут.

По окончании перемешивания воздуха в системе записать в протокол измерений время начала измерений  $t_2$ .

3.1.5.3. Измерение ОА радона в пробе.

Выполнение измерений:

- Последовательно выбрать из меню пункт «КОМПЛЕКСНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ» и войти в режим «ППР» и выбрать «СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ 1», ввести значение времени  $t$  в часах ( $t = t_2 - t_1$ ), прошедшее от начала отбора пробы до начала измерений;
- Выполнить измерения, длительность которых составляет 20 мин.
- После окончания измерения на экран выводится полученное значение ППР, рассчитанное для 1-го способа отбора по соотношению:
- 

$$ППР = Q \cdot \left(1 + \frac{V_2}{V_1}\right) \cdot \frac{(V_1 + V_3)}{T \cdot S} \cdot \exp(\lambda_{Rn} \cdot t); \quad (2,2);$$

где:

$Q$  – измеренное значение ОА,  $\text{Бк} \cdot \text{м}^{-3}$ ;

$V_2$  - объем измерительной камеры,  $V_2=0,94$  л;

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

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

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

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

$T$  - время работы автономной воздуходувки при отборе пробы из накопительной камеры в пробоотборник,  $T = 300$ с;

$S$  - Площадь сбора радона с поверхности грунта накопительной камерой,  $S=0.0163$ м<sup>2</sup>.

3.1.5.4. Результаты измерений заносят в протокол, форма ведения которого приведена ниже.

3.2. Порядок выполнения измерений ППР способом 2.

3.2.1. Из принадлежностей, входящих в комплект, собрать схему в соответствии с рис.2.3:

- Соединить штуцер накопительной камеры со штуцером "ВХОД" автономной воздуходувки, штуцер "ВЫХОД" через патрон-осушитель соединить с входным штуцером блока измерения ОА, который расположен на передней панели блока; направление движения воздуха через осушительный патрон должно соответствовать стрелке, указанной на его корпусе;

- Выходной штуцер блока измерения ОА соединить со свободным штуцером накопительной камеры (штуцер №2 должен быть закрыт заглушкой), для соединений использовать трубки соединительные из состава комплекта.

3.2.2. Расположив накопительную камеру не ближе 50 см от поверхности участка, отобрать пробу воздуха, для чего включить автономную воздуходувку на 5 минут (режим "2").

3.2.3. По окончании отбора последовательно выбрать из меню пункт «СТАНДАРТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ», режим «ОА 20» и провести измерения. Полученное значение  $Q_0$ , не должно превышать величины:

$$Q_0 \leq 20 \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3} \quad (2.3);$$

В случае, если условие (2.3) не выполняется, следует дополнительно прокачать камеру блока измерения ОА и повторить измерения.

3.2.4. Измерение ППР.

3.2.4.1. Включить автономную воздуходувку на 5 минут, для чего использовать «РЕЖИМ 2». НЕ ПОЗДНЕЕ 15 секунд после запуска воздуходувки установить накопительную камеру на очередной подготовленный участок грунта, вдавив нижнюю кромку накопительной камеры в грунт до ограничителя накопительной камеры.

3.2.4.2. После автоматического выключения автономной воздуходувки выполнить измерения ОА в измерительной камере:

- Последовательно выбрать из меню пункт «КОМПЛЕКСНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ», войти в режим «ППР» и выбрать «СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ 2»;
- Выполнить измерения, длительность которых составляет 20 мин.

После окончания измерения на экран выводится полученное значение ППР, рассчитанное для 2-го способа отбора по соотношению:

$$ППР = (Q - Q_{\phi}) \cdot \frac{V_2 + V_3}{T \cdot S_2}, \quad (2.4);$$

3.2.2.3. Результаты измерений заносят в протокол, форма ведения которого приведена ниже.



Форма представления результатов измерений

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА РАДОНА НА УЧАСТКЕ

№ контрольной точки	ППР, мБк/с·м <sup>2</sup>	δ ППР

Измерения выполнены с помощью Комплекса «Альфарад плюс» зав.№ .....

Свидетельство о поверке №.....

Приложение: план размещения контрольных точек на участке

Исполнитель .....


Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

БВЕК 590000.001 РЭ

### Приложение 3. Измерения ОА радона-222 в пробах воздуха, отобранных в пробоотборники.

#### 1. Метод измерений

Измерение ОА радона в воздухе основано на отборе пробы воздуха в пробоотборник и последующем определении ОА в пробе путем перемешивания пробы между объемами пробоотборника и измерительной камеры блока измерения ОА.

#### 2. Подготовка к выполнению измерений.

При подготовке к выполнению измерений проводят следующие работы:

- Подготовку автономной воздуходувки;
- Отбор проб воздуха.

2.1. Подготовка автономной воздуходувки проводится в соответствии с п.3.6. РЭ.

2.2. Отбор проб воздуха.

2.2.1. При отборе проб воздуха используются специальные пробоотборники, входящие в комплект.

2.2.2. При отборе проб воздуха соблюдают следующие условия:

- Температура окружающего воздуха от минус 10 0С до +50 0С;
- Относительная влажность до 100% при +25 0С

2.2.3. Собирают схему в соответствии с рис.3.1. в следующей последовательности:

- Снимают резиновые заглушки со штуцеров пробоотборника;
- Соединяют штуцер «ВХОД» автономной воздуходувки с входным штуцером пробоотборника с помощью соединительной трубки из состава комплекта;
- Включают автономную воздуходувку, для чего нажимают кнопку «РЕЖИМ 2» (время работы воздуходувки 5 минут);
- По окончании отбора герметизируют пробоотборник заглушками и записывают в протокол измерений момент времени отбора  $t_1$ .

#### 3. Выполнение измерений.

При измерениях ОА радона в пробе выполняют следующие операции:

- Измеряют остаточную активность радона в измерительной камере блока измерения ОА;
- Перемешивают отобранную пробу воздуха между пробоотборником и измерительной камерой;
- Измеряют ОА радона в измерительной камере.

3.1. Измерение остаточной активности.

По окончании отбора последовательно выбрать из меню пункт «СТАНДАРТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ», режим «ОА 20» и провести измерения. Полученное значение  $Q_0$ , не должно превышать величины:

$$Q_0 \leq 20 \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3} \quad (3.1.);$$

В случае, если условие (3.1.) не выполняется, следует дополнительно прокачать камеру блока измерения ОА и повторить измерения.

3.2. Перевод радона из пробоотборника в измерительную камеру блока измерения ОА.

Собирают схему в соответствии с рис.2.3, в следующей последовательности:

- Соединяют выходной штуцер пробоотборника со штуцером «ВХОД» автономной воздуходувки (для соединений используют трубки соединительные из состава комплекта);
- Штуцер «ВЫХОД» автономной воздуходувки через осушительный патрон соединяют с входным штуцером блока измерения ОА (штуцер на передней панели БУ); направление движения воздуха через патрон-осушитель должно соответствовать стрелке, указанной на его корпусе;
- Выходной штуцер блока измерения ОА (штуцер № 1 на задней панели БУ, штуцер № 2 закрывают резиновой заглушкой) соединяют с оставшимся свободным штуцером пробоотборника;

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата



Форма ведения протокола измерений.

ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ  $^{222}\text{Rn}$  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 остаточной активности  
Остаточная активность,  $Q_0$ , Бк·м<sup>-3</sup>, .....
7. ОАР в пробе,  $Q_{\text{воз}} = \dots \pm \dots$  Бк·м<sup>-3</sup>

Измерения выполнены Комплексом «Альфарад плюс». зав.№ .....

Свидетельство о поверке №.....

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


									Лист
									45
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	БВЕК 590000.001 РЭ				

## Приложение 4. Измерения ОА радона-222 в пробах почвенного воздуха.

### 1. Метод измерений

Измерение ОА радона в почвенном воздухе основано на отборе пробы почвенного воздуха из шпура в пробоотборник; определении ОА радона в пробоотборнике путем перемешивания пробы между объемами пробоотборника и измерительной камеры и последующем измерением ОА радона в измерительной камере блока измерения ОА.

### 2. Подготовка к выполнению измерений.

При подготовке к выполнению измерений проводят следующие работы:

- Подготовку автономной воздуходувки;
- Отбор проб почвенного воздуха.

2.1. Подготовка автономной воздуходувки проводится в соответствии с п.3.6.

2.2. Подготовка к отбору и отбор проб почвенного воздуха.

2.2.1. При отборе проб почвенного воздуха используются специальные пробоотборники, входящие в комплект.

2.2.2. При отборе проб воздуха соблюдают следующие условия:

- Температура окружающего воздуха от минус 10 °С до +50 °С;
- Относительная влажность до 100% при +25 °С.

Не допускается проведение отбора проб в мерзлом грунте или в шпурах залитых водой.

2.2.3. Выбор и подготовка участков для отбора проб почвенного воздуха.

2.2.3.1. Выбор расположения и количества контрольных точек для проведения измерений ОА радона в пределах обследуемого участка местности регламентируется нормативными документами, действующими на данной территории;

2.2.3.2. В контрольных точках пробуривают шпуры диаметром 3÷5 см и глубиной 0,7÷1 м для экспонирования пробоотборников. При промерзании грунта до 15 см глубина шпура должна быть больше глубины промерзания.

2.2.4. Отбор проб почвенного воздуха

• Снимают резиновые заглушки со штуцеров пробоотборника почвенного воздуха рис. 4.1. (пробоотборник со скобой подвеса);

• Пробоотборник на подвеске опускают в шпур, горловину шпура присыпают землей. Время экспозиции пробоотборника в шпуре, необходимое для выравнивания концентрации радона в почвенном воздухе и в объеме пробоотборника, не менее 12 часов;

• После окончания экспозиции пробоотборник с помощью подвески извлекают из шпура и немедленно герметизируют заглушками;

• - записывают номер пробоотборника и время его извлечения  $t_1$  в протокол измерений.

### 3. Выполнение измерений.

При измерениях ОА радона в пробе выполняют следующие операции:

- Измеряют остаточную активность радона в измерительной камере;
- Перемешивают отобранную пробу почвенного воздуха между пробоотборником и измерительной камерой;
- Измеряют ОА радона в измерительной камере.

3.1. Измерение остаточной активности.

По окончании отбора последовательно выбрать из меню пункт «СТАНДАРТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ», режим «ОА 20» и провести измерения. Полученное значение  $Q_0$ , не должно превышать величины:

$$Q_0 \leq 20 \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3} \quad (3.1.);$$

В случае, если условие (3.1.) не выполняется, следует дополнительно прокачать камеру блока измерения ОА и повторить измерения.

3.2. Перевод радона из пробоотборника почвенного воздуха в измерительную камеру блока измерения ОА.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата



Форма ведения протокола измерений.

ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ  $^{222}\text{Rn}$  В ПОЧВЕННОМ 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 остаточной активности  
Остаточная активность,  $Q_0$ , Бк·м<sup>-3</sup>, .....
7. ОА радона в почвенном воздухе,  $Q_{\text{воз}} = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots$  Бк·м<sup>-3</sup>

Измерения выполнены Комплексом «Альфарад плюс», зав.№ .....

Свидетельство о поверке №.....

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


									Лист
									48
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	БВЕК 590000.001 РЭ				

Форма представления результатов измерений

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЁМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА-222В  
ПОЧВЕННОМ ВОЗДУХЕ

№ контрольной точки	$Q_p, \text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$	$\delta Q_p, \text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$

Измерения выполнены с помощью Комплекса «Альфарад плюс», зав.№ .....

Свидетельство о поверке №.....

Приложение: план размещения контрольных точек на участке

Исполнитель.....

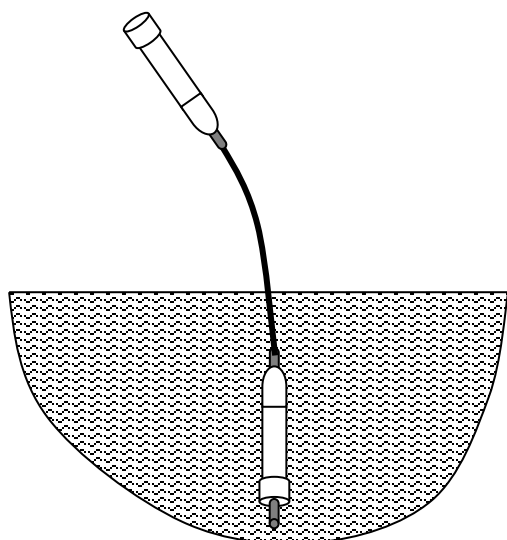
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

БВЕК 590000.001 РЭ

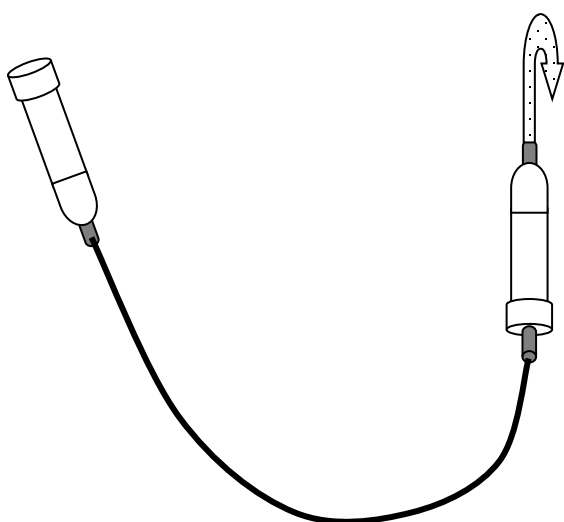
Лист

49

Приложение 1.



а) забор воды из открытого источника.



б) забор воды из струи.

**Рисунок 1.1.а, б. Схемы отбора воды в пробоотборник.**

- 1 – пробоотборная воронка;
- 2 – пробоотборник.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Приложение 1.

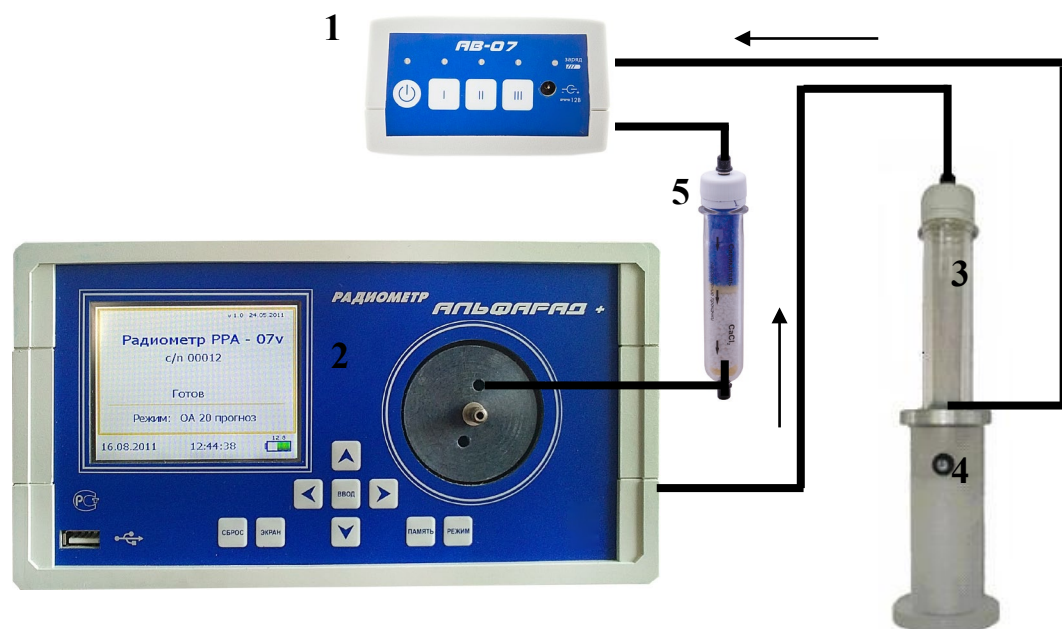


Рисунок 1.2. Схема измерения пробы.

- 1 – автономная воздуходувка АВ-07;
- 2 – блок измерения ОА;
- 3 – пробоотборник воды с рассекателем;
- 4 – барботер;
- 5 – патрон-осушитель.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Приложение 2.

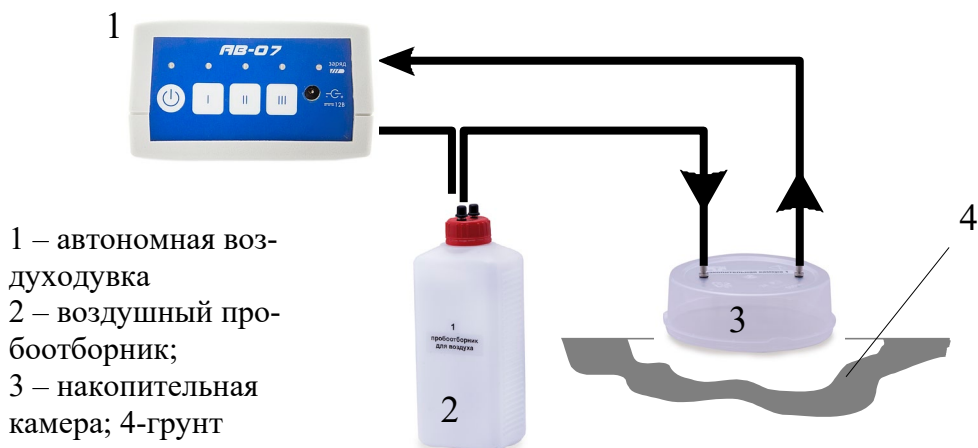


Рисунок 2.1 Схема 1 отбора пробы воздуха для определения ППР.

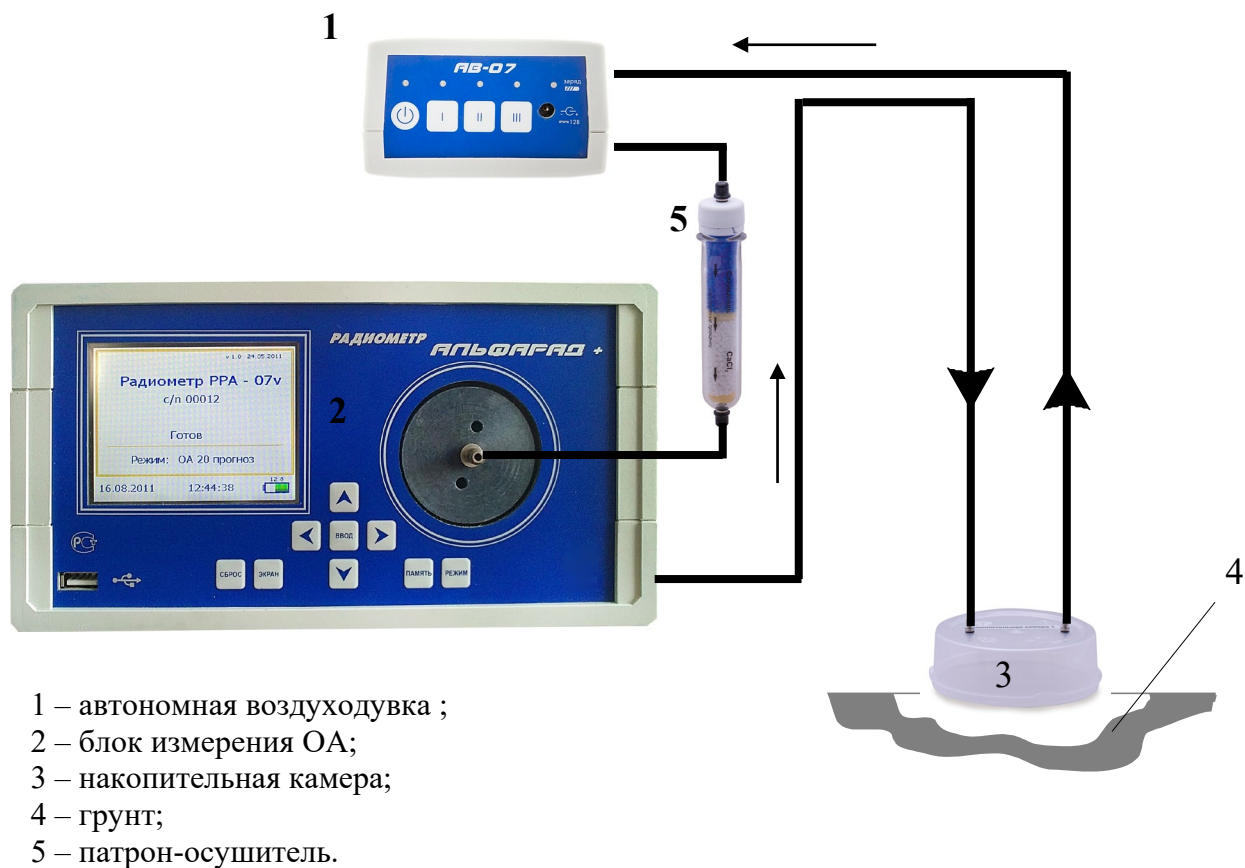


Рисунок 2.2. Схема 2 отбора пробы воздуха для определения ППР.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------



Приложение 2.

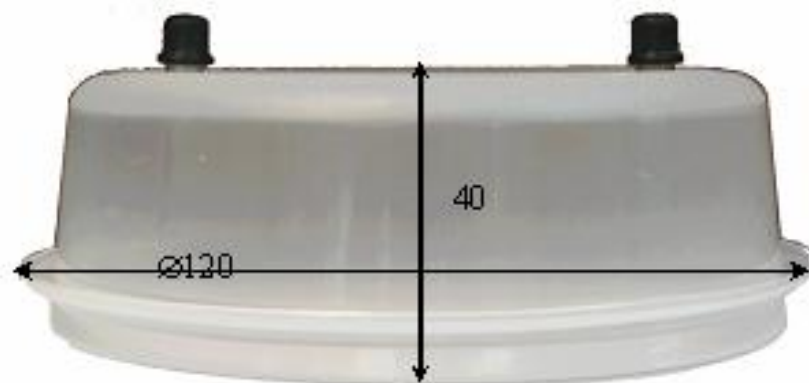


Рисунок 2.4. Накопительная камера.

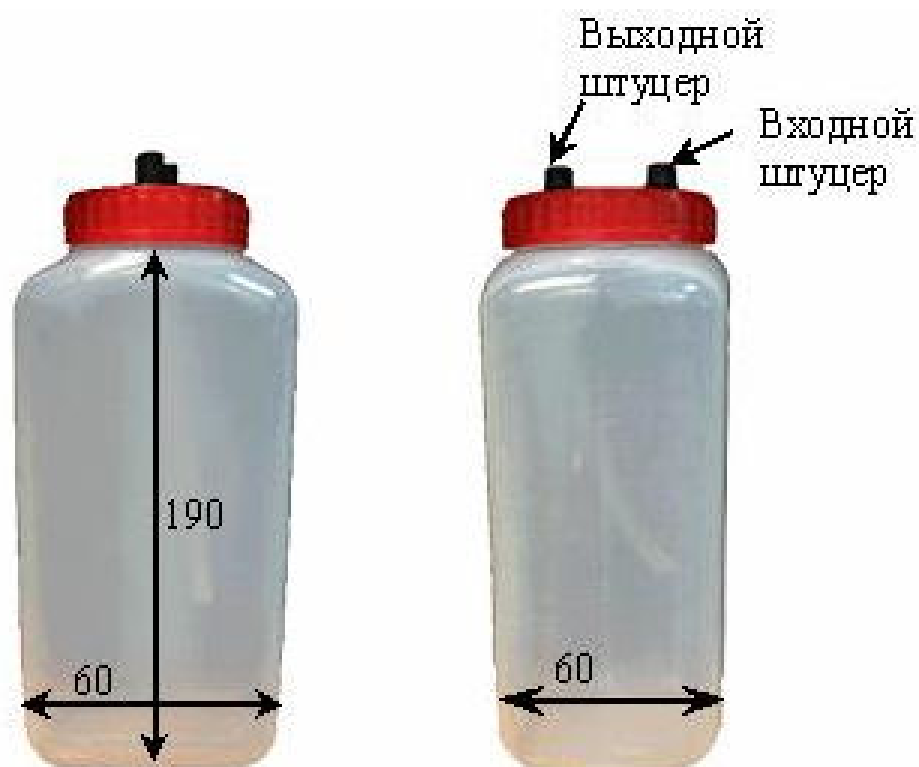


Рисунок 2.5. Пробоотборник воздушный.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Приложение 3.

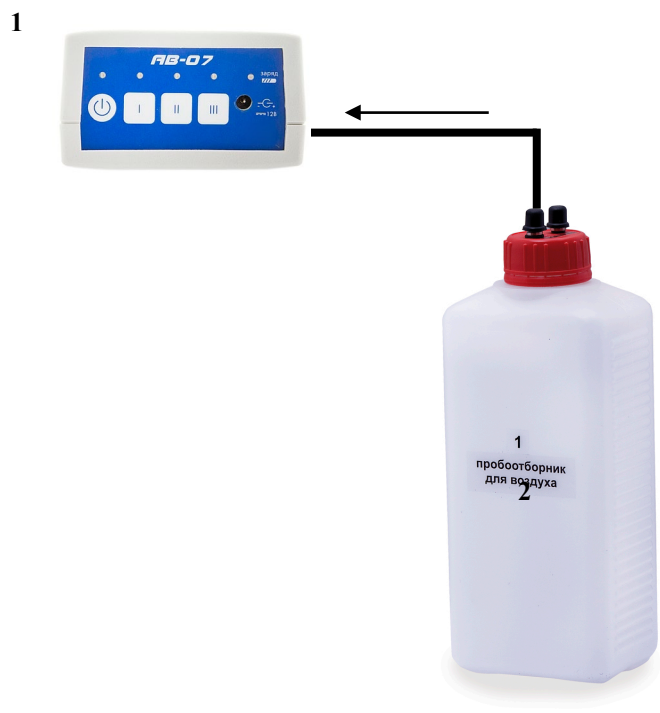


Рисунок 3.1. Схема отбора воздушной пробы.

- 1 – автономная воздуходувка;
- 2 – воздушный пробоотборник.


Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Приложение 4.

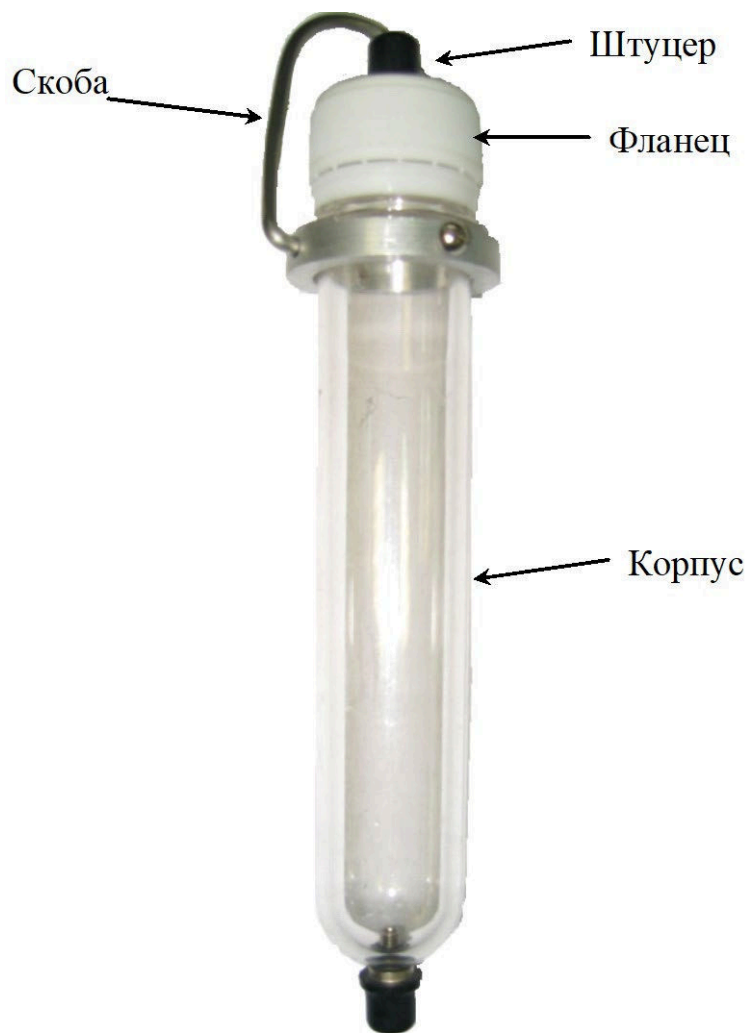


Рисунок 4.1. Пробоотборник почвенного воздуха.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

БВЕК 590000.001 РЭ



**ПРИЛОЖЕНИЕ 5**  
**к руководству по эксплуатации**  
**Комплекса измерительного для мониторинга радона, торона и их дочерних продук-**  
**тов «Альфарад плюс»**

Методика поверки  
(МП 49013-12)


Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

БВЕК 590000.001 РЭ



Таблица 1. Перечень операций при проведении проверок.

Операция	Пункт методики проверки	Первичная	Периодическая
Внешний осмотр	5.1.	+	+
Опробование	5.2.	+	+
Подтверждение соответствия ПО СИ	5.3	+	+
Блок измерения ЭРОА			
Определение объемного расхода воздуха	5.4.1.	+	+
Определение уровня собственного фона	5.4.2.	+	+
Определение чувствительности регистрации альфа-излучения	5.4.3.	+	+
Определение нелинейности градуировочной характеристики	5.4.4.	+	-
Определение погрешности измерения ЭРОА	5.4.5.	+	+
Блок автономной воздуходувки			
Определение объемного расхода воздуха	5.5.	+	+
Блок измерения ОА			
Определение объемного расхода воздуха встроенной микровоздуходувки	5.6.2.	+	+
Определение уровня собственного фона	5.6.3.	+	+
Определение погрешности измерения ОА	5.6.4.	+	+
Определение погрешности измерений объемной активности радона 222 в пробах воды	5.6.5.	+	-
Определение погрешности измерения плотности потока радона-222 с поверхности грунта	5.6.6.	+	-
Определение погрешности измерения объемной активности радона-222 в воздухе при отборе проб в пробоотборники	5.6.7.	+	-

Межповерочный интервал– 1 раз в год.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

#### 4. Средства поверки.

4.1. При проведении поверки должны применяться следующие средства и вспомогательные устройства.

4.1.1. Для поверки блока измерения ЭРОА - рабочий эталон единицы объемной активности радиоактивных аэрозолей, состоящий из:

1. счетчика расхода газа ГСБ-400 1-го класса точности типа ГСБ-400 по ГОСТ 13045-81;

2. генератор дочерних продуктов радона из состава Государственного первичного специального эталона единицы объемной активности радиоактивных аэрозолей ГЭТ 39-78 в боксе типа 2БП2-ОС; ЭРОА радона в воздухе не менее 200 Бк/м<sup>3</sup>.

3. образцового монитора радонового «RAMON-01М»; диапазон измерения ЭРОА радона в воздухе от 100 до 500000 Бк/м<sup>3</sup> с относительной погрешностью  $\delta_0 = \pm 15\%$  при доверительной вероятности 0,95.

4. рабочих эталонов 2-го разряда с радионуклидом <sup>239</sup>Pu типа 1П9 с рабочей поверхностью 1 см<sup>2</sup> и номинальными значениями активностей (Бк) 10, 100, 400

4.1.2. Для поверки автономной воздухоудвки необходимы:

1. счетчик расхода газа ГСБ-400 1-го класса точности типа ГСБ-400 по ГОСТ 13045-81.

2. секундомер СОПр-2а-3 по ГОСТ 8.423-81.

4.1.3. Для поверки блока измерения ОА - рабочий эталон единицы объемной активности радона-222 (РЭОАР-1), обеспечивающий воспроизведение и измерение ОА радона-222 в диапазоне от 500 до  $1.0 \cdot 10^6$  Бк·м<sup>-3</sup> с основной относительной погрешностью  $\pm 15\%$  при доверительной вероятности  $P=0.95$ , состоящий из:

1. эталонного радиометра радона типа Alpha GUARD PQ2000, предназначенного для измерения ОА радона-222 в диапазоне от 500 до  $1.0 \cdot 10^6$  Бк·м<sup>-3</sup> с основной относительной погрешностью измерений  $\pm 15\%$ ;

2. генератора радона-222, состоящего из бокса типа 1БП2-ОС объемом 0.8 м<sup>3</sup>, бокса типа 6БП1-ОС объемом 0.15 м<sup>3</sup> с эманулирующим источником <sup>226</sup>Ra активностью от 100000 до 150000 Бк, представляющим собой барботер, с кранами, помещенный в свинцовую защиту толщиной не менее 1 см и обеспечивающий создание в боксе 1БП2-ОС ОА радона-222 в диапазоне от 500 до 3000 Бк/м<sup>3</sup>. Герметичный бокс 1БП2-ОС снабжен вентилятором типа ВН2 для перемешивания воздуха в боксе, контрольным барометром-анероидом типа М67, позволяющим измерять давление в диапазоне от 610 до 790 мм.рт.ст., розетками переменного тока с напряжением питающей сети ( $220 \pm 11$ ) В и частотой 50 Гц для зарядки и питания поверяемых комплексов, отверстиями с герметично надетыми на них резиновыми перчатками для проведения работ внутри бокса.

3. цифрового термовлагомера НТ-3, предназначенного для измерения температуры в диапазоне от минус 20 до +50 °С с абсолютной погрешностью  $\pm 0.5^\circ\text{C}$  и относительной влажности в диапазоне от 5 до 95 % с абсолютной погрешностью  $\pm 4\%$ ;

4. счётчика газового барабанного ГСБ-400 кл 1 по ГОСТ 6463-53 с жидкостным затвором; насоса вакуумного пластинчато-роторного 2НВР-5ДМ по ТУ 26-04-604-79;

5. микронагнетателя МР2-2Г по ТУ 333-1054;

6. секундомера СОПр-2а-3 по ГОСТ 8.423-81 и вспомогательных устройств и приспособлений:

7. патронов-осушителей с гранулированным безводным хлоридом кальция CaCl<sub>2</sub>;

8. патронов-поглотителей с активированным углем марки СКТ-3;

9. гибких соединительных трубок по ТУ 64-2-286-79 и 4 запорных кранов типа МКВ-250;

10. переходных штуцеров, обеспечивающих соединение трубок различного диаметра.

4.1.4. Для поверки блока измерения ОА при измерениях содержания радона в воде - рабочий эталон единицы объемной активности радона-222 в воде (РЭОАРВ-1), обеспечивающий воспроизведение и измерение ОА радона-222 в воде диапазоне от 130 до 1300 Бк/л с

									Лист
									61
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	БВЕК 590000.001 РЭ				



Таблица 2. Идентификационные данные программного обеспечения

Наименование ПО	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения
БВЭК590001.00ПО	« ALFA AR»	v 1.0	ebc0	CRC-16
БВЭК590002.00ПО	« ALFA R»	v 1.0	dc04	CRC-16
БВЭК590003.00ПО	« ALFA A»	v 1.0	0fbc	CRC-16

При отсутствии соответствия ПО средство измерения для прохождения дальнейших операций по поверке не допускается.

#### 5.4.Блок измерения ЭРОА

5.4.1.Определение объемного расхода воздухоудвки блока измерения ЭРОА. Выдвинуть фильтродержатель на позицию отбора проб, нажав последовательно кнопки на передней панели блока →СЕРВИС→ТЕСТ→КАРЕТКА→ОТКРЫТЬ. Вставить чистый фильтр в фильтродержатель. Закрепить на фильтродержателе переходник с трубкой для подключения к ротаметру. Подключить трубку к выходу ротаметра, вход ротаметра оставить свободным. Включить воздухоудвку блока измерения ЭРОА (НАЗАД→СЕРВИС→ВОЗДУХОУДВКА→ВКЛЮЧИТЬ). Определить по ротаметру объемную скорость прокачки через фильтр W, л/мин. Полученное значение не должно выходить за пределы допускаемых отклонений от номинального значения, указанного в руководстве по эксплуатацию.

#### 5.4.2.Определение уровня собственного фона.

Для определения уровня собственного фона вставить чистый фильтр в фильтродержатель и провести не менее 5-ти замеров в режиме «Фон ЭРОА» Продолжительность одного измерения составляет 1000с. Значение уровня собственного фона определить по формуле:

$$N_{\phi} = (\sum_{i=1}^m N_i) / (\sum_{i=1}^m t_i) ; \quad (1);$$

Где:

- m - число замеров,
- N<sub>i</sub> - число импульсов в i-м замере,
- t<sub>i</sub> - продолжительность i-го замера.

Полученная величина не должна превышать значения, приведенного в руководстве по эксплуатации.

#### 5.4.3.Определение чувствительности регистрации альфа-излучения.

Провести в режиме РУЧНОЙ не менее 5-ти измерений длительностью не менее 120 с. На место фильтра установить с помощью держателя рабочий эталон 2-го разряда с радионуклидом <sup>239</sup>Pu типа 1П9 с номинальным значением активности 100 Бк.

Определить отношение скорости счета альфа-частиц от альфа-источника (с учетом фона) к его внешнему излучению в угол 2π по формуле:

$$\varepsilon = (\sum_{i=1}^m N_i) / (\sum_{i=1}^m t_i) / A ; \quad (2);$$

Где

- A- внешнее излучение источника.

Чувствительность не должна выходить за пределы, указанные в руководстве по эксплуатации.

#### 5.4.4.Определение нелинейности градуировочной характеристики.

Провести измерения по п. 5.4.3. с рабочими эталонами 2-го разряда с радионуклидом  $^{239}\text{Pu}$  типа 1П9 с номинальным значением активности 10 Бк, 100Бк, 400 Бк. Для определения нелинейности градуировочной характеристики определить среднюю чувствительность регистрации альфа-излучения по результатам пп.5.3.3., 5.3.5. по формуле:

$$\varepsilon = \frac{\sum_{i=1}^m \varepsilon_i}{m}; \quad (3);$$

Где:

$\varepsilon$  – среднее значение чувствительности ;

$\varepsilon_i$  – значения чувствительности при измерении источника данной активности;

$m$  – число использованных источников .

Коэффициент нелинейности градуировочной характеристики  $\eta$  в процентах определяется по формуле:

$$\eta = \frac{|\varepsilon - \varepsilon_{\max(\min)}|}{\varepsilon} \cdot 100 \% ; \quad (4);$$

Где:

$\varepsilon_{\max(\min)}$  – значение чувствительности, наиболее отличающееся от среднего.

Полученное значение коэффициента нелинейности не должно превышать  $\pm 15\%$ .

#### 5.4.5. Определение погрешности измерений.

Определение погрешности измерений проводится по измерению концентрации естественных радиоактивных аэрозолей одновременно поверяемым блоком измерения ЭРОА и образцовым радиометрами по схеме, представленной на рисунке 1.

5.4.5.1. Соединить выходные краны 2 и 6 генератора естественных радиоактивных аэрозолей 3 с входами поверяемого блока измерения ЭРОА 1 и образцового 7 радиометра при помощи резиновых трубок равной длины не более 20 см каждая с внутренним диаметром 8 мм.

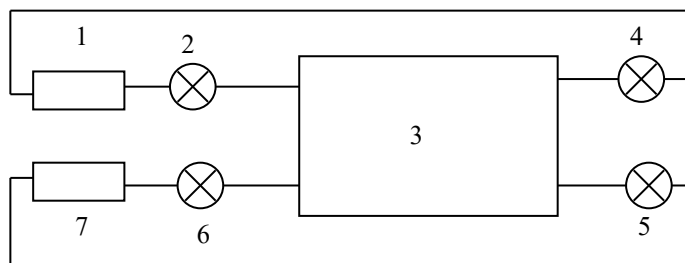


Рисунок 1.

5.4.5.2. Соединить выходы поверяемого блока и образцового радиометров с входными кранами 4 и 5 генератора естественных радиоактивных аэрозолей. Произвести одновременный отбор пробы на фильтры поверяемого блока и образцового радиометра. Время и объемную скорость отбора пробы обоих приборов выбрать одинаковыми и равными значению, указанному в паспорте поверяемого блока измерения ЭРОА (режим ЭРОА-5).

5.4.5.3. Повторить п. 5.4.5.2 не менее 5 раз. Среднее значение показаний образцового радиометра определить по формуле:

$$\bar{A}_{iЭ} = \sum \frac{A_{iЭ}}{n}; \quad (5),$$

Где:

$n$  – число измерений;

$A_{iЭ}$  . – значение ЭРОА, измеренное в  $i$ -м измерении образцовым радиометром;

$\text{Бк} \cdot \text{м}^{-3}$ .

Расширенную неопределенность результатов измерений по типу А и по типу В, вычислить согласно РМГ 91-2009 по формуле:

$$U_P^{ЭРОА} = k_0 \sqrt{\frac{\sum (A_i - A_{iЭ})^2}{n(n-1)} + \frac{(\bar{A}_э \cdot \delta)^2}{3}}, \quad (6);$$

Где:

$\bar{A}$  – среднее значение, полученное при измерениях ЭРОА поверяемым блоком; Бк·м<sup>-3</sup>.

$A_i$  – результат i-го измерения ЭРОА радона-222 поверяемым блоком, Бк·м<sup>-3</sup>;

$\delta$  – систематическая погрешность, равная относительной погрешности образцового радиометра ( $\delta=15\%$ );

$k_0$  – коэффициент охвата, значение которого для доверительной вероятности  $P=0,95$  считают равным 2.

5.4.5.4. Критерием годности поверяемого блока измерения ЭРОА является выполнение условия:

$$| \bar{A}_э - \bar{A} | + U_P^{ЭРОА} \leq \bar{A} \delta_{П}^{ЭРОА}; \quad (7);$$

Где:

$\delta_{П}^{ЭРОА}$  – относительная погрешность поверяемого блока измерения ЭРОА.

В противном случае на блок выдается извещение о непригодности (п.5.6.8.3.).

5.5. Проверка объемного расхода воздуха автономной воздушной удочки.

При проверке объемного расхода воздуха автономной воздушной удочки выполнить следующие операции.

С помощью соединительных трубок и переходных штуцеров соединить вход автономной воздушной удочки с выходом ГСБ-400.

Включить автономную воздушную удочку в режиме 3 согласно РЭ. Отсчет по шкале ГСБ-400 провести не ранее чем через 10 с после включения воздушной удочки. Когда стрелка ГСБ-400 сравняется с любым десятичным делением шкалы включить секундомер и после того как стрелка ГСБ-400 отсчитает объем прокачанного воздуха не менее 2 л выключить секундомер. Провести отсчет объема прокачанного воздуха и времени по секундомеру. Вычислить объемную скорость прокачки  $w$  по формуле:

$$w = \frac{V \cdot 60}{t}, \quad (8);$$

Где

$w$  – объемный расход воздуха, л·мин<sup>-1</sup>;

$V$  – объем прокачанного воздуха, л;

$t$  – время отсчета, с.

Повторить операцию не менее трёх раз. Полученные значения объемного расхода воздуха автономной воздушной удочки должны быть в пределах  $(1,0 \pm 0,2)$  л·мин<sup>-1</sup>.

5.6. Блок измерения ОА.

5.6.1. Подготовка блока измерения ОА к поверке.

Перед проведением поверки выполнить следующие операции.

Если транспортирование блока к месту поверки осуществлялось при температуре окружающего воздуха ниже нуля °С, выдержать блок при нормальных условиях в течение не менее 2-х часов.

Если значение относительной влажности по показаниям датчика влажности блока составляет более 80%, прокачать воздухом измерительную камеру через патрон-осушитель. Для этого выход измерительной камеры блока соединить с входом микронагнетателя МР2-2Г. Выход микронагнетателя МР2-2Г соединить с одним концом патрона-осушителя, другой конец патрона-осушителя соединить с входом измерительной камеры.



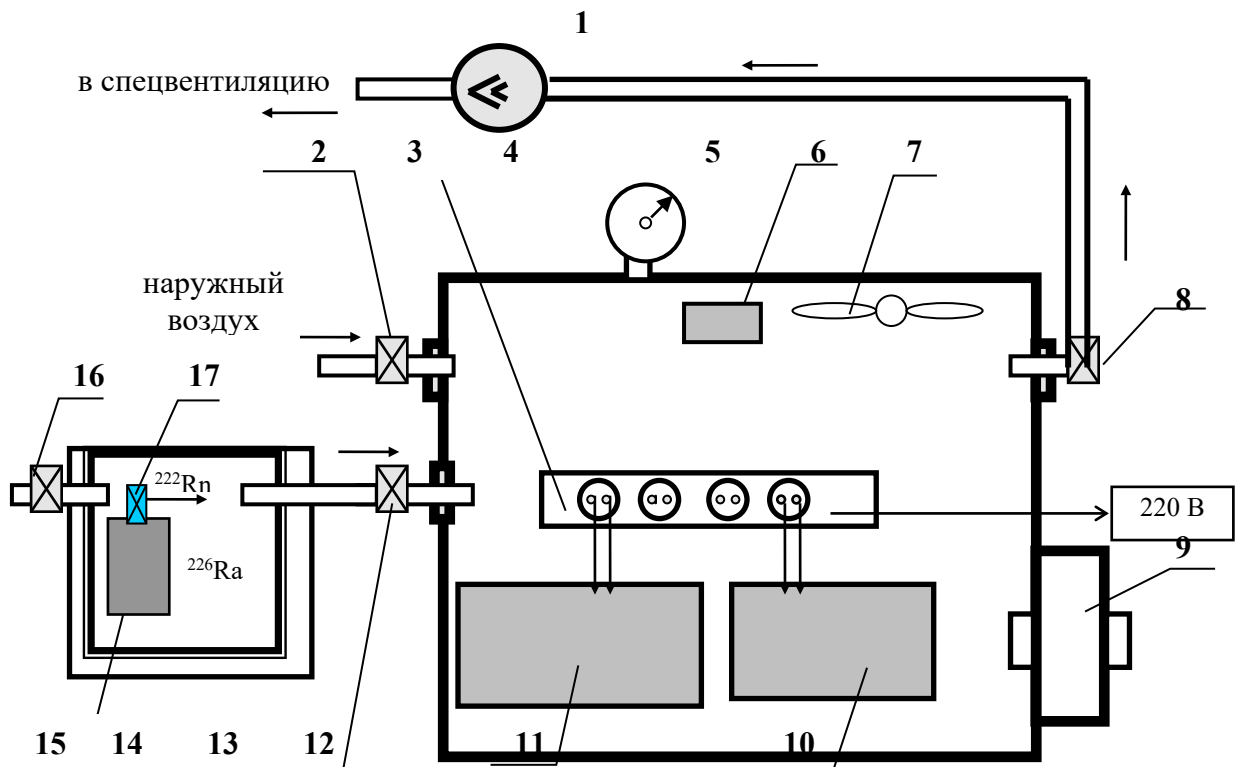


Рис.2. Схема для поверки радиометра.

Условные обозначения:

- |                                  |   |                           |
|----------------------------------|---|---------------------------|
| 1. насос;                        | → | 10. поверяемый радиометр; |
| 2. запорный кран К1;             |   | 11. эталонный радиометр;  |
| 3. розетки переменного тока;     |   | 12. запорный кран К2;     |
| 4. бокс 1БП2-ОС;                 |   | 13. бокс 6БП1-ОС;         |
| 5. контрольный барометр-анероид; |   | 14. свинцовая защита;     |
| 6. цифровой термовлагомер;       |   | 15. барботер;             |
| 7. вентилятор;                   |   | 16. запорный кран К4;     |
| 8. запорный кран К3;             |   | 17. кран барботера.       |
| 9. шлюз;                         |   |                           |

Стрелками указано направление движения воздуха в системе.

5.6.4.2. Включить эталонный радиометр согласно РЭ. Открыть краны К2 и К4 для создания в боксе 1БП2-ОС ОА радона-222 в диапазоне от 600 до 3000 Бк·м-3 на время необходимое для выравнивания давления. В боксе 1БП2-ОС контролировать ОА радона-222 по эталонному радиометру согласно его РЭ. Включить вентилятор для перемешивания атмосферы в боксе. Включить поверяемый блок измерения ОА согласно РЭ. Провести не менее 5-ти измерений ОА радона-222 эталонным радиометром и поверяемым блоком измерения ОА (режим «ОА20»). За результат измерения ОА радона-222 эталонным радиометром принять величину  $\overline{Q}_э$ , вычисленную по формуле:

$$\overline{Q}_э = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{сэ}}{n}, \quad (10);$$

Где:

n - число измерений;

$Q_{iЭ}$  – результат i- го измерения ОА радона-222 эталонным радиометром, Бк·м<sup>-3</sup>

5.6.4.3. Повторить п. 5.6.4.2 не менее 5 раз.

Расширенную неопределенность результатов измерений по типу А и по типу В вычислить согласно РМГ 91-2009 по формуле:

$$U_p^{OA} = k_0 \sqrt{\frac{\sum (Q_i - Q_{iЭ})^2}{n(n-1)} + \frac{(\overline{Q_э} \cdot \delta)^2}{3}}, \quad (11);$$

Где:

$\overline{Q}$  - среднее значение, полученное при измерениях ОА поверяемым блоком;

$Q_i$  – результат i-го измерения ОА радона-222 поверяемым блоком,

Бк·м<sup>-3</sup>;

$\delta$  - систематическая погрешность, равная относительной погрешности эталонного радиометра;

$k_0$  – коэффициент охвата, значение которого для доверительной вероятности  $P=0,95$  считают равным 2.

5.6.4.4. Критерием годности поверяемого блока измерения ОА является выполнение условия:

$$|\overline{Q_э} - \overline{Q}| + U_p^{OA} \leq \overline{Q} \delta_{п}^{OA}; \quad (12);$$

Где:

$\delta_{п}^{OA}$  - относительная погрешность поверяемого блока измерения ОА.

В противном случае на блок выдается извещение о непригодности (п.5.6.8.3.).

5.6.4.5. Проверка погрешности блока измерения ОА по торону-220 провести аналогичным образом с заменой эманлирующего источника радона-222 на эманлирующий источник торона-220.

5.6.5. Определение погрешности измерений объемной активности радона- 222 в пробах воды.

Для поверки блока измерения ОА при измерениях содержания радона в воде используется рабочий эталон единицы объемной активности радона-222 в воде (РЭОАРВ-1). Проверку предела допускаемой основной погрешности проводят методом непосредственного сличения. Должны быть выполнены следующие операции:

- подготовка РЭОАРВ-1 к работе и последующей эксплуатации;
- отбор проб воды в пробоотборники из генератора объемной активности радона в воде, входящего в состав рабочего эталона;
- проверка величины остаточной активности радона в камере блока измерения ОА;
- перевод радона из пробы в камеру блока измерения ОА;
- измерение ОА.

5.6.5.1. Подготовка РЭОАРВ-1. При подготовке РЭОАРВ-1 к работе и последующей эксплуатации выполняются следующие операции.

Проба воды из генератора отбирается в пластиковую бутылку объемом 0,33 л, аналогичную емкости 2-го разряда, входящего в состав РЭОАРВ-1, через кран в нижней части бака, на который надевается гибкий шланг для исключения диспергирования воды. Водой заполняют весь объем бутылки и герметично закрывают пробкой. Вода выдерживается в течение 3 часов для установления равновесия между радоном-222 и его короткоживущими дочерними продуктами RaA (<sup>218</sup>Po), RaB (<sup>214</sup>Pb), RaC (<sup>214</sup>Bi).







Где:

Q – измеренная ОА радона в измерительной камере, Бк·м<sup>-3</sup>;

V<sub>2</sub> - объем измерительной камеры, V<sub>2</sub>=0,94 л

V<sub>3</sub>- свободный объем накопительной камеры и соединительных трубок, V<sub>3</sub>=0.563 л;

T – время работы автономной воздуходувки при отборе пробы из накопительной камеры, T=300°С;

S – площадь поверхности грунта, зафиксированная накопительной камерой, S=0,0163м<sup>2</sup>.

5.6.6.4. Повторить совместные измерения по пп. 5.6.6.2 и 5.6.6.3 не менее 3-х раз. Результаты измерений ППР рабочим средством не должны отличаться от эталонных не более чем на ±30%.

5.6.7. Определение погрешности измерения объемной активности радона -222 в воздухе при отборе проб в пробоотборники.

Для проверки блока измерения ОА при измерениях ОА радона-222 в воздухе с предварительным отбором проб в пробоотборные устройства используется рабочий эталон единицы объемной активности радона-222 (РЭОАР-1). Проверку предела допускаемой основной погрешности проводят методом непосредственного сличения. Должны быть выполнены следующие операции:

- отбор пробы воздуха с радоном-222 из бокса РЭОАР-1 в пробоотборник с помощью автономной воздуходувки АВ-07;
- проверка величины остаточной активности радона в камере блока измерения ОА;
- перевод пробы из пробоотборника в измерительную камеру блока измерения ОА;
- измерение содержания радона-222 и расчет ОА в пробе.

5.6.7.1. Отбор пробы воздуха с радоном-222 из бокса РЭОАР-1 в пробоотборник осуществляют с помощью автономной воздуходувки АВ-07. Соединить штуцер бокса РЭОАР-1 с одним из штуцеров пробоотборника, а второй со штуцером «ВХОД» АВ-07.

«ВЫХОД» АВ-07 соединить с объемом бокса. Включить автономную воздуходувку и прокачать воздух из бокса через пробоотборник в течение 5 мин. Отсоединить трубки от штуцеров пробоотборника и закрыть штуцера резиновыми заглушками. Зафиксировать момент времени отбора пробы t<sub>1</sub>.

5.6.7.2. Проверку величины остаточной активности радона в камере блока измерения ОА проводят аналогично п.5.6.5.3. Величина остаточной ОА радона в измерительной камере не должна превышать 20 Бк·м<sup>-3</sup>.

5.6.7.3. Перевод пробы из пробоотборника в измерительную камеру блока измерения ОА проводят по схеме, представленной в РЭ (Приложение 2, рис.2.3.)

5.6.7.4. После перевода пробы выполнить измерения ОА радона, в измерительной камере блока измерения ОА:

- последовательно выбрать из меню пункт → КОМПЛЕКСНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ → РАДОН В ВОЗДУХЕ, ввести значение времени t в часах (t = t<sub>2</sub> - t<sub>1</sub>; t<sub>2</sub> - момент начала измерений), прошедшее от окончания отбора пробы до начала измерений;
- выполнить измерение, длительность которого составляет 20 мин;

После окончания измерения на экран выводится полученное значение ОА радона в воздухе, рассчитанное с помощью соотношения:

$$Q_{\Pi} = Q \cdot \left( 1 + \frac{V_1}{V_2} \right) \cdot \exp(\lambda_{Rn} \cdot t) : \quad (18);$$

Где:

Q – измеренная ОА радона в измерительной камере, Бк·м<sup>-3</sup>;

$V_2$  - объем измерительной камеры,  $V_2=0,94$  л;

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

5.6.7.5.Повторить совместные измерения по пп. 5.6.7.1 - 5.6.7.4 не менее 3-х раз. Сравнить полученные значения ОА радона-222 с ОА, находящейся внутри бокса. Результаты измерений ОА рабочим средством не должны отличаться от эталонных не более чем на  $\pm 30\%$ .

5.6.8.Оформление результатов поверки.

5.6.8.1.Результаты поверки занести в протокол.

5.6.8.2.На средство измерения прошедшее поверку в соответствии с требованиями настоящей методики, должно быть выдано свидетельство о поверке по форме Приложения 1 ПР 50.2.006-94.

5.6.8.3.На средство измерения, не прошедшее поверку, в обращение не допускается и на него должно быть выдано извещение о непригодности по форме Приложения 2 ПР50.2.006-94.

5.6.8.4.Средство измерения, прошедшее первичную поверку, должно быть опломбировано печатью предприятия-изготовителя.


										Лист
										73
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	БВЕК 590000.001 РЭ					



### 1. Общие сведения

ПО реализовано на языке Макроассемблера микропроцессора ADUC832 и языке “С” для управления одноплатным компьютером типа ТИОН ПРО V.2.

В зависимости от модификации комплекса ПО «ALFA» имеет обозначение:

- “ALFA AR” БВЕК590001.00ПО;
- “ALFA R” БВЕК590002.00ПО;
- “ALFA A” БВЕК590003.00ПО.

### 2. Функциональное назначение

ПО «ALFA» разработано для комплекса измерительного для мониторинга радона, торона и их дочерних продуктов «Альфарад плюс» и предназначено для выполнения следующих функциональных задач в составе комплекса:

- оцифровка, сортировка и первичная обработка импульсов, полученных с измерительных блоков детектирования и датчиков (управление работой амплитудно-цифрового преобразователя (АЦП));
- управление режимами работы комплекса и сервисное обслуживание (тестирование) блоков;
- конечная обработка и отображение данных на экране индикаторного блока комплекса в виде таблиц и графиков;
- хранение данных.

### 3. Описание логической структуры

ПО комплекса состоит из ПО АЦП (программа микропроцессора ADUC832) и ПО одноплатного компьютера типа ТИОН ПРО V.2: операционной системы, ПО обработки и отображения результатов измерений, сервисного ПО (рисунок 1).

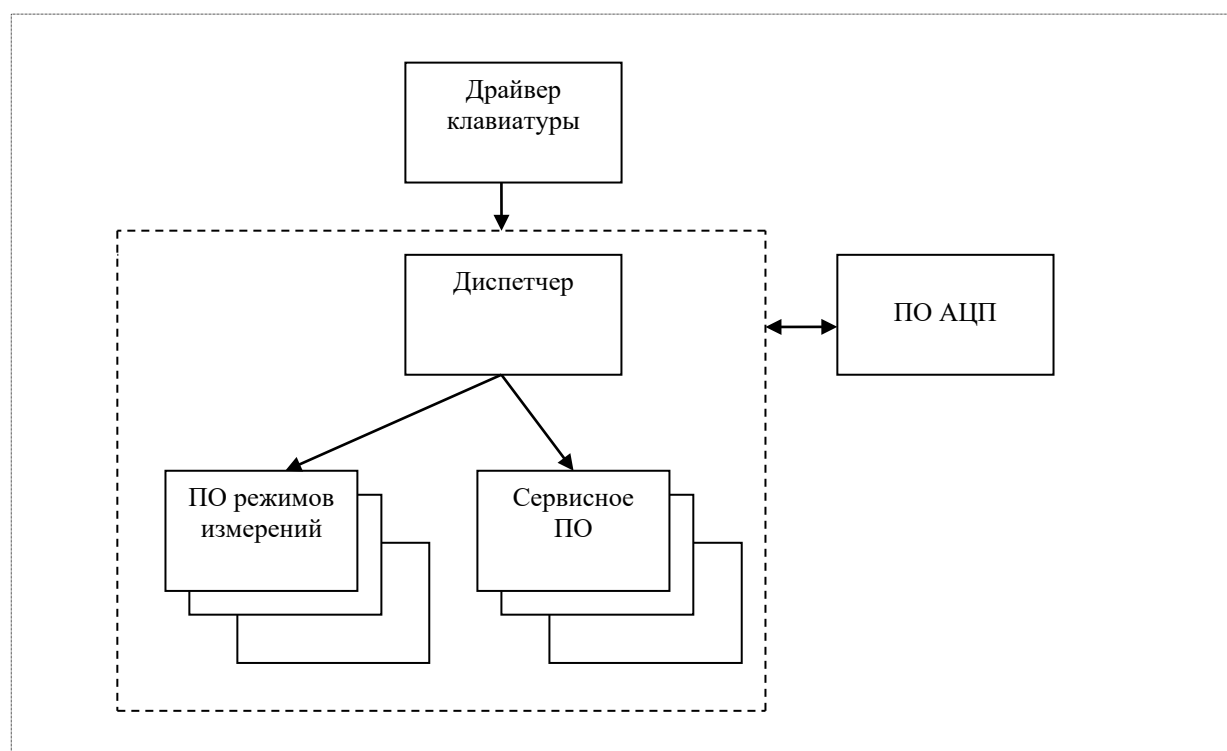


Рисунок 1. Структура ПО “ALFA”.

ПО АЦП разработано на языке Макроассемблера и хранится во внутреннем постоянном запоминающем устройстве (ПЗУ) микропроцессора ADUC832.

ПО операционной системы, ПО обработки и отображения результатов измерений и сервисное ПО хранятся во внутренней Flash – памяти комплекса. ПО обработки и отображе-

ния результатов измерений и сервисное ПО разработаны на языке “С”. Драйвер клавиатуры через блок «диспетчер» позволяет запускать на выполнение отдельные модули ПО и вводить параметры режимов измерений.

ПО обработки и отображения результатов измерений и сервисное ПО выполнены в виде отдельных программных модулей. Перечень программных модулей ПО для трех модификаций комплекса приведен в приложении 1.

#### 4. Используемые технические средства

Измерительная часть комплекса выполнена на микропроцессоре ADUC832 производства “ANALOG DEVICES”. ПО записано в ПЗУ микропроцессора специальным программатором. Одноплатный компьютер ТИОН ПРО V.2 на базе процессора Cirrus Logic EP9315 работает на частоте 200 МГц. Начальные загрузчики и ПО операционной системы, ПО обработки и отображения результатов измерений, и сервисное ПО комплекса хранятся во внутренней Flash – памяти комплекса, подключенной к процессору по шине I2C АЦП.

Взаимодействие ПО ТИОН и ПО измерительной части выполняется по внутреннему последовательному интерфейсу RS-232. Управление комплексом выполняется с помощью клавиатуры, расположенной на передней панели блока индикации. Параметры и результаты измерений выводятся на 3.5” жидкокристаллический дисплей (экран) комплекса типа SH320240T-006-I03Q V0 (без сенсорной панели) или RH320240T-006-IP1Q с сенсорной панелью (в зависимости от комплектации комплекса).

#### 5. Вызов и загрузка ПО

ПО микроконтроллера ADUC832 запускается на выполнение на частоте 16.777216 МГц при включении питания комплекса.

Начальный загрузчик ТИОН ПРО V.2 запускается аппаратно при включении питания, а затем автоматически загружается и запускается на выполнение ПО операционной системы. ПО операционной системы загружает из Flash – памяти комплекса и запускает на выполнение стартовый модуль RRA07\_00 ПО и управляющий модуль RRA07\_0.

Управляющий модуль RRA07\_0 выполняет тестирование основных узлов оборудования и в случае успешного выполнения проверок выдает сообщение о готовности комплекса. В зависимости от команд пользователя комплексом, вводимых с клавиатуры на передней панели блока индикации, загружаются и запускаются на выполнение те или иные программные модули. После выполнения необходимых действий вызванный программный модуль завершает работу и возвращает управление в управляющий модуль.

#### 6. Входные и выходные данные

Постоянные параметры комплекса и описание конфигурации конкретной модификации хранятся во внутренней Flash – памяти в виде файлов. Значения параметров из этих файлов считываются во время запуска ПО комплекса.

Во время работы импульсы от блоков измерения оцифровываются с помощью ПО микропроцессора ADUC 832 и передаются по внутреннему последовательному интерфейсу RS 232 в ПО обработки и отображения результатов измерений ТИОН ПРО V.2. Результаты выводятся на экран в соответствии с режимом измерений.

После завершения измерения результаты сохраняются во внутренней Flash – памяти комплекса в виде отдельных файлов. Имя каждого файла содержит серийный номер комплекса, дату и время.

Все файлы данных, хранящиеся во внутренней Flash – памяти, защищены контрольными суммами, которые проверяются при их чтении. Алгоритм вычисления контрольной суммы CRC -16

Файлы с результатами измерений могут быть скопированы на внешний Flash – носитель, установленный в USB - разъем на передней панели комплекса. Копирование выполняется из Flash – памяти комплекса на внешний Flash – носитель в каталог “ME\_data”.

									Лист
									76
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	БВЕК 590000.001 РЭ				

Для копирования необходимо включить прибор. После перехода прибора в состояние готовности ("Готов" на экране) вставить флэш - накопитель в USB - разъем прибора на лицевой панели. На экран выводится сообщение "Копирование данных измерений" и кнопки "Да" и "Нет". Если маркером выбрать "Да", выполняется копирование всех данных результатов измерений, хранящихся в приборе, на флэш - накопитель. Данные будут записаны в каталог "ME\_DATA" в файл с именем ME\_DATA\_nnnnnn\_dddddd\_ttttt.rmd", где nnnnnn - номер прибора, ddddd - дата копирования, ttttt - время копирования. После выполнения копирования можно выполнить стирание памяти данных прибора (не обязательно).

Скопированные данные можно просмотреть на стационарном ПК с помощью программы "RraViewer.exe", которая поставляется в комплекте с прибором на флэш – накопителе.

Перечень программных модулей для 3-х модификаций ПО дан в таблицах 1-3.

Таблица 1 Перечень программных модулей ПО “ALFA AR” БВЕК590001.00ПО

Условное обозначение модуля ПО	Идентификационное наименование ПО или имя файла ПО	Выполняемые функции	Номер версии (идентификационный) ПО	Метрологически значимый	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
БВЕК590000.01ПО	Wizmer.hex	Оцифровка измеряемых сигналов	1	нет	2b25	CRC -16
БВЕК590000.02ПО	Rra07_00.exe	Драйвер клавиатуры	1	нет	114e	CRC -16
БВЕК590000.03ПО	Rra07_0.exe	Диспетчер	1	нет	b93d	CRC -16
БВЕК590000.06ПО	Rra07_testv.exe	Проверка оборудования канала ОА	1	нет	fac1	CRC -16
БВЕК590000.07ПО	Rra07_testk.exe	Проверка оборудования канала ЭРОА	1	нет	991c	CRC -16
БВЕК590000.08ПО	Rra07_shdt.exe	Просмотр результатов измерений	1	нет	2df7	CRC -16
БВЕК590000.10ПО	Rra07_cklVK.exe	Диспетчер циклического режима	1	нет	1772	CRC -16
БВЕК590000.11ПО	Rra07_tks.exe	Сервис	1	нет	e063	CRC -16
БВЕК590000.12ПО	Rra07_sushka.exe	Проверка и просушка камеры	1	нет	f45a	CRC -16
БВЕК590000.13ПО	Rra07_Pm.exe	Сервис	1	нет	78d7	CRC -16
БВЕК590000.14ПО	Rra07_01.exe	Режим “ОА 20 прогноз”	1	да	43eb	CRC -16
БВЕК590000.15ПО	Rra07_02.exe	Режим “ОА 20”	1	да	76fc	CRC -16
БВЕК590000.16ПО	Rra07_03.exe	Режим “Интегральный 1 ОА”	1	да	754d	CRC -16
БВЕК590000.17ПО	Rra07_04.exe	Режим “Фон ОА”	1	да	a951	CRC -16
БВЕК590000.18ПО	Rra07_05.exe	Режим “Радон в воде”	1	да	2690	CRC -16
БВЕК590000.19ПО	Rra07_06.exe	Режим “ППР”	1	да	f196	CRC -16
БВЕК590000.20ПО	Rra07_07.exe	Режим “Фон ЭРОА”	1	нет	1e23	CRC -16
БВЕК590000.21ПО	Rra07_10.exe	Режим “ЭРОА с ручными настройками”	1	да	718b	CRC -16
БВЕК590000.22ПО	Rra07_12.exe	Режим “ОА 20 без воздуходувки”	1	да	cc3b	CRC -16
БВЕК590000.23ПО	Rra07_13.exe	Режим “ОА 60 без воздуходувки”	1	да	ab94	CRC -16
БВЕК590000.24ПО	Rra07_14.exe	Режим “ЭРОА – 5”	1	да	0530	CRC -16
БВЕК590000.25ПО	Rra07_15.exe	Режим “ЭРОА - 2”	1	да	1b93	CRC -16
БВЕК590000.26ПО	Rra07_18.exe	Режим “Радон в воздухе”	1	да	b479	CRC -16
БВЕК590000.27ПО	Rra07_19.exe	Режим “Радон в	1	да	0633	CRC -16

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

		почве”				
БВЕК590000.28ПО	Rra07_20.exe	Режим “Торон ЭРОА”	1	да	c6dc	CRC -16
БВЕК590000.29ПО	Rra07_21.exe	Режим “Интегральный 2 ОА”	1	да	bdc5	CRC -16
БВЕК590000.30ПО	Rra07_22.exe	Режим “ЭРОА - 10”	1	да	5b2c	CRC -16
БВЕК590000.32ПО	Rra07_24.exe	Режим “Торон ОА”	1	да	9504	CRC -16
БВЕК590000.33ПО	Rra07_25.exe	Режим “ОА с ручными настройками”	1	да	46f1	CRC -16
БВЕК590000.34ПО	Rra07_26.exe	Режим “ОА 60”	1	да	1e1e	CRC -16

Таблица 2 Перечень программных модулей ПО “ALFA R” БВЭК590002.00ПО

Условное обозначение модуля ПО	Идентификационное наименование ПО или имя файла ПО	Выполняемые функции	Номер версии (идентификационный) ПО	Метрولوجически значимый	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
БВЕК590000.01ПО	Wizmer.hex	Оцифровка измеряемых сигналов	1	нет	2b25	CRC -16
БВЕК590000.02ПО	Rra07_00.exe	Драйвер клавиатуры	1	нет	114e	CRC -16
БВЕК590000.04ПО	Rra07_0.exe	Диспетчер	1	нет	7a6e	CRC -16
БВЕК590000.06ПО	Rra07_testv.exe	Проверка оборудования канала ОА	1	нет	fac1	CRC -16
БВЕК590000.08ПО	Rra07_shdt.exe	Просмотр результатов измерений	1	нет	2df7	CRC -16
БВЕК590000.09ПО	Rra07_ckIV.exe	Диспетчер циклического режима	1	нет	58df	CRC -16
БВЕК590000.11ПО	Rra07_tks.exe	Сервис	1	нет	e063	CRC -16
БВЕК590000.12ПО	Rra07_sushka.exe	Проверка и просушка камеры	1	нет	f45a	CRC -16
БВЕК590000.13ПО	Rra07_Pm.exe	Сервис	1	нет	78d7	CRC -16
БВЕК590000.14ПО	Rra07_01.exe	Режим “ОА 20 прогноз”	1	да	43eb	CRC -16
БВЕК590000.15ПО	Rra07_02.exe	Режим “ОА 20”	1	да	76fc	CRC -16
БВЕК590000.16ПО	Rra07_03.exe	Режим “Интегральный 1 ОА”	1	да	754d	CRC -16
БВЕК590000.17ПО	Rra07_04.exe	Режим “Фон ОА”	1	да	a951	CRC -16
БВЕК590000.18ПО	Rra07_05.exe	Режим “Радон в воде”	1	да	2690	CRC -16
БВЕК590000.19ПО	Rra07_06.exe	Режим “ППР”	1	да	f196	CRC -16
БВЕК590000.22ПО	Rra07_12.exe	Режим “ОА 20 без воздуходувки”	1	да	cc3b	CRC -16
БВЕК590000.23ПО	Rra07_13.exe	Режим “ОА 60 без воздуходувки”	1	да	ab94	CRC -16
БВЕК590000.26ПО	Rra07_18.exe	Режим “Радон в воздухе”	1	да	b479	CRC -16
БВЕК590000.27ПО	Rra07_19.exe	Режим “Радон в почве”	1	да	0633	CRC -16
БВЕК590000.29ПО	Rra07_21.exe	Режим “Интегральный 2 ОА”	1	да	bdc5	CRC -16
БВЕК590000.32ПО	Rra07_24.exe	Режим “Торон ОА”	1	да	9504	CRC -16
БВЕК590000.33ПО	Rra07_25.exe	Режим “ОА с ручными настройками”	1	да	46f1	CRC -16
БВЕК590000.34ПО	Rra07_26.exe	Режим “ОА 60”	1	да	1e1e	CRC -16

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

Таблица 3 Перечень программных модулей ПО “ALFA A” БВЭК590003.00ПО

Условное обозначение модуля ПО	Идентификационное наименование ПО или имя файла ПО	Выполняемые функции	Номер версии (идентификационный) ПО	Метрологически значимый	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
БВЕК590000.01ПО	Wizmer.hex	Оцифровка измеряемых сигналов	1	нет	fc6b	CRC -16
БВЕК590000.02ПО	Rra07_00.exe	Драйвер клавиатуры	1	нет	114e	CRC -16
БВЕК590000.05ПО	Rra07_0.exe	Диспетчер	1	нет	c3c9	CRC -16
БВЕК590000.07ПО	Rra07_testk.exe	Проверка оборудования канал ЭРОА	1	нет	991c	CRC -16
БВЕК590000.08ПО	Rra07_shdt.exe	Просмотр результатов измерений	1	нет	2df7	CRC -16
БВЕК590000.11ПО	Rra07_tks.exe	Сервис	1	нет	e063	CRC -16
БВЕК590000.13ПО	Rra07_Pm.exe	Сервис	1	нет	78d7	CRC -16
БВЕК590000.20ПО	Rra07_07.exe	Режим “Фон ЭРОА”	1	нет	1e23	CRC -16
БВЕК590000.21ПО	Rra07_10.exe	Режим “ЭРОА с ручными настройками”	1	да	718b	CRC -16
БВЕК590000.24ПО	Rra07_14.exe	Режим “ЭРОА – 5”	1	да	0530	CRC -16
БВЕК590000.25ПО	Rra07_15.exe	Режим “ЭРОА - 2”	1	да	1b93	CRC -16
БВЕК590000.28ПО	Rra07_20.exe	Режим “Торон ЭРОА”	1	да	c6dc	CRC -16
БВЕК590000.30ПО	Rra07_22.exe	Режим “ЭРОА - 10”	1	да	5b2c	CRC -16

**7. Подтверждение соответствия ПО СИ.**

Соответствие ПО эталонному может быть проверено по запросу с управляющей панели комплекса: →РЕЖИМ→СЕРВИС→НАСТРОЙКА→ВЕРСИЯ ПО. По запросу на экран выводится номер и дата версии ПО, вычисляется и выводится общая контрольная сумма метрологически значимых модулей ПО. Соответствие номера версии и контрольной суммы ПО с эталонными значениями проверяется по таблице 4.

Таблица 4. Идентификационные данные программного обеспечения

Наименование ПО	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения
БВЕК590001.00ПО	« ALFA AR»	1.0	ebc0	CRC -16
БВЕК590002.00ПО	« ALFA R»	1.0	dc04	CRC -16
БВЕК590003.00ПО	« ALFA A»	1.0	0fbc	CRC -16

При отсутствии соответствия ПО средство измерения для прохождения дальнейших операций по поверке не допускается.

**8. Корректировка калибровочных коэффициентов в ходе поверки комплекса (только для поверителей)**

Корректировка калибровочных коэффициентов блоков измерения ЭРОА, ОА в процессе поверки комплекса, проводится поверителем с помощью специального съемного FLASH – накопителя с ключевым файлом. Необходимо установить съемный FLASH – накопитель с ключевым файлом в USB - разъем расположенный на передней панели. После опознания съемного FLASH – накопителя и проверки ключа доступа комплекс переходит в режим корректировки калибровочных коэффициентов. Управление маркером выбора выполняется с помощью кнопок «←; ↑; → ↓» клавиатуры передней панели комплекса. Выбор соответствующей кнопки на экране – нажатием клавиши “Ввод” или нажатием соответствующей кнопки на экране.

При изменении значения выбранного параметра на экран выводится текущее значение параметра и цифровая клавиатура. При нажатии любой цифры на цифровой клавиатуре ее

