



ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНАЯ КОМПАНИЯ

НТМ-ЗАЩИТА

КОМПЛЕКС ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ДЛЯ
МОНИТОРИНГА РАДОНА, ТОРОНА И ИХ
ДОЧЕРНИХ ПРОДУКТОВ

АЛЬФАРАД +

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

БВЕК 590000.001 РЭ



г. Москва

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ



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

№ _____

Руководство по эксплуатации

БВЕК 590000.001 РЭ

Москва, 2014 г.

					БВЕК 590000.001 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		1

1. Технические данные.

1.1. Назначение изделия.

1.1.1. Комплекс «Альфарад плюс» предназначен для экспрессных измерений и непрерывного мониторинга объемной активности (ОА) радона-222 (^{222}Rn) и количества распадов ^{216}Po (ThA), а также эквивалентной объемной активности (ЭРОА) радона и торона-220 (^{220}Tn) в воздухе жилых, рабочих помещений и на открытом воздухе. Наличие специальных пробоотборных устройств позволяет проводить измерения содержания радона-222 в воде, почвенном воздухе, определять плотность потока радона с поверхности почвы.

Измерительный блок ЭРОА комплекса предназначен для измерения ЭРОА радона и торона в воздухе, а измерительный блок ОА для измерений ОА радона и регистрации распадов торона в пробах воздуха.

Автономная воздухоудвка со встроенным таймером предназначена для предварительного отбора проб воздуха с поверхности почвы, барботажа проб воды, а также для перекачки проб воздуха с радоном в пробоотборные устройства.

Комплекс может применяться для санитарно-гигиенического обследования помещений и использоваться для работы в полевых условиях, если они соответствуют эксплуатационным параметрам.

1.2. Технические характеристики блока измерения ЭРОА радона и торона в воздухе

1.2.1. Диапазон измерения ЭРОА радона, Бк/м³ от 1 до 1,0·10⁶.

1.2.2. Диапазон измерения ЭРОА торона, Бк/м³ от 0.5 до 1,0·10⁴.

1.2.3. Предел допускаемой основной относительной погрешности, %...± 30

1.2.4. Чувствительность регистрации альфа-излучения от рабочих эталонов 2-го разряда типа ИР9, Бк/с, не менее0,4.

1.2.5. Уровень собственного фона, 1/с, не более.....0,002.

1.2.6. Объемный расход воздуха через фильтр, л/мин 10,0 ± 0,5.

1.2.7. В качестве фильтра используется аналитический аэрозольный фильтр типа АФА-РСР-3, ТУ 95 1892-89.

1.3. Технические характеристики блока измерения ОА радона в различных средах

1.3.1. Диапазон измерения ОА радона-222, Бк·м⁻³, от 1 до 2,0·10⁶.

1.3.2. Диапазон измерения ^{216}Po (ThA), имп./сек. от 1·10⁻³ до 1·10².

1.3.3. Предел допускаемой основной относительной погрешности в пробах воздуха, %:..... ±20;

1.3.4. Уровень собственного фона блока измерения ОА, Бк·м⁻³, не более....0,3.

1.3.5. Диапазон измерения ОА радона-222 в пробах воды, Бк*л⁻³от 6 до 800

1.3.6. Предел допускаемой относительной погрешности при измерениях ОА радона-222 в воде, %,..... ±30%

1.3.7. Диапазон измерения ОА радона-222 в пробах почвенного воздуха, Бк·м⁻³,...от 10³ до 10⁶

1.3.8. Предел допускаемой относительной погрешности при измерениях ОА радона-222 в почвенном воздухе, не более, % ±30%

1.3.9. Диапазон измерения величины плотности потока радона с поверхности грунта, мБк/с*м² от 20 до 10³

1.3.10. Предел допускаемой относительной погрешности при измерениях величины плотности потока радона-222 с поверхности грунта, не более, %.....±30%

1.3.11. Диапазон измерения ОА радона-222 в воздухе с предварительным отбором проб в пробоотборники, Бк·м⁻³ от 20 до 10⁷

1.3.12. Предел допускаемой относительной погрешности при измерениях ОА радона-222 с предварительным отбором проб воздуха в пробоотборники, не более, %.....±30%

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	1	Запасной аэрозольный фильтр для очистки воздуха (БИ ОА)
	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.

БВЕК 590001.00ПО	ПО для измерения и вычисления ЭРОА и ОА радона и торона		Комплектация для измерений ЭРОА и ОА Модификация «АР»
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! Образцовые спектрометрические источники альфа-излучения в комплект поставки комплекса не входят и, при необходимости, приобретаются потребителем самостоятельно.

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^{+22}_{-33} В, 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 $80 \div 100$ °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 $60 \div 75$ Вт, составляет менее 0,5 часа.

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

ВНИМАНИЕ! Не следует нагревать гранулы осушителя и корпус фильтра до температур выше 100°C, 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 45см³, заполнен поглотителем влаги, индикаторным гранулированным силикагелем.

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 упаковки 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.

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

БВЕК 590000.001 РЭ

Лист

8

1.9.6. Расстановка и крепление в транспортных средствах ящика с комплексом должны обеспечивать его устойчивое положение, исключающее 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.

1.9.7. 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 измерительной камере, приводящего к выходу полупроводникового детектора (ППД) из строя или к потере его чувствительности.

1.10. Эксплуатационные ограничения.

1.10.1. Запрещается открывать крышку сетевого блока питания, заднюю панель блока управления с включенной в сеть 220В вилкой блока питания.

1.10.2. Не включать блок измерения ОА при снятых фланцах измерительной камеры.

ПОМНИТЕ! При верхнем положении тумблера ПИТАНИЕ, даже при отключенной от сети переменного тока вилке, в блоках измерения и управления может присутствовать высокое напряжение.

1.10.3. Запрещается осуществлять перемещение блока измерения ЭРОА при выдвинутом из корпуса блока фильтродержателе.

1.10.4. При испытании прибора с помощью образцовых радионуклидных источников альфа-излучения необходимо руководствоваться требованиями "Норм радиационной безопасности (НРБ-99/2009)", "Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)".

1.10.5. Запрещается прикасаться к чувствительной поверхности ППД и проводить промывку каким-либо раствором во избежание повреждения детектора.

1.10.6. Запрещается пользоваться комплексом «Альфарад плюс», автономной воздушной в местах с наличием взрывоопасных паров и газов.

2. Устройство и работа комплекса

Комплекс выполнен в виде портативных блоков измерения и управления, размещенных в одном корпусе. В отдельном корпусе размещена автономная воздушная вдувка с таймером. Все блоки имеют автономное и сетевое питание и вместе с принадлежностями размещаются в специальной носимой сумке. Функциональная схема комплекса «Альфарад плюс» представлена на рис.1.

2.1. Блок измерения ЭРОА.

Измерение ЭРОА радона и торона основано на осаждении дисперсной фазы радиоактивных аэрозолей из контролируемого воздуха на аэрозольный фильтр с последующим измерением количества ДПР радона и торона на фильтре по числу зарегистрированных альфа частиц распада RaA, RaC' и ThC'. Ядерно-физические характеристики ДПР радона и торона приведены в таблице 2.

Блок измерения ЭРОА содержит устройство отбора проб с кареткой, на которой расположены фильтродержатель с электроприводом. Плата ППД и предусилителя (ПУ) собраны на отдельном шасси и закрыты общим металлическим кожухом (рис. 2). Фильтродержатель обеспечивает фиксацию и герметизацию фильтра АФА-РСП-3 и может перемещаться вместе с кареткой по направляющим с позиции отбора пробы на позицию измерения и обратно с помощью электропривода. Положение каретки контролируется двумя концевыми датчиками, которые установлены на плате. Фильтродержатель соединен гибким шлангом с воздушной вдувкой, объемный расход воздуха, которой регулируется с помощью специального датчика.

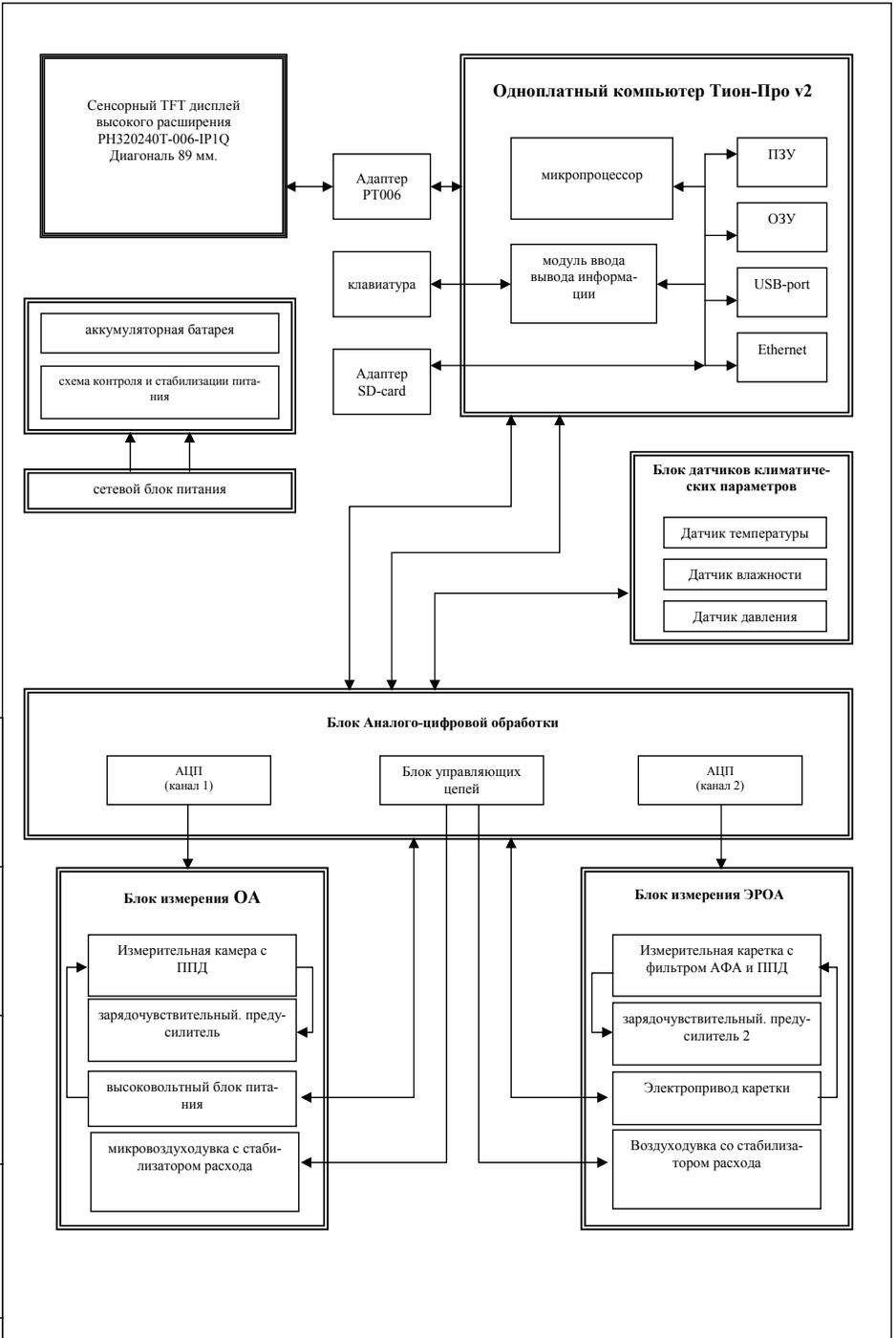


Рис.1. Функциональная схема комплекса «Альфарад плюс».

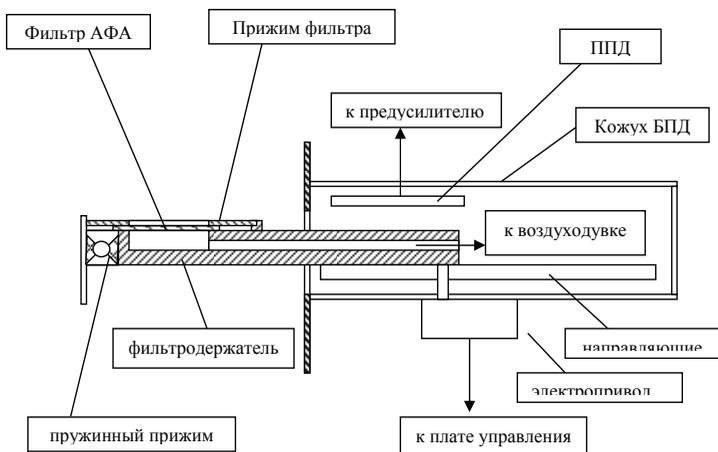


Рисунок 2. Устройство отбора проб блока измерения ЭРОА

Таблица 2.

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

Нуклид	Энергия, МэВ (интенсивность, %)	Период полураспада
^{222}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 раздельно 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 эк-

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

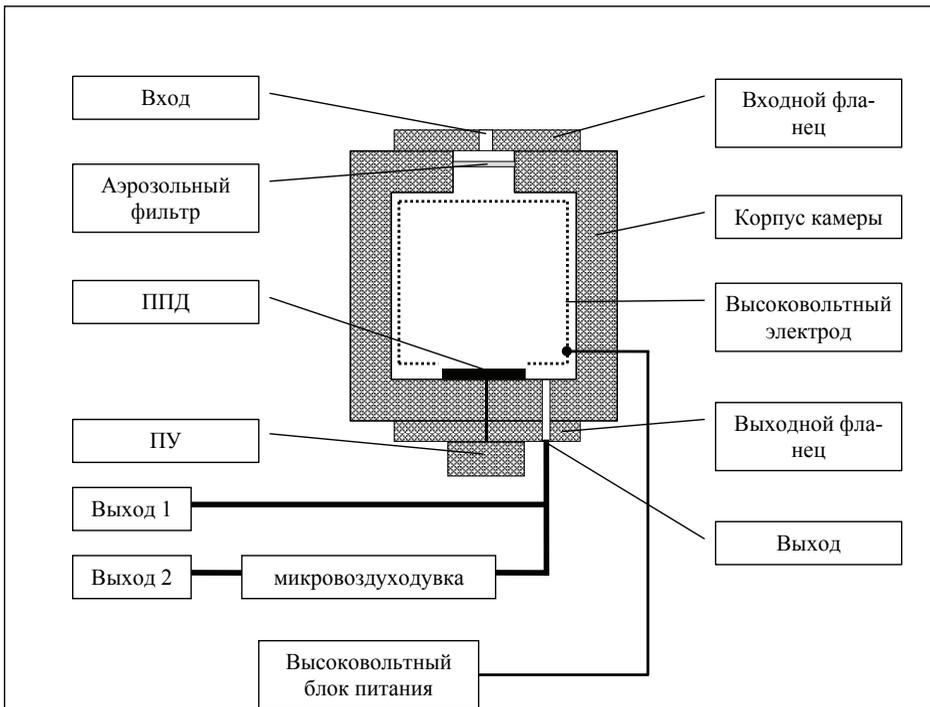


Рисунок 3. Измерительная камера блока измерения ОА.

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 воздуходувками, одноплатный компьютер, плата амплитудо-цифрового преобразователя (АЦП), платы управления электроприводом фильтродержателя и воздуходувками, плата питания и аккумуляторы. Соединения всех плат осуществляется плоскими многожильными кабелями.

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.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата



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

1 – жидкокристаллический дисплей;
 2 – лицевая панель блока управления
 с клавиатурой;
 3 – разъем USB, USB-порт;
 4 – ножки для фиксации положения
 прибора при работе;

5 – ручка для переноса прибора
 6 – панель выдвижного
 фильтродержателя;
 7 – фильтродержатель камеры ОА;
 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.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

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

- 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 выдвигного 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 закрыт 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

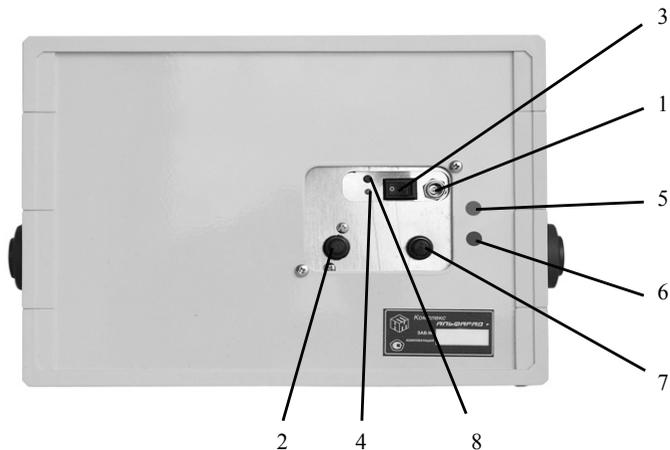


Рисунок 5. Вид задней панели БУ(модификация «Альфарад плюс АР»).

- 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 микровоздуходувки (БИ ОА);
- 6 – резистор регулировки расхода воздуходувки (БИ ЭРОА);
- 7 – «Выход 2» - выход микровоздуходувки (БИ ОА);
- 8 – кнопка электронного включения.

2.4. Автономная воздуходувка с таймером.

2.4.2. Внешний вид автономной воздуходувки с набором пробоотборных устройств представлен на рис.6. Автономная воздуходувка 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.

2.4.3. Предусмотрены следующие режимы работы таймера:

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

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

2.4.5. Для зарядки аккумуляторов вставить штекер адаптера в разъем, а сам адаптер подсоединить к сети 220 В. Индикаторный светодиод 7 (рис.7а) сигнализирует о процессе за-

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

рядки аккумуляторов. В режиме зарядки аккумуляторов воздуходувка работает от адаптера питания. При разряде срабатывает индикаторный светодиод 8, указывающий на разряд аккумуляторной батареи.

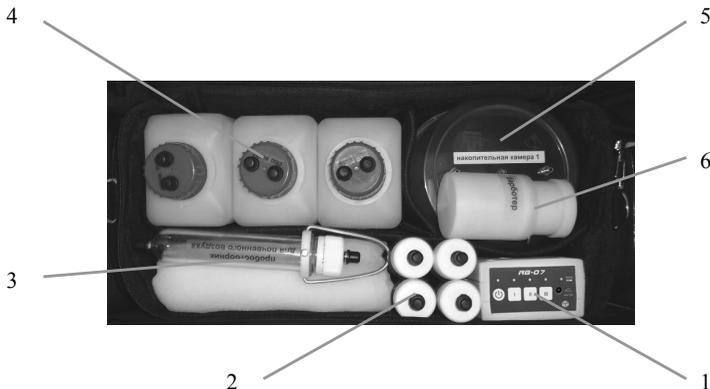


Рисунок 6. Автономная воздуходувка АВ-07с пробоотборниками.

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

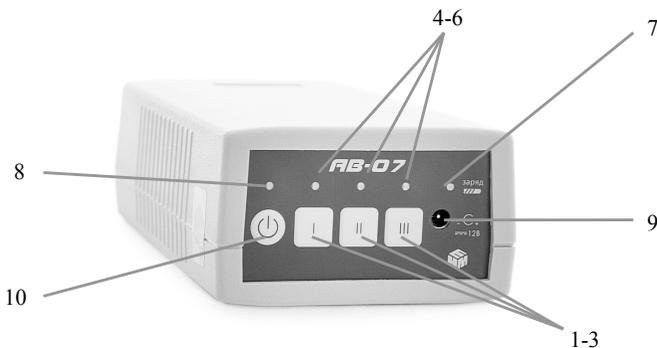


Рисунок 7а. Панель управления автономной воздуходувкой АВ-07

- 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;

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата



Рисунок 76. 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)

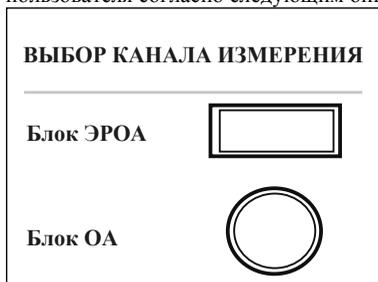
Прибор автоматически переходит в режим работы от блока питания. В случае разряда аккумуляторной батареи, автоматически включается подзарядка – на блоке питания гаснет зеленый и загорается красный светодиод. Максимальное время зарядки не более 2,5 ч. По истечении этого времени БУ автоматически отключает 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:

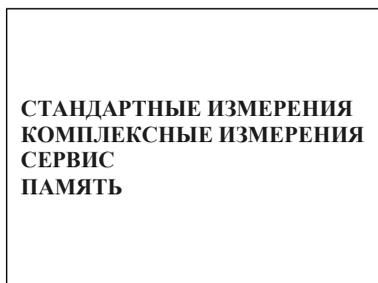


Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

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

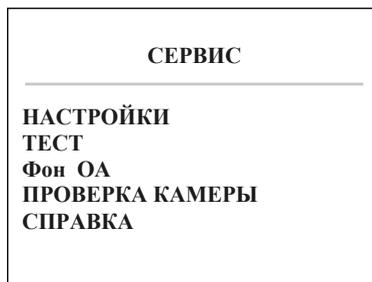
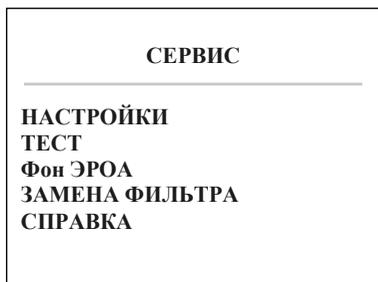
3.3. Работа БУ комплекса.

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:



Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

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

НАСТРОЙКИ	
<hr/>	
Дата / Время	
Режим запуска	
Версия ПО	

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

Дата / Время	
<hr/>	
27.09.2010	15:55:57
<hr/>	

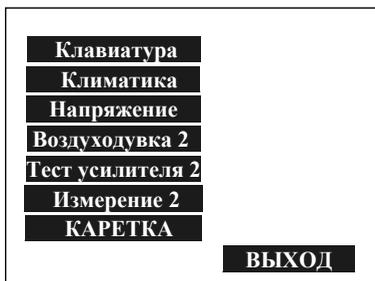
Изменение даты и текущего времени осуществляется с помощью кнопок ◀▶ и ▲▼, а установка новых значений - кнопкой «Ввод».

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.

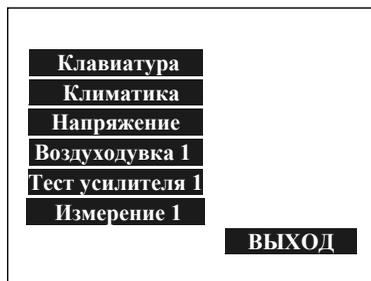
в) «Версия ПО». После выхода в данный пункт на экране последовательно отображается информация о версии программного обеспечения прибора, тестировании и проверке идентификационных данных программного обеспечения (ПО): отображаются номер версии ПО, таблица программных модулей и их контрольные суммы. В 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.

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

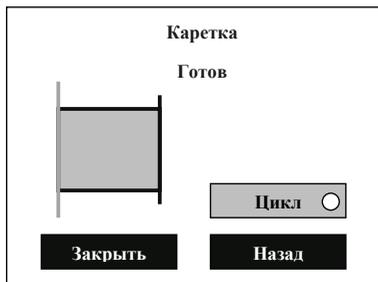


Если среднее значение амплитуды тестовых импульсов укладывается в интервал (190÷210), отмеченный на спектре пунктирными линиями, на экране появляется сообщение «выполнено» и калибровка соответствует рабочему режиму тракта. Если среднее значение амплитуды тестовых импульсов не укладывается в интервал,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

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

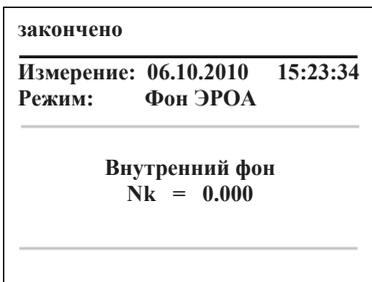
жения каретки. Вынос каретки за габарит передней панели прибора не превышает 50 мм. НЕОБХОДИМО ОСВОБОДИТЬ ОТ ПОМЕХ ЗОНУ ДЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ КАРЕТКИ НА ПОЗИЦИЮ ОТБОРА ПРОБЫ.

3.3.1.2.8. Тест N_v – 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}Po (RaA) на детекторе. Длительность измерения составляет 20мин, 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 воздуходувка, которая прокачивает воздух через измерительную и климатическую камеру в течение 30 секунд, а через 30с результаты измерения температуры и влажности воздуха выводятся на экране:

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

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.

3.3.2. 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.

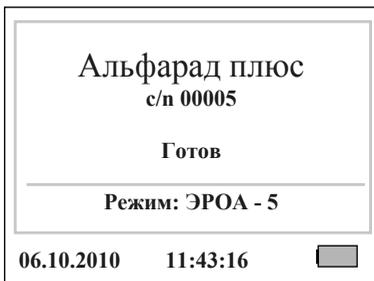
3.3.2.1.1. Режим «Стандартные измерения». После выбора пункта меню «СТАНДАРТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ» кнопками ▲ ▼ и «ВВОД» на дисплее появляется список стандартных измерений:

СТАНДАРТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

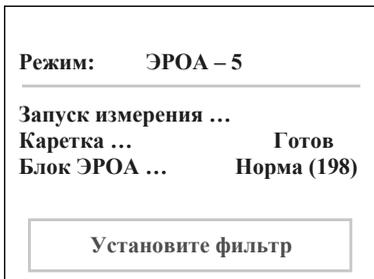
ЭРОА – 2
 ЭРОА – 5
 ЭРОА – 10

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 секунд), измерение фильтра (120 секунд), расчет ОА ДПР и ДПТ, ЭРОА радона, торона, коэффициента воздухообмена K_v и коэффициента равновесия F_d между ДПР. Суммарная продолжительность режима составляет 5 минут 10 секунд.

При входе в режим после нажатия кнопки «ВВОД» на мониторе появляется надпись:



При повторном нажатии кнопки «ВВОД» фильтродержатель перемещается на позицию отбора пробы и следует сообщение:



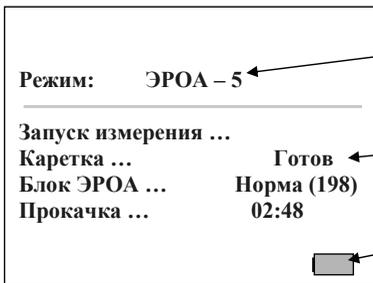
Далее необходимо установить в фильтродержатель чистый фильтр АФА-РСР-3 в следующей последовательности:

- освободить прижим фильтра, повернув переднюю панель выдвигного фильтродержателя 6 (рис.4а);
- извлечь фильтр из охранного кольца и поместить его в фильтродержатель ворсистой стороной вверх;
- опустить прижим на фильтр и прижать его до упора.

ВНИМАНИЕ! Настоятельно рекомендуется прижимать фильтр, поддерживая фильтродержатель снизу, чтобы не оказывать чрезмерной нагрузки на механизм перемещения фильтродержателя.

Все последующие этапы режима выполняются автоматически после нажатия кнопки «ВВОД». На мониторе последовательно появляются сообщения о выполняемых этапах. На этапе отбора пробы:

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

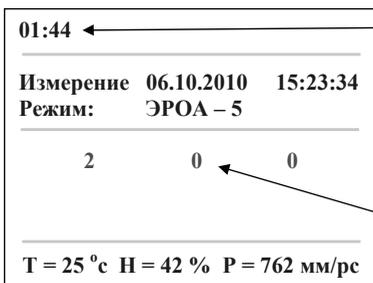


← Название режима работы

← Результаты тестов режима

← Индикатор заряда батареи

На этапе измерения:

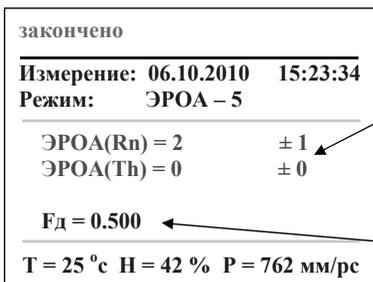


← длительность измерения пробы

← 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)

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

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:

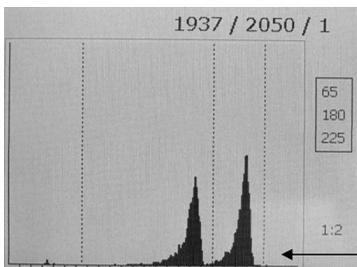
закончено	
Измерение: 06.10.2010 15:23:34	
Режим: СПЕКТР – 5	
N1 = 2	Ca = 0.269
N2 = 0	Cc = 0.000
Kγ = 0.00	Cb = 0.134
N3 = 0	
T = 25 °c H = 42 % P = 762 мм/pc	

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

Объемная активность
RaA, RaC', RaB'

коэффициент воздухо-
обмена.
(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, соответствующих 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:

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Режим: Ручной

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

Времена прокачки (отбора пробы), выдержки и измерения устанавливаются с помощью кнопок ▲▼ и ◀▶. Допускаются нулевые продолжительности этапов. После ввода временных параметров всех этапов и запуска кнопкой «ПУСК» на экран выводится:

Режим: Ручной

Запуск измерения ...
Каретка ... Готов
Трек ЭРОА ... Норма (198)

Установите фильтр

Отбор пробы начинается после нажатия кнопки «ПУСК». Результаты замера выводятся в обычном формате на основной и на два альтернативных экрана: на первом экране отображается количество импульсов соответствующих RaA, RaC', ThC'; на втором экране - характеристики режима; на третьем экране - спектр распределения альфа-частиц по энергиям.

3.3.2.1.2.2. «Торон ЭРОА»

Данный режим необходим для более точного измерения ЭРОА торона.

Используются следующие продолжительности этапов: отбор пробы на фильтр – 10 минут, выдержка до начала измерения – 5÷14 часов, время измерения фильтра – 30 минут. Возможна выдержка фильтра с отобранной пробой аэрозолей вне фильтродержателя с последующей его установкой для измерений.

3.3.2.2. Блок измерения ОА.

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

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

СТАНДАРТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

ОА 60
 ОА 20
 ОА 20 ПРОГНОЗ
 ОА 20 без воздуходувки
 ОА 60 без воздуходувки
 Интегральный
 Интегральный 2
 Торон ОА

3.3.2.2.1.1. Режим 1- «ОА 60». В этом режиме осуществляется отбор пробы воздуха с помощью встроенной воздуходувки в течение 3-х минут, измерение ОА радона в течение 60 минут, обработка полученных результатов и вывод их на экран. Текущее значение ОА радона вычисляется спустя 20 мин. после начала измерения, с последующим уточнением через каждые пять минут.

На экране появляется следующее сообщение:

01:44 ←
Измерение: 06.10.2010 15:23:34
Режим: ОА 60
20 ± 4 Бк/м ³
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 ³
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.

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

усредненное значение ОА

01:01:44 ←		
Измерение: 06.10.2010 15:53:34		
Режим: Интегральный		
Q_i	=	150 ±30 Бк/м ³
$Q_{инт}$	=	112 ±24 Бк/м ³
T = 25 °C H = 42 % P = 762 мм/рс		

время усреднения (измерения) минуты : секунды

последнее измеренное значение ОА района за 1 минуту

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/м³)), 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 воздухоудвка. После запуска режима кнопкой «ВВОД» с интервалом 2 час. на экран выводятся данные, которые содержат значения ОА радона, полученные в соответствующем интервале измерений, а также среднее значение ОА за весь предыдущий период измерений:

усредненное значение ОА

01:01:44 ←		
Измерение: 06.10.2010 15:53:34		
Режим: Интегральный 2		
Q_i	=	150 ±30 Бк/м ³
$Q_{инт}$	=	112 ±24 Бк/м ³
T = 25 °C H = 42 % P = 762 мм/рс		

время усреднения (измерения) минуты : секунды

значение ОА радона за последние 2 часа

3.3.2.2.1.8. Режим 8 – «Торон ОА». Режим предназначен для оценки ОА торона в воздухе помещения. После запуска режима, начинаются, одновременно, прокачка и измерение воздуха в камере блока измерения ОА.

3.3.2.2.2. После выбора пункта меню «Комплексные измерения» кнопками ▲ ▼ и ВВОД, на мониторе идет индикация списка режимов комплексных измерений:

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

КОМПЛЕКСНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

**ЦИКЛИЧЕСКИЙ ОТБОР ПРОБ
ОА с ручными настройками
Радон в воздухе
Радон в воде
Радон в почве
ППР**

В «Комплексные измерения» входят режимы работы блока измерения ОА, которые позволяют проводить непрерывный мониторинг содержания радона в воздухе с периодическим отбором проб, использовать различные пробоотборники для измерения ОА радона в различных средах (воздух, вода, почвенный воздух, ППР), проводить оценки содержания торона в пробах.

3.3.2.2.2.1. Режим «Циклический отбор проб воздуха» используется для непрерывного мониторинга ОА радона в воздухе. Режим включает в себя режимы стандартных измерений, но позволяет осуществлять циклическое включение.

После выбора режима кнопками ▲ ▼ и ВВОД, на экране появляются надпись: «Изменить параметры ? ». В случае выбора «НЕТ» измерения проводятся согласно с ранее установленными настройками. Если выбрать «ДА», то согласно параметрам, предложенным на экране, необходимо указать настройки режима:

Циклический отбор проб

Параметры измерения 1

Режим измерения:	Пауза:
ОА 20	00 : 00 : 10
ОА 20 б/в	
ОА 60 б/в	

Выполнить: 1 раз

продолжить... конец цикла

Пользователь выбирает необходимую комбинацию используемых режимов, временных пауз. В следующем окне выбирается количество повторов выбранной комбинации. Выбор вариантов осуществляется кнопками ▲ ▼ и ◀▶, и ВВОД. После автоматического сохранения полученных данных блок измерения ОА работает согласно выбранной программе. В интервалах между измерениями автоматически отключаются все ресурсы по питанию. При этом снижается потребление от аккумуляторов. Далее цикл повторяется до тех пор, пока не будет исчерпано выбранное количество измерений, либо процесс измерений будет остановлен кнопкой СБРОС.

3.3.2.2.2.2. Режим «ОА с ручными настройками». Режим предназначен для калибровочных и не стандартных измерений, а также для оценки содержания торона в пробах.

3.3.2.2.2.3. Режим «Радон в воде» предназначен для измерения ОА радона в пробах воды с помощью специальных пробоотборных устройств. Процедура отбора и измерения проб представлена в Приложении 1.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Таблица 3. Значения коэффициента K_t , в зависимости от времени выдержки.

Т, ча- сы	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
K_t	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 мин¹. 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 сохраняются 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/м³; при 60мин - 40Бк/м³; при 120мин - 20Бк/м³. Интегральный режим измерений целесообразно применять для длительного измерения (более 6 часов) пробы радона, в которой ОА радона не превышает 10 Бк/м³.

5. Техническое обслуживание.

5.1. Техническое обслуживание комплекса проводится лицами специально обученными:

- а) приемам работы с радиометрической аппаратурой;
- б) приемам работы с источниками ионизирующих излучений.

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.

¹ - 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).

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;
- е) исправность фильтродержателя
- ж) состояние реагента в патроне-осушителе.

5.5.3. Проверка технического состояния проводится по мере необходимости, но не реже одного раза в год, после окончания гарантийного срока эксплуатации.

Проверке подлежат:

- а) измерительный блок ЭРОА - уровень собственного фона;
- б) измерительный блок ОА - герметичность измерительной камеры и уровень собственного фона.

6. Возможные неисправности и способы их устранения.

6.1. Наиболее вероятные неисправности комплекса и способы их устранения приведены в таблице 4.

Таблица 4.

Наиболее вероятные неисправности комплекса и способы их устранения

Наименование неисправности	Вероятная причина	Способ устранения
1. При включении БУ в сеть от блока питания не загорается световой индикатор на задней панели блока управления	а) обрыв в шнуре сетевого блока питания; б) не работает сетевой блок питания.	а) проверить наличие напряжения 220 В в розетке; б) заменить шнур сетевого блока. в) заменить сетевой блок питания.
2. При включении БУ от автономного питания индикатор сигнализирует о разряде аккумуляторов или не отображает информацию	а) аккумуляторы разряжены в) аккумуляторы вышли из строя	б) зарядить аккумуляторы; в) заменить аккумуляторы

6.2. В случае неисправностей, не предусмотренных в таблице 4, обращаться в отдел обслуживания поставщика комплекса.

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

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:

- подготовку 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;

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

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:

№	1	2	3	4	5
$Q_0, \text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$					

Остаточная активность, $Q_0, \text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$,

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

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

ОА, $Q, \text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$,

8. ОА в пробе, $Q_{\text{П}} = \dots \pm \dots \text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$

9. ОА в воде, $Q_{\text{В}} = \dots \pm \dots \text{Бк}\cdot\text{л}^{-1}$

Измерения выполнены Комплексом «Альфарад плюс», зав.№

Свидетельство о поверке №.....

Измерения выполнили: _____ / Ф.И.О. / _____ / _____ Ф.И.О.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Приложение 2. Измерение плотности потока радона-222 с поверхности грунта.

1. Метод измерения.

Измерение плотности потока радона-222 (ППР) с поверхности грунта основано на определении количества радона-222, накопленного в пробоотборнике или в измерительной камере за счет поступления с поверхности грунта известной площади.

2. Подготовка к выполнению измерений

При подготовке к выполнению измерений проводят следующие работы:

- подготовку автономной воздуходувки;
- выбор и подготовку участков для измерений ППР.

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

2.2. Выбор и подготовка участков для измерения ППР.

2.2.1. Выбор расположения и количества контрольных точек для проведения измерений ППР в пределах обследуемого участка местности регламентируется нормативными документами в строительстве, действующими на данной территории.

2.2.2. Вокруг контрольной точки проводится подготовка горизонтального участка размером не менее $0,2 \times 0,2 \text{ м}^2$ для проведения измерений. Подготовка заключается в зачистке от снега, мусора, растительности и крупных камней, рыхления на глубину $3 \div 5 \text{ см}$ и выравнивания поверхности участка.

2.2.3. Начинать измерение следует не раньше, чем через 20 минут после подготовки участка.

2.2.4. При отборе проб соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха от минус 2°C до $+50^\circ\text{C}$;
- относительная влажность до 100% при $+25^\circ\text{C}$.

Не допускается проведение отбора проб с поверхности мерзлого или залитого водой грунта.

3. Порядок выполнения измерений.

Предусмотрено два способа выполнения измерений ППР:

- отбор проб радона в пробоотборники в полевых условиях с последующим измерением ОА радона в пробах с помощью блока измерения ОА на месте отбора проб или в стационарных условиях;

- отбор проб радона непосредственно в камеру блока измерения ОА в полевых условиях и измерением на месте отбора проб.

Первый способ предназначен для экспрессных измерений ППР и рекомендуется для начального обследования участка.

Второй способ рекомендуется для повторного измерения ППР в контрольных точках, для которых по результатам начального обследования получены значения ППР, превышающие регламентированную величину $80 \text{ МБк}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$.

3.1. Порядок выполнения измерений ППР способом 1.

3.1.1. Из принадлежностей, входящих в комплект, собрать схему в соответствии с рис. 2.1. Для этого соединить штуцер накопительной камеры со штуцером "ВЫХОД" автономной воздуходувки, штуцер "ВЫХОД" с одним из штуцеров воздушного пробоотборника (рис.2.5.). Другой штуцер пробоотборника соединить со свободным штуцером накопительной камеры (рис. 2.4.). Соединения выполнить трубками соединительными из состава комплекта.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

3.1.2. Включить автономную воздухоудку на 5 минут, для чего нажать кнопку «РЕЖИМ 2» и НЕ ПОЗДНЕЕ 15 секунд после запуска воздухоудки установить накопительную камеру на очередной подготовленный участок грунта, вдавив нижнюю кромку накопительной камеры в грунт до ограничителя.

3.1.3. После автоматического выключения автономной воздухоудки герметизировать пробоотборник с отобранной пробой резиновыми заглушками из комплекта. Время окончания отбора пробы (t_1) и номер пробоотборника, занести в протокол измерений, форма которого приведена ниже.

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

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 прокатать 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 воздухоудки;
- штуцер "ВЫХОД" автономной воздухоудки 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 воздухоудку, для чего нажать кнопку «РЕЖИМ 2». Время работы воздухоудки 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:

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

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

где: Q – измеренное значение ОА, Бк·м⁻³;

V₂ - объем измерительной камеры, V₂=0,94 л;

V₁ - объем пробы в пробоотборнике, V₁=1,05 л;

t - время, прошедшее от окончания отбора пробы до начала измерений, мин, t=t₂-t₁;

λ_{Rn} - постоянная распада ²²²Rn, λ=1,26·10⁻⁴ мин⁻¹.

V₃ - свободный объем накопительной камеры и соединительных трубок, V₃=0.563

л,

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

S - площадь сбора радона с поверхности грунта накопительной камерой, S=0.0163 м².

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 Q₀, 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.

3.2.2. Измерение ППР.

3.2.2.1. 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.

3.2.2.2. 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.

						Лист
	Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	
БВЕК 590000.001 РЭ						

ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА ^{222}Rn
 В КОНТРОЛЬНОЙ ТОЧКЕ

1. Место отбора пробы.....
2. Номер контрольной точки.....
2. Дата отбора пробы:.....
3. Номер пробоотборника:.....
4. Время окончания отбора, t_1 :
5. Время начала измерений, t_2 :
6. Площадь накопительной камеры:.....($S=0.0163 \text{ м}^2$)
7. Измерение остаточной активности.

№	1	2	3	4	5
$Q_0, \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$					

Остаточная активность $Q_0, \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$,

8. Измерение объемной активности $^{222}\text{Rn}, Q, \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$,.....

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

ОА $^{222}\text{Rn}, Q, \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$,

9. Плотность потока ^{222}Rn в контрольной точке, ППР=..... \pm

Измерения выполнены Комплексом «Альфарад плюс», зав.№

Свидетельство о поверке №.....

Измерения выполнили: _____ / Ф.И.О. /
 _____ / Ф.И.О. /

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Форма представления результатов измерений

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА РАДОНА НА УЧАСТКЕ

№ контрольной точки	ППР, мБк/с·м ²	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

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 °С до +50 °С;
- относительная влажность до 100% при +25 °С

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:

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Форма ведения протокола измерений.

ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ
²²²Rn 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

№	1	2	3	4	5
$Q_0, \text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$					

Остаточная активность, $Q_0, \text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$,

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

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

ОА ²²²Rn, $Q, \text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$,

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

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

Свидетельство о поверке №.....

Измерения выполнили : _____ / Ф.И.О. /
_____ / Ф.И.О. /

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

Форма ведения протокола измерений.

ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ ^{222}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

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

Остаточная активность, $Q_0, \text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$,

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

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

ОА $^{222}\text{Rn}, Q, \text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$,

8. ОА радона в пробе, $Q_{\text{п}} = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots \text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$
9. ОА радона в почвенном воздухе, $Q_{\text{воз}} = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots \text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$

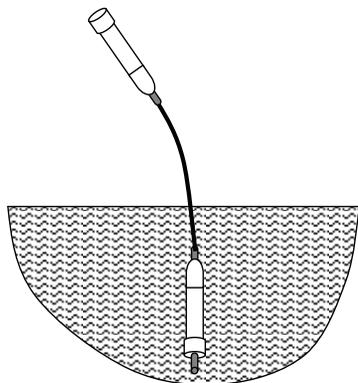
Измерения выполнены Комплексом «Альфарад плюс», зав.№

Свидетельство о поверке №.....

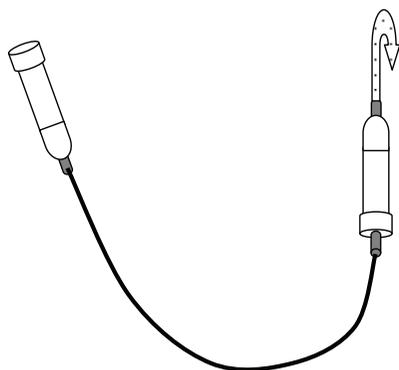
Измерения выполнили : _____ / Ф.И.О. /
_____ / Ф.И.О. /

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

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.

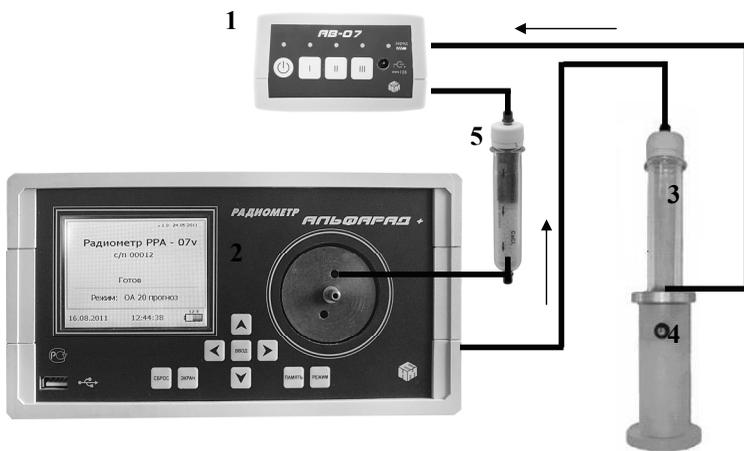


Рисунок 1.2. Схема измерения пробы.

- 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.

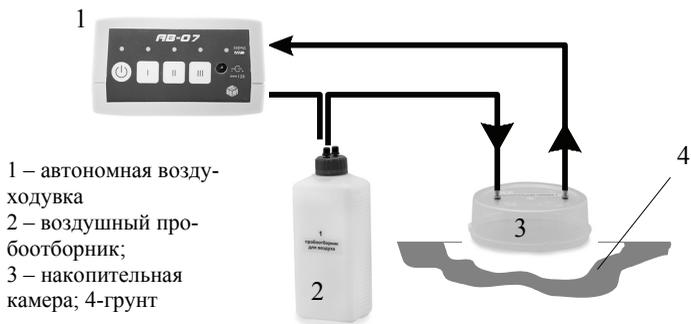


Рисунок 2.1 Схема 1 отбора пробы воздуха для определения ППР.

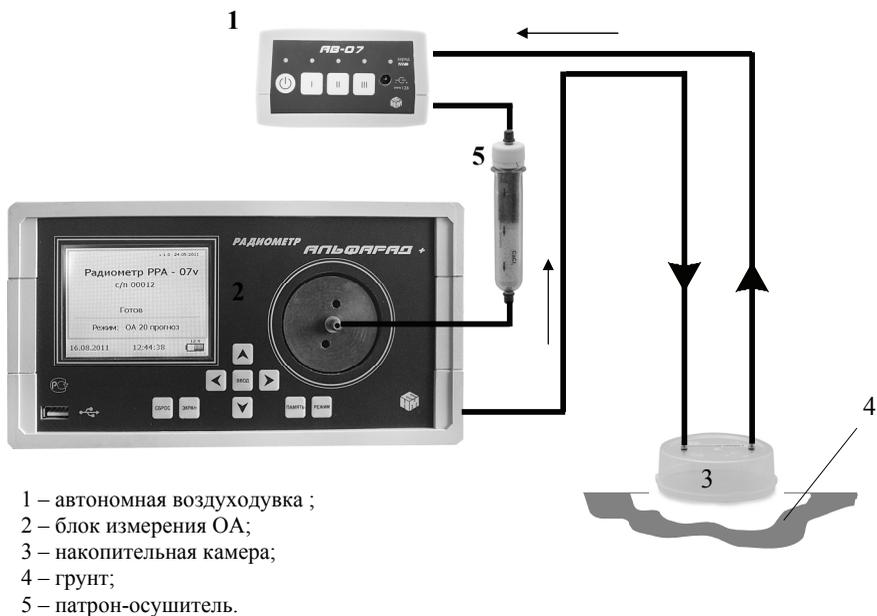


Рисунок 2.2. Схема 2 отбора пробы воздуха для определения ППР.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Приложение 2.

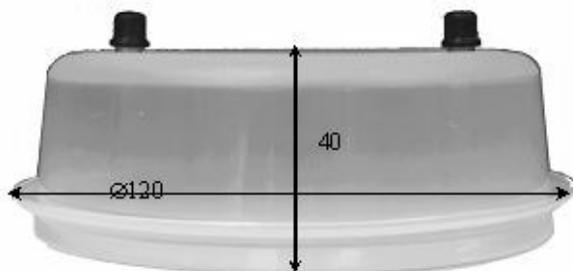


Рисунок 2.4. Накопительная камера.

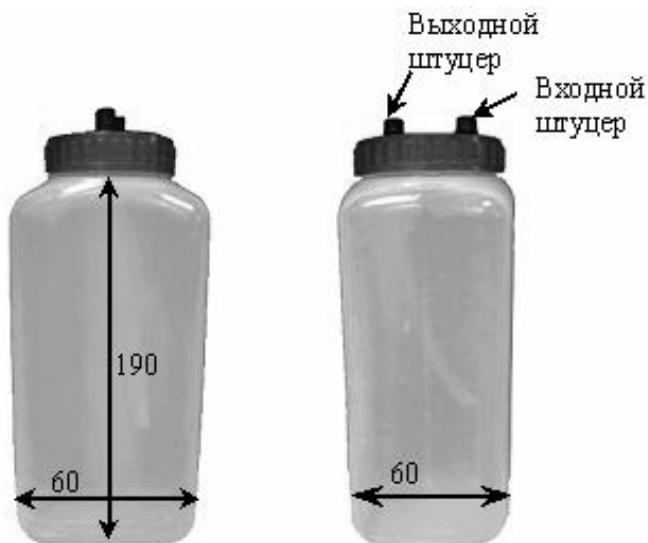


Рисунок 2.5. Пробоотборник воздушный.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Приложение 3.

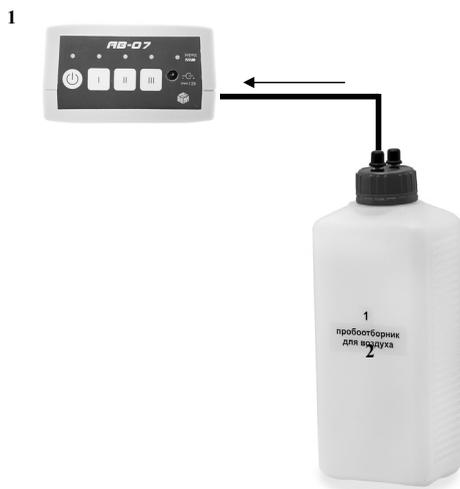


Рисунок 3.1. Схема отбора воздушной пробы.

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

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Приложение 4.

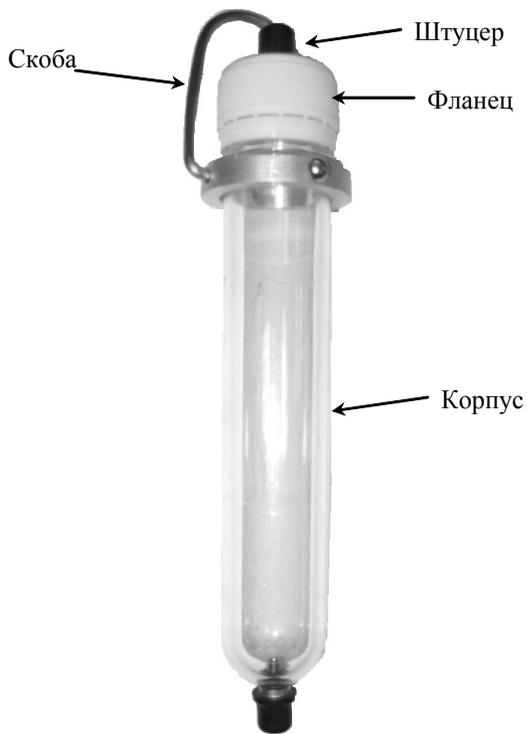


Рисунок 4.1. Пробоотборник почвенного воздуха.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

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

Методика поверки
(МП 49013-12)

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИСИ ФГУП «ВНИИФТРИ»

_____ М.В.Балаханов
«__» _____ 2011

Москва 2011

									Лист
									60
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	5.4.6.	+	+
Блок автономной воздухоудовки			
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

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 ^{239}Pu типа 1П9 с номинальным значением активности 100 Бк.

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

$$\varepsilon = (\sum_1^m N_i) / (\sum_1^m t_i) / A ; \quad (2);$$

Где А- внешнее излучение источника.

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

5.3.5. Определение нелинейности градуировочной характеристики.

Провести измерения по п. 5.3.3. с рабочими эталонами 2-го разряда с радионуклидом ^{239}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:

$$\varepsilon = \frac{1}{m} \sum \varepsilon_i ; \quad (3);$$

где:

ε – среднее значение чувствительности ;

ε_i – значения чувствительности при измерении источника данной активности;

m – число использованных источников .

Коэффициент нелинейности градуировочной характеристики η 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 $\pm 15\%$.

5.3.6. 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.

5.3.6.1.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.

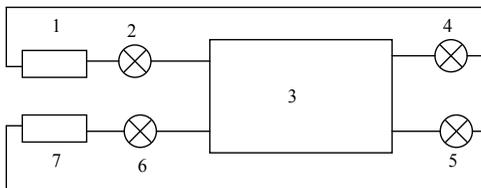


Рисунок 1.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

5.3.6.2. 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).

5.4.3.3. Повторить п. 5.4.2.2. 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; Бк·м⁻³.

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

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

где: \bar{A} - среднее значение, полученное при измерениях ЭРОА поверяемым блоком; Бк·м⁻³.

A_i – результат i - го измерения ЭРОА радона-222 поверяемым блоком, Бк·м⁻³;

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

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

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

$$|\bar{A}_{Э} - \bar{A}| + U_P^{ЭРОА} \leq \bar{A} \delta_{II}^{ЭРОА}; \quad (7);$$

где: $\delta_{II}^{ЭРОА}$ – относительная погрешность поверяемого блока измерения ЭРОА.

В противном случае на блок выдается извещение о непригодности (п.5.5.8.3.).

5.4. Проверка объемного расхода воздуха автономной воздуходувки.

При проверке объёмного расхода воздуха автономной воздуходувки выполнить следующие операции.

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

Включить автономную воздуходувку в режиме 3 согласно РЭ. Отсчёт по шкале ГСБ-400 провести не ранее чем через 10 с после включения воздуходувки. Когда стрелка ГСБ-400 сравняется с любым десятичным делением шкалы включить секундомер и после того как стрелка ГСБ-400 отсчитает объём прокачанного воздуха не менее 2 л выключить секундомер. Провести отсчёт объёма прокачанного воздуха и времени по секундомеру. Вычислить объёмную скорость прокачки w по формуле:

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

где w – объемный расход воздуха, л·мин⁻¹;

V – объем прокаченного воздуха, л;

t – время отсчета, с.

Повторить операцию не менее трёх раз. Полученные значения объёмного расхода воздуха автономной воздухоудвки должны быть в пределах $(1,0 \pm 0,2)$ л·мин⁻¹.

5.5. Блок измерения ОА.

5.5.1. 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.

Включить микронагнетатель. После того, как значение относительной влажности по показаниям датчика влажности составит менее 80%, микронагнетатель выключить.

Выход измерительной камеры должен быть закрыт, а выход встроенной микровоздуховки открыт.

5.5.2. Проверка объёмного расхода воздуха встроенной микровоздуховки проводится аналогично п.5.4. При проверке объёмного расхода воздуха встроенной микровоздуховки выполнить следующие операции. С помощью соединительных трубок и переходных штуцеров соединить вход камеры с выходом ГСБ-400. Включить микровоздуховку согласно РЭ. Проверка объёмного расхода воздуха встроенной микровоздуховки проводится аналогично п.5.4. Полученные значения объёмного расхода воздуха встроенной микровоздуховки должны быть в пределах $(1,0 \pm 0,2)$ л·мин⁻¹.

5.5.3. Определение уровня собственного фона. При проверке уровня собственного фона блока измерения ОА выполнить следующие операции. Для удаления радона-222, находящегося в измерительной камере, прокачать измерительную камеру воздухом, пропущенным через патрон-осушитель, заполненный прокаленным активированным углем марки СКТ-3. Для этого выход измерительной камеры 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. Включить микронагнетатель на время не менее получаса, после чего микронагнетатель выключить.

Провести измерение уровня собственного фона блока измерения ОА. Включить последовательно режимы работы → СЕРВИС → ФОН ОА согласно РЭ и провести не менее десяти измерений уровня собственного фона при времени каждого измерения 20 мин. Вычислить значение уровня собственного фона $Q_{\text{фон}}$ по формуле:

$$Q_{\text{фон}}^{ОА} = \sum_{i=1}^m Q_{i\text{ф}} / m; \quad (9);$$

где: $Q_{i\text{ф}}$ - уровень собственного фона в i -м измерении, Бк·м⁻³;
 m – количество измерений.

Значение уровня собственного фона блока измерения ОА должно быть не более 0,3 Бк·м⁻³.

5.5.4. Определение погрешности измерения объемной активности радона-222 в воздухе

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

5.5.4.1. Погрешность поверяемого блока измерения ОА определить путем сравнения его показаний с показаниями эталонного радиометра.

Собрать схему, приведенную на рис. 2. Поверяемый блок поместить в бокс 1БП2-ОС через шлюз. Запорные краны К1-К4 должны быть закрыты. Кран барботера открыть. Открыть кран К3 и включить насос на откачку бокса 1БП2-ОС. Контролировать давление в боксе 1БП2-ОС с помощью барометра. При достижении перепада давления в боксе 2 мм.рт.ст. отключить насос, закрыть кран К3. Температуру и относительную влажность в боксе 1БП2-ОС при проведении поверки контролировать с помощью цифрового термо-влажгомера.

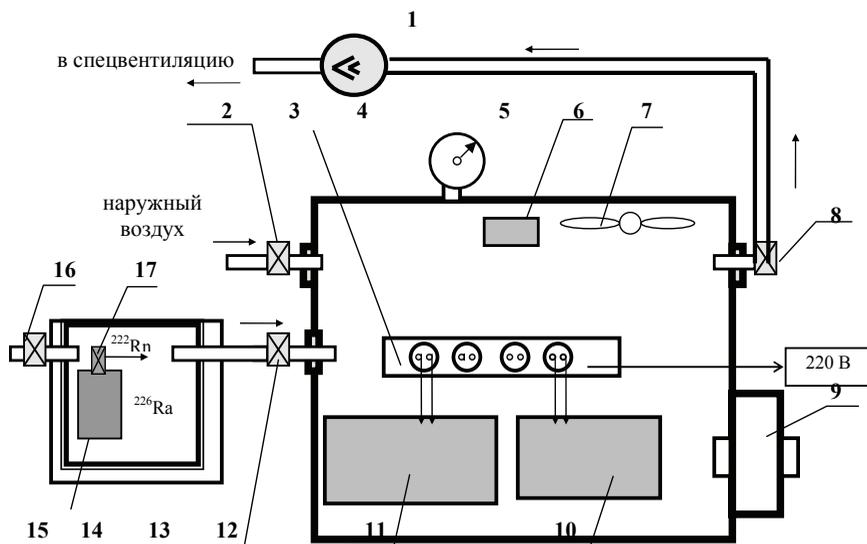


Рис.2. Схема для поверки радиометра.

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 термовлажгомер; | | 15. барботер; |
| 7. вентилятор; | | 16. запорный кран К4; |
| 8. запорный кран К3; | | 17. кран барботера. |
| 9. шлюз; | | |

Стрелками указано направление движения воздуха в системе.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

- 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.

5.5.5.1. 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 (^{218}Po), RaB (^{214}Pb), RaC (^{214}Bi).

Проводя измерения активности пробы на гамма-спектрометре. Для этого пробу помещают на детектор спектрометра, закрывают свинцовой защитой и набирают энергетический спектр измеряемой пробы. Время набора не менее 5000 с. Измерения проводят не менее трех раз, определяют среднее значение площади пиков дочерних продуктов распада радона-222 по энергиям 295,2; 353,9; 609,3; 768,4; 1120 и 1765 кэВ. Для каждой энергетической линии продуктов распада вычисляют активность измеряемой пробы по формуле:

$$A_{\text{пр}} = (N - N_{\text{ф}}) \cdot K_{\text{ГР}}, \quad (13);$$

где: $A_{\text{пр}}$ - активность в пробе, Бк;

N - скорость счета пробы, с^{-1} ;

$N_{\text{ф}}$ - скорость счета фона, с^{-1} ;

$K_{\text{ГР}}$ - градуировочный коэффициент для каждой энергетической линии продуктов распада радона-222, Бк·с.

Объемная активность радона в воде Q , Бк/л, вычисляется по формуле:

$$Q = A_{\text{ср}} / V, \quad (14);$$

где: $A_{\text{ср}}$ – усредненное значение активности радона-222, измеренное по активности дочерних продуктов распада, находящихся в равновесии с радоном-222, Бк;

V – объем измеряемой пробы, л.

5.5.5.2. Отбор проб воды из емкости генератора проводят согласно РЭ (Приложение 1, п.2.2.3.). Для этого используют пробоотборники для воды и принадлежности, входящие в комплект поставки. Воду из бака генератора отбирают через кран для отбора проб воды, установленный в нижней части бака. Водой заполняют весь объем пробоотборника и герметично закрывают с двух сторон резиновыми заглушками. Фиксируют момент времени t_1 , когда произвели отбор пробы воды.

5.5.5.3. Проверку величины остаточной активности радона в камере блока измерения ОА проводят согласно РЭ (Приложение 1, п.3.1.) Величина остаточной ОА радона в измерительной камере не должна превышать 20 Бк·м $^{-3}$.

5.5.5.4. Перевод радона из пробы в измерительную камеру осуществляют по схеме, представленной в РЭ (Приложение 1, п.3.2., рис.1.2.). Схема включает в себя автономную воздуходувку АВ-07, барботер, осушительный патрон, пробоотборник с пробой, которые соединяются между собой гибкими трубками из комплекта и подключаются к камере блока измерения ОА. Включают автономную воздуходувку (РЕЖИМ 2, время прокачки воздуха 5 мин.). В процессе барботирования пробы воды радон переходит в газовую фазу, которая заполняет объем измерительной камеры. После завершения барботирования фиксируют момент времени t_2 .

5.5.5.5. Измерение ОА радона в пробе. Выполнение измерений:

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

5.5.6.1.5. Проверяют качество регенерированного угля по измерению его фона. Для этого уголь из сорбционной колонки СК-13 пересыпают в блок детектирования БДБ-13 и закрывают его крышкой. Измеряют скорость счета импульсов от БДБ-13 с углем. Количество измерений должно быть не менее пяти. Значение результатов измерений фона угля не должно превышать $2,5 \text{ с}^{-1}$.

5.5.6.2. Измерение ППП с поверхности грунта генератора с помощью рабочих средств эталона.

5.5.6.2.1. На генераторе ППП отбирают не менее трех проб с помощью накопительных камер НК-32 с регенерированным углем. Для этого уголь из сорбционной колонки СК-13 через горловину пересыпают в накопительную камеру НК-32. В горловине НК-32 устанавливают защитную колонку с углем со снятыми крышками, исключающую поступление радона в НК-32 из атмосферы. После чего НК-32 встряхивают круговыми движениями для равномерного распределения угля на поверхности сетки и устанавливают НК-32 на поверхность грунта на четыре часа. Фиксируют время начала и окончания отбора проб. По окончании отбора проб снимают НК-32 с поверхности грунта генератора. Снимают защитную колонку и закрывают крышками. Уголь из НК-32 пересыпают в СК-13, закрывают колонку.

5.5.6.2.2. После 3-х часовой выдержки уголь с отобранной пробой радона из СК-13 пересыпают в БДБ-13 и проводят измерения бета-активности ДПР ^{214}Pb и ^{214}Bi , находящихся в радиоактивном равновесии с радоном, сорбированным на угле. Величину ППП определяют по формуле:

$$ППП = \frac{n \cdot \exp(\lambda_{Rn} \cdot t)}{\varepsilon \cdot K \cdot (1 - \exp(-\lambda \cdot t_{\text{эк}}))}; \quad (16);$$

где: n – скорость счета импульсов пробы, с^{-1} ;

t – интервал времени между окончанием отбора пробы и началом измерения активности угля, ч;

ε – чувствительность измерительного канала рабочего эталона к бета излучению ДПР ^{214}Pb и ^{214}Bi , $\text{с}^{-1} \cdot \text{Бк}^{-1}$;

$t_{\text{эк}}$ – продолжительность отбора пробы радона, ч;

K – градуировочный коэффициент для НК-32, $\text{м}^2 \cdot \text{с}$, значение которого для 4-х часовой экспозиции равно $K=1,29$.

5.5.6.3. Измерение ППП с поверхности грунта генератора с помощью накопительной камеры и блока измерения ОА.

5.5.6.3.1. Проверку величины остаточной активности радона в камере блока измерения ОА проводят согласно РЭ (Приложение 2, п.3.2.1.).

Из принадлежностей, входящих в комплект, собирают схему (рис.2.5. Приложения 2), состоящую из автономной воздухоудки АВ-07, накопительной камеры, патрона-осушителя. Соединить штуцер накопительной камеры со штуцером «ВХОД» АВ-07, штуцер «ВЫХОД» через патрон-осушитель с входным штуцером камеры блока измерения ОА. Направление движения воздуха через патрон-осушитель должно соответствовать стрелке, указанной на его корпусе. Выходной штуцер камеры блока измерения ОА соединить со свободным штуцером измерительной камеры (штуцер №2 должен быть закрыт резиновой заглушкой). Для соединений использовать трубки соединительные из состава комплекта.

Расположить накопительную камеру не ближе 50 см от поверхности грунта, включить АВ-07 и отобрать пробу воздуха в течение 5 мин. По окончании отбора провести измерение пробы (режим «ОА20»). Величина остаточной ОА радона в измерительной камере не должна превышать $20 \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3}$. В случае, если условие не выполняется, следует дополнительно прокачать воздухом измерительную камеру и повторить измерения.



ПРИЛОЖЕНИЕ 6
к руководству по эксплуатации
Комплекса измерительного для мониторинга радона, торона и их дочерних продук-
тов «Альфарад плюс»

ОПИСАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Москва, 2013 г.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

БВЕК 590000.001 РЭ

Лист

76

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).

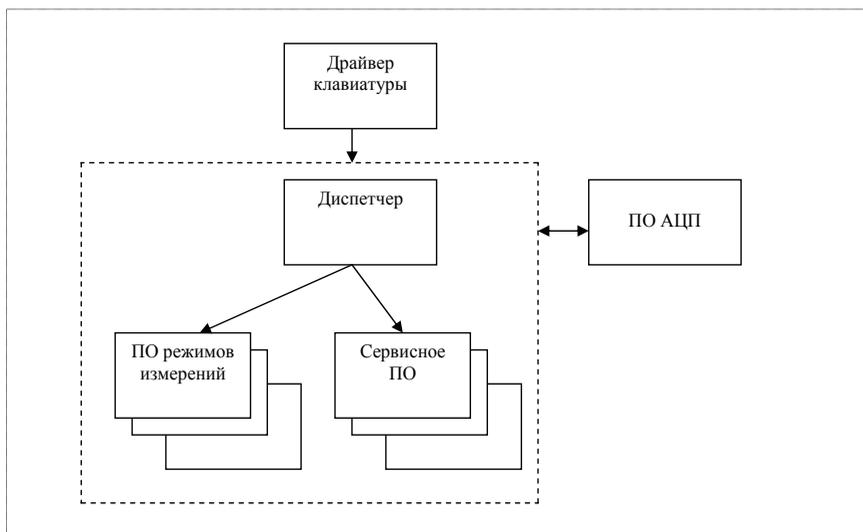


Рисунок 1. Структура ПО “ALFA”.

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

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ПО операционной системы, ПО обработки и отображения результатов измерений и сервисное ПО хранятся во внутренней Flash – памяти комплекса. ПО обработки и отображения 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. Формат файла зависит от режима измерения. Имя каждого файла содержит серийный номер комплекса, номер режима измерения, дату и время начала измерения.

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”.

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

Таблица 1 Перечень программных модулей ПО “ALFA AR” БВЭК590001.00ПО

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_ckIVK.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 “ТПР”	1	да	f196	CRC -16
БВЕК590000.20ПО	Rra07_07.exe	Режим “Фон	1	нет	1e23	CRC -16

		ЭРОА”				
БВЕК590000.21ПО	Rra07_10.exe	Режим “ЭРОА с ручными настройками”	1	да	718b	CRC -16
БВЕК590000.22ПО	Rra07_12.exe	Режим “ОА 20 без воздухоудвки”	1	да	cc3b	CRC -16
БВЕК590000.23ПО	Rra07_13.exe	Режим “ОА 60 без воздухоудвки”	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 почве”	1	да	0633	CRC -16
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
БВЕК590000.31ПО	Rra07_23.exe	Режим “Интегральный ЭРОА”	1	да	5b64	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" БВЕК590002.00ПО

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 канал ОА	1	нет	fac1	CRC-16
БВЕК590000.08ПО	Rra07_shdt.exe	Просмотр результатов измерений	1	нет	2df7	CRC-16
БВЕК590000.09ПО	Rra07_cklV.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 воздухоудвки"	1	да	cc3b	CRC-16
БВЕК590000.23ПО	Rra07_13.exe	Режим "ОА 60 без воздухоудвки"	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

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

Условное обозначение модуля ПО	Идентификационное наименование ПО или имя файла ПО	Выполняемые функции	Номер версии (идентификационный)	Метрологически значимый	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
БВЕК590000.01ПО	Wizmer.hex	Оцифровка измеряемых сигналов	1	нет	fc66	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
БВЕК590000.31ПО	Rra07_23.exe	Режим “Интегральный ЭРОА”	1	да	5b64	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

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 величина добавляется в последний разряд значения параметра, умноженного на 10. При нажатии кнопки “<-“ (возврат) значение параметра делится на 10 и последняя цифра удаляется. Для ввода измененного значения параметра необходимо нажать кнопку “Ввод”. Для завершения изменения значения параметров необходимо нажать кнопку “Завершить”. Если значение параметров было изменено, предлагается подтвердить изменение значения параметров. Для сохранения значения параметров необходимо нажать кнопку “Да”. Проверить значение параметров можно нажатием последовательности “Меню” -> “Сервис” -> “Настройки” -> “Версия ПО”.

9. Защита ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений.

ПО организовано таким образом, что кнопки управления режимами работы комплекса, расположенные на передней панели, не могут привести к изменению файлов ПО на внутренних носителях и не влияют на их работу. Разъем USB, расположенный на передней панели блока индикации, предназначен для резервного копирования результатов измерений на внешний FLASH – носитель. Копирование выполняется под управлением ПО комплекса, при этом внешний сменный FLASH – носитель выступает в качестве пассивного приемника данных. Никакое ПО, находящееся на внешнем FLASH – носителе, не может привести к искажению файлов ПО, хранящихся на внутреннем FLASH – носителе комплекса или повлиять на работу ПО. Перечисленные выше факторы позволяют защитить ПО комплекса от возможных случайных и преднамеренных изменений.



ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНАЯ КОМПАНИЯ

HTM-ЗАЩИТА