

ОКП 43 6210



**НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ДОЗА»**

Утверждено
ФВКМ.412125.001РЭ-ЛУ

**УСТАНОВКИ
РАДИОМЕТРИЧЕСКИЕ КОНТРОЛЬНЫЕ
РЗБ-05Д**

Руководство по эксплуатации
ФВКМ.412125.001РЭ



Содержание

1	Описание и работа изделия	3
1.1	Назначение изделия	3
1.2	Технические характеристики	3
1.3	Состав изделия	5
1.4	Устройство и работа изделия	6
1.5	Маркировка и пломбирование	14
1.6	Упаковка	15
2	Использование по назначению	15
2.1	Эксплуатационные ограничения	15
2.2	Подготовка изделия к использованию	15
2.3	Использование изделия	16
2.4	Регулирование и настройка	17
2.4.1	Переход в режим настройки установки	17
2.4.2	Проверка работы датчика наличия объекта	17
2.4.3	Измерение фона блока детектирования в режиме настройки	18
2.4.4	Установка порога срабатывания тревожной сигнализации	18
2.4.5	Автоматическая настройка эффективности блока детектирования по ^{90}Sr - ^{90}Y	19
2.4.6	Автоматическая настройка «мёртвого времени» блока детектирования по ^{90}Sr - ^{90}Y	19
2.4.7	Автоматическая настройка эффективности выносного блока детектирования БДЗА-96	19
2.4.8	Автоматическая настройка «мёртвого времени» выносного блока детектирования БДЗА-96	20
2.4.9	Ручная коррекция эффективности и «мёртвого времени» блоков детектирования	20
2.4.10	Перевод установки в режим регистрации по другим типам нуклидам ...	20
2.4.11	Установка и корректировка коэффициента ξ	20
2.4.12	Выход из режима настройки установки	21
3	Техническое обслуживание	21
3.1	Общие указания	21
3.2	Меры безопасности	21
3.3	Порядок технического обслуживания	21
4	Методика поверки	22
4.1	Общие требования	22
4.2	Операции и средства поверки	22
4.3	Требования безопасности	23
4.4	Условия проведения поверки и подготовка к ней	23
4.5	Проведение поверки	23
4.6	Оформление результатов поверки	25
5	Текущий ремонт	25
6	Хранение	26
7	Транспортирование	26
8	Утилизация	27
	Приложение А Типовая зависимость чувствительности установки от максимальной энергии спектра бета-излучения	28
	Приложение Б Внешний вид установки в зависимости от исполнения	29
	Приложение В Инструкция по сборке установки	31
	Приложение Г Методика определения коэффициента ξ для блока детектирования	34

Настоящее руководство по эксплуатации содержит сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках изделия и указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации изделия (использования по назначению, технического обслуживания, текущего ремонта, хранения и транспортирования), а также сведения по утилизации изделия.

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

1.1 Назначение изделия

Установки радиометрические контрольные РЗБ-05Д ФВКМ.412125.001 (далее - установка) изготавливаются в соответствии с требованиями ТУ 4362-011-31867313-01.

Установка предназначена для измерения уровня загрязненности поверхности рук, ног (обуви), спецодежды персонала альфа- и бета-активными веществами и сигнализации о превышении установленных максимально допустимых значений загрязненности (порогов).

Установка применяется на атомных и теплоэлектростанциях, санпропускниках, саншлюзах, лабораториях предприятий и учреждений, применяющих радиоактивные вещества.

Установка допускает возможность напольного и настольного монтажа в зависимости от исполнения:

- РЗБ-05Д-01 ФВКМ.412125.001-01 – напольная, с выносным блоком детектирования альфа-излучения;
- РЗБ-05Д-02 ФВКМ.412125.001-02 – напольная, без выносного блока детектирования альфа-излучения;
- РЗБ-05Д-03 ФВКМ.412125.001-03 – настольная, с выносным блоком детектирования альфа-излучения;
- РЗБ-05Д-04 ФВКМ.412125.001-04 – настольная, без выносного блока детектирования альфа-излучения.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Диапазон регистрируемых энергий бета-излучения от 0,08 до 3,5 МэВ.

1.2.2 Диапазон измерений плотности потока:

- бета-излучение от 10 до 9999 мин⁻¹·см⁻²;
- альфа-излучение от 1 до 9999 мин⁻¹·см⁻².

1.2.3 Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений плотности потока:

- бета-излучение $\pm(20 + 200/P_\beta) \%$;
- альфа-излучение $\pm(20 + 20/P_\alpha) \%$.

1.2.4 Диапазон установки порогов срабатывания тревожной сигнализации:

- бета-излучение от 10 до 9900 мин⁻¹·см⁻²;
- альфа-излучение от 1 до 9900 мин⁻¹·см⁻².

Дискретность установки порогов во всем диапазоне измерения 1 мин⁻¹·см⁻².

1.2.5 Энергетическая зависимость чувствительности
отличается от типовой (приложение Б) не более $\pm 10 \%$.

1.2.6 Эффективность регистрации бета-излучения по нуклидам ⁹⁰Sr-⁹⁰Y от 40 до 60 %.

1.2.7 Эффективность регистрации альфа-излучения по нуклидам:

- ²³⁹Pu от 30 до 40 %;
- ²³⁴U от 20 до 30 %;
- ²³⁸U от 10 до 20 %;

1.2.8 Собственный фон установки не превышает:

- бета-излучение $15 \text{ мин}^{-1} \text{ см}^{-2}$;
- альфа-излучение $1 \text{ мин}^{-1} \text{ см}^{-2}$.

1.2.9 Установка устойчива к кратковременным, в течение 5 мин, перегрузкам контролируемого излучения по ГОСТ 29074 с МЭД гамма-излучения $18 \text{ мЗв} \cdot \text{ч}^{-1}$ и сохраняет работоспособность и основную относительную погрешность измерения в пределах нормы.

1.2.10 Установка сохраняет работоспособность при воздействии фоновое гамма-излучения МЭД $10 \text{ мкЗв} \cdot \text{ч}^{-1}$ при дополнительной погрешности не более $\pm 10 \%$ во всем диапазоне измерения.

1.2.11 Установка обеспечивает выдачу световой и звуковой сигнализации превышения установленного порога срабатывания тревожной сигнализации загрязненности альфа- и бета - активными веществами рук, ног (обуви) и основной спецодежды персонала - сигнал «ГРЯЗНО» (свечение красного светодиода и серия коротких звуковых сигналов) или не превышения - сигнал «ЧИСТО» (свечение зеленого светодиода и короткий звуковой сигнал).

1.2.12 Время одной экспозиции в среднем составляет 4 с, а при загрязнении объекта близком к пороговому значению – не более 32 с.

1.2.13 Время между экспозициями не менее 5 с.

1.2.14 Время установления рабочего режима установки не более 5 мин.

1.2.15 Время непрерывной работы установки не менее 24 ч.

1.2.16 Нестабильность показаний установки за 8 ч непрерывной работы не превышает $\pm 10\%$ от среднего значения показаний за этот промежуток времени.

1.2.17 Установка обеспечивает автоматическую компенсацию внешнего гамма-фона и собственного фона детекторов.

1.2.18 Электропитание осуществляется от сети переменного тока напряжением $220_{-33}^{+22} \text{ В}$, частотой 50_{-1}^{+1} Гц .

1.2.19 Потребляемая мощность не более 20 ВА.

1.2.20 Значения климатических факторов внешней среды при эксплуатации установки в рабочем состоянии:

- диапазон рабочих температур от минус 10 до $+50 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- предельное значение относительной влажности 95 % при $+35 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- атмосферное давление в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа;
- содержание в воздухе коррозионно-активных агентов
соответствует типу атмосферы I, II.

Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений:

- при отклонении температуры окружающего воздуха от нормальных условий до предельных рабочих значений $\pm 10 \%$;
- при повышении влажности окружающего воздуха до 95 % при $+35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $\pm 10 \%$.

1.2.21 Установка устойчива к воздействию синусоидальных вибраций в диапазоне частот от 10 до 55 Гц с амплитудой смещения 0,35 мм.

1.2.22 Установка устойчива к ударным воздействиям с ускорением 5,0 g с частотой в пределах от 40 до 80 ударов в минуту, общим числом ударов не менее 1000.

1.2.23 Степень защиты, обеспечиваемая оболочками установки от проникновения твердых предметов и воды по ГОСТ 14254-96 IP23.

1.2.24 По влиянию на безопасность установка относится к элементам нормальной эксплуатации класса безопасности 4Н в соответствии с ОПБ-88/97.

1.2.25 Установка устойчива к воздействию электромагнитных помех в соответствии с ГОСТ Р 50746-2000 для группы исполнения III, критерий качества функционирования А.

Воздействие электромагнитных помех не приводит к ложным срабатываниям и перезапуску измерительных каналов.

1.2.27 По степени защиты от поражения электрическим током установка относится к классу I по ГОСТ 12.2.007.0-75.

1.2.28 По противопожарным свойствам установка соответствует ГОСТ 12.1.004-91 с вероятностью возникновения пожара не более 10^{-6} 1/год.

1.2.29 Установка стойка к воздействию дезактивирующих растворов:

1) борная кислота (H_3BO_3) – 16 г, тиосульфат натрия ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) – 10 г, вода дистиллированная до 1 л;

2) тринатрийфосфат или гексаметафосфат натрия – 10-20 г/л в воде (любое синтетическое моющее средство);

3) 5 % раствор лимонной кислоты в ректификованном этиловом спирте – для внутренних поверхностей электронных средств.

1.2.30 Габаритные размеры установки не более:

- РЗБ-05Д-01, РЗБ-05Д-02 740×750×1180 мм;
- РЗБ-05Д-03, РЗБ-05Д-04 740×400×190 мм.

1.2.31 Масса установки не более:

- РЗБ-05Д-01, РЗБ-05Д-02 45,0 кг;
- РЗБ-05Д-03, РЗБ-05Д-04 12 кг.

1.3 Состав изделия

1.3.1 Установка состоит из устройства детектирования загрязненности рук бета-активными веществами со встроенным устройством обработки и отображения полученной информации - узел «Руки», устройства детектирования загрязненности ног (обуви) бета-активными веществами - узел «Ноги» и выносного блока детектирования БДЗА-96 (БДЗА-96) загрязненности альфа-активными веществами.

Внешний вид установки в зависимости от исполнения показан на рисунках приложения Б.

1.3.2 Узел «Руки» является основным узлом установки и содержит:

- центральное процессорное устройство (ЦПУ);
- четыре блока индикации (БИ);
- два блока детектирования (БД) бета-излучения с фотодатчиками наличия объекта.

1.3.2.1 БД правой руки конструктивно выполнен как съемный и может использоваться для детектирования загрязненности других участков тела или спецодежды.

1.3.2.2 Узел «Руки» может использоваться без узла «Ноги», как самостоятельная установка, и имеет разъёмы для подключения к сети переменного тока напряжением 220 В и блока детектирования БДЗА-96.

1.3.3 Узел «Ноги» содержит четыре БД с фотодатчиками наличия объекта и может использоваться только совместно с узлом «Руки», который закрепляется с помощью двух стоек.

1.3.4 БДЗА-96 – функционально и конструктивно законченное устройство, требующее внешнего питания стабилизированным напряжением +7 В и вырабатывающее импульсы положительной полярности и длительностью 1...2 мкс с частотой, пропорциональной плотности потока альфа-частиц.

1.4 Устройство и работа

1.4.1 Устройство установки

1.4.1.1 Общая блок-схема установки представлена на рисунке 1.1.

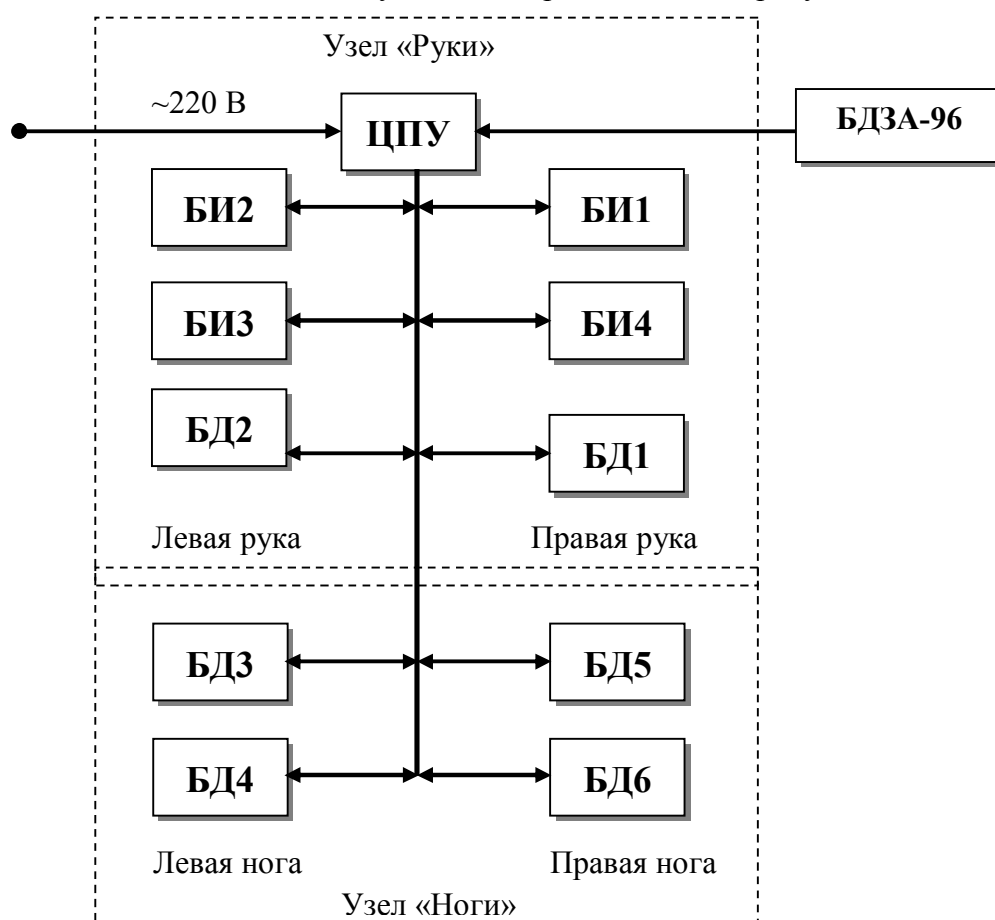


Рисунок 1.1 - Общая блок-схема установки

1.4.1.2 ЦПУ, БИ и БД выполнены в виде отдельных печатных плат, которые соединяются параллельно 10-ти проводным шлейфом, обеспечивающим питание устройств и передачу информации в соответствии с требованиями стандартной интерфейсной шины I2C (Inter-Integrated Circuit Bus).

ЦПУ выполняет функции главного (master), а остальные блоки – функцию подчинённых (slave) устройств, причём каждому подчинённому устройству конструктивно (в разъёме шлейфа) присвоен уникальный адрес.

Все БД и платы БИ являются взаимозаменяемыми, допускают перестановку и замену без дополнительной настройки и поверки.

1.4.1.3 Блок-схема ЦПУ представлена на рисунке 1.2 и содержит:

- стабилизированный блок питания (СБП);
- однокристальный микроконтроллер (ОМК);
- супервизор питания микроконтроллера (СП);
- энергонезависимое запоминающее устройство (SRAM);
- формирователь импульса (ФИ) БДЗА-96;
- звуковой генератор (ЗГ);
- разъёмы для подключения БД, БИ и БДЗА-96.

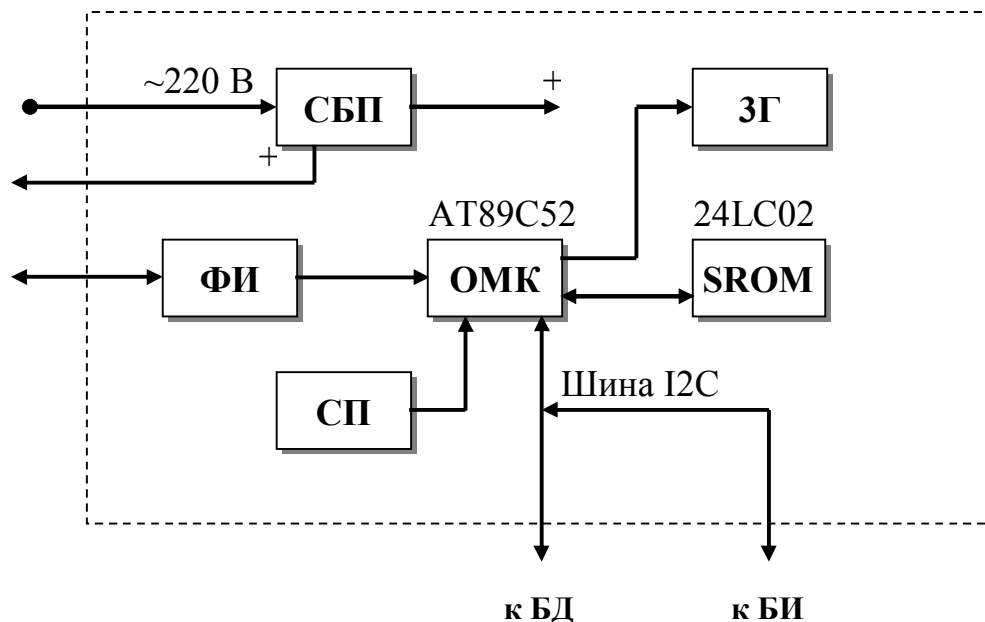


Рисунок 1.2 Блок-схема ЦПУ

СБП вырабатывает стабилизированное напряжение +5 В для питания микроконтроллера, БИ и БД, а также напряжение +7 В для питания БДЗА-96.

ОМК (микропроцессор AT89C52) осуществляет программное управление всеми частями установки, обработку информации и её передачу по шине I2C.

СП предназначен для контроля за напряжением +5 В, питающим ОМК, и перезапуска последнего в случае недопустимого снижения или кратковременного отключения сетевого напряжения питания.

Энергонезависимая память (AT24LC02B) с последовательной передачей данных служит для хранения калибровочной информации для БДЗА-96, а также другой информации о функционировании установки в целом.

В связи с тем, что длительность импульсов, вырабатываемых БДЗА-96, меньше величины, необходимой для уверенного счёта ОМК, используется ФИ, расширяющий длительность импульсов примерно на 3 мкс.

Звуковой генератор используется для сигнализации окончания измерения и в других случаях, когда требуется привлечь внимание обслуживающего персонала.

На плате ЦПУ установлены отдельные разъёмы для подключения группы БИ и группы БД, что позволяет упростить работу при наладке оборудования. Третий разъём предназначен для соединения с БДЗА-96, а также опроса концевых датчиков положения выносных БД и ключа разрешения перехода в режим настройки.

1.4.1.4 Блок-схема БД представлена на рисунке 1.3 и содержит:

- микроконтроллер (PIC);
- энергонезависимое запоминающее устройство (SRAM);
- импульсный преобразователь напряжения (ИПН);
- шесть газоразрядных счётчиков Гейгера-Мюллера типа Бета-2 (BD1...BD6);
- шесть двоичных счётчиков импульсов (СТ2);
- усилитель фототока (УФТ).

БД – функционально законченное микропроцессорное устройство с интерфейсом I2C, требующее внешнего питания стабилизированным напряжением +5 В и позволяющее проводить подсчёт и обработку импульсов в нескольких режимах.

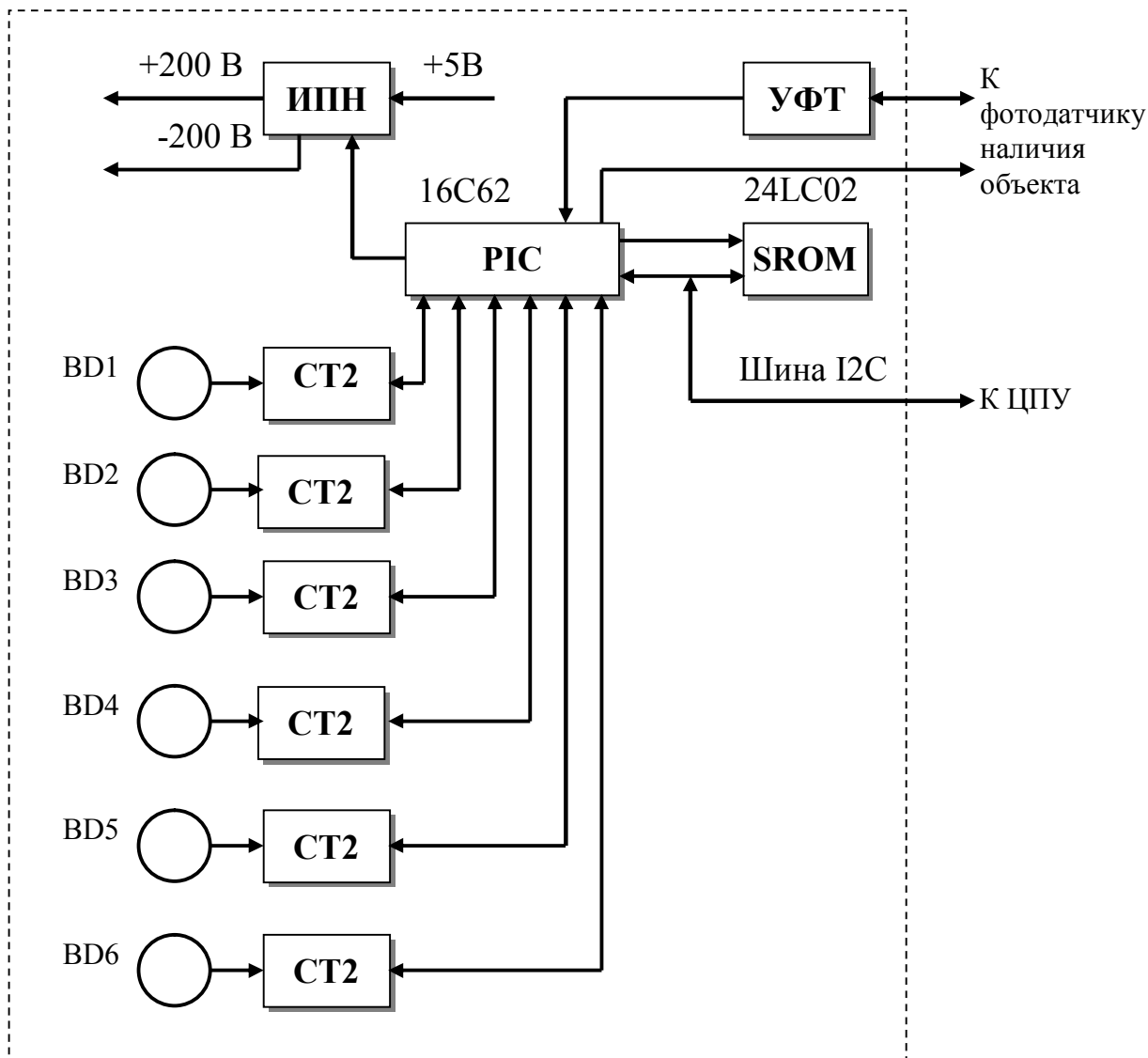


Рисунок 1.3 - Блок-схема БД

БД может работать как автономно, так и под управлением внешнего контроллера совместно с другими устройствами, объединёнными в общий измерительный комплекс с помощью шины I2C.

Рабочее напряжение питания 400 В для счётчиков Бета-2 формируется мостовым ИПН с внешним возбуждением, работающим на фиксированной частоте, вырабатываемой PIC-контроллером.

Импульсы от каждого газоразрядного счётчика поступают на вход своего двоичного двухразрядного счётчика со сбросом (СТ2) для предварительного накопления. Каждую миллисекунду PIC-котроллер считывает показания предварительных счётчиков и сбрасывает их, накапливая общую сумму за время измерения по каждому из шести каналов. Таким образом, обеспечивается возможность контроля работоспособности каждого счётчика Бета-2 и сигнализации его отказа.

Энергонезависимая память (SRAM) предназначена для хранения калибровочных данных БД для каждого из контролируемых изотопов и другую информацию, доступ к которой осуществляется по шине I2C.

Установка может содержать несколько одновременно работающих БД, имеющих уникальные slave-адреса, а SRAM в каждом из них имеют один и тот же slave-адрес. Таким образом, на шине I2C в каждый момент времени должна активно действовать только одна микросхема SRAM. Это достигается включением/отключением питания своей SRAM PIC-контроллером БД по команде на шине I2C.

Каждый БД имеет вход для подключения фотодатчика наличия объекта, выполненного в виде диодной оптопары с открытым световым каналом. При опросе состояния такого датчика, PIC-контроллер формирует импульс питания светодиодного излучателя и проверяет уровень сигнала, поступающего от фотодиодного приёмника через УФТ.

Конструктивно БД выполнен в виде пластины с установленными на ней газоразрядными счётчиками и печатной платой, закрытые металлическим кожухом.

Для соединения с установкой БД имеет 14-ти проводный шлейф, оканчивающийся разъёмом.

При установке в узел «Руки» или «Ноги» БД укрывается лавсановой плёнкой и съёмной решёткой, которые обеспечивают механическую и влагозащиту, а также удобство при дезактивации.

1.4.1.5 БИ – функционально законченное микропроцессорное устройство с интерфейсом I2C, требующее внешнего питания стабилизированным напряжением +5 В.

БИ позволяет отображать информацию в виде числового значения на четырёхразрядном семисегментном светодиодном индикаторе и при помощи трёх контрольных светодиодов (зелёного, жёлтого, красного), а также вводить информацию с помощью трёх кнопок.

БИ выполнен на отдельной печатной плате с интерфейсным разъёмом и крепится с обратной стороны панели индикации и управления четырьмя винтами.

1.4.1.6 Панель индикации и управления, внешний вид которой представлен на рисунке 1.4, содержит четыре взаимозаменяемых БИ и предназначена для вывода результатов измерения, просмотра установленных параметров, настройки и поверки установки.

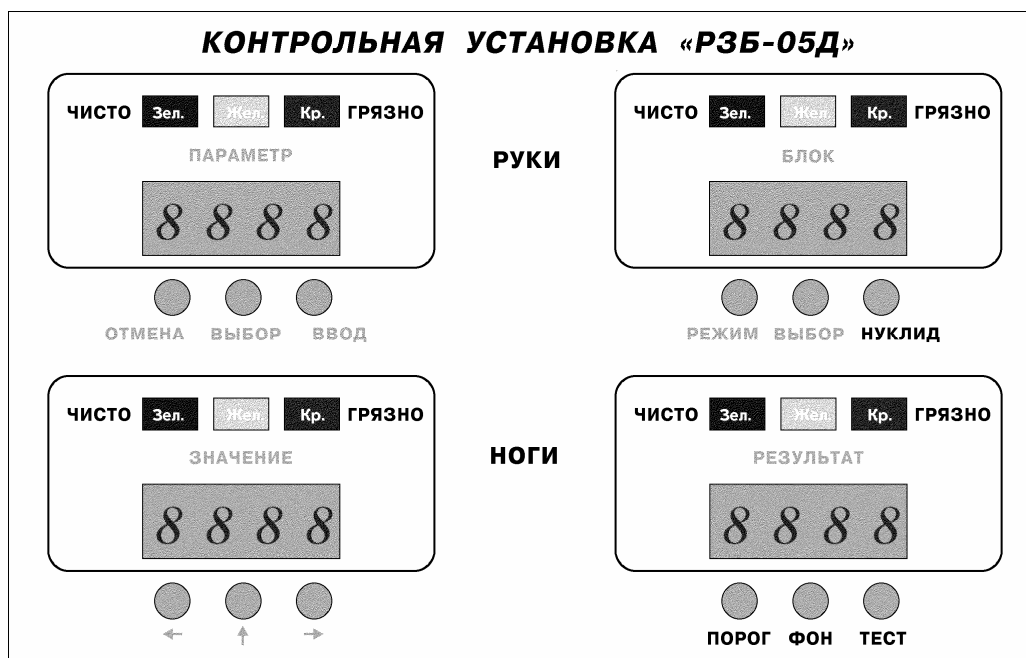


Рисунок 1.4 - Внешний вид панели индикации и управления

Вся панель разделена на четыре информационные зоны, верхние из которых относятся к результатам измерения соответственно левой и правой руки, а нижние соответственно левой и правой ноги.

В каждой информационной зоне находится четырехразрядный индикатор для вывода числового значения результата измерения поверхностного загрязнения в $\text{мин}^{-1}\text{см}^{-2}$ и три светодиодных индикатора, индицирующие результат его сравнения с предельнодопустимыми уровнями загрязнения бета- или альфа-активными веществами (порогами): зеленый – «ЧИСТО», красный – «ГРЯЗНО», желтый - процесс измерения.

Кнопки управления, выделенные основным цветом, доступны в основном режиме работы, а выделенные дополнительным более темным цветом, доступны только в режиме настройки и поверки. Назначения кнопок приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Назначения кнопок управления

	Название кнопки	Основной режим	Режим настройка и поверки
Зона левой руки Поле «Параметр»	ОТМЕНА	не используется	Отмена редактирования значения в зоне «Значение»
	ВЫБОР	не используется	выбор параметра
	ВВОД	не используется	Ввод введенного значения в зоне «Значение»
Зона правой руки Поле «Блок»	РЕЖИМ	не используется	не используется
	ВЫБОР	не используется	Выбор блока детектирования
	НУКЛИД	Просмотр названия измеряемого нуклида	Выбор нуклида
Зона левой ноги Поле «Значение»	←	не используется	Перемещение влево по разрядам при установке значения параметра
	↑	не используется	Перебор цифр внутри разряда при установке значения параметра
	→	не используется	Перемещение вправо по разрядам при установке значения параметра
Зона правой ноги Поле «Результат»	ПОРОГ	Просмотр установленных порогов	не используется
	ФОН	Просмотр значений фона	не используется
	ТЕСТ	1) Запуск измерения независимо от наличия объекта. 2) Запуск измерения при использовании выносного блока детектирования БДЗА-96	Запуск измерения

1.4.2 Работа установки

1.4.2.1 При детектировании бета-излучения:

- ЦПУ настраивает все БД на выполнение счёта импульсов с проверкой превышения установленного порогового значения уровня загрязнённости и с учётом предварительно измеренного фона;
- ЦПУ по состоянию фотодатчиков наличия объекта определяет момент установки рук и ног на измерительные площадки и даёт команду запуска счёта на всех БД;
- БД осуществляет измерение загрязнённости помещённого на него объекта, сравнивает полученное значение с пороговым и сигнализирует ЦПУ об окончании измерения;
- ЦПУ, получив сигнал об окончании измерения в БД, считывает результат счёта импульсов, обрабатывает его с использованием калибровочных данных, хранящихся в энергонезависимой памяти БД, и выводит окончательный результат на соответствующий БИ.

1.4.2.2 При детектировании альфа-излучения импульсы от БДЗА-96 поступают непосредственно в ЦПУ, где они подсчитываются и обрабатываются с использованием калибровочных данных, хранящихся в энергонезависимой памяти ЦПУ. Окончательный результат выводится на один из БИ.

1.4.2.3 Принцип работы установки основан на подсчете числа импульсов N_x , формируемых за время t_x в БД под воздействием ионизирующих излучений, и дальнейшей математической обработке с использованием моделей и алгоритмов, рассматриваемых далее.

1.4.2.3.1 Математическая модель бета-детектора.

Функция преобразования одного газоразрядного счётчика Бета-2 может быть представлена следующим образом

$$Y_x = \frac{100}{E} \cdot \frac{60}{a} \cdot \frac{F_x}{(1 - F_x \cdot \tau)} \quad (1.1)$$

где Y_x - оценка плотности потока бета-частиц, $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^2$;

E - эффективность счётчика, %;

a - эффективная площадь счётчика, см^2 ;

τ - «мёртвое время» счётчика, с;

$F_x = N_x / t_x$ - частота следования импульсов, Гц;

t_x - время накопления импульсов, с;

N_x - зарегистрированное число импульсов.

При регистрации общего числа импульсов, вырабатываемых БД из k счётчиков Бета-2, и сохранении физического смысла величин E и τ функция преобразования БД имеет вид

$$Y_x^k = \frac{100}{E} \cdot \frac{60}{a} \cdot \frac{F_x}{(k - F_x \cdot \tau)} \quad (1.2)$$

или, с учётом $a = 10 \text{ см}^2$ и $k = 6$

$$Y_x = \frac{600}{E} \cdot \frac{F_x}{(6 - F_x \cdot \tau)} \quad (1.3)$$

Даже в отсутствие измеряемого объекта, бета-детектор вырабатывает импульсы, которые могут быть вызваны окружающим гамма-фоном, собственным фоном или загрязнением поверхности детектора бета-активными веществами.

Учитывая то, что уровень фона не должен превышать значений, лежащих на линейном участке характеристики преобразования детектора, можно записать

$$Y_{fon} = \frac{600}{E} \cdot \frac{F_{fon}}{6} = \frac{100}{E} \cdot F_{fon} \quad (1.4)$$

Определив уровень фона до установки контролируемого объекта, уровень загрязнения последнего с учётом (1.3) и (1.4) можно представить в виде

$$Y_o = Y_x - Y_{fon} = \frac{100}{E} \cdot \left[\frac{6 \cdot F_x}{6 - F_x \cdot \tau} - F_{fon} \right] \quad (1.5)$$

Погрешность измерения плотности потока зависит главным образом от случайной относительной погрешности регистрации числа импульсов, предельное значение которой может быть определено по формуле

$$\gamma_N = \frac{2 \cdot \sqrt{N_x}}{N_x} \cdot 100 = \frac{200}{\sqrt{N_x}} \% \quad (1.6)$$

Следовательно, для получения погрешности измерения меньше заданной γ_o , в процентах, число накопленных импульсов должно удовлетворять условию

$$N_x \geq \frac{4 \cdot 10^4}{\gamma_o^2} \quad (1.7)$$

1.4.2.3.2 Контроль загрязнённости измеряемого объекта

Контроль загрязнённости объекта производится путём измерения плотности потока бета-излучения Y_o , исходящего от измеряемого объекта, и его сравнения с максимально допустимым уровнем бета-излучения Y_n , называемым порогом срабатывания тревожной сигнализации.

Учитывая то, что величина $Y_x = Y_o + Y_{fon}$ измеряется с абсолютной погрешностью $\pm \Delta Y_x$, условия, при которых можно сделать однозначный вывод о загрязнённости объекта, формулируются следующим образом

$$\text{«Точно чисто»} - Y_x + \Delta Y_x \leq Y_n + Y_{fon} \quad (1.8)$$

$$\text{«Точно грязно»} - Y_x - \Delta Y_x > Y_n + Y_{fon} \quad (1.9)$$

Если условия (1.8) и (1.9) не выполняются, то необходимо

- либо уменьшать погрешность измерения, путём увеличения времени накопления импульсов;
- либо принимать компромиссное решение путём сравнения $Y_x \leftrightarrow Y_n + Y_{fon}$ без учёта погрешности измерения.

Так как результат измерения и его погрешность связаны с регистрируемым числом импульсов, удобнее перейти к условиям по N , то есть $Y_x \rightarrow N_x$, $Y_n \rightarrow N_n$ и $Y_{fon} \rightarrow N_{fon}$. Для этого, используя формулу (1.3), получим обратную функцию преобразования

$$F_x = \frac{N_x}{t_x} = \frac{6}{\frac{600}{E Y_x} + \tau} \quad (1.10)$$

Применив формулы (1.6) и (1.10) получим вместо (1.8) и (1.9) следующие условия

$$\text{«Точно чисто»} - \frac{N_x + 2 \cdot \sqrt{N_x}}{t_x} \leq P_o \quad (1.11)$$

$$\text{«Точно грязно»} - \frac{N_x - 2 \cdot \sqrt{N_x}}{t_x} > P_o, \quad (1.12)$$

$$\text{где } P_o = \frac{6}{\frac{600}{E \cdot (Y_n + Y_{fon})} + \tau}$$

Время измерения t_x , необходимое для однозначного вывода о загрязнённости объекта, зависит от соотношения величин Y_x и $Y_n + Y_{fon}$ и может составлять от единиц до десятков секунд. Таким образом, после запуска процесса накопления импульсов N_x , необходимо периодически проверять выполнение условий (1.11) и (1.12).

В установке такая проверка осуществляется каждые 2 с в течение 30 с, т.е. $t_x = 2i$, где $i = 1 \dots 15$ – номер шага измерения.

При этом условия (1.11) и (1.12) примут следующий вид

$$\text{«Точно грязно»} - N_i > \left(\sqrt{1 + 2 \cdot i \cdot P_o} + 1 \right)^2 = P_i^+ \quad (1.13)$$

$$\text{«Точно чисто»} - N_i \leq \left(\sqrt{1 + 2 \cdot i \cdot P_o} - 1 \right)^2 = P_i^- \quad (1.14)$$

Если же на 15-ом шаге ни одно из условий (1.13), (1.14) не выполняется, решение принимается по следующему принципу

$$\text{«Грязно»} - N_{15} \geq 30 \cdot P_o \quad (1.15)$$

$$\text{«Чисто»} - N_{15} < 30 \cdot P_o \quad (1.16)$$

Из формул (1.13) и (1.14) видно, что значения величин P_i^- и P_i^+ для всех шагов измерения могут быть рассчитаны заранее и должны обновляться лишь при изменении Y_n или Y_{fon} .

1.4.2.3.3 Измерение фона

При включении установки уровень фона каждого детектора измеряется в течение 25 с и заносится в его оперативную память.

В процессе дальнейшей работы ЦПУ, контролируя состояние фотодатчиков, определяет момент, когда на всех детекторах объекты отсутствуют, и после задержки в 5 с снова запускает измерение фона. Новое значение фона определяется как арифметическое среднее между полученным в результате измерения и хранящимся в оперативной памяти. Вместе с обновлением уровня фона в оперативной памяти обновляется и таблица величин P_i^- и P_i^+ .

При появлении объекта на любом из детекторов во время измерения фона оно прерывается и фоновое значение на изменяется.

1.4.2.3.4 Калибровка детекторов.

Установка обеспечивает возможность калибровки и работы для ^{90}Sr - ^{90}Y и любых девяти нуклидов, имеющих среднюю энергию спектра бета-излучения из указанного диапазона или нуклидов имеющих только гамма-излучение из указанного диапазона. При этом эффективность регистрации для каждого нуклида заносится в энергонезависимую память блоков детектирования или ЦПУ.

Из функции (1.5) видно, что до проведения измерений для каждого счетчика должны быть определены с необходимой точностью значения величин E и τ .

Эффективность счётчика E определяет крутизну линейного участка реальной характеристики преобразования при малых уровнях измеряемой плотности потока бета-излучения, а «мёртвое время» τ корректирует нелинейность характеристики при высоких уровнях.

Для определения E и τ должны использоваться, как минимум, два рабочих эталона 2-го разряда типа 6СО СР1 ($100 \dots 1000 \text{ мин}^{-1} \text{ см}^{-2}$) и СР2 ($3000 \dots 9000 \text{ мин}^{-1} \text{ см}^{-2}$) с известной плотностью потока Y_{CP1} и Y_{CP2} , лежащих соответственно в центре линейной области и в верхней части полной характеристики преобразования.

Измерив уровень фона в отсутствие калибровочных пластин F_{fon} , устанавливают пластину СР1 и измеряют F_{CP1} .

Значение эффективности бета-детектора вычисляется по следующей формуле

$$E_{\beta} = \frac{100}{Y_{CP1}} \cdot (F_{CP1} - F_{fon}) \quad (1.17)$$

Затем, устанавливают пластину СР2 и измеряют F_{CP2} .

«Мёртвое время» вычисляется по следующей формуле

$$\tau_{\beta} = \frac{6}{F_{CP2}} - \frac{600}{E \cdot Y_{CP2} + 100 \cdot F_{fon}} \quad (1.18)$$

Полученные значения записываются в энергонезависимую память каждого детектора и используются в дальнейшем ЦПУ для представления результатов измерения.

Калибровка БДЗА-96 проводится аналогично с использованием тех же соотношений и отличается только тем, что уровень фона приравнивается нулю, а все калибровочные коэффициенты заносятся в энергонезависимую память ЦПУ.

1.5 Маркировка и пломбирование

1.5.1 На каждом изделии, входящем в состав установки, закреплена табличка, на которой нанесены следующие обозначения:

- товарный знак или обозначение предприятия - изготовителя;
- условное обозначение изделия: тип изделия, блок;
- порядковые номера типа изделия, блока по системе нумерации предприятия изготовителя;
- год изготовления.

1.5.2 Место и способ нанесения маркировки на изделиях, входящих в состав установки, соответствуют конструкторской документации.

1.5.3 Все изделия, входящие в состав установки, опломбированы в соответствии с конструкторской документацией.

Пломбирование блоков детектирования осуществляется мастикой, заполняющей углубление под головку одного из винтов, крепящих крышку к блоку.

1.6 Упаковка

1.6.1 Упаковка установки производится согласно требованиям категории КУ-3 по ГОСТ 23170-78 и соответствует требованиям ГОСТ 9.014-78 для группы III-1 вариант защиты ВЗ-0, вариант упаковки ВУ-5.

1.6.2 Упаковка производится в закрытых вентилируемых помещениях с температурой окружающего воздуха от + 15 до + 40 °С и относительной влажностью воздуха до 80 % при +20 °С и содержанием в воздухе коррозионно-активных агентов, не превышающих установленного для атмосферы типа 1 ГОСТ 15150-69.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Установка рассчитана на работу в помещении, в котором не содержится паров кислот, щелочей и агрессивных газов.

2.1.2 Если установка до момента включения находилась в условиях с температурой ниже минус 10 °С, то перед включением выдержите её в рабочих условиях в течение 24 ч.

2.2 Подготовка изделия к использованию

2.2.1 Установки исполнений РЗБ-05Д-01 и РЗБ-05Д-02 устанавливаются на горизонтальной поверхности пола, исполнения РЗБ-05Д-03 и РЗБ-05Д-04 - на горизонтальной поверхности стола.

Инструкция по сборке приведена в приложении В.

2.2.2 Установите установку на рабочем месте.

2.2.3 Надежно заземлите установку согласно требованиям 3.2.

2.2.4 Подсоедините кабель сетевого питания и БДЗА-96 (РЗБ-05Д-01 и РЗБ-05Д-03). Включите вилку кабеля в розетку с напряжением сети переменного тока 220 В.

2.2.5 Включите тумблер «СЕТЬ». Прогрейте установку в течение 5 мин.

2.2.6 После включения установка переходит в режим тестирования. Сначала на панели индикации и управления загораются все светодиоды и сегменты индикаторов, а затем установка переходит в режим автоматического измерения собственного фона всех БД. При этом на всех индикаторах появляется сообщение « __ ». Длительность измерения составляет порядка 30 с. После окончания измерения на индикаторе высвечивается результат в виде «FXXX». Далее измерение собственного фона производится постоянно до появления объекта измерения.

В случае неисправности одного из БД или превышения порогового уровня собственной загрязненности на соответствующий БИ выдается код ошибки «ErXY» и загорается красный светодиод. Перечень неисправностей приведён в таблице 8.1.

2.2.7 Предприятием-изготовителем в энергонезависимую память БД занесены коэффициенты ξ (см. приложение Г) и значения порогов срабатывания тревожной сигнализации для различных нуклидов. Порядок нуклидов, их обозначение, значения порогов срабатывания тревожной сигнализации для различных нуклидов, установленные предприятием-изготовителем, приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Нуклид	Обозначение нуклида	Значение порога срабатывания тревожной сигнализации, мин ⁻¹ см ⁻²
⁹⁰ Sr - ⁹⁰ Y	n0	20
²⁰⁴ Tl, ¹⁸ F	n1	100
¹³⁷ Cs	n2	100
⁶⁰ Co, ⁹⁹ Tc	n3	100
¹⁵ O	n4	100
¹³ N, ⁸⁹ Sr	n5	100
¹¹ C	n6	100
¹³¹ I, ²² Na	n7	100
¹⁰⁶ Ru, ¹⁰⁶ Rh	n8	100
^{99m} Tc, ¹²³ I	n9	9000

При необходимости установите другие значения порогов срабатывания тревожной сигнализации согласно 3.4.

Следует избегать установки слишком маленьких значений порогов срабатывания тревожной сигнализации (близких к значению фона БД), т.к. это приведет к увеличению времени измерения объекта.

2.3 Использование изделия

2.3.1 Определение загрязненности рук и ног (обуви) бета-активными веществами проводите в следующей последовательности:

1) станьте на основание установки (узел «Ноги») таким образом, чтобы ступни ног оказались на середине площадок (исполнение РЗБ-05Д-01 и РЗБ-05Д-02). Ладони рук приложите к БД верхнего узла (узел «Руки») таким образом, чтобы перекрыть оптическую ось датчиков наличия объекта. Если все оптические оси датчиков перекрыты, то установка перейдет в режим измерения. При этом на панели управления и индикации загорятся все желтые светодиоды и на всех индикаторах появится «----»;

2) не меняйте расположение ног и рук до тех пор пока не прозвучит короткий звуковой сигнал все «ЧИСТО» или серия коротких звуковых импульсов, если хотя бы один БД зафиксировал «ГРЯЗНО» и на панели не загорится красный светодиод «ГРЯЗНО» или зеленый - «ЧИСТО». Время измерения составляет от 2 до 30 с и зависит от установленного значения порогов срабатывания тревожной сигнализации и степени загрязненности объекта. Снимите руки с датчиков верхнего узла и сойдите с основания установки;

3) показания индикаторов будут соответствовать измеренным плотностям потока для рук и ног. Для нуклидов n0 – n8 в целочисленном формате «XXXX», для нуклида n9 (гамма-излучение) в десятичном формате X.XEX (Например 4.1E2 будет соответствовать 4100 мин⁻¹см⁻²).

2.3.2 Определение загрязненности тела (одежды) альфа-активными веществами проводите в следующей последовательности (исполнение РЗБ-05Д-01 и РЗБ-05Д-03):

1) находясь на основании установки или рядом с ней, возьмитесь за среднюю часть БДЗА-96, расположенного на задней панели узла «Руки», и снимите его с кронштейнов. На индикаторе в поле «Блок» появится надпись «ALFA», которая означает, что измерения будут производиться выносным блоком детектирования альфа-излучения БДЗА-96. На индикаторе в поле «Параметр» появится надпись «Р» («ПОРОГ»), а на индикаторе в поле «Значение» появится значение установленного порога. Снимите защитную крышку с БДЗА-96 и приложите его широкой частью к исследуемому участку тела (одежды);

2) для запуска измерения перекройте рукой, а затем освободите, датчик наличия объекта правой руки, либо нажмите кнопку «ТЕСТ». На индикаторе в поле «Результат» появится надпись «----» и загорится желтый светодиод;

3) не меняйте расположение датчика до тех пор, пока не прозвучит короткий звуковой сигнал («ЧИСТО») или серия коротких звуковых сигналов («ГРЯЗНО»), а на панели не загорится красный («ГРЯЗНО») или зеленые («ЧИСТО») светодиоды. Время измерения объекта составляет от 2 до 30 с и зависит от установленного значения порога и степени загрязненности объекта;

4) повторите измерения на других участках тела (одежды). По окончании измерений аккуратно поместите БДЗА-96 на его штатное место, вдвинув его до характерного «щелчка» фиксатора.

2.3.3 Для просмотра значения установленных порогов нажмите кнопку «ПОРОГ» в правом нижнем углу панели индикации и управления. На индикаторах появятся значения порогов срабатывания тревожной сигнализации ($\text{мин}^{-1}\text{см}^{-2}$) для БД рук и ног. Значения порогов будут индицироваться до нажатия других кнопок или до начала процесса измерений.

2.3.4 Для просмотра значения фона БД нажмите кнопку «ФОН» в правом нижнем углу панели индикации и управления.

Показания индикаторов будет соответствовать фоновым значениям для БД. Для нуклидов $p0 - p8$ в целочисленном формате «FXXX», для нуклида $p9$ (гамма-излучение) в десятичном формате ХХЕХ (Например 0,4Е4 будет соответствовать $4000 \text{ мин}^{-1}\text{см}^{-2}$).

Значения фонов будут индицироваться до нажатия других кнопок или до начала процесса измерений.

2.3.5 Для просмотра установленного типа измеряемого нуклида нажмите кнопку «НУКЛИД» в правом верхнем углу панели индикации и управления. На индикаторах появятся названия измеряемых нуклидов для БД рук и ног в виде « $p0$ » – при измерении загрязненности по $^{90}\text{Sr} - ^{90}\text{Y}$ и « $p<\text{номер нуклида}>$ » - при измерении загрязненности по нуклидам 1-9. Номер нуклида будут индицироваться до нажатия других кнопок или до начала процесса измерений.

2.3.6 Для запуска измерений вне зависимости от наличия объекта нажмите кнопку «ТЕСТ» в правом нижнем углу панели индикации и управления. На индикаторах появится надпись «----», загорятся все желтые светодиоды и по окончании измерений прозвучит короткий звуковой сигнал. На индикаторах появятся измеренные значения.

2.4 Регулирование и настройка

2.4.1 Переход в режим настройки установки

2.4.1.1 Подготовьте к работе и включите установку согласно 2.2.

2.4.1.2 Для перехода в режим настройки установки поверните ключ доступа, находящийся на задней панели узла «Руки», в горизонтальное положение и нажмите кнопку «РЕЖИМ», находящуюся в поле «Блок» панели индикации и управления. Установка перейдет в режим настройки.

2.4.1.3 Если ключ доступа находится в горизонтальном положении, то при включении установка сразу переходит в режим настройки:

- в поле «Блок» появится номер настраиваемого БД в виде « $d1$ »;
- в поле «Параметр» появится наименование параметра в виде « $StAt$ »;
- в поле «Значение» появится значение выбранного параметра.

2.4.2 Проверка работы датчика наличия объекта

2.4.2.1 Перейдите в режим настройки установки, согласно 2.4.1.

2.4.2.2 Выберите БД нажатием кнопки «ВЫБОР» поля «Блок» (d1-d2-d3-d4-d5-d6-ALFA-CPU-CHES-d1 и т.д.). Выберите в поле «Параметр» нажатием кнопки «ВЫБОР» этого поля параметр «StAt» (для «n0»: StAt-Fon-P-EFF-tAU-CP1-CP2-StAt и т.д.; для «n1-n9»: StAt-Fon-P-EFFn-StAt).

В поле «Результат» должно появиться значение параметра в виде «00» или «01». Для проверки работы датчика наличия объекта этого БД перекройте соответствующую светодиодную пару, если датчик исправен значение параметра должно измениться на «80» или «81».

2.4.3 Измерение фона блока детектирования в режиме настройки

2.4.3.1 Фон БД измеряется и запоминается автоматически после включения установки в основном режиме. Если измерение фона не было закончено, то его необходимо провести в режиме настройки. Для этого произведите следующие действия:

2.4.3.2 Перейдите в режим настройки установки, согласно 2.4.1.

2.4.3.3 Выберите БД нажатием кнопки «ВЫБОР» поля «Блок» (d1-d2-d3-d4-d5-d6-ALFA-CPU-CHES-d1 и т.д.). Выберите в поле «Параметр» нажатием кнопки «ВЫБОР» этого поля параметр «Fon» (для «n0»: StAt-Fon-P-EFF-tAU-CP1-CP2-StAt и т.д.; для «n1-n9»: StAt-Fon-P-EFFn-StAt).

2.4.3.4 В поле «Значение» появится текущее значение фона в виде «XXXX». Если фон ещё не измерялся, значение может быть любым. Для измерения фона нажмите кнопку «ТЕСТ» в поле «Результат». Установка перейдет в режим измерения фона выбранного БД. На правом нижнем индикаторе (в поле «Результат») появится на 30 с сообщение « ____ », а затем новое измеренное значение фона БД в виде «XXXX». Для того чтобы запомнить новое значение фона, нажмите кнопку «ВВОД» в поле «Параметр». После этого в поле «Значение» старое значение фона заменится на новое.

2.4.4 Установка порога срабатывания тревожной сигнализации

2.4.4.1 Перейдите в режим настройки установки, согласно 2.4.1.

2.4.4.2 В поле «Блок» выберите БД нажатием кнопки «ВЫБОР» (d1-d2-d3-d4-d5-d6-ALFA-CPU-CHES-d1 и т.д.) и тип изотопа (для d1...d6) нажатием кнопки «НУКЛИД». При этом в двух последних разрядах индикатора будет индцироваться «n0» (для ^{90}Sr - ^{90}Y) или «n1-n9» (для других нуклидов).

2.4.4.3 В поле «Параметр» выберите параметр «P» нажатием кнопки «ВЫБОР» (для «n0»: StAt-Fon-P-EFF-tAU-CP1-CP2-StAt и т.д.; для «n1-n9»: StAt-Fon-P-EFFn-StAt). В поле «Значение» появится значение порога в виде «XXXX».

2.4.4.4 Чтобы изменить значение параметра нажмите любую из кнопок «←», «↑», «→». При этом одна из цифр в поле «Значение» начнёт мигать. С помощью кнопок «←», «→» можно выбрать положение, а с помощью кнопки «↑» можно установить значение мигающего разряда.

2.4.4.5 После редактирования значения параметра его можно запомнить, нажав кнопку «ВВОД» в поле «Параметр», а можно отказаться от изменения, нажав кнопку «ОТКАЗ» в поле «Параметр». После этого в поле «Значение» появится соответственно новое или старое значение параметра, а разряды перестанут мигать.

2.4.4.6 Установку порога необходимо провести отдельно для каждого БД. Не рекомендуется устанавливать порог для БД меньше чем $10 \text{ мин}^{-1}\text{см}^{-2}$, это может привести к значительному увеличению времени измерения объекта в основном режиме.

При необходимости произведите измерение выбранным БД, не выходя из режима настройки порога. Для этого нажмите кнопку «ТЕСТ» в поле «Результат». Установка перейдет в режим измерения выбранным БД. В поле «Результат» на 4-32 с появится сообщение «----», а затем измеренное значение в виде «XXXX».

2.4.5 Автоматическая настройка эффективности блока детектирования по $^{90}\text{Sr} - ^{90}\text{Y}$

2.4.5.1 Перейдите в режим настройки установки, согласно 2.4.1.

2.4.5.2 В поле «Блок» выберите БД d1...d6 нажатием кнопки «ВЫБОР». Удалите от настраиваемого БД все источники излучения.

2.4.5.3 Проведите измерение и обновите значение фона детектора, согласно 2.4.3.

2.4.5.4 В поле «Параметр» выберите параметр «CP1» нажатием кнопки «ВЫБОР».

2.4.5.5 Убедитесь, что выбран изотоп $^{90}\text{Sr} - ^{90}\text{Y}$ (на индикаторе поля «Блок» после номера БД индицируется «n0»), или выберите его кнопкой «НУКЛИД».

В поле «Значение» появится значение плотности потока источника, по которому настраивался БД при предыдущей поверке в виде «XXXX».

2.4.5.6 Установите значение плотности потока в пределах от 100 до 1000 мин⁻¹см⁻², соответствующее выбранному источнику, используя кнопки «←», «↑», «→», и нажмите кнопку «ВВОД» в поле «Параметр» для его запоминания.

2.4.5.7 Расположите источник типа 6CO с плотностью потока от 100 до 1000 мин⁻¹см⁻² на выбранном БД.

2.4.5.8 Нажмите кнопку «ТЕСТ» в поле «Результат». Установка перейдет в режим измерения выбранным БД. При этом в поле «Результат» на 20 с появится сообщение «----», а затем измеренное значение в виде «XXXX», которое должно совпадать с установленным в поле «Значение». Установка автоматически изменит значение эффективности выбранного БД.

2.4.6 Автоматическая настройка «мёртвого времени» блока детектирования по $^{90}\text{Sr} - ^{90}\text{Y}$

2.4.6.1 Перейдите в режим настройки установки, согласно 2.4.1.

2.4.6.2 Проведите автоматическую настройку эффективности БД, согласно 2.4.5.

2.4.6.3 В поле «Параметр» выберите параметр «CP2» нажатием кнопки «ВЫБОР».

2.4.6.4 Убедитесь, что выбран изотоп $^{90}\text{Sr} - ^{90}\text{Y}$ (на индикаторе поля «Блок» после номера блока индицируется «n0»), или выберите его кнопкой «НУКЛИД».

2.4.6.5 В поле «Значение» появится значение плотности потока источника, по которому настраивался БД при предыдущей поверке в виде «XXXX».

2.4.6.6 Установите значение плотности потока в пределах от 5000 до 9000 мин⁻¹см⁻², соответствующее выбранному источнику, используя кнопки «←», «↑», «→», и нажмите кнопку «ВВОД» в поле «Параметр» для его запоминания.

2.4.6.7 Расположите источник типа 6CO с плотностью потока от 5000 до 9000 мин⁻¹см⁻² на выбранном БД.

2.4.6.8 Нажмите кнопку «ТЕСТ» в поле «Результат». Установка перейдет в режим измерения выбранным БД. При этом в поле «Результат» на 20 с появится сообщение «----», а затем измеренное значение в виде «XXXX», которое должно совпадать с установленным в поле «Значение». Установка автоматически изменит значение «мёртвого времени» выбранного БД, а значение эффективности не изменится.

2.4.7 Автоматическая настройка эффективности выносного блока детектирования БДЗА-96

2.4.7.1 Перейдите в режим настройки установки, согласно 2.4.1.

2.4.7.2 В поле «Блок» выберите БД «ALFA» нажатием кнопки «ВЫБОР».

2.4.7.3 В поле «Параметр» выберите параметр «CP1» нажатием кнопки «ВЫБОР». В поле «Значение» появится значение плотности потока источника, по которому настраивался БД при предыдущей поверке в виде «XXXX».

2.4.7.4 Установите значение плотности потока в пределах от 100 до 1000 мин⁻¹см⁻², соответствующее выбранному источнику, используя кнопки «←», «↑», «→», и нажмите кнопку «ВВОД» в поле «Параметр» для его запоминания.

2.4.7.5 Расположите БД на источнике типа 5П9 с плотностью потока от 100 до 1000 мин⁻¹см⁻².

2.4.7.6 Нажмите кнопку «ТЕСТ» в поле «Результат». Установка перейдет в режим измерения выбранным БД. При этом в поле «Результат» на 10 с появится сообщение «----», а затем измеренное значение в виде «XXXX», которое должно совпадать с установленным в поле «Значение». Установка автоматически изменит значение эффективности выбранного БД.

2.4.8 Автоматическая настройка «мёртвого времени» выносного блока детектирования БДЗА-96

2.4.8.1 Перейдите в режим настройки установки, согласно 2.4.1.

2.4.8.1 Выберите БД «ALFA» нажатием кнопки «ВЫБОР» поля «Блок».

2.4.8.2 В поле «Параметр» выберите параметр «CP2» нажатием кнопки «ВЫБОР». В поле «Значение» появится значение плотности потока источника, по которому настраивался блок при предыдущей поверке в виде «XXXX».

2.4.8.3 Установите значение плотности потока в пределах от 5000 до 9000 мин⁻¹см⁻², соответствующее выбранному источнику, используя кнопки «←», «↑», «→», и нажмите кнопку «ВВОД» в поле «Параметр» для его запоминания.

2.4.8.4 Расположите блок на источнике типа 5П9 с плотностью потока от 5000 до 9000 мин⁻¹см⁻².

2.4.8.5 Нажмите кнопку «ТЕСТ» в поле «Результат». Установка перейдет в режим измерения выбранным БД. При этом в поле «Результат» на 20 с появится сообщение «----», а затем измеренное значение в виде «XXXX», которое должно совпадать с установленным в поле «Значение». Установка автоматически изменит значение «мёртвого» времени выбранного БД, а значение эффективности не изменится.

2.4.9 Ручная коррекция эффективности и «мёртвого времени» блоков детектирования

2.4.9.1 Ручная коррекция эффективности и «мёртвого времени» возможна только для БДЗА-96 и для БД установки в режиме измерения ⁹⁰Sr - ⁹⁰Y («n0»).

2.4.9.2 При отсутствии калибровочных пластин необходимых номиналов для проведения автоматической настройки эффективности и «мёртвого времени» БД, а также при желании внести поправки в их значения для компенсации влияния конструктивных дополнений и пр., может быть проведена ручная коррекция параметров.

2.4.9.3 Для коррекции эффективности или «мёртвого времени» необходимо выбрать требуемый БД нажатием кнопки «ВЫБОР» поля «Блок» и соответственно параметр «EFF» или «tAU» нажатием кнопки «ВЫБОР» в поле «Параметр».

2.4.9.4 Затем, используя кнопки «←», «↑», «→», изменить значение параметра и нажать кнопку «ВВОД» в поле «Параметр» для сохранения нового значения.

2.4.10 Перевод установки в режим регистрации по другим типам нуклидам

2.4.10.1 Перейдите в режим настройки установки, согласно 2.4.1.

2.4.10.2 Выберите БД нажатием кнопки «ВЫБОР» поля «Блок» (d1-d6).

2.4.10.3 Выберите нужный нуклид при помощи кнопки «НУКЛИД» (на индикаторе поля «Блок» после номера БД индицируется «n0» - «n9»).

2.4.10.4 Все БД автоматически перейдут в режим измерения по данному нуклиду.

2.4.11 Установка и корректировка коэффициента ξ

2.4.11.1 По своему физическому смыслу коэффициент ξ является отношением эффективности регистрации бета-излучения БД для выбранного нуклида к эффективности регистрации бета-излучения БД для ^{90}Sr - ^{90}Y в процентах.

2.4.11.2 Коэффициент ξ заносится в энергонезависимую память БД предприятием-изготовителем и его изменение не допускается, кроме случаев связанных с ремонтом БД и перехода на другой измеряемый нуклид, не занесенный в паспорт установки.

2.4.11.3 Если все же возникла потребность в изменении (восстановлении) коэффициента ξ , действуйте следующим образом:

- определите коэффициент ξ по методике приложения Г;
- выберите нужный нуклид по 2.4.10;
- выберите параметр «EFFn» нажатием кнопки «ВЫБОР» в поле «Параметр»;
- введите значение коэффициента ξ по данному нуклиду, используя кнопки «←», «↑», «→», «↓»;
- после изменения значения для его запоминания нажмите кнопку «ВВОД» в поле «Параметр». После этого в поле «Значение» старое значение коэффициента ξ заменится на новое.

2.4.12 Выход из режима настройки установки

Для выхода из режима настройки установки нажмите кнопку «РЕЖИМ» (поле «Блок») и после этого поверните ключ доступа, находящийся на задней панели узла «Руки».

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1 Общие указания

3.1.1 Техническое обслуживание проводится с целью обеспечения правильной и длительной работы установки.

3.1.2 Техническое обслуживание подразделяется на текущее техническое обслуживание и периодическое техническое обслуживание.

3.2 Меры безопасности

3.2.1 Установка должна обслуживаться лицами, прошедшими специальную подготовку и ознакомленными с настоящим руководством по эксплуатации.

3.2.2 При эксплуатации установки и проведении поверки необходимо выполнять:

- СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)»;
- СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)»;
- РД 153-34.0-03.150-00 «Межотраслевые правила по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок (ПОТ Р М-016-2001)».

3.2.3 При работе с установкой должны быть приняты следующие меры безопасности: установка должна быть надежно заземлена посредством электрического соединения клеммы «L», расположенной на задней панели узла «Руки», с контуром заземления. Сечение заземляющего проводника должно быть не менее 1,5 мм².

ВНИМАНИЕ! В ПРОЦЕССЕ РЕГЛАМЕНТНЫХ РАБОТ И РЕМОНТА ЗАПРЕЩАЕТСЯ ОСТАВЛЯТЬ БЕЗ НАДЗОРА УСТАНОВКУ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ СО СНЯТОЙ КРЫШКОЙ.

3.3 Порядок технического обслуживания

3.3.1 Текущее техническое обслуживание

3.3.1.1 Текущее техническое обслуживание производится при регулярной эксплуатации и состоит в осмотре установки для своевременного обнаружения и устранения факторов, которые могут повлиять на её работоспособность и безопасность.

3.3.1.2 Рекомендуются следующие основные виды и сроки проведения текущего технического обслуживания:

- визуальный осмотр 1 раз в месяц;
- внешняя чистка (дезактивация) 1 раз в месяц.

3.3.1.3 При визуальном осмотре определяется состояние крепления узлов, чёткость фиксации выносного блока детектирования, надёжность подключения кабеля питания и провода выносного блока детектирования, состояние лакокрасочного и гальванического покрытия.

3.3.1.4 Деактивация установки проводится в соответствии с регламентом работ, действующем на предприятии, но не реже 1 раза в месяц:

- наружные поверхности установки дезактивируются растворами № 1 и № 2 по 1.2.29, после обработки поверхности ветошью, смоченной в дезактивирующем растворе, необходимо обтереть поверхности ветошью, смоченной в дистиллированной воде, а затем просушить фильтровальной бумагой;

- разъемы кабельных выводов дезактивируются раствором № 3 по 1.2.29, дополнительной обработки дистиллированной водой и просушки фильтровальной бумагой не требуется

Сухая чистка проводится с любой периодичностью.

При проведении дезактивации и сухой чистки установка должна быть отключена от сети питания.

3.3.2 Периодическое техническое обслуживание

Периодическое техническое обслуживание заключается в периодической проверке. При необходимости допускается подстройка установки при проверке в соответствии с методикой изложенной в 2.4.

4 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

4.1 Общие требования

Проверку установки проводят юридические лица или индивидуальные предприниматели, аккредитованные в установленном порядке на право проверки данных средств измерений. Требования к организации, порядку проведения проверки и форма представления результатов проверки определяются ПР 50.2.006-94 «Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок проведения проверки средств измерений».

Проверке подлежат все вновь выпускаемые, выходящие из ремонта и находящиеся в эксплуатации установки.

Первичная проверка производится при выпуске вновь произведенных установок и после их ремонта.

Периодическая проверка производится при эксплуатации установки.

Межповерочный интервал составляет один год.

4.2 Операции и средства проверки

При проведении проверки установки должны выполняться операции и применяться средства, указанные в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Перечень операций поверки и средств, применяемых при ее проведении

Наименование операции	Номер пункта	Средства поверки и их нормативно-технические характеристики	Обязательность проведения операций при	
			первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	4.5.1	Визуально	Да	Да
2. Опробование	4.5.2		Да	Да
3. Определение основной относительной погрешности измерений плотности потока бета-излучения	4.5.3	Рабочий эталон 2-го разряда ^{90}Sr - ^{90}Y типа 6СО. Рабочий эталон 2-го разряда ^{239}Pu типа 5П9. Секундомер С1-2а ТУ 25-1819.0027-90. Термометр лабораторный по ГОСТ 28498-90, цена деления 0,1 °С диапазон измерений 10-40 °С.	Да	Да
4. Определение основной относительной погрешности измерений плотности потока альфа-излучения	4.5.4	Барометр типа БАММ-1, цена деления 1 кПа, диапазон измерений 60-100 кПа. Психрометр ГОСТ 112-78, диапазон измерения влажности 20-90 %, погрешность измерения ± 5 %		
4. Оформление результатов поверки	4.6		Да	Да
Примечание - Допускается применять отдельные, вновь разработанные или находящиеся в применении средства поверки и оборудование, по своим характеристикам не уступающие указанным в настоящей методике поверки.				

4.3 Требования безопасности

При поверке выполняют требования безопасности, изложенные в 3.2 и в документации на применяемые средства поверки и оборудование.

4.4 Условия проведения поверки и подготовка к ней

4.4.1 Поверка должна быть проведена при соблюдении следующих условий:

- температура окружающего воздуха + (20 $\pm$ 5) °С;
- относительная влажность воздуха..... от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа;
- радиационный фон естественный.

4.5 Проведение поверки

4.5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие комплектности установки;
- наличие эксплуатационной документации;
- отсутствие дефектов, влияющих на работу установки.

4.5.2 Опробование

При опробовании необходимо провести проверку работоспособности установки по 2.2.

4.5.3 Определение основной относительной погрешности измерения плотности потока бета-излучения

4.5.3.1 Подготовьте к работе и включите установку согласно 4.5.2.

4.5.3.2 После автоматического проведения самотестирования и измерения фона убедитесь в том, что выбран нуклид n0 (^{90}Sr - ^{90}Y).

4.5.3.3 В случае если установлен другой нуклид: перейдите в режим настройки по 2.4.1, выберите режим установки порога срабатывания тревожной сигнализации по 2.4.4 и выберите нуклид n0 при помощи нажатия кнопки «НУКЛИД». Выйдите из режима настройки по 2.4.2.

4.5.3.4 После автоматического измерения фона, перекройте оптическую ось датчика наличия объекта выбранного БД, расположите на нем плоский источник типа 6СО (не ниже 2-го разряда) и произведите не менее пяти измерений, используя кнопку «ТЕСТ».

4.5.3.5 Проводите измерения на пластинах с номинальным значением плотности потока бета-излучения от 100 до 300 $\text{мин}^{-1}\text{см}^{-2}$; от 3000 до 5000 $\text{мин}^{-1}\text{см}^{-2}$; от 7000 до 9000 $\text{мин}^{-1}\text{см}^{-2}$.

4.5.3.6 Определите основную погрешность измерения Θ в процентах по формуле

$$\Theta = \frac{P - P_o}{P_o} \cdot 100 \quad (4.1)$$

где P - среднее арифметическое показание установки при каждом значении плотности потока бета-излучения, указанном в 4.5.3.5;

P_o - действительное значение плотности потока бета-излучения.

4.5.3.7 Величина основной погрешности измерения плотности потока бета-излучения для всех значений не должна выходить за пределы, указанные в таблице 1.1.

В случае, если значение основной погрешности выходит за пределы указанные в таблице 1.1, выполните операции по настройке установки согласно 2.4.

4.5.4 Определение основной относительной погрешности измерения плотности потока альфа-излучения

4.5.4.1 Подготовьте к работе и включите установку согласно 4.5.2.

4.5.4.2 После автоматического проведения самотестирования и измерения фона, снимите БДЗА-96 с кронштейнов, снимите с него защитную крышку и расположите его на плоском источнике типа 5П9 (не ниже 2-го разряда) и произведите не менее пяти измерений, согласно 2.3.2.

4.5.4.3 Проводите измерения на пластинах с номинальным значением плотности потока альфа-излучения от 50 до 300 $\text{мин}^{-1}\text{см}^{-2}$; от 3000 до 5000 $\text{мин}^{-1}\text{см}^{-2}$; от 7000 до 9000 $\text{мин}^{-1}\text{см}^{-2}$.

4.5.4.4 Определите основную погрешность измерения Θ_m в процентах по формуле

$$\Theta_m = \frac{P - P_o}{P_o} \cdot 100 \quad (4.2)$$

где P - среднее арифметическое показание установки при каждом значении плотности потока альфа-излучения, указанном в 4.5.4.3;

P_o - действительное значение плотности потока альфа-излучения.

4.5.4.5 Величина основной погрешности измерения плотности потока альфа-излучения для всех значений не должна выходить за пределы, указанные в таблице 1.1.

В случае, если значение основной погрешности выходит за пределы указанные в таблице 1.1, выполните операции по настройке установки согласно 3.4.

4.6 Оформление результатов поверки

4.6.1 Положительные результаты поверки установки оформляются в соответствии с ПР 50.2.006-94.

4.6.2 При отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности установки или делается соответствующая запись в технической документации и применение её не допускается.

5 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

5.1 При проведении текущего ремонта необходимо соблюдать указания мер безопасности, указанные в 3.2.

5.2 Возможные неисправности установки и способы их устранения указаны в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Характерные неисправности, методы их обнаружения и устранения

Наименование неисправности	Вероятная причина	Способы устранения	Примечание
1. При включении установки не загораются светодиоды на панели индикации	Нет сетевого питания	Проверить предохранитель и правильность подключения к сети	
2. После включения установки на панели индикации устанавливается показание «ErXY»	Неисправность в одном из блоков установки	См. инструкцию по наладке	X– номер блока Y– номер ошибки Подробнее смотрите 5.3
3. Большое отличие результатов измерения от номинала контрольной пластины	Неправильная калибровка БД. Перед началом измерений не был измерен фон	Произвести повторную калибровку БД. Измерить фон	
4. При снятии БДЗА-96 не происходит перехода в режим «ALFA»	Неисправен концевой датчик БД	Проверить подвижность хвостовика концевого датчика БД	
5. Не запускается процесс измерения	Один из фотодатчиков не перекрыт	Проверить правильность расположения на установке	
6. Не происходит автоматического измерения фона	Один из фотодатчиков не работает	Проверить работу фотодатчиков в режиме настройки по 5.3	

5.3 Перечень неисправностей блоков установки, отображаемых в виде «ErXY», приведён в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Неисправности блоков установки, отображаемых в виде «ЕгХУ»

Значение Х	Значение У	Неисправность
1...7	0	Отсутствует БД №Х
1...7	1	В БД № Х неисправен счётчик Бета-2 № 1
1...7	2	В БД № Х неисправен счётчик Бета-2 № 2
1...7	3	В БД № Х неисправен счётчик Бета-2 № 3
1...7	4	В БД № Х неисправен счётчик Бета-2 № 4
1...7	5	В БД № Х неисправен счётчик Бета-2 № 5
1...7	6	В БД № Х неисправен счётчик Бета-2 № 6
1...7	7	В БД № Х неисправен высоковольтный источник
1...7	8	Загрязнение или повышенный фон БД №Х
1...7	9	Неисправность фотодатчика БД № Х
8	0...9	Неисправность в ЦПУ или БИ
9	0	Неисправен БДЗА-96

6 ХРАНЕНИЕ

6.1 Установку до введения в эксплуатацию следует хранить в отапливаемом и вентилируемом складе:

- в упаковке предприятия-изготовителя в условиях хранения 1(Л) по ГОСТ 15150-69 при температуре окружающего воздуха от +5 до +40 °С и относительной влажности до 80 % при +25 °С;

- без упаковки в условиях атмосферы типа I по ГОСТ 15150-69 при температуре окружающего воздуха от +10 до +35 °С и относительной влажности до 80 % при +25 °С.

6.2 В помещении для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

Место хранения должно исключать попадание прямого солнечного света на установку.

7 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

7.1 Установка в упаковке предприятия-изготовителя может транспортироваться всеми видами транспорта на любые расстояния:

- перевозка по железной дороге должна производиться в крытых чистых вагонах;
- при перевозке открытым автотранспортом ящики должны быть накрыты водонепроницаемым материалом;
- при перевозке воздушным транспортом ящики должны быть размещены в герметичном отапливаемом отсеке;
- при перевозке водным и морским транспортом ящики должны быть размещены в трюме.

7.2 Размещение и крепление ящиков на транспортных средствах должны обеспечивать устойчивое положение при следовании в пути, отсутствие смещения и ударов друг о друга.

7.3 При погрузке и выгрузке должны соблюдаться требования надписей, указанных на транспортной таре.

Во время погрузочно-разгрузочных работ установка не должна подвергаться воздействию атмосферных осадков.

7.4 Условия транспортирования:

- температура от минус 50 до +50 °С при условии плавной температурной стабилизации при выгрузке до температур от +5 до +40°С и последующего пребывания в нормальных условиях в течение 24 ч;
- влажность до 98 % при +35 °С;
- синусоидальные вибрации в диапазоне частот от 10 до 55 Гц с амплитудой смещения 0,35 мм.

8 УТИЛИЗАЦИЯ

8.1 По истечении полного срока службы установки (изделий, входящих в её состав), перед отправкой на ремонт или для проведения поверки необходимо провести обследование изделия на наличие радиоактивного загрязнения поверхностей. Критерии для принятия решения о дезактивации и дальнейшем использовании изложены в разделе 3 ОСПОРБ-99/2010.

Дезактивацию следует проводить растворами в соответствии с 1.2.21 в тех случаях, когда уровень радиоактивного загрязнения поверхностей изделия (в том числе доступных для ремонта) может быть снижен до допустимых значений в соответствии с разделом 8 НРБ-99/2009 и разделом 3 ОСПОРБ-99/2010.

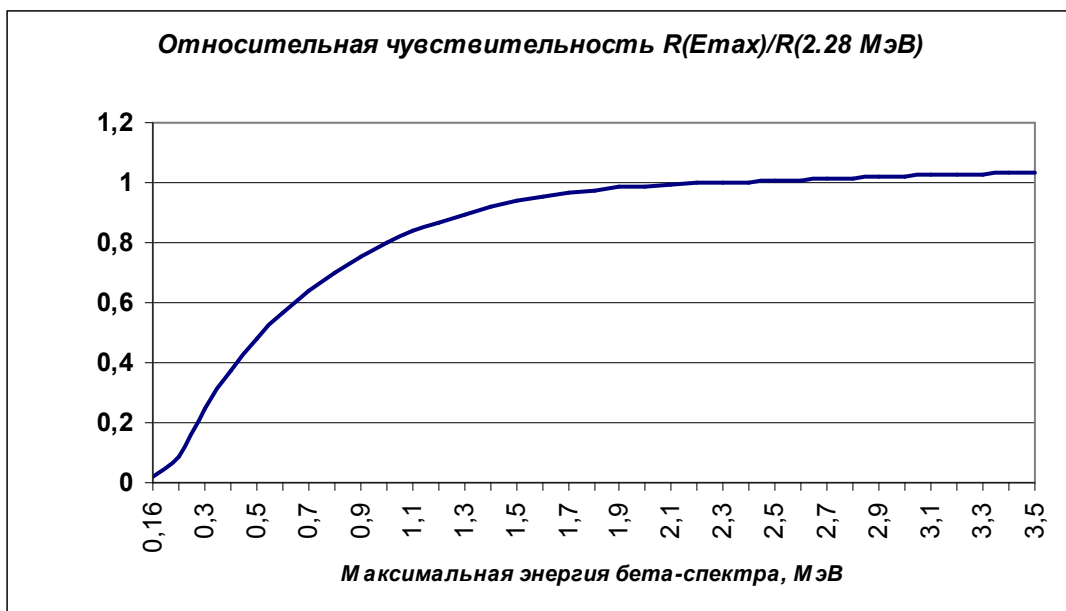
8.2 В соответствии с 3.7 СПОРО-2002 допускается в качестве критерия о дальнейшем использовании изделия, загрязненного неизвестными гамма-излучающими радионуклидами, использовать мощность поглощённой дозы у поверхностей (0,1 м).

В случае превышения мощности дозы в 0,001 мГр/ч (1 мкЗв/ч) над фоном после дезактивации или превышения допустимых значений уровня радиоактивного загрязнения поверхностей к изделию предъявляются требования как к радиоактивным отходам (РАО). РАО подлежат классификации и обращению (утилизации) в соответствии с разделом 3 СПОРО-2002.

8.3 Изделие, допущенное к применению после дезактивации, подлежит ремонту или замене в случае выхода из строя. Непригодное для дальнейшей эксплуатации изделие, уровень радиоактивного загрязнения поверхностей которого не превышает допустимых значений, должно быть демонтировано, чтобы исключить возможность его дальнейшего использования, и направлено на специально выделенные участки в места захоронения промышленных отходов.

Изделие с истекшим сроком службы, допущенное к использованию после дезактивации, подвергается обследованию технического состояния. При удовлетворительном техническом состоянии изделие подлежит поверке и определению сроков дальнейшей эксплуатации.

**ТИПОВАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ УСТАНОВКИ
ОТ МАКСИМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ СПЕКТРА БЕТА-ИЗЛУЧЕНИЯ**



Приложение Б
(обязательное)

ВНЕШНИЙ ВИД УСТАНОВКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИСПОЛНЕНИЯ

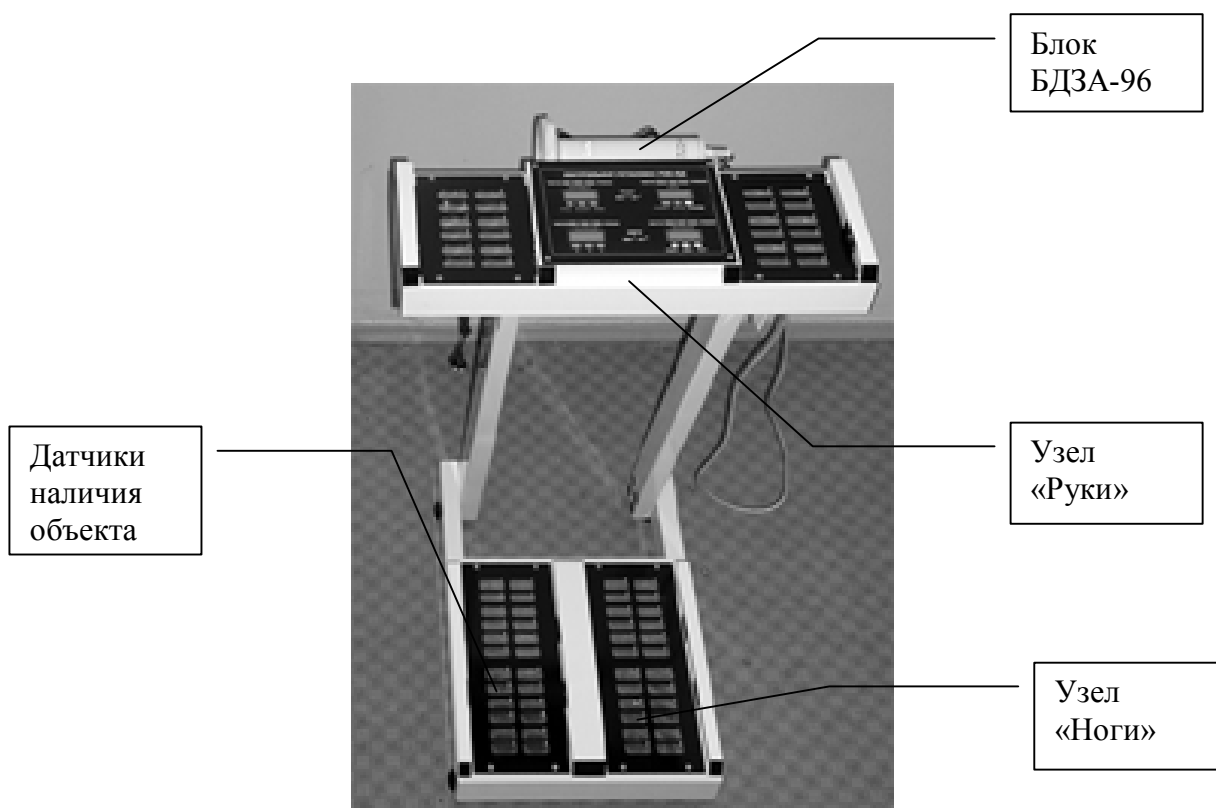


Рисунок А.1 - Установка РЗБ-05Д-01 в напольном варианте исполнения с выносным блоком детектирования БДЗА-96 загрязненности альфа- активными веществами.



Рисунок А.2 - Установка РЗБ-05Д-03 в настольном варианте исполнения с выносным блоком детектирования БДЗА-96 загрязненности альфа-активными веществами

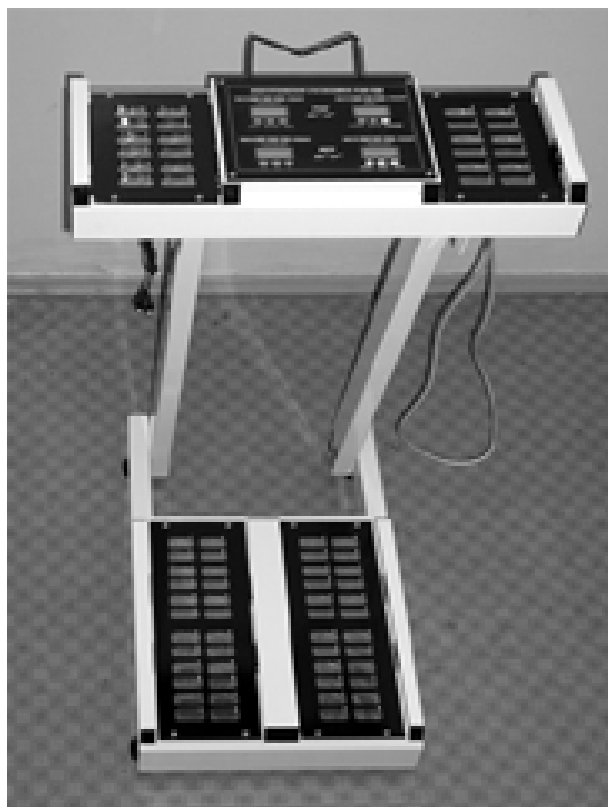


Рисунок А.3 - Установка РЗБ-05Д-02 в напольном варианте исполнения без выносного блока детектирования БДЗА-96 загрязненности альфа-активными веществами

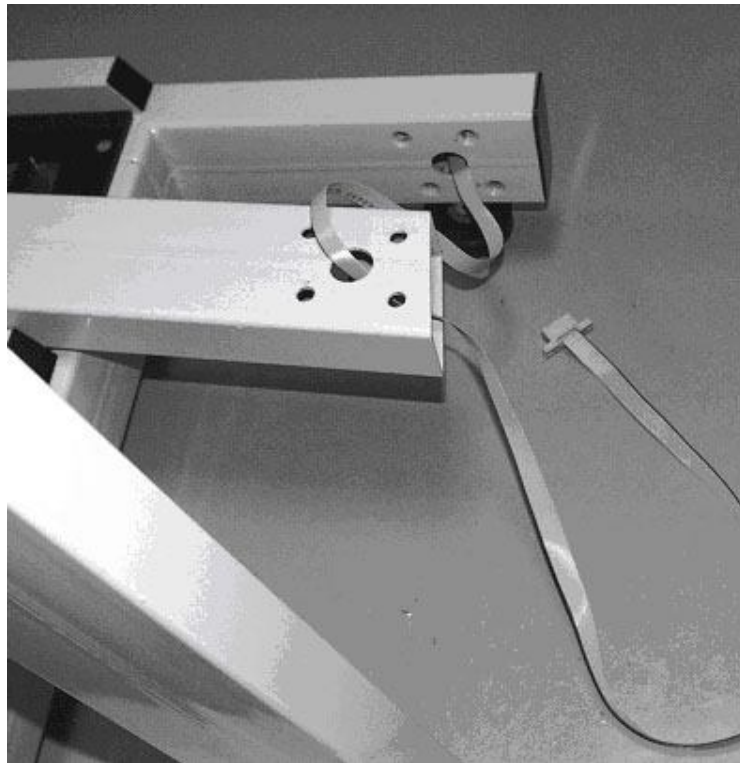


Рисунок А.4 – Установка РЗБ-05Д-04 в настольном варианте исполнения без выносного блока детектирования БДЗА-96 загрязненности альфа-активными веществами

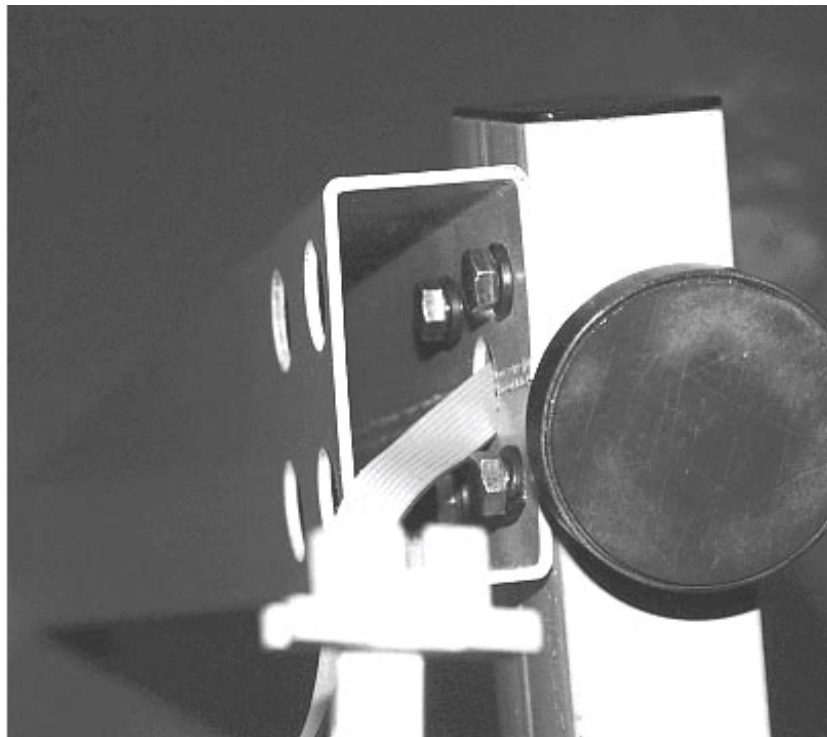
Приложение В
(обязательное)

ИНСТРУКЦИЯ ПО СБОРКЕ УСТАНОВКИ

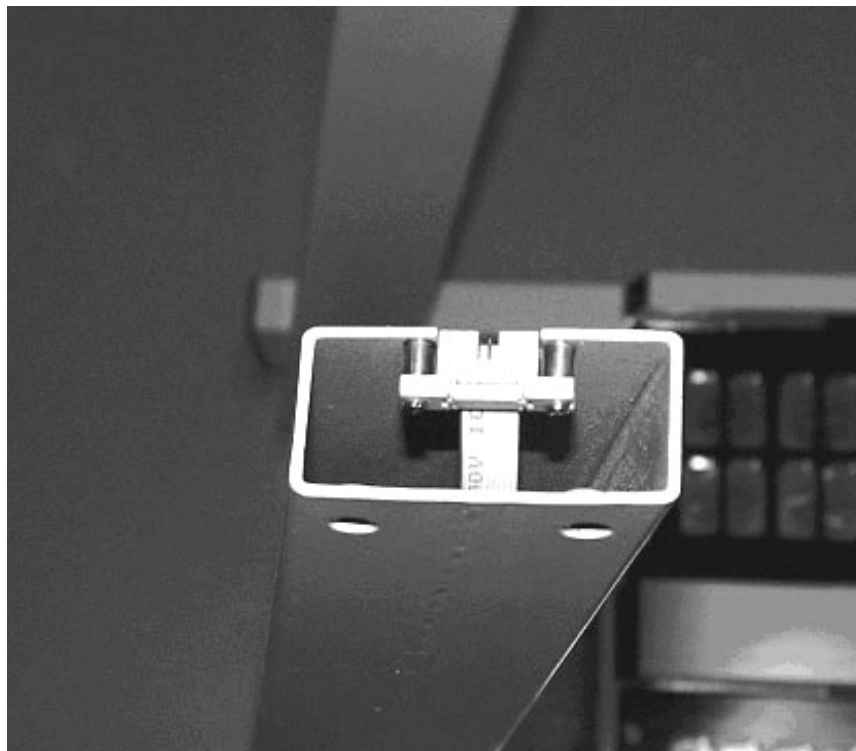
В.1 - Проденьте кабель из состава узла «Ноги» через отверстие в стойке.



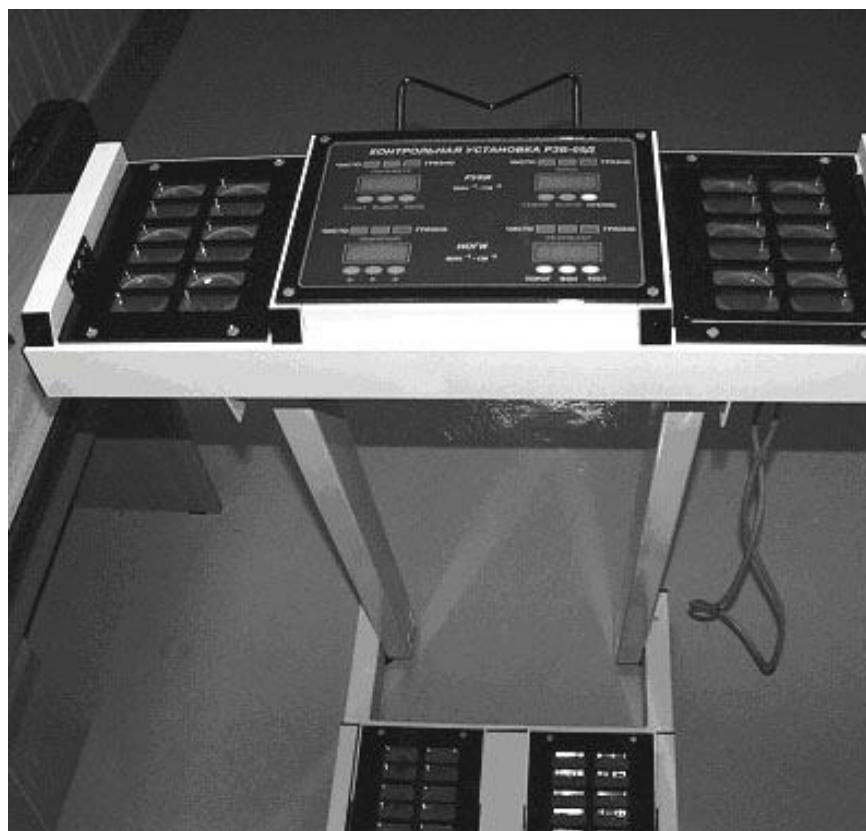
В.2 - Закрепите стойку на узле «Ноги» и проденьте кабель внутри стойки.



В.3 - Закрепите разъем в верхней части стойки.



В.4 - Разместите на стойках узел «Руки».



В.5 - Закрепите узел «Руки» к стойкам при помощи четырёх винтов.



МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ξ ДЛЯ БЛОКА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ

Рассмотрим методику на примере определения коэффициента ξ для ^{204}Tl .

Подготовьте к работе и включите установку согласно 2.2.

Перекройте оптическую ось датчика наличия объекта выбранного блока детектирования.

Расположите источник ^{1}CO с плотностью потока от 6000 до 12000 $\text{мин}^{-1}\text{см}^{-2}$ в середину одного из 12 окон защитной решетки выбранного блока детектирования.

Произведите три измерения по 2.3.7. Полученные результаты запишите.

Повторите эту процедуру для всех остальных окон защитной решётки выбранного блока детектирования.

Вычислите среднее значение измеренной величины по 36 измерениям (X_1).

Расположите источник ^{1}TL с плотностью потока от 6000 до 12000 $\text{мин}^{-1}\text{см}^{-2}$ в середину одного из 12 окон защитной решетки выбранного блока детектирования. Аналогично проведите измерения. Вычислите среднее значение измеренной величины по 36 измерениям (X_2).

Определите коэффициент ξ по формуле

$$\xi = \frac{X_2 / P_2}{X_1 / P_1} \quad (\text{Г.1})$$

где X_1 – среднее значение измеренной величины по 36 измерениям для источника ^{1}CO ;

X_2 – среднее значение измеренной величины по 36 измерениям для источника ^{1}TL ;

P_1 – паспортное значение плотности потока для источника ^{1}CO , $\text{мин}^{-1}\text{см}^{-2}$;

P_2 – паспортное значение плотности потока для источника ^{1}TL , $\text{мин}^{-1}\text{см}^{-2}$.

Подобным образом определите коэффициент ξ для других нуклидов.