

КОНТРОЛЬНЫЕ РАДИОМЕТРИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ РЗБ-05Д

Руководство по эксплуатации
ФВКМ.412125.001РЭ

СОГЛАСОВАН

Раздел «Методика поверки»

Зам. Ген. директора ГП «ВНИИФТРИ»



Д.Р.Васильев

20.12.01

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ	4
2. НАЗНАЧЕНИЕ	5
3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ.....	6
4. КОМПЛЕКТНОСТЬ	11
5. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ	12
5.1. УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	12
5.2. ПРИНЦИП РАБОТЫ КОНТРОЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	21
6. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ	26
7. ТАРА И УПАКОВКА	26
8. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ.....	27
9. ПОРЯДОК УСТАНОВКИ	28
10. ПОДГОТОВКА КОНТРОЛЬНОЙ УСТАНОВКИ К РАБОТЕ	29
11. ПОРЯДОК РАБОТЫ.....	30
12. МЕТОДИКА ПОВЕРКИ.....	32
12.1. ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ.	32
12.2. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.	32
12.3. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.	32
12.4. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРОК.	34
13. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ОСНОВНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА β-ИЗЛУЧЕНИЯ	35
14. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ОСНОВНОЙ ПОГРЕШНОСТИ И ДИАПАЗОНА ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА α-ИЗЛУЧЕНИЯ.	36
15. НАСТРОЙКА КОНТРОЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	37
15.1. ПЕРЕХОД В РЕЖИМ НАСТРОЙКИ КОНТРОЛЬНОЙ УСТАНОВКИ.....	37
15.2. ПРОВЕРКА РАБОТЫ ДАТЧИКА НАЛИЧИЯ ОБЪЕКТА	37
15.3. ИЗМЕРЕНИЕ ФОНА БЛОКА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ В РЕЖИМЕ НАСТРОЙКИ.....	37
15.4. УСТАНОВКА ПОРОГА СРАБАТЫВАНИЯ ТРЕВОЖНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ	38
15.5. АВТОМАТИЧЕСКАЯ НАСТРОЙКА ЭФФЕКТИВНОСТИ БЛОКА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ПО СТРОНЦИЙ-90 ИТТРИЙ-90	39

15.6. АВТОМАТИЧЕСКАЯ НАСТРОЙКА МЁРТВОГО ВРЕМЕНИ БЛОКА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ПО СТРОНЦИЙ-90 ИТТРИЙ-90	39
15.7. АВТОМАТИЧЕСКАЯ НАСТРОЙКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫНОСНОГО БЛОКА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ БДЗА-96.....	40
15.8. АВТОМАТИЧЕСКАЯ НАСТРОЙКА МЁРТВОГО ВРЕМЕНИ ВЫНОСНОГО БЛОКА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ БДЗА-96	41
15.9. РУЧНАЯ КОРРЕКЦИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И МЁРТВОГО ВРЕМЕНИ БЛОКОВ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ.....	41
15.10. НАСТРОЙКА БЛОКА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ПО ТАЛИЮ-204.....	42
15.11. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ.....	42
15.12. ВЫХОД ИЗ РЕЖИМА НАСТРОЙКИ КОНТРОЛЬНОЙ УСТАНОВКИ.....	42
16. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ.....	43
17. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	45
18. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ	46
19. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ	47
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ξ ДЛЯ БЛОКА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ	48
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ТИПОВАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КОНТРОЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ОТ СРЕДНЕЙ ЭНЕРГИИ СПЕКТРА β-ИЗЛУЧЕНИЯ	49

1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящее «Руководство по эксплуатации» предназначено для изучения устройства и принципа действия установки радиометрической контрольной РЗБ-05Д (далее контрольной установки), а также содержит другие сведения, необходимые для полного использования технических возможностей установки и правильной ее эксплуатации.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

Установки радиометрические контрольные РЗБ-05Д (далее КУ) предназначены для измерения плотности потока β - и α -излучений, а также сигнализации о превышении установленных предельно допустимых значений плотности потока (далее порогов).

КУ выпускается в следующих модификациях:

РЗБ-05Д-01 Установка радиометрическая контрольная РЗБ-05Д для определения уровня загрязненности поверхности рук, ног (обуви) и спецодежды персонала β -активными веществами в напольном варианте исполнения с выносным блоком детектирования загрязненности α -активными веществами.

РЗБ-05Д-02 Установка радиометрическая контрольная РЗБ-05Д для определения уровня загрязненности поверхности рук, ног (обуви) и спецодежды персонала β -активными веществами в напольном варианте исполнения.

РЗБ-05Д-03 Установка радиометрическая контрольная РЗБ-05Д для определения уровня загрязненности поверхности рук и спецодежды персонала β -активными веществами в настольном варианте исполнения с выносным блоком детектирования загрязненности α -активными веществами.

РЗБ-05Д-04 Установка радиометрическая контрольная РЗБ-05Д для определения уровня загрязненности поверхности рук и спецодежды персонала β -активными веществами в настольном варианте исполнения.

Контрольная установка является средством измерения.

Областью применения контрольной установки являются атомные электростанции, теплоэлектростанции, атомные станции теплоснабжения, а также санпускники, саншлюзы, лаборатории предприятий и учреждений, применяющих радиоактивные вещества.

Обозначение контрольной установки при заказе приведено в таблице 1.

Таблица 1.

Условное обозначение	Пример записи при заказе
РЗБ-05Д	Установка радиометрическая контрольная РЗБ-05Д

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Основная технические данные и характеристики КУ приведены в Таблице 2.

Таблица 2.

<i>Параметр</i>	<i>β-излучение</i>	<i>α-излучение</i>
Тип детекторов	«Бета-2»	БДЗА-96
Эффективность регистрации β-излучения по нуклидам ^{90}Sr - ^{90}Y , %	40...60	
^{204}Tl , %	20...30	
Эффективность регистрации α-излучения по нуклидам Pu -239, %		30...40
U -234, %		20...30
U -238, %		10...20
Диапазон измерения поверхностного загрязнения, $\text{мин}^{-1}\text{см}^{-2}$; *	10...9999	1...9999
Диапазон установки порогов срабатывания тревожной сигнализации, $\text{мин}^{-1}\text{см}^{-2}$	10...9900	1...9900
Пределы допускаемой основной относительной погрешность измерения плотности потока излучения, %	$\pm(20+200/P_\beta)$	$\pm(20+20/P_\alpha)$
Предельно допустимое облучение, мЗв/ч	18	18
Уровень собственного фона, $\text{мин}^{-1}\text{см}^{-2}$	15	1
Допустимое значение МЭД фонового гамма-излучения (радиационная устойчивость), мкЗв/ч	0,1 -10	0,1 -10

* Где P_β – измеренное значение плотности потока β-излучения ($\text{мин}^{-1}\text{см}^{-2}$),
 P_α - измеренное значение плотности потока α-излучения ($\text{мин}^{-1}\text{см}^{-2}$).

3.2. КУ обеспечивает звуковую и световую сигнализацию превышения порога загрязненности рук, ног (обуви) или спецодежды α- и β-активными веществами.

При загрязненности выше установленного порогового значения включается красное световое табло «грязно», при загрязненности ниже установленного порогового значения - зеленое световое табло «чисто».

3.3. Время одной экспозиции в среднем составляет 4 секунды, а при загрязнении объекта близком к пороговому значению – не более 32 секунд. Время между экспозициями не менее 5 секунд.

3.4. КУ обеспечивает плавную установку порогов сигнализации с шагом $1 \text{ мин}^{-1} \text{ см}^{-2}$ во всем диапазоне измерений.

3.5. Время установления рабочего режима КУ не более 5 минут.

3.6. Время непрерывной работы установки не менее 10000 часов.

3.7. Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений составляют:

$\pm 10\%$ от показаний в нормальных условиях при изменении температуры в рабочем диапазоне температур от минус 10 до плюс 50°C ;

$\pm 10\%$ от показаний КУ в нормальных условиях при изменении относительной влажности воздуха до 95% при температуре 35°C ;

$\pm 10\%$ от показаний КУ в нормальных условиях при работе в постоянном магнитном поле напряженностью не более 400 А/м.

3.8. Нестабильность показаний КУ за 8 часов непрерывной работы не превышает $\pm 10\%$ от среднего значения показаний за этот промежуток времени.

3.9. КУ обеспечивает автоматическую компенсацию внешнего γ -фона и собственного фона детекторов.

3.10. Питание КУ осуществляется от однофазной сети переменного тока с частотой 50 Гц ± 1 Гц, содержанием гармоник до 5% и номинальным напряжением 220 В с допустимыми отклонениями отминус 15% до плюс 10%.

3.11. Мощность, потребляемая от сети КУ, при номинальном напряжении питания не более 20 ВА.

3.12. Изоляция между корпусом КУ и контактами вилки кабеля сетевого питания выдерживает в течение 1 минуты без пробоя действие испытательного напряжения постоянного тока 1500 В. Сопротивление изоляции вышеуказанных цепей не менее 20 МОм при нормальных условиях.

3.13. Нарботка на отказ не менее 10000 часов.

3.14. Средний срок службы не менее 6 лет.

3.15. Конструкция установки брызгозащитная (исполнение IP32С по ГОСТ 14254-96) и обеспечивает возможность напольного и настольного монтажа.

3.16. Габаритные размеры и масса установки приведены в табл. 3.

Таблица 3.

Вариант исполнения	Габаритные размеры, мм, не более	Масса, кг, не более
РЗБ-05Д-01, РЗБ-05Д-02	740×750×1180	45,0
РЗБ-05Д-03, РЗБ-05Д-04	740×400×190	12,0

3.17. Вид климатического исполнения КУ СЗ ГОСТ 12997-84.

КУ устойчиво работает при изменении температуры окружающей среды от -10°C до +50°C и в условиях относительной влажности окружающей среды до 95% при температуре +35°C.

3.18. КУ обладает механической прочностью в соответствии с требованиями к изделиям группы N3 ГОСТ 12997-84.

3.19. Внешний вид контрольной установки в зависимости от исполнения показан на рис. 1, рис. 2, рис.3. и рис.4.

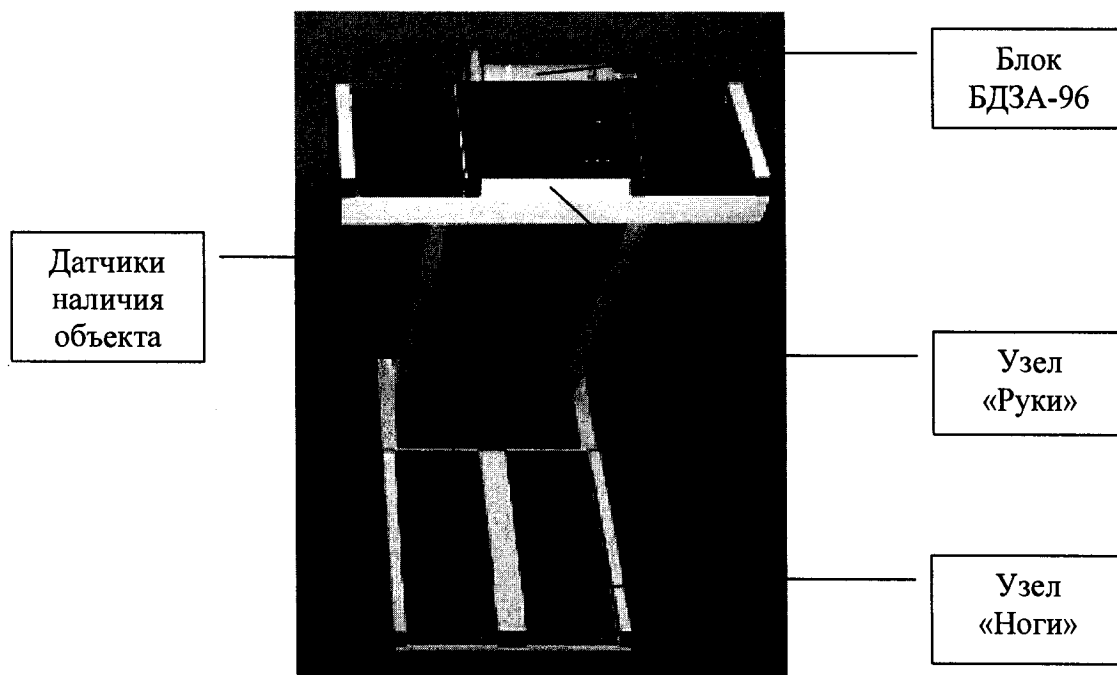


Рис. 1. Контрольная установка РЗБ-05Д-01. Внешний вид.

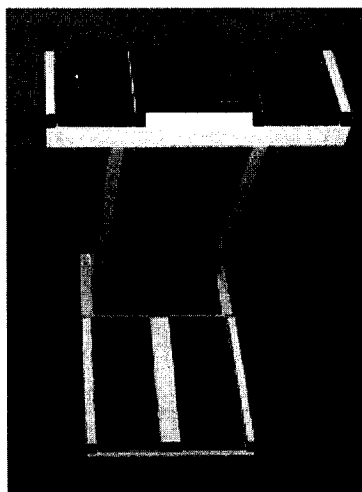


Рис. 2. Контрольная установка РЗБ-05Д-02. Внешний вид.

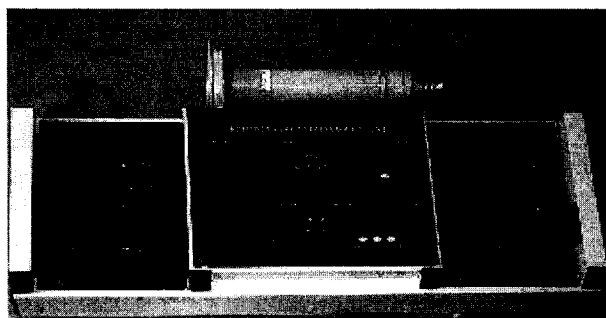


Рис. 3. Контрольная установка РЗБ-05Д-03. Внешний вид.

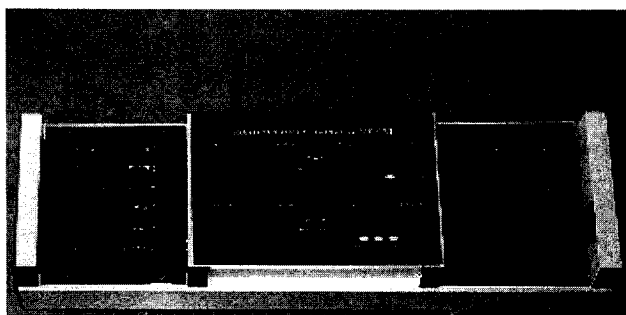


Рис. 4. Контрольная установка РЗБ-05Д-04. Внешний вид.

4. КОМПЛЕКТНОСТЬ

4.1. Комплект поставки контрольной установки приведен в табл. 4.

Таблица 4.

Составные части		Количество в РЗБ-05Д-XX				Заводской №
Наименование	Обозначение	01	02	03	04	
Узел «Руки»	ГКПС 40.01.000	1	1	1	1	
Узел «Ноги»	ГКПС 40.02.000	1	1			
Детектор α -излучения	БДЗА-96	1		1		
Стойка	ГКПС 40.04.000	2	2			
Блок детектирования	ГКПС 40.03.000	1	1			
Комплект ЗИП						
Комплект документов		1	1	1	1	

4.2. В комплект ЗИП прибора может входить, по требованию Заказчика: дополнительный блок детектирования, дополнительные датчики наличия объекта и т.д.

5. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

5.1. УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

5.1.1. Контрольная установка (рис.5.) состоит из устройства детектирования загрязненности рук β -активными веществами со встроенным устройством обработки и отображения полученной информации (узел «Руки»), устройства детектирования загрязненности ног (обуви) β -активными веществами (узел «Ноги») и внешнего блока детектирования загрязненности α -активными веществами БДЗА-96.

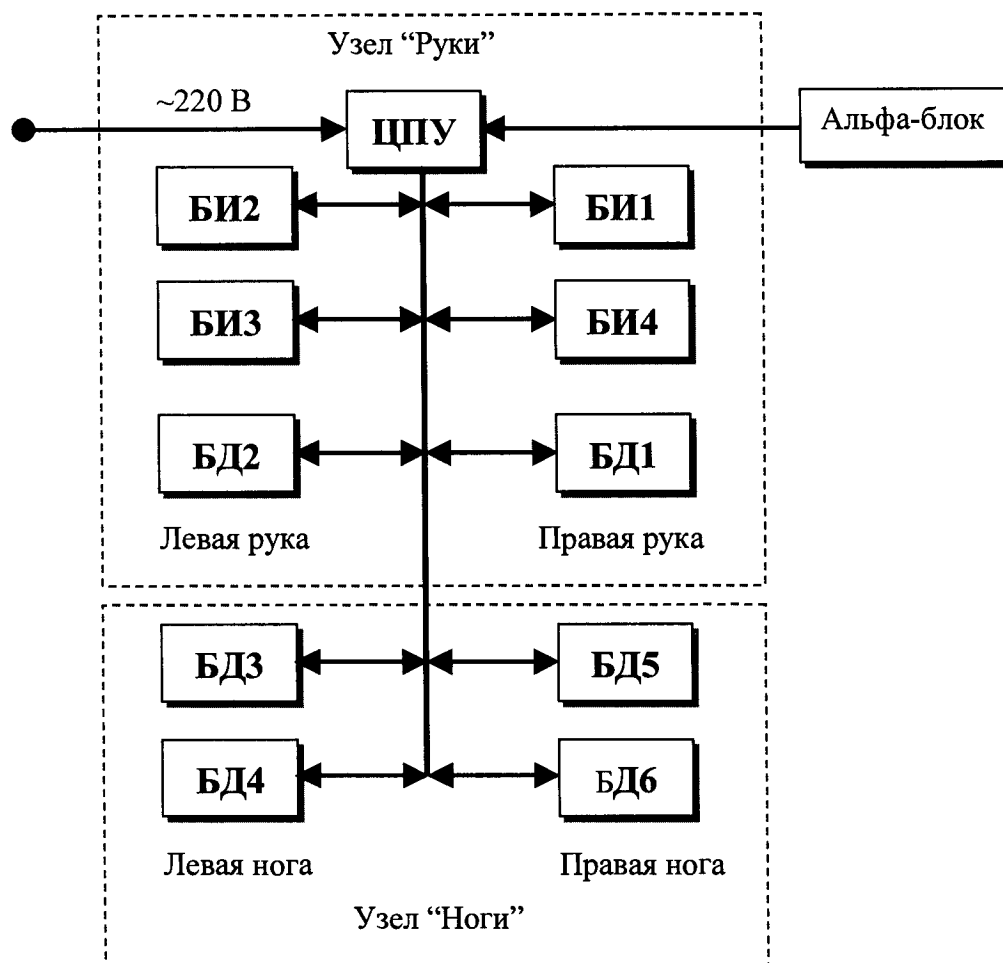


Рис.5. Общая блок-схема контрольной установки

5.1.2. Узел «Руки» является основным узлом установки и содержит:

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

БД правой руки конструктивно выполнен как съёмный блок и может использоваться для детектирования загрязнённости других участков тела или спецодежды.

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

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

5.1.4. 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 блоков без дополнительной настройки и проверки.

5.1.5. Работа контрольной установки при детектировании β -излучения осуществляется следующим образом:

- ЦПУ настраивает все БД на выполнение счёта импульсов с проверкой превышения установленного порога 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, обрабатывает его с использованием калибровочных данных, хранящихся в энергонезависимой памяти БД, и выводит окончательный результат на соответствующий БИ.

При детектировании α -излучения импульсы от внешнего блока 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.

5.1.6. Блок-схема центрального процессорного устройства представлена на рис.6. и содержит:

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

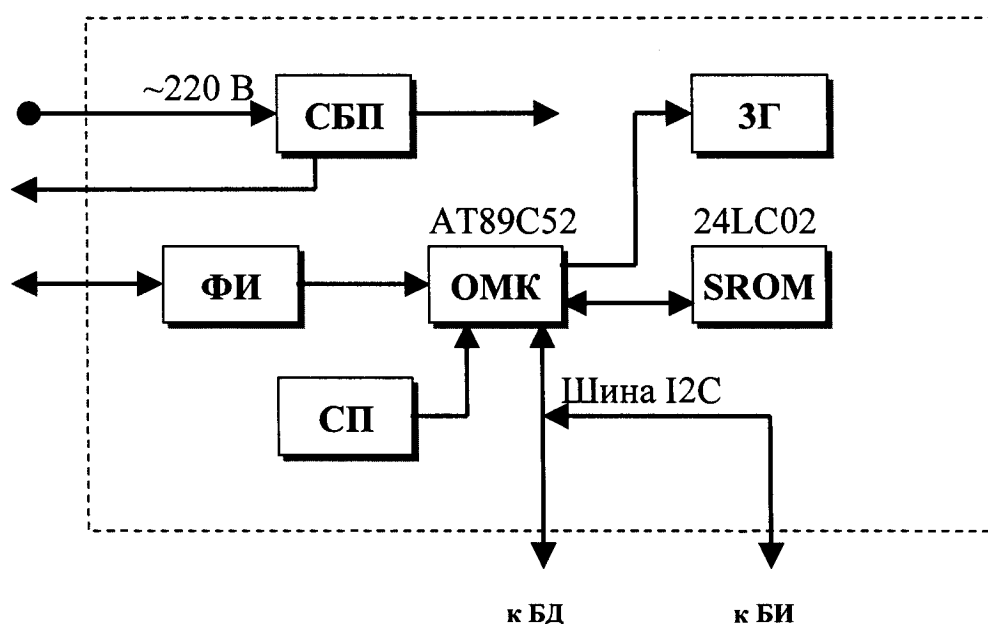


Рис.6. Блок-схема центрального процессорного

СБП вырабатывает стабилизированное напряжение +5В для питания микроконтроллера, БИ и БД, а также напряжение +7В для питания внешнего блока детектирования загрязненности α -активными веществами БДЗА-96.

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

СП предназначен для контроля за напряжением +5В, питающим ОМК, и перезапуска последнего в случае недопустимого снижения или кратковременного отключения сетевого напряжения питания. При этом работа контрольной установки аналогична работе после включения тумблером «Сеть».

Энергонезависимая память (AT24LC02B) с последовательной передачей данных служит для хранения калибровочной информации для внешнего блока детектирования загрязненности α -активными веществами БДЗА-96, а также другой информации о функционировании контрольной установки в целом.

В связи с тем, что длительность импульсов, вырабатываемых внешним блоком 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 пользователя или обслуживающего персонала.

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

5.1.7. Блок-схема БД представлена на рис.7. 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).

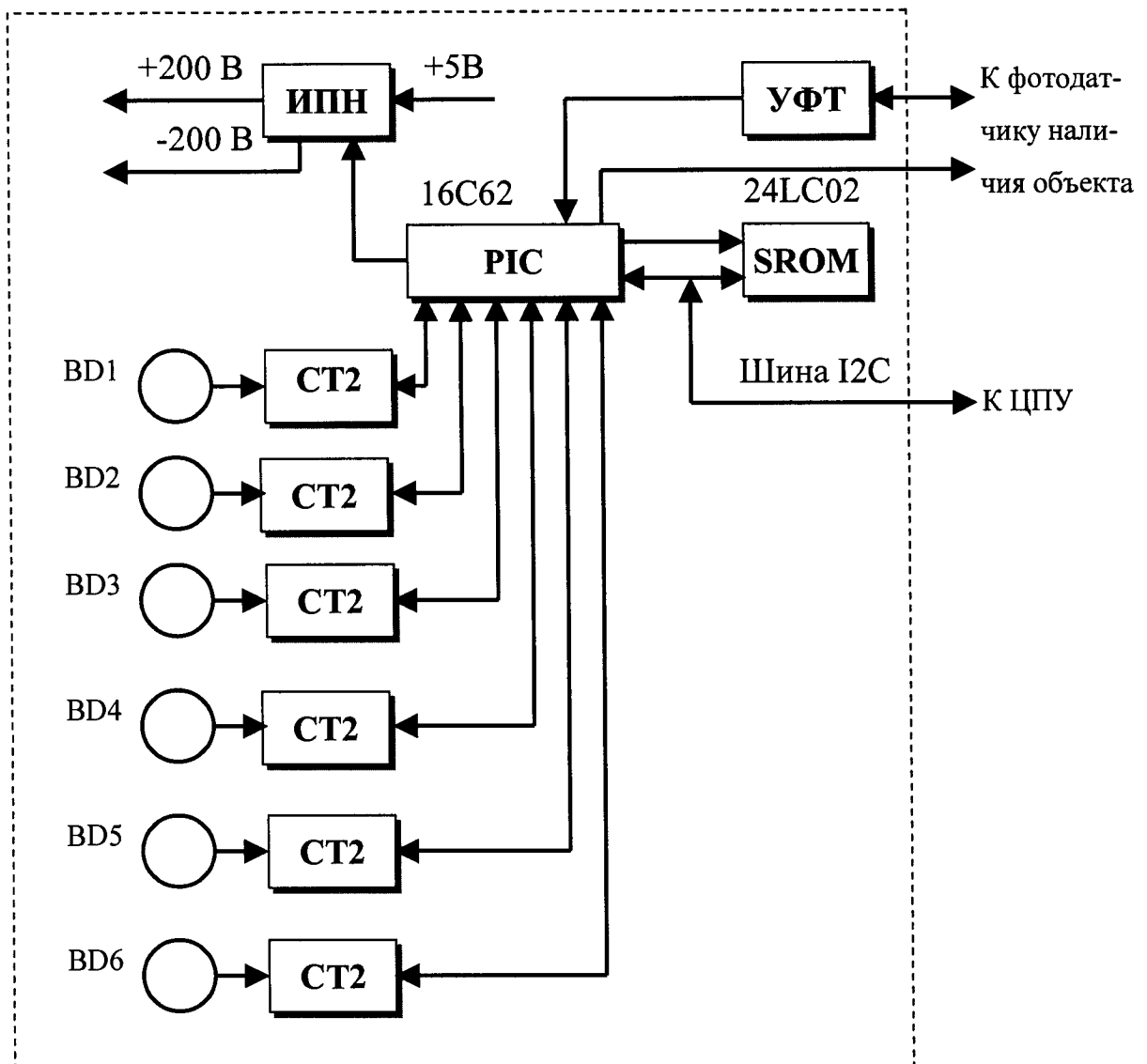


Рис.7. Блок-схема бета-детектора.

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

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 400В 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 (CT2) для предварительного накопления. Каждую миллисекунду PIC-контроллер 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 газоразрядного счётчика Бета-2 и сигнализации его отказа.

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

Измерительный комплекс 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 блок детектирования 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 контрольной установкой БД имеет 14-ти проводный шлейф, оканчивающийся разъёмом.

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

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

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

БИ позволяет отображать информацию в виде числового значения на 4-х разрядном семи-сегментном 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.

5.1.10. Панель индикации и управления, внешний вид которой представлен на рис.8, содержит четыре взаимозаменяемых БИ и предназначена для вывода результатов измерения, просмотра установленных параметров, настройки и проверки контрольной установки.

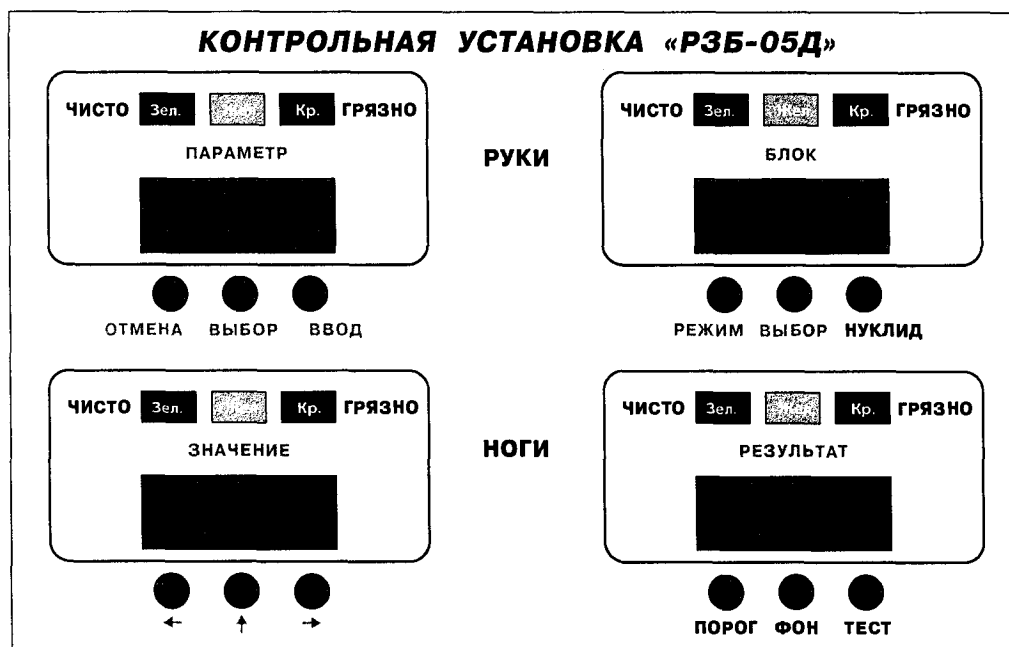


Рис. 8. Внешний вид панели индикации и управления.

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 β - или α -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 проверки.

Назначения кнопок приведены в таблице 5.

Таблица 5.

	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

5.2. ПРИНЦИП РАБОТЫ КОНТРОЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Работа контрольной установки основана на подсчете числа импульсов N_x , формируемых за время t_x в блоках детектирования под воздействием ионизирующих излучений, и дальнейшей математической обработке с использованием моделей и алгоритмов, рассматриваемых далее.

5.2.1. Математическая модель бета-детектора.

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

$$Y_x = \frac{100}{E} \times \frac{60}{a} \times \frac{F_x}{(1 - F_x \cdot \tau)}, \text{ где} \quad (1)$$

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

E - эффективность счётчика, [%];

a - эффективная площадь счётчика, $[\text{см}^2]$;

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 блоком из k счётчиков Бета-2, и сохранении физического смысла величин E и τ функция преобразования блока имеет вид:

$$Y_x^k = \frac{100}{E} \times \frac{60}{a} \times \frac{F_x}{(k - F_x \cdot \tau)} \quad (2)$$

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

$$Y_x = \frac{600}{E} \times \frac{F_x}{(6 - F_x \cdot \tau)} \quad (3)$$

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

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

$$Y_{fon} = \frac{600}{E} \times \frac{F_{fon}}{6} = \frac{100}{E} \times F_{fon} \quad (4)$$

Определив уровень фона до установки контролируемого объекта, уровень загрязнения последнего с учётом (3) и (4) можно представить в виде:

$$Y_o = Y_x - Y_{fon} = \frac{100}{E} \times \left[\frac{6 \cdot F_x}{6 - F_x \cdot \tau} - F_{fon} \right] \quad (5)$$

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

$$\gamma_N = \frac{2 \cdot \sqrt{N_x}}{N_x} \times 100 = \frac{200}{\sqrt{N_x}} [\%] \quad (6)$$

Следовательно, для получения погрешности измерения меньше заданной γ_o [%], число накопленных импульсов должно удовлетворять условию:

$$N_x \geq \frac{4 \cdot 10^4}{\gamma_o^2} \quad (7)$$

5.2.2. Контроль загрязнённости измеряемого объекта.

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

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:

$$\text{«Точно чисто»} - Y_x + \Delta Y_x \leq Y_n + Y_{fon} \quad (8)$$

$$\text{«Точно грязно»} - Y_x - \Delta Y_x > Y_n + Y_{fon} \quad (9)$$

Если условия (8) и (9) не выполняются, то необходимо:

- либо уменьшать погрешность измерения, путём увеличения времени накопления импульсов;

- либо принимать компромисное 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 (3), получим обратную функцию преобразования:

$$F_x = \frac{N_x}{t_x} = \frac{6}{\left(\frac{600}{E \cdot Y_x} + \tau\right)} \quad (10)$$

Применив (6) и (10) получим вместо (8) и (9) следующие условия:

$$\text{"Точно чисто"} - \frac{N_x + 2 \cdot \sqrt{N_x}}{t_x} \leq P_o \quad (11)$$

$$\text{"Точно грязно"} - \frac{N_x - 2 \cdot \sqrt{N_x}}{t_x} > P_o \quad (12)$$

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

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 (11) и (12).

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

При этом условия (11) и (12) примут следующий вид:

$$\text{"Точно грязно"} - N_i > \left(\sqrt{(1 + 2 \cdot i \cdot P_o)} + 1\right)^2 = P_i^+ \quad (13)$$

$$\text{"Точно чисто"} - N_i \leq \left(\sqrt{(1 + 2 \cdot i \cdot P_o)} - 1\right)^2 = P_i^- \quad (14)$$

где N_i - общее число импульсов, накопленное за i шагов измерения.

Если же на 15-ом шаге ни одно из условий (13), (14) не выполняется, решение принимается по следующему принципу:

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

$$\text{"Чисто"} - N_{15} < 30 \cdot P_o \quad (16)$$

Из формул (13) и (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} .

5.2.3. Измерение фона.

При включении контрольной установки уровень фона каждого детектора измеряется в течение 25 секунд 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 секунд 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.

5.2.4. Калибровка детекторов.

Из функции (5) видно, что до проведения измерений для каждого детектора должны быть определены с необходимой точностью значения величин E и τ .

Эффективность детектора E определяет крутизну линейного участка реальной характеристики преобразования при малых уровнях измеряемой плотности потока β -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 6CO CP1 (100...1000 мин⁻¹см⁻²) и CP2 (3000...9000 мин⁻¹см⁻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 CP1 и измеряют F_{CP1} .

Значение эффективности бета-детектора вычисляется по следующему выражению:

$$E_{\beta} = \frac{100}{Y_{CP1}} \times (F_{CP1} - F_{fon}) \quad (17)$$

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

Мёртвое время вычисляется по следующему выражению:

$$\tau_{\beta} = \frac{6}{F_{CP2}} - \frac{600}{(E \cdot Y_{CP2} + 100 \cdot F_{fon})} \quad (18)$$

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

Калибровка блока 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.

6. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

6.1. На каждом блоке, входящем в состав контрольной установки, наносятся следующие маркировочные обозначения:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- условное обозначение;
- заводской порядковый номер;
- год изготовления.

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

7. ТАРА И УПАКОВКА

7.1. Перед упаковкой необходимо подготовить контрольную установку, комплект запасных частей и эксплуатационную документацию в следующем порядке:

- а) контрольную установку подвергнуть консервации по методике п.18.3. настоящего ТО;
- б) комплект запасных частей, соединительные кабели и эксплуатационную документацию поместить в полиэтиленовые мешки.

7.2. При упаковке все свободные места необходимо заполнить гофрированным картоном для предотвращения перемещения внутри тары.

8. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

8.1. Перед началом работы с контрольной установкой необходимо ознакомиться с настоящим «Техническим описанием и инструкцией по эксплуатации».

8.2. При работе с контрольной установкой должны быть приняты следующие меры безопасности:

а) контрольная 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.

б) обслуживающий персонал должен знать и соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и правила техники безопасности при эксплуатации установок потребителем ПТЭ и ПТБ.

8.3. В процессе регламентных работ и ремонта воспрещается оставлять без надзора контрольную установку под напряжением со снятой крышкой.

8.4. При работе с контрольной установкой необходимо выполнять «Санитарные правила СП 2.6.1.758-99» и «Нормы радиационной безопасности НРБ-99».

9. ПОРЯДОК УСТАНОВКИ

9.1. КУ может быть установлена как на горизонтальной поверхности пола (исполнение РЗБ-05Д-01 и РЗБ-05Д-02), так и на горизонтальной поверхности стола (исполнение РЗБ-05Д-03 и РЗБ-05Д-04).

9.2. Контрольная установка рассчитана на работу в помещении, в котором не содержится паров кислот, щелочей и агрессивных газов. Температура окружающей среды должна быть в пределах от -10°C до $+50^{\circ}\text{C}$, относительная влажность – не более 95% при температуре $+35^{\circ}\text{C}$, атмосферное давление в пределах от 86 до 106 кПа (650...800 мм.рт.ст.).

9.3. Если контрольная установка до момента включения находилась в условиях с температурой ниже -10°C , то перед включением выдержите её в рабочих условиях в течение 24 часов.

10. ПОДГОТОВКА КОНТРОЛЬНОЙ УСТАНОВКИ К РАБОТЕ

10.1. Контрольная установка обслуживается лицом, прошедшим специальную подготовку и ознакомленным с настоящим ТО.

10.2. Установите контрольную установку на рабочем месте.

10.3. Надежно заземлите контрольную установку согласно требованию п.8.2. настоящего ТО.

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

10.5. Включите тумблер «Сеть». Прогрейте контрольную установку в течение 5 минут.

10.6. После включения сети 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 порога собственной загрязненности на соответствующий БИ выдается код ошибки «ErXY» и загорается красный светодиод. Перечень неисправностей приведен в таблице 8 (п.16.2).

10.7. Предприятием-изготовителем в БД занесены следующие значения порогов тревожной сигнализации:

для Sr90Y90 $20 \text{ мин}^{-1} \text{ см}^{-2}$;

для Tl204 $100 \text{ мин}^{-1} \text{ см}^{-2}$.

При необходимости установите другие значения порогов тревожной сигнализации (п.11 настоящего ТО).

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

В случае попытки установки значения порога меньшего значения фона БД, контрольная установка не произведет его запоминание.

11. ПОРЯДОК РАБОТЫ

11.1. Определение загрязненности рук и ног (обуви) β -активными веществами проводите в следующей последовательности.

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

Не меняйте расположение ног и рук до тех пор пока не прозвучит короткий звуковой сигнал (все «Чисто») или серия коротких звуковых импульсов (хотя бы один блок зафиксировал «Грязно») и на панели не загорятся красные («Грязно») или зеленые («Чисто») светодиоды. Время измерения составляет от 2 до 30 секунд и зависит от установленного значения порога и степени загрязненности объекта. Снимите руки с датчиков верхнего узла и сойдите с основания установки.

11.2. Определение загрязненности тела (одежды) β -активными веществами выносным блоком детектирования проводите в следующей последовательности.

Находясь на основании установки или рядом с ней, возьмитесь за рукоятку блока детектирования правой руки и снимите его. На индикаторе в поле «Блок» появится надпись «bEtA», которая означает, что измерения будут производиться выносным блоком детектирования β -излучения. На индикаторе в поле «Параметр» появится надпись «Р» («Порог»), а на индикаторе в поле «Значение» появится значение установленного порога. Приложите выносной блок к исследуемому участку тела (одежды).

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.

Не меняйте расположение датчика до тех пор, пока не прозвучит короткий звуковой сигнал («Чисто») или серия коротких звуковых импульсов («Грязно»), а на панели не загорится красный («Грязно») или зеленые («Чисто») светодиоды. Время

измерения объекта составляет от 2 до 30 секунд и зависит от установленного значения порога и степени загрязненности объекта.

Повторите измерения на других участках тела (одежды). По окончании измерений аккуратно поместите блок на его штатное место, вдвинув его до характерного «щелчка» фиксатора.

11.3. Определение загрязненности тела (одежды) α -активными веществами выносным блоком детектирования БДЗА-96 проводите в следующей последовательности (исполнение РЗБ-05Д-01 и РЗБ-05Д-03).

Находясь на основании установки или рядом с ней, возьмитесь за среднюю часть блока детектирования 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 α -излучения. На индикаторе в поле «Параметр» появится надпись «Р» («Порог»), а на индикаторе в поле «Значение» появится значение установленного порога. Снимите защитную крышку с выносного блока и приложите блок широкой частью к исследуемому участку тела (одежды).

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.

Не меняйте расположение датчика до тех пор, пока не прозвучит короткий звуковой сигнал («Чисто») или серия коротких звуковых импульсов («Грязно»), а на панели не загорится красный («Грязно») или зеленые («Чисто») светодиоды. Время измерения объекта составляет от 2 до 30 секунд и зависит от установленного значения порога и степени загрязненности объекта.

Повторите измерения на других участках тела (одежды).

По окончании измерений аккуратно поместите блок на место.

11.4. 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 блоков детектирования рук и ног. Значения порогов будут индицироваться до нажатия других кнопок или до начала процесса измерений.

11.5. Для просмотра значения фона блоков детектирования нажмите кнопку «Фон» в правом нижнем углу панели индикации и управления. На индикаторах появятся фоновые значения для блоков детектирования рук и в виде «FXXX». Значения фонов будут индицироваться до нажатия других кнопок или до начала процесса измерений.

11.6. Для просмотра установленного типа измеряемого нуклида нажмите кнопку «Нуклид» в правом верхнем углу панели индикации и управления. На индикаторах появятся названия измеряемых нуклидов для блоков детектирования рук и ног в виде «Sr» – при измерении загрязненности по Стронций 90 – Иттрий 90 и «Pb» - при измерении загрязненности по Талию 204. Названия нуклидов будут индицироваться до нажатия других кнопок или до начала процесса измерений.

11.7. 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.

12. МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

12.1. ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ.

Приборы и оборудование, необходимые для поверки, указаны в табл.6.

Таблица 6.

Наименование	Тип	Кол-во
Рабочий эталон 2-го разряда Sr-90Y-90	6СО	3
Рабочий эталон 2-го разряда Sr-90Y-90	1СО	1
Рабочий эталон 2-го разряда Tl-204	1	1
Рабочий эталон 2-го разряда Pu-239	5П9	3

12.2. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.

12.2.1. Поверку необходимо проводить в соответствии с ГОСТ 8.070-95 при естественном радиационном фоне в нормальных климатических условиях:

- температура окружающей среды $(20\pm 5)^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80%;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

12.2.2. Первичной поверке подлежит КУ, выпускаемая из производства и выходящая из ремонта, повлекшего градуировку установки.

Периодической поверке подлежит КУ, находящаяся в эксплуатации и на хранении.

12.2.3 Поверка КУ производится территориальными органами службы Госстандарта один раз в год, для КУ находящейся в эксплуатации, и один раз в три года для КУ, находящейся на хранении.

12.3. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.

12.3.1. Провести внешний осмотр установки, обратив внимание на:

- комплектность установки;
- наличие свидетельства о поверке (при повторной поверке);
- наличие и сохранность маркировки;
- отсутствие ржавчины, загрязнений, повреждений.

12.3.2. Провести проверку общей работоспособности установки, выполнив операции в соответствии с пп.10, 11.

12.3.3. Определить величины основных погрешностей измерений плотности потока α -, β -излучения по методике пп.13, 14.

12.3.4. При отрицательном результате поверки в случае, если погрешность измерения не выходит за пределы 0.5-1.5 от номинального значения, провести настройку прибора в соответствии с п.15 (*Настройка*) и повторить поверку по п.12.3.3.

12.3.5. В случае если погрешность измерения выходит за указанные пределы, прибор подлежит ремонту на предприятии-изготовителе.

12.4. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРОК.

Результаты поверки оформляются в соответствии с требованиями ПР 50.2.006-94.

15. НАСТРОЙКА КОНТРОЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

15.1. ПЕРЕХОД В РЕЖИМ НАСТРОЙКИ КОНТРОЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Подготовьте к работе и включите контрольную установку согласно п. 10.

Для перехода в режим настройки контрольной 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.

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

В поле «Блок» появится номер настраиваемого блока детектирования в виде «d1».

В поле «Параметр» появится наименование параметра в виде «StAt».

В поле «Значение» появится значение выбранного параметра.

15.2. ПРОВЕРКА РАБОТЫ ДАТЧИКА НАЛИЧИЯ ОБЪЕКТА

Перейдите в режим настройки контрольной установки, согласно п.15.1.

Выберите блок 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» (StAt-Fon-P-E-tAU-CP1-CP2-StAt и т.д.).

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

15.3. ИЗМЕРЕНИЕ ФОНА БЛОКА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ В РЕЖИМЕ НАСТРОЙКИ

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

Перейдите в режим настройки контрольной установки, согласно п.15.1.

Выберите блок 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» (StAt-Fon-P-E-tAU-CP1-CP2-StAt и т.д.).

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 секунд 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.

15.4. УСТАНОВКА ПОРОГА СРАБАТЫВАНИЯ ТРЕВОЖНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Перейдите в режим настройки контрольной установки, согласно п.15.1.

В поле «Блок» выберите блок детектирования нажатием кнопки «Выбор» (d1-d2-d3-d4-d5-d6-ALFA-CPU-CHEC-d1 и т.д.) и тип изотопа (для d1...d6) нажатием кнопки «Нуклид». При этом в двух последних разрядах индикатора будет индицироваться «Sr» (для Стронций-Иттрий) или «tL» (для Талия).

В поле «Параметр» выберите параметр «P» нажатием кнопки «Выбор» (StAt-Fon-P-E-tAU-CP1-CP2-StAt и т.д.). В поле «Значение» появится значение порога в виде «XXXX».

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.

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.

Установку порогов необходимо провести отдельно для каждого блока детектирования. 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 блоком детектирования, не выходя из режима настройки порога. Для этого нажмите кнопку «Тест» в поле «Результат». Установка перейдет в режим измерения выбранным блоком детекти-

рования. В поле «Результат» появится на 4-32 секунды сообщение «----», а затем измеренное значение в виде «XXXX».

15.5. АВТОМАТИЧЕСКАЯ НАСТРОЙКА ЭФФЕКТИВНОСТИ БЛОКА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ПО СТРОНЦИЙ-90 ИТТРИЙ-90

Перейдите в режим настройки контрольной установки, согласно п.15.1.

В поле «Блок» выберите блок детектирования d1...d6 нажатием кнопки «Выбор». **Удалите от настраиваемого блока все источники излучения.**

Проведите измерение и обновите значение фона детектора, согласно п.15.3.

В поле «Параметр» выберите параметр «CP1» нажатием кнопки «Выбор».

Убедитесь, что выбран изотоп Стронций-Иттрий (на индикаторе поля «Блок» после номера блока индицируется «Sr»), или выберите его кнопкой «Нуклид».

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

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

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

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

15.6. АВТОМАТИЧЕСКАЯ НАСТРОЙКА МЁРТВОГО ВРЕМЕНИ БЛОКА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ПО СТРОНЦИЙ-90 ИТТРИЙ-90

Перейдите в режим настройки контрольной установки, согласно п.15.1.

Проведите автоматическую настройку эффективности блока, согласно п.15.5.

В поле «Параметр» выберите параметр «CP2» нажатием кнопки «Выбор».

Убедитесь, что выбран изотоп Стронций-Иттрий (на индикаторе поля «Блок» после номера блока индицируется «Sr»), или выберите его кнопкой «Нуклид».

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

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

Расположите источник типа 6СО с плотностью потока 5000-9000 мин⁻¹см⁻² на выбранном БД.

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

15.7. АВТОМАТИЧЕСКАЯ НАСТРОЙКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫНОСНОГО БЛОКА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ БДЗА-96

Перейдите в режим настройки контрольной установки, согласно п.15.1.

В поле «Блок» выберите блок детектирования «ALFA» нажатием кнопки «Выбор».

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».

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

Расположите блок на источнике типа 5П9 с плотностью потока 100-1000 мин⁻¹см⁻².

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

15.8. АВТОМАТИЧЕСКАЯ НАСТРОЙКА МЁРТВОГО ВРЕМЕНИ ВЫНОСНОГО БЛОКА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ БДЗА-96

Перейдите в режим настройки контрольной установки, согласно п.15.1.

Выберите блок «ALFA» нажатием кнопки «Выбор» поля «Блок».

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

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

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

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

15.9. РУЧНАЯ КОРРЕКЦИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И МЁРТВОГО ВРЕМЕНИ БЛОКОВ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ

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

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

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

15.10. НАСТРОЙКА БЛОКА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ПО ТАЛИЮ-204.

Перейдите в режим настройки контрольной установки, согласно п.15.1.

Выберите блок нажатием кнопки «Выбор» поля «Блок» (d1-d6). Выберите в поле «Параметр» нажатием кнопки «Выбор» этого поля параметр «EFF». Убедитесь, что выбран изотоп Стронций-Иттрий (на индикаторе поля «Блок» после номера блока индицируется «Sr»).

В поле «Значение» появится значение эффективности БД в виде «XX».

Вычислите значение эффективности БД по Талию-204, умножив значение эффективности блока по Стронций-90 Иттрию-90 на коэффициент ξ для этого блока, приведенный в формуляре или в паспорте блока (если блок из ЗИПа) или определите его по методике Приложения 1.

Выберите изотоп Талий (на индикаторе поля «Блок» после номера блока индицируется «L»).

Введите значение эффективности по Талию-204, используя кнопки «←», «↑», «→». После изменения значения эффективности для его запоминания нажмите кнопку «Ввод» в поле «Параметр». После этого в поле «Значение» старое значение эффективности заменится на новое.

15.11. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Кроме блоков детектирования d1-d2-d3-d4-d5-d6-ALFA в режиме настройки можно выбрать блок CPU и режим СНЕС.

При выборе блока CPU предоставляется возможность просмотра содержимого оперативной памяти (параметр ADDR) и энергонезависимой памяти (параметр SEEP) центрального блока управления. При этом в поле «Значение» отображается адрес просматриваемой ячейки, который можно выбирать кнопками «←», «↑», «→».

В режиме СНЕС производится контроль работы всех фотодатчиков наличия объекта, счётчики числа перекрытий которых выведены на соответствующие табло. Данный режим помогает обнаружить нестабильно работающий или самопроизвольно срабатывающий фотодатчик.

15.12. ВЫХОД ИЗ РЕЖИМА НАСТРОЙКИ КОНТРОЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

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

16. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

16.1. Перечень возможных неисправностей и способы их устранения указаны в табл.7.

Таблица 7.

Наименование неисправности	Вероятная причина	Способы устранения	Примечание
1. При включении прибора не загораются светодиоды табло	Нет сетевого питания	Проверить предохранитель и правильность подключения к сети	
2. После включения прибора на табло устанавливается показание "ErXY"	Неисправность в одном из блоков контрольной установки	См. инструкцию по наладке	X – номер блока Y – номер ошибки Подробнее см. таблицу 8
3. Большое отличие результатов измерения от номинала контрольной пластины	Неправильная калибровка блоков	Произвести повторную калибровку детектора	
4. При снятии выносных блоков не происходит перехода в режим "ALFA" или "bEtA"	Неисправен концевой датчик соответствующего блока	Проверить подвижность хвостовика концевой датчика	
5. При перекрытии всех шести фотодатчиков не запускается процесс измерения	Неисправен один из фотодатчиков	Проверить работу фотодатчиков в режиме настройки (см. 15.2.)	

16.2. Перечень неисправностей блоков контрольной установки, отображаемых в виде «ErXY», приведён в таблице 8.

Таблица 8

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

17. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

17.1. Техническое обслуживание проводится с целью обеспечения правильной и длительной работы контрольной установки. Рекомендуются следующие основные виды и сроки проведения профилактических работ:

визуальный осмотр	1 раз в месяц;
внешняя чистка	1 раз в месяц;
проверка основных параметров	1 раз в год.

17.2. При обслуживании установки следует придерживаться мер безопасности, изложенных в разделе 8 настоящего ТО.

17.3. При проведении внешнего осмотра проверяется соответствие установки требованиям комплектности и маркировки.

При визуальном осмотре внешнего состояния проверьте крепление узлов, четкость фиксации выносных блоков, надежность подключения сетевого провода и провода блока БДЗА-96, состояние лакокрасочных и гальванических покрытий.

17.4. Внешнюю очистку проводите во избежания загрязнения установки. Пыль снаружи устраняется мягкой тряпкой или щеткой.

17.5. Проверку основных параметров проводите по методике, изложенной в разделах 13 и 14 настоящего ТО.

18. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

18.1. Контрольная установка должна храниться в условиях, исключающих возможность механических повреждений, в вентилируемых сухих и чистых помещениях в соответствии с требованиями ГОСТ 12997-84.

18.2. Транспортная упаковка установки обеспечивает полную сохранность в течение 6 месяцев в условиях, указанных в п.18.1 настоящего ТО.

18.3. Установка, поступившая на склад потребителя и предназначенная для длительного хранения более 6 месяцев, должна быть подвергнута консервации.

18.4. Консервация установки должна производиться путем помещения в пленочный чехол с силикагелем.

19. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

19.1. Транспортирование контрольных установок может производиться любым видом транспорта на любые расстояния в упаковке предприятия-изготовителя при соблюдении следующих правил:

железнодорожные вагоны, контейнеры, кузова автомобилей, используемые для перевозки установок, не должны иметь следов перевозки цемента, угля, химикатов и т.п.;

при перевозке открытым автотранспортом ящики с установками должны быть накрыты брезентом;

при перевозке воздушным транспортом ящики с установками должны быть размещены в отопляемом герметизированном отсеке;

при перевозке водным транспортом ящики с установками должны быть размещены в трюме.

19.2. Расстановка и крепление ящиков должны обеспечивать устойчивое положение при следовании в пути, отсутствие смещения и ударов друг о друга.

19.3. При погрузке и выгрузке установок должны соблюдаться требования надписей, указанных на таре.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ξ ДЛЯ БЛОКА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ

Рассмотрим методику определения ξ для 204Тl.

Подготовьте к работе и включите контрольную установку согласно п. 10.

Переключите оптическую ось датчика наличия объекта выбранного БД.

Расположите источник ^{130}Co с плотностью потока 6000-12000 $\text{мин}^{-1}\text{см}^{-2}$ в середине одного из 12-ти окон защитной решетки выбранного блока детектирования.

Произведите три измерения по п.11.7. Полученные результаты запишите.

Повторите эту процедуру для всех остальных окон защитной решетки выбранного БД.

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

Расположите источник ^{171}Tl с плотностью потока 6000-12000 $\text{мин}^{-1}\text{см}^{-2}$ в середине одного из 12-ти окон защитной решетки выбранного блока детектирования. Аналогично проведите измерения. Вычислите среднее значение измеренной величины по 36 измерениям (X_2).

Определите коэффициент ξ по формуле:

$$\xi = (X_2/P_2) / (X_1/P_1), \quad \text{где}$$

X_1 - среднее значение измеренной величины по 36 измерениям для источника ^{130}Co ;

X_2 - среднее значение измеренной величины по 36 измерениям для источника ^{171}Tl ;

P_1 —паспортное значение плотности потока для источника ^{130}Co ($\text{мин}^{-1}\text{см}^{-2}$);

P_2 —паспортное значение плотности потока для источника ^{171}Tl ($\text{мин}^{-1}\text{см}^{-2}$).

Подобным образом определите ξ для других нуклидов.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ТИПОВАЯ ЗАВИСИМОСТЬ
ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КОНТРОЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ОТ
СРЕДНЕЙ ЭНЕРГИИ СПЕКТРА β -ИЗЛУЧЕНИЯ**

