

**БЛОК ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ГАММА- ИЗЛУЧЕНИЯ**

**БДГ1-РМ1403**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

## Содержание

<b>1</b>	<b>Общая информация</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Состав БДГ1</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Технические характеристики</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Устройство и принцип работы</b> .....	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Подготовка БДГ1 к использованию</b> .....	<b>13</b>
5.1	Общие указания .....	13
5.2	Питание БДГ1 .....	13
5.3	Меры безопасности .....	13
<b>6</b>	<b>Использование БДГ1</b> .....	<b>14</b>
6.1	Включение/выключение БДГ1 .....	14
6.2	Контроль работоспособности БДГ1 .....	16
6.3	Подключение БДГ1 к ПК .....	16
6.4	Режимы работы .....	17
6.4.1	Режим измерения МЭД фотонного излучения .....	17
6.4.2	Режим регистрации сцинтилляционного спектра .....	18
6.4.3	Режим идентификации радионуклидного состава вещества .....	21
6.4.4	Режим поиска источников фотонного излучения .....	22
6.4.4.1	Обнаружение источников гамма- излучения .....	23
6.4.4.2	Локализация источников гамма- излучения .....	24
6.4.5	Режим связи с ПК .....	24
6.4.6	Режим настроек режимов работы внешнего блока детектирования БДГ1 .....	24
<b>7</b>	<b>Техническое обслуживание</b> .....	<b>27</b>
<b>8</b>	<b>Перечень возможных неисправностей</b> .....	<b>28</b>
<b>9</b>	<b>Методика поверки</b> .....	<b>29</b>
<b>10</b>	<b>Утилизация</b> .....	<b>40</b>
	<b>Приложение А</b> .....	<b>41</b>
	<b>Приложение Б</b> .....	<b>45</b>

**Благодарим вас за покупку блока детектирования гамма-излучения БДГ1-РМ1403 производства Полимастер.**

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для изучения устройства, конструкции и принципа действия блока детектирования гамма-излучения БДГ1-РМ1403 (далее БДГ1). РЭ содержит основные технические данные и характеристики БДГ1, указания по его использованию, метрологической поверке, рекомендации по техническому обслуживанию, а также другие сведения, необходимые для правильной эксплуатации БДГ1 и полного использования его возможностей.

Пример записи в других документах и при заказе БДГ1:

"Блок детектирования гамма-излучения БДГ1-РМ1403 ТУ ВУ 100345122.060-2012"

В процессе изготовления БДГ1 в его электрическую схему и конструкцию могут быть внесены изменения, не влияющие на технические и метрологические характеристики и поэтому не отраженные в настоящем РЭ.

# 1 Общая информация

## 1.1 Назначение и область применения

1.1.1 БДГ1 предназначен для

- измерения мощности амбиентного эквивалента дозы  $\dot{H}^{*(10)}$  (далее МЭД) рентгеновского и гамма- излучений (фотонного излучения);
  - поиска источников фотонного излучения;
  - регистрации, накопления сцинтилляционных спектров гамма- излучения.
- БДГ1 обеспечивает программирование режимов работы.

БДГ1 может быть использован для регистрации и поиска ионизирующих излучений сотрудниками радиологических и изотопных лабораторий, аварийных служб, сотрудниками таможенных и пограничных служб для предотвращения несанкционированного ввоза-вывоза радиоактивных источников и материалов, а также специалистами различных отраслей промышленности, сельского хозяйства, транспорта, медицины и др., где используются ядерно-технические установки и источники ионизирующих излучений.

БДГ1 подключается к блоку детектирования и обработки информации дозиметра-радиометра БДОИ-РМ1403 (далее БДОИ) или персональному компьютеру (ПК) по интерфейсу RS-485 или USB.

БДГ1 относится к изделиям третьего порядка по ГОСТ 12997 и по устойчивости и прочности к климатическим воздействиям соответствует группе исполнения С4 по ГОСТ 12997.

Условия эксплуатации БДГ1:

- |                                   |                                |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| – температура окружающего воздуха | от минус 20 до 50 °С;          |
| – относительная влажность воздуха | до 95 % при температуре 35 °С; |
| – атмосферное давление            | от 84 до 106,7 кПа.            |

## 2 Состав БДГ1

Состав комплекта поставки дозиметра соответствует таблице 2.1.

Таблица 2.1

Наименование, тип	Количество
Блок детектирования гамма- излучения БДГ1-РМ1403	1
Удлинитель телескопический <sup>1)</sup>	1
Хомут <sup>1)</sup>	1
Рукоятка <sup>1)</sup>	1
Кабель № 2 (1,5 м) <sup>1)</sup>	1
Кабель № 2-2 (0,25 м) <sup>1)</sup>	1
Кабель № 3	1
Паспорт	1
Электронный носитель (Программное обеспечение, Руководство по эксплуатации <sup>2)</sup> ) <sup>1)</sup>	1
Упаковка <sup>3)</sup>	1
<p><sup>1)</sup> Поставляется по требованию потребителя, по отдельному заказу <sup>2)</sup> В состав входит методика поверки <sup>3)</sup> Допускается использование иной упаковки в соответствии с требованиями заказчика и условиями поставки, удовлетворяющей требованиям ТУ</p>	

### 3 Технические характеристики

Технические характеристики БДГ1 приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

<p>3.1 Режимы работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- измерение МЭД фотонного излучения;</li> <li>- поиск источников фотонного излучения;</li> <li>- регистрация, накопление сцинтилляционных спектров фотонного излучения;</li> <li>- идентификация радионуклидного состава вещества;</li> <li>- программирование режимов работы</li> </ul>	
<p>3.2 Диапазон измерения МЭД фотонного излучения*</p>	от 0,1 до 100 мкЗв/ч
<p>3.3 Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД фотонного излучения, не более</p>	$\pm \left( 20 + K / \dot{H} \right) \%$ <p>где <math>\dot{H}</math> – значение МЭД, мкЗв/ч; K – коэффициент, равный 2,0 мкЗв/ч</p>
<p>3.4 В режиме программирования БДГ1 обеспечивает ввод в энергонезависимую память и непрерывный контроль порогового уровня МЭД, а также звуковую, и световую сигнализации при достижении или превышении установленного порогового значения МЭД. В режиме измерения МЭД фотонного излучения БДГ1 при достижении или превышении установленного порогового значения МЭД должны выдавать прерывистый звуковой сигнал</p>	
<p>3.5 Дискретность установки порогового уровня МЭД – единица младшего индицируемого разряда. Диапазон установки пороговых уровней МЭД</p>	от 0,01 до 100 мкЗв/ч
<p>3.6 Диапазон энергий регистрации фотонного излучения</p>	от 0,03 до 3,0 МэВ
<p>3.7 Энергетическая зависимость относительно энергии 0,662 МэВ (<math>^{137}\text{Cs}</math>), не более</p>	$\pm 20 \%$
<p>3.8 Нестабильность показаний БДГ1 при измерении МЭД за время непрерывной работы 8 ч, не более</p>	5 %
<p>3.9 Типовое значение чувствительности БДГ1 к гамма- излучению</p>	900 с <sup>-1</sup> /(мкЗв/ч) (9,0 с <sup>-1</sup> /(мкР/ч)) – для $^{137}\text{Cs}$
<p>3.10 Диапазон индикации скорости счета при регистрации фотонного излучения в режиме поиска</p>	от 1,0 до 70000 с <sup>-1</sup>
<p>3.11 Частота ложных срабатываний БДГ1 в режиме поиска гамма- излучений при радиационном фоне не более 0,25 мкЗв/ч</p>	не более одного срабатывания за 10 мин непрерывной работы **
<p>3.12 Диапазон установки количества среднеквадратичных отклонений радиационного гамма- фона (далее – коэффициента <b>n</b>) в пределах</p>	от 1 до 9,9

Продолжение таблицы 3.1

<p>3.13 Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерения МЭД должны быть не более:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– при изменении температуры окружающего воздуха от нормальной до минус 20 °С и от нормальной до 50 °С;</li> <li>– при относительной влажности окружающего воздуха 95 % при 35 °С;</li> <li>– при изменении напряжения питания от номинального значения до крайних значений напряжения питания при измерении МЭД фотонного излучения;</li> <li>– при воздействии магнитного поля напряженностью 400 А/м при измерении МЭД фотонного излучения;</li> <li>– при воздействии радиочастотных электромагнитных полей при измерении МЭД фотонного излучения;</li> </ul>	± 10 %
	± 10 %
	± 10 %
	± 10 %
	± 10 %

3.14 БДГ1 при установленном значении коэффициента **n**, соответствующего значению, при котором частота ложных срабатываний не более одного срабатывания за 10 мин непрерывной работы и уровне внешнего радиационного фона гамма- излучений (далее гамма- фон) не более 0,25 мкЗв/ч, должен обнаруживать стандартные образцы из ядерных материалов (СО) и альтернативные источники гамма- излучения, согласно таблице 3.1.1, с вероятностью более 0,5:

Таблица 3.1.1

Наименование параметра	Тип источника		
	<sup>133</sup> Ba	<sup>137</sup> Cs	<sup>60</sup> Co
Активность источника гамма- излучения, кБк (мкКи), ± 30 %	55,0 (1,5)	100,0 (2,7)	50,0 (1,35)
Скорость перемещения (источник/прибор), м/с	0,5±0,05	0,5±0,05	0,5±0,05
Расстояние от источника до чувствительной поверхности детектора, м	0,2±0,005	0,2±0,005	0,2±0,005

3.15 Количество каналов накопления сцинтилляционных спектров гамма- излучения	1024
3.16 Относительное энергетическое разрешение БДГ1 при регистрации сцинтилляционных спектров по линии 0,662 МэВ ( <sup>137</sup> Cs), не более	8,5 %
3.17 Предел допускаемой основной погрешности характеристики преобразования интегральной нелинейности (ИНЛ) БДГ1 при регистрации сцинтилляционных спектров, не более	0,5 %
3.18 Максимальная входная статистическая нагрузка блока детектирования БДГ1 при регистрации сцинтилляционных спектров, не менее	75·10 <sup>3</sup> с <sup>-1</sup>
3.19 Обмен информацией с БДОИ или ПК	USB или RS-485 интерфейс

Продолжение таблицы 3.1

3.20 Эффективность регистрации в пике полного поглощения для энергии гамма-излучения 662 кэВ радионуклида $^{137}\text{Cs}$ точечного источника ОСГИ-3, размещенного вплотную к торцевой поверхности блока детектирования БДГ1 должна быть не менее	0,3 ± 0,03
3.21 Нестабильность градуировочной характеристики преобразования БДГ1 за время непрерывной работы 24 ч должна быть не более	1 %
3.22 Напряжение питания БДГ1:	5,0 (минус 0,1; +0,7) В
3.23 БДГ1 устойчив к воздействию	<ul style="list-style-type: none"> <li>– температуры окружающего воздуха от минус 20 до 50 °С;</li> <li>– относительной влажности окружающего воздуха до 95 % при температуре 35 °С;</li> <li>– атмосферного давления от 84 до 106,7 кПа;</li> <li>– выпадению инея</li> </ul>
3.24 БДГ1 устойчив к воздействию магнитных полей промышленной частоты напряженностью 400 А/м	
3.25 БДГ1 устойчив к воздействию радиочастотных электромагнитных полей, испытательный уровень 4 (30 В/м) в диапазоне частот от 80 до 1000 МГц, от 800 до 960 МГц, и от 1,4 до 2,5 ГГц (в условиях помехоэмиссии от цифровых радиотелефонов), критерий качества функционирования А	
3.26 БДГ1 устойчив к воздействию электростатических разрядов, испытательный уровень 3 (воздушный разряд напряжением 8 кВ, контактный разряд напряжением 6 кВ), критерий качества функционирования В	
3.27 БДГ1 по уровню излучаемых радиопомех соответствует требованиям СТБ ЕН 55022-2006 (класс В)	
3.28 Условия эксплуатации: – диапазон температур окружающего воздуха – относительная влажность окружающего воздуха – атмосферного давления	от минус 20 до плюс 50 °С; до 95 % при температуре 35 °С; от 84 до 106,7 кПа
3.29 БДГ1 прочен к воздействию: – синусоидальной вибрации в диапазоне частот от 5 до 500 Гц и амплитудой смещения для частот ниже частоты перехода 0,075 мм; – ударам с ускорением 100 м/с <sup>2</sup> , длительностью ударного импульса 2-50 мс, частотой следования ударов 60-180 в минуту	
3.30 Корпус БДГ1 обеспечивает степень защиты	IP65
3.31 БДГ1 в транспортной таре прочен к воздействию	<ul style="list-style-type: none"> <li>– температуры окружающего воздуха от минус 50 до 50 °С;</li> <li>– относительной влажности окружающего воздуха до 100 % при температуре 40 °С;</li> <li>– синусоидальной вибрации в диапазоне от 10 до 55 Гц с амплитудой смещения для частоты ниже частоты перехода 0,35 мм</li> </ul>
3.32 Масса БДГ1, не более	1,56 кг
3.33 Масса БДГ1 в упаковке, не более	3 кг
3.34 Габаритные размеры БДГ1, не более	290x70



Продолжение таблицы 3.1

3.35 Показатели надежности:	
- средняя наработка БДГ1 на отказ, не менее	20000 ч
- средний срок службы, не менее	10 лет
- среднее время восстановления, не более	60 мин
<p>* Типовая зависимость верхней границы диапазона измерений МЭД от энергии гамма-излучения <math>E_\gamma</math> сцинтилляционного канала детектирования приведена в приложении Б</p> <p>** Изготовитель гарантирует технические параметры БДГ1 в части обнаружения источников и частоты ложных срабатываний при установленных на заводе коэффициентах <math>n</math> для гамма-излучения <math>n=4,0</math></p>	

Дополнительную информацию о БДГ1 можно получить у производителя или на сайте производителя [www.polimaster.ru](http://www.polimaster.ru)

## 4 Устройство и принцип работы

### 4.1 Конструкция БДГ1

Конструктивно БДГ1 выполнен в ударопрочном корпусе в виде моноблока. В качестве детектора использован сцинтилляционный блок с фотоусилителем. Сцинтилляционный блок выполнен на основе монокристалла NaI.

Общий вид БДГ1 приведен на рисунке 4.1.

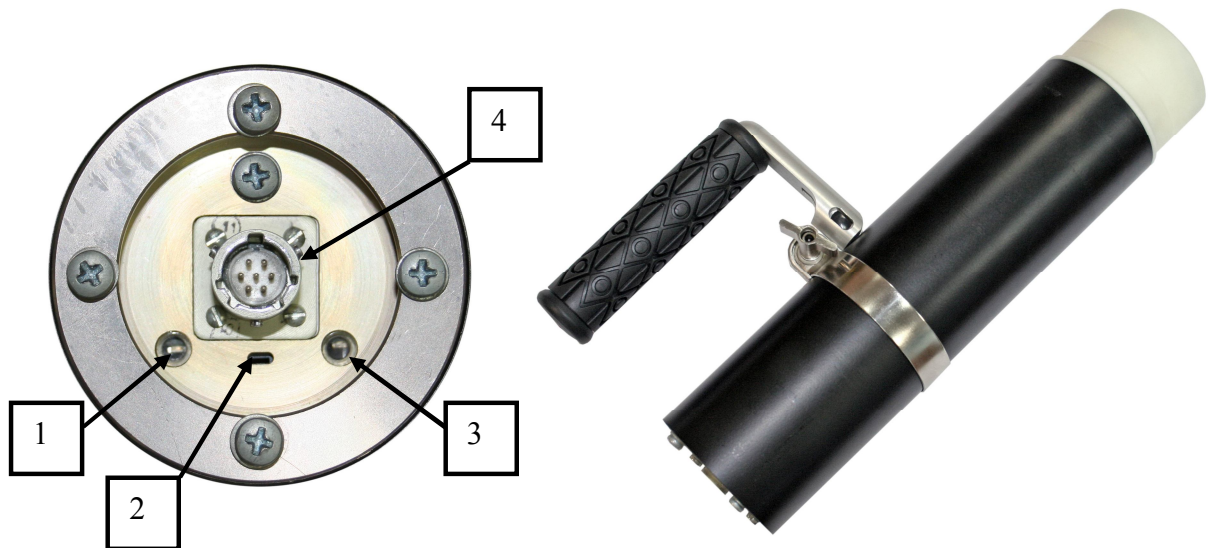


Рисунок 4.1 – Общий вид БДГ1

В торцевой части БДГ1 расположены:

- 1 – светодиод:
  - желтый – индикация информации режима тестирования БДГ1;
  - зеленый – индикация информации режима калибровки БДГ1;
- 2 – звуковая сигнализация – предназначена для выдачи звукового сигнала при превышении установленных пороговых уровней;
- 3 – светодиод сигнал “ТРЕВОГА” (синий) – для световой сигнализации при превышении установленных пороговых уровней;
- 4 – разъем для подключения к ПК или БДОИ (RS485 или USB интерфейсы).

Геометрический (эффективный) центр счетчика отмечен знаком «X» на передней панели, на торцевой панели БДГ1 и на крышке, закрывающей окно счетчика, рисунок 4.2.



Рисунок 4.2 – Направление градуировки (1) и расположение геометрического (эффективного) центра (2) БДГ1

#### 4.2 Рукоятка. Удлинитель телескопический

Для удобства при поиске или измерении МЭД фотонного излучения БДГ1 снабжен рукояткой, рисунок 4.1, и для обеспечения доступа в удаленные труднодоступные места телескопической штангой (до 1,7 м) (рисунок 4.3).



Рисунок 4.3

### **4.3 Принцип действия**

Принцип действия БДГ1 в режиме поиска основан на сравнении скорости счета импульсов фотонного излучения, с пороговым значением, рассчитанным на основе измерения скорости счета текущего гамма- фона и установленного коэффициента  $n$ .

Обработку импульсов детектора, управление звуковой и световой сигнализацией осуществляет встроенный микроконтроллер БДГ1.

Алгоритм работы БДГ1 обеспечивает непрерывность процесса измерений, статистическую обработку результатов измерений, быструю адаптацию к изменению интенсивности излучения (установление времени измерений в обратной зависимости от интенсивности излучения).

Для обмена информацией с ПК предусмотрен канал передачи данных (USB и RS-485). Питание БДГ1 осуществляется от БДОИ или от USB разъема ПК.

### **4.4 Маркирование и пломбирование**

На торцевой панели БДГ1 маркировка выполнена в виде шильдика и содержит:

- обозначение блока – БДГ1-PM1403;
- наименование изготовителя;
- товарный знак изготовителя;
- серийный (порядковый) номер;
- год выпуска;
- степень защиты IP65;
- знак Государственного реестра.

### **4.5 Упаковка**

БДГ1 упакован в полиэтиленовый пакет и помещен в картонную коробку вместе с эксплуатационной документацией и комплектом поставки.

## **5 Подготовка БДГ1 к использованию**

### **5.1 Общие указания**

Перед началом работы с БДГ1 необходимо изучить все разделы настоящего РЭ и БДОИ, если предполагается использование БДГ1 совместно с БДОИ.

Рисунки, которые приведены по тексту, отражают информацию на ЖКИ БДОИ и поясняют работу БДГ1 совместно с БДОИ.

При покупке БДГ1 необходимо проверить комплектность, согласно таблице 2.1.

При эксплуатации оберегать БДГ1 от ударов и механических повреждений, воздействия агрессивных сред, органических растворителей, источников открытого огня.

### **5.2 Питание БДГ1**

Питание БДГ1 осуществляется от БДОИ или ПК по интерфейсу RS-485 или USB.

При подключении к БДОИ или ПК, посредством кабеля № 2 через RS-485 или USB интерфейсы, на торцевой панели БДГ1 включается световая индикация светодиода 1 (рисунок 4.1, позиция 1).

### **5.3 Меры безопасности**

БДГ1 соответствует требованиям безопасности, установленным ГОСТ 27451 и ГОСТ 12.2.091. По степени защиты от поражения электрическим током БДГ1 соответствует оборудованию класса III ГОСТ 12.2.091.

Все работы по настройке, проверке, ремонту, техническому обслуживанию и поверке БДГ1, связанные с использованием радиоактивных источников, необходимо проводить в соответствии с требованиями действующих санитарных правил обеспечения радиационной безопасности.

При обнаружении радиоактивных источников необходимо соблюдать действующие правила работы с радиоактивными материалами и источниками, а также нормы радиационной безопасности.

## 6 Использование БДГ1

### 6.1 Включение/выключение БДГ1

6.1.1 Блок детектирования БДГ1 подключается к БДОИ с помощью кабеля № 2 по интерфейсу RS-485 или к ПК по интерфейсу USB.

#### 6.1.2 Подключение БДГ1 к БДОИ

БДГ1 подключить к БДОИ с помощью кабеля № 2. Включить БДОИ.

Для **включения/выключения БДОИ** необходимо нажать кнопку ON/OFF на корпусе БДОИ (рисунок 6.1, позиция 11).

При включении БДОИ напряжение автоматически подается на БДГ1, при этом включается светодиод (1) на торцевой части корпуса БДГ1 (рисунок 4.1, позиция 1).



1 – сигнализатор звуковой – предназначен для выдачи звукового сигнала при превышении установленных пороговых уровней МЭД, ЭД;

2 – светодиод "ALARM";

3 – светодиод "BAT";

4 – GPS приемник;

5 – цветной жидкокристаллический дисплей с диагональю 3,5" (89 мм);

6 – кнопки клавиатуры;

7 – антенна Wi-Fi;

8 – крепление для съемной клипсы, кронштейна;

9 – антенна GPRS, GSM;

10 – кнопка RESET- перезапуск операционной системы БДОИ;

11 – кнопка ON/OFF- аппаратное включение/выключение БДОИ;

12 – батарейный отсек;

13 – разъем для подключения внешних блоков детектирования (RS485 интерфейс);


14 – разъем для подключения ПК и для заряда аккумуляторных батарей (USB интерфейс);


15 – крепление для съемной клипсы, кронштейна.


Рисунок 6.1 – Внешний вид БДОИ

Внешний вид клавиатуры БДОИ и функциональное назначение кнопок приведены на рисунке 6.2.







1, 2 –  ,  (<<,>>) – быстрый переход к крайним пунктам меню или параметрам;

3 –  (**МЕНЮ/ВЫБОР**) – вход в выбранный режим работы БДОИ или выделенный параметр МЕНЮ;

4 –  (**РЕЖИМ/НАЗАД/ОК**) – вызов списка режимов работы БДОИ. Выход или возврат в предыдущий режим работы или параметр.

**Кнопки навигационного джойстика:**

5 –  (**ВВЕРХ**), 6 –  (**ВНИЗ**) – вертикальное перемещение курсора по строкам меню;

7 –  (**ВЛЕВО**), 8 –  (**ВПРАВО**) – горизонтальное перемещение курсора;


9 –  (**ВВОД**) – нажатие этой кнопки означает команду **ВЫПОЛНИТЬ** и осуществляет переход к определенной программе или параметру.

Рисунок 6.2 – Внешний вид и функциональное назначение кнопок клавиатуры БДОИ

После окончания тестирования и калибровки на ЖКИ БДОИ индицируется подключенный внешний детектор БДГ1, в строке "Детектор NaI [БДГ1]", рисунок 6.3 (2). В случае, если БДГ1 подключен, а на ЖКИ БДОИ не отобразился пункт меню "Детектор NaI [БДГ1]", то следует в режиме индикации режимов БДОИ выбрать строку "Поиск детекторов", рисунок 6.3 (1).

Для того чтобы войти в режим индикации режимов работы БДГ1, следует выбрать строку "Детектор NaI [БДГ1]". В открывшемся меню отображаются режимы работы БДГ1, рисунок 6.3 (3).

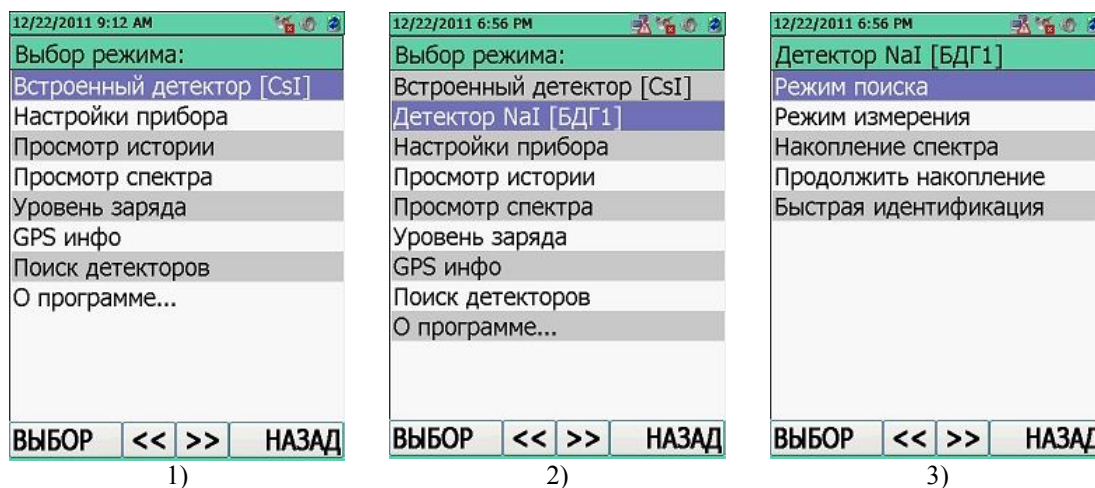


Рисунок 6.3

Для управления БДОИ использовать кнопки клавиатуры (рисунок 6.2).

БДГ1 включен и готов к работе.

БДГ1 выключается при отсоединении кабеля от БДОИ, или после выключения БДОИ.

Для выключения БДОИ нажать кнопку ON/OFF и наблюдать пока БДОИ не выключится.

## 6.2 Контроль работоспособности БДГ1

Включить БДГ1, как указано в 6.1. На торцевой панели БДГ1 должна включиться световая индикация зеленого цвета.

Проверить возможность включения каждого режима работы БДГ1:

– светодиод светится зеленым цветом – индикация информации о включении режима тестирования БДГ1 (рисунок 4.1, позиция 1);

– светодиод светится желтым цветом – индикация информации о включении режима калибровки БДГ1 (рисунок 4.1, позиция 1).

Выключить БДГ1 как указано в 6.1.

## 6.3 Подключение БДГ1 к ПК

Подключить БДГ1 с помощью кабеля № 3 к USB порту включенного ПК.

Запустить выполнение пользовательской программы. Включить БДГ1 в режим измерения МЭД фотонного излучения.



## 6.4 Режимы работы

БДГ1 имеет следующие режимы работы:

- измерение МЭД фотонного излучения;
- регистрация, накопление сцинтилляционных спектров фотонного излучения;
- идентификация источников гамма- излучения;
- поиск источников фотонного излучения;
- связь с ПК.

Выбор строки осуществляется с помощью курсорных кнопок БДОИ в последовательности: Режим поиска → Режим измерения → Накопление спектра → Продолжить накопление → Быстрая идентификация. Переход в режим работы – с помощью кнопки ВЫБОР.

В процесс тестирования БДГ1 входит каждый раз после подключения к БДОИ.

На ЖКИ БДОИ индицируется убывающая линейная шкала, указывающая на временной интервал, оставшийся до окончания процесса тестирования, рисунок 6.4 (1).

По завершении тестирования БДГ1 автоматически переходит в процесс калибровки по уровню гамма- фона, рисунок 6.4 (2). На аналоговой шкале в относительных единицах индицируется время, прошедшее с начала калибровки. Заполнение шкалы означает окончание калибровки. По окончании калибровки БДГ1 переходит в режим поиска источников фотонного излучения.

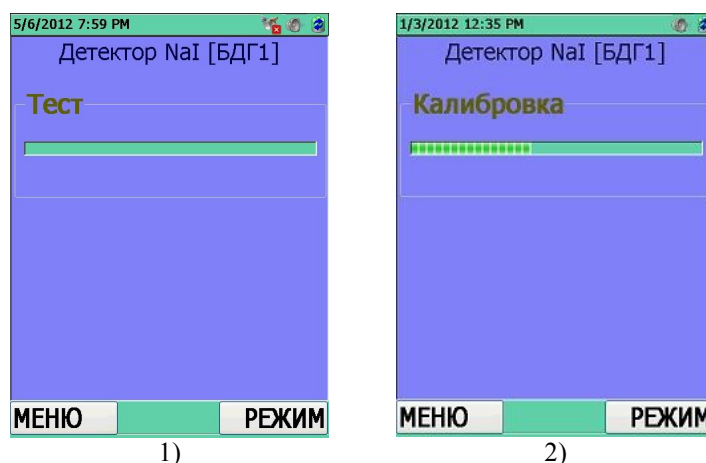


Рисунок 6.4

### 6.4.1 Режим измерения МЭД фотонного излучения

В режим измерения МЭД фотонного излучения "Режим измерения" БДГ1 входит при выборе в окне отображения режимов работы блока детектирования "Детектор NaI [БДГ1]" пункта меню "Режим измерения", рисунок 6.3 (1-3).

В режиме измерения МЭД "Режим измерения" на ЖКИ БДОИ индицируются непрерывно измеряемые значения МЭД фотонного излучения в "мкЗв/ч", "мЗв/ч", "Зв/ч" или "мкР/ч", "мР/ч", "Р/ч", рисунок 6.5 (1).

Под индикацией единиц измерения на ЖКИ индицируется статистическая среднеквадратичная погрешность среднего значения МЭД (далее статистическая погрешность) в процентах с вероятностью 0,95. При достижении статистической погрешности 10 % и менее можно считывать значение МЭД. Необходимо помнить, что чем меньше статистическая погрешность, тем с большей достоверностью может быть получен результат измерения.

Параллельно с цифровой индикацией предусмотрено графическое отображение уровня измеренной МЭД на аналоговой шкале. Количество высвечивающихся сегментов аналоговой

шкалы соответствует измеренному значению МЭД относительно установленного порогового уровня по МЭД.

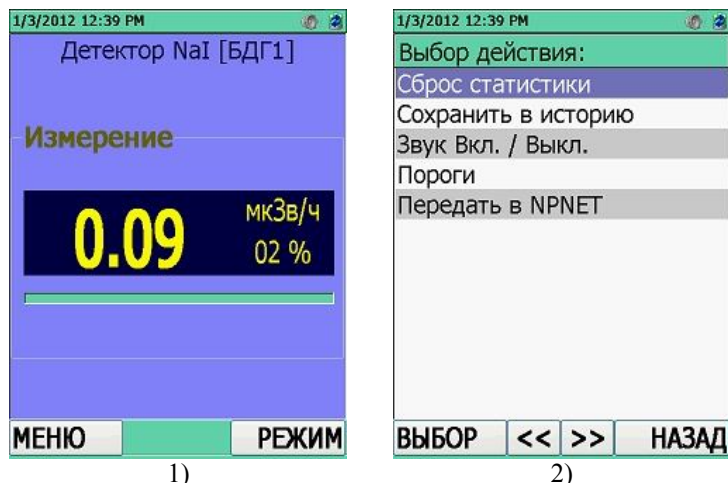


Рисунок 6.5

При превышении установленного порогового уровня по МЭД происходит полное заполнение аналоговой шкалы, включается звуковая сигнализация (однотонные одиночные сигналы с интервалом в 3 с). На ЖКИ БДОИ индицируется сообщение о превышении порога по МЭД "Порог превышен", а измеренное значение МЭД индицируется мигающими красными цифрами. При этом в энергонезависимую память БДОИ записывается событие о превышении порога по МЭД.

При превышении диапазона измерения МЭД (перегрузка) БДГ1 включает звуковую сигнализацию и индицирует на дисплее сообщение "OVL".

В режиме измерения МЭД можно осуществить, рисунок 6.5:

- "Сброс статистики" – запуск начала измерения скорости счета и МЭД;
- "Сохранить в историю" – сохранить результат измерения в памяти БДОИ;
- "Звук Вкл./Выкл." – включить или отключить звуковую сигнализацию;
- "Пороги" – установить порог обнаружения;
- "Передать в NPNET".

#### 6.4.2 Режим регистрации сцинтилляционного спектра

Для входа в режим регистрации сцинтилляционных спектров "Накопление спектра"/"Продолжить накопление" необходимо выбрать в окне отображения режимов работы блока детектирования "Детектор NaI [БДГ1]", рисунок 6.6 (1-3):

"Накопление спектра" – для сброса статистики и начала накопления нового спектра;

"Продолжить накопление" – для продолжения накопления последнего накапливаемого спектра, даже если он был сохранен и обработан.

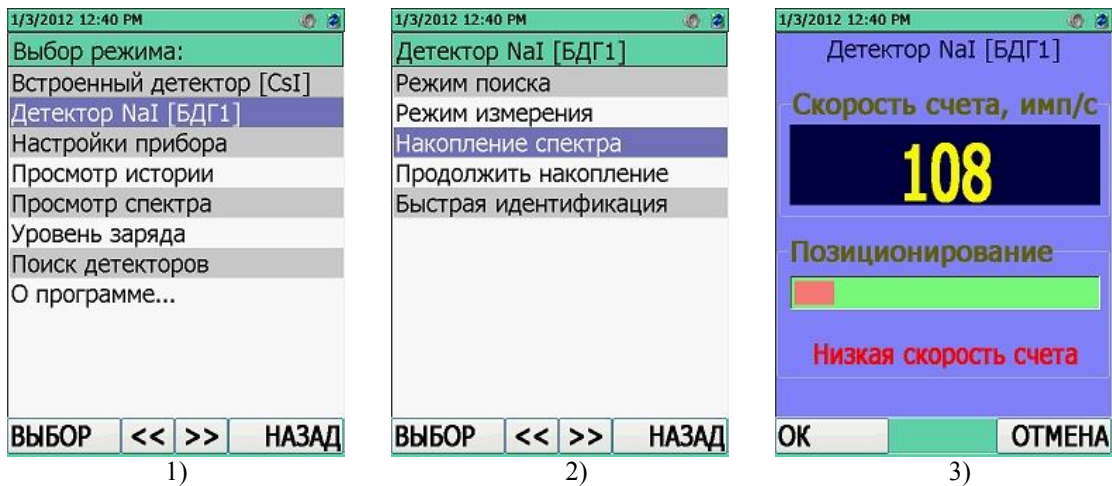


Рисунок 6.6

Примечание – Для проверки калибровки спектрометрического канала необходимо снять контрольный спектр от контрольного источника в тех условиях, при которых будут сниматься спектры с исследуемого объекта. В качестве контрольного источника могут использоваться источники типа ОСГИ-3-2  $^{152}\text{Eu}$ ,  $^{228}\text{Th}$  активностью от 50 до 100 кБк. Для снятия контрольного спектра необходимо установить контрольный источник как можно ближе к геометрическому (эффективному) центру гамма- детектора и выполнить действия, описанные ниже. После окончания накопления и записи контрольного спектра в память БДГ1 необходимо снять контрольный источник с БДГ1.

На ЖКИ индицируется средняя скорость счета регистрируемых импульсов фотонного излучения.

Над областью индикации измеренного значения скорости счета расположена аналоговая шкала, на которой отображается относительное значение измеренной скорости счета, рисунок 6.7.

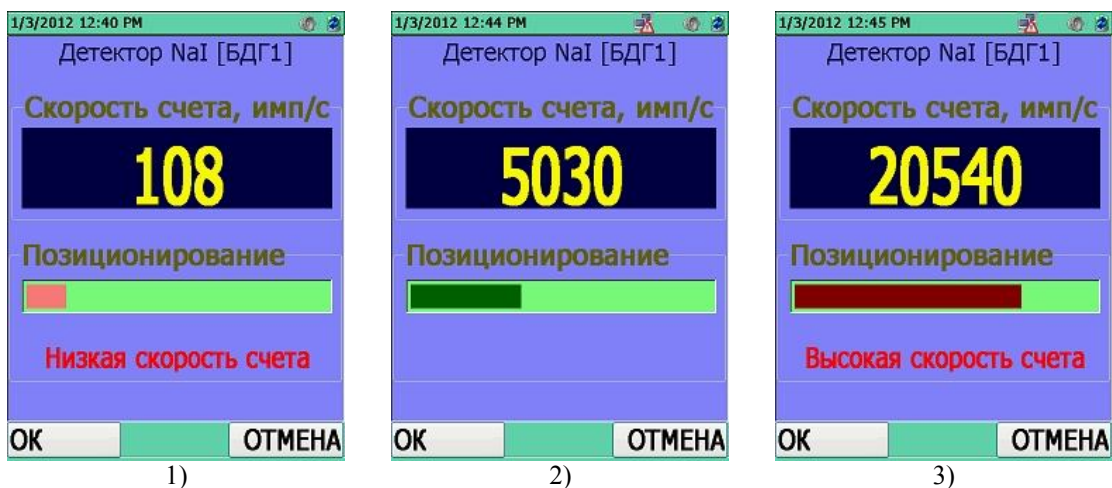


Рисунок 6.7

Шкала розового цвета, рисунок 6.7 (1), свидетельствует о том, что средняя скорость счета гамма- канала недостаточна "Низкая скорость счета", (ниже 200 имп/с). При низкой загрузке гамма- канала спектр будет недостаточно достоверный.

Шкала зеленого цвета, рисунок 6.7 (2), свидетельствует о том, что средняя скорость счета гамма- канала соответствует оптимальной загрузке (от 200 до 20000 имп/с).

Оптимальная загрузка гамма- канала обеспечит в результате достоверное и неискаженное накопления спектра.

Шкала красного цвета, рисунок 6.7 (3), свидетельствует о том, что средняя скорость счета гамма- канала слишком высока "Высокая скорость счета" (выше 20000 имп/с). При высокой загрузке гамма- канала спектр будет искаженный.

Приблизить БДГ1 к объекту, с которого будет сниматься спектр на такое расстояние, чтобы скорость счета по БДС была в пределах от 200 до 20000 имп/с и нажать на БДОИ кнопку ОК.

При снятии спектра на ЖКИ индицируется нарастающее изображение накапливаемого спектра и время, прошедшее с начала накопления спектра, рисунок 6.8 (1). Отображение спектра на ЖКИ обновляется каждые 10 с.

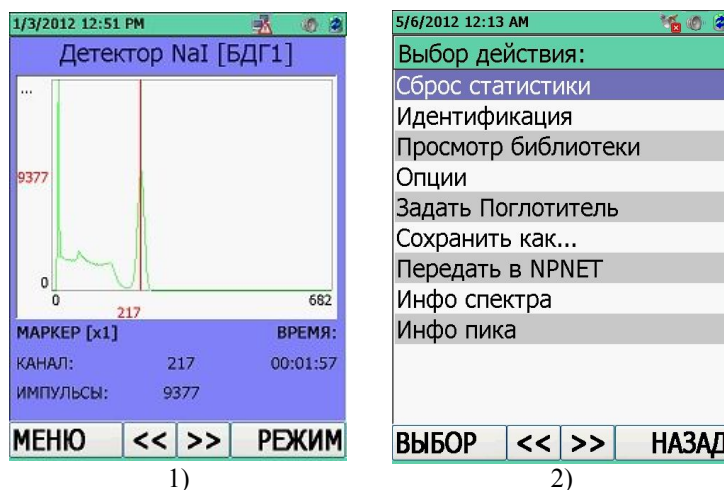


Рисунок 6.8

БДГ1 осуществляет накопление спектра по 1024 каналам. Емкость канала составляет 65536. Для того чтобы получить спектр хорошего качества необходимо накопить в канале с максимальным счетом не менее  $10^4$  импульсов. Кроме того, время накопления спектра можно определить визуально по изображению спектра на ЖКИ, если пики хорошо различимы, то можно перейти к обработке накапливаемого спектра.

В режиме регистрации сцинтилляционного спектра осуществляется, рисунок 6.8 (2):

– **"Сброс статистики"** – ручной сброс статистики предназначен для сброса накопленного БДГ1 буфера данных измерений. После сброса статистических данных БДГ1 начнет копировать новый спектр;

– **"Идентификация"** – запуск процесса идентификации радионуклидного состава вещества по накопленному спектру. Идентифицированные радионуклиды распределяются по категориям:

- 1) специальные ядерные материалы;
- 2) медицинские;
- 3) промышленные;
- 4) природные;

– **"Просмотр библиотеки"** – просмотр библиотеки радионуклидов;

– **"Задать Поглотитель"**. Для получения более достоверных результатов идентификации радионуклидного состава вещества следует ввести параметры защиты:

- **"Толщина, мм"** – установка толщины материала в миллиметрах;
- **"Материал"** – установка материала;

– **"Опции"** – изменение/просмотр настроек формата отчета идентификации и графического отображения спектра на ЖКИ БДОИ;

– **"Сохранить как..."** – сохранение накопленного спектра;

- "Передать в NPNET" – по команде пользователя на Web-сервер будут переданы: файл накопленного спектра с привязкой к местоположению БДГ1 (географическим координатам (широта/долгота)) и текущее время/дата;
- "Инфо спектра" – просмотр справочной информации о спектре
- "Инфо пика" – просмотр информации о пике спектра в положении маркера.



Рисунок 6.9

В нижней части ЖКИ БДОИ индицируется информация (рисунок 6.9):

- установленная скорость перемещения маркера по спектру (x2/x4/x8/x16/x32);
- номер канала (или энергия в кэВ), на котором установлен маркер;
- количество импульсов в этом канале;
- время накопления спектра.

### 6.4.3 Режим идентификации радионуклидного состава вещества

Для входа в режим идентификации радионуклидного состава вещества необходимо в окне отображения режимов работы блока детектирования "Детектор NaI [БДГ1]" выбрать "Быстрая идентификация", рисунок 6.10 (1).

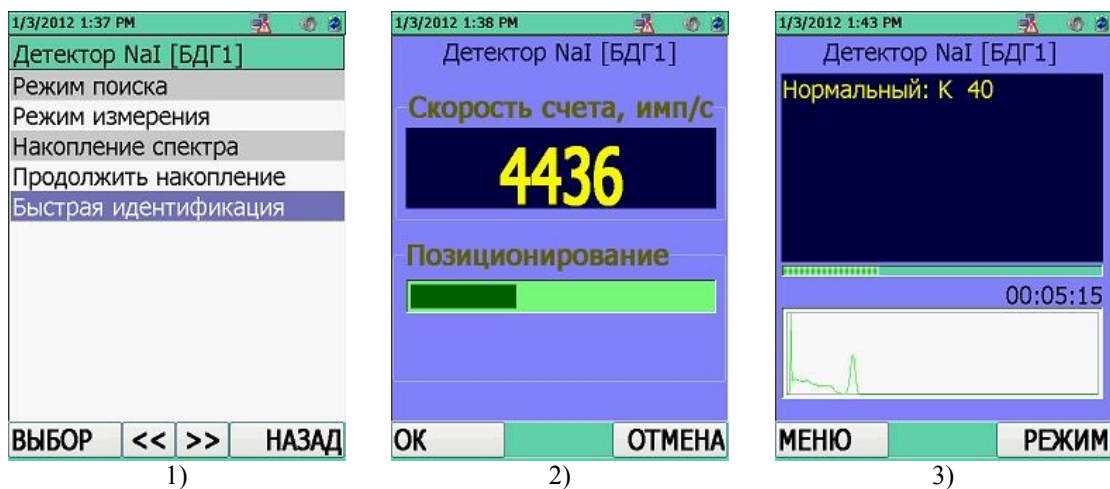


Рисунок 6.10

БДГ1 войдет в режим идентификации радионуклидного состава вещества "Быстрая идентификация". На экране индицируется средняя скорость счета регистрируемых импульсов

фотонного излучения. Параллельно с цифровой индикацией скорости счета на ЖКИ индицируется шкала графического отображения загрузки гамма- канала. Приблизить БДГ1 к объекту, с которого будет сниматься спектр на такое расстояние, чтобы скорость счета была в пределах от 200 до 20000 имп/с, что соответствует индикации шкалы в ее зеленой зоне, рисунок 6.10 (2). Для старта накопления спектра и идентификации необходимо нажать на БДОИ кнопку ОК.

При условии достаточной загрузки гамма- канала в пределах от 200 до 20000 имп/с результат идентификации выводится в верхнюю часть экрана ЖКИ по истечении, примерно, 150-300 с. Если загрузка гамма- канала ниже или выше указанной, время идентификации будет заведомо большим.

При снятии спектра в нижней части ЖКИ индицируется нарастающее изображение накапливаемого спектра и аналоговая шкала времени, прошедшего с начала накопления спектра, рисунок 6.10 (3). Отображение спектра на ЖКИ обновляется каждые 10 с. При этом каждый раз БДГ1 по истечении этих 10 с пытается произвести идентификацию на основании накопленной за это время статистики.

При накоплении статистических данных, достаточных для попытки идентифицировать состав вещества, результаты идентификации сразу же отобразятся в верхнем поле ЖКИ БДОИ, рисунок 6.10 (3).

В режиме регистрации сцинтилляционного спектра можно осуществить:

- **"Сброс статистики"** – при этом текущий накопленный спектр обнулится и накопление начнется сначала;
- **"Просмотр библиотеки"** радионуклидов;
- **"Задать Поглотитель"**. Для получения более достоверных результатов идентификации радионуклидного состава вещества следует ввести параметры защиты:
  - **"Толщина, мм"** – установка толщины материала в миллиметрах;
  - **"Материал"** – установка материала.

#### **6.4.4 Режим поиска источников фотонного излучения**

БДГ1 с БДОИ может использоваться для поиска источников гамма- излучений.

Если при работе БДГ1 в режиме поиска скорость счета импульсов превысит верхний предел измерения, на ЖКИ БДОИ индицируется сообщение "OVL".

Для поиска источников гамма- излучений подключить БДГ1 к БДОИ, согласно РЭ на БДОИ-РМ1403, и выбрать режим поиска источников гамма- излучения – "Режим поиска".

В режим поиска БДГ1 входит при выборе в окне отображения режимов работы блока детектирования "Детектор NaI [БДГ1]" пункта меню "Режим поиска", рисунок 6.3 (1-3).

В режиме поиска рассчитывается текущее значение средней скорости счета в имп/с, поступающих с блока детектирования гамма- излучения. Рассчитанное значение индицируется в строке "Скорость счета". Под индикацией единиц измерения индицируется среднестатистическая погрешность индикации средней скорости счета гамма- излучения в процентах, рисунок 6.11 (1).

В строке "Измерение" индицируется измеренное текущее значение МЭД фотонного излучения в "мкЗв/ч", "мЗв/ч", "Зв/ч" или "мкР/ч", "мР/ч", "Р/ч", рисунок 6.11 (1).



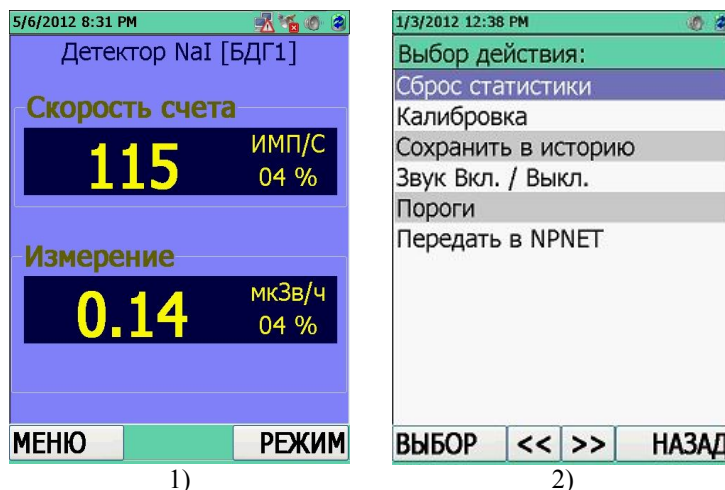


Рисунок 6.11

Текущее значение скорости счета сравнивается с порогом срабатывания, рассчитанным в режиме калибровки. Если текущее значение скорости счета превышает пороговое значение, то включается сигнализация (звуковая и световая). Частота следования звуковых сигналов возрастает с увеличением превышения скорости счета над пороговым значением, т.е. по мере приближения к источнику гамма-излучения.

Порог срабатывания можно изменить путем установки нового значения коэффициента  $n$  в диапазоне значений от 1,0 до 9,9. Очевидно, что чем меньше значение коэффициента  $n$ , тем меньше значение порога и тем выше чувствительность БДГ1 в режиме поиска. Однако при этом возрастает вероятность ложных срабатываний.

В режиме поиска источников гамма-излучения можно, рисунок 6.11 (2):

- "Сброс статистики" – запуск начала измерения скорости счета и МЭД;
- "Калибровка" – перекалибровать БДГ1, после чего БДГ1 автоматически входит в режим поиска;
- "Сохранить в историю" – сохранить результат измерения в памяти БДОИ;
- "Звук Вкл./Выкл." – включить или отключить звуковую сигнализацию;
- "Пороги" – установить порог обнаружения;
- "Передать в NPNET".

#### 6.4.4.1 Обнаружение источников гамма-излучения

Для обнаружения источников гамма-излучения (далее ИИ) БДГ1 следует располагать таким образом, чтобы направление градуировки детектора встроенного блока детектирования, указанное на рисунке 4.2, совпадало с направлением на обследуемый объект. Эффективность обнаружения ИИ тем выше, чем ближе расположен эффективный центр детектора БДГ1 к обследуемому объекту (багаж, человек, контейнер, транспортное средство и т.д.) и чем меньше скорость его перемещения вдоль объекта.

Для обнаружения ИИ в условиях, когда звуковые сигналы БДГ1 могут быть не слышны (например, повышенный звуковой шум), следует пользоваться световой сигнализацией и визуальным наблюдением за индикацией на ЖКИ БДОИ.

Необходимо помнить, что чувствительность БДГ1 и частота ложных срабатываний зависят:

- от установленного значения коэффициента  $n$ ;
- от уровня фона, который рассчитал БДГ1 в режиме калибровки по уровню фона.

Так как колебания уровня естественного радиационного фона могут быть значительными, то рекомендуется осуществлять калибровку по уровню гамма-фона непосредственно перед проведением обнаружения источников гамма-излучения.

Следует иметь в виду, что при ложных срабатываниях подаваемые сигналы (световые, звуковые) не являются систематическими и поэтому легко отличаются от сигналов обнаружения при наличии ИИ, частота следования которых постоянна или увеличивается по мере приближения к ИИ.

При обнаружении ИИ либо при имеющейся информации о возможном наличии ИИ переходят к локализации ИИ.

#### 6.4.4.2 Локализация источников гамма-излучения

Для локализации ИИ необходимо удерживать БДГ1 на расстоянии не более 10 см от объекта. Скорость перемещения относительно объекта должна быть не более 10 см/с. По мере приближения к ИИ частота следования сигналов возрастает.

При включенной звуковой сигнализации слышны звуковые сигналы, сопровождающиеся миганием синего светодиода.

При достижении предельной частоты световых и звуковых сигналов, вплоть до подачи непрерывного звукового и светового сигнала дальнейшая локализация становится невозможной без калибровки по новому уровню гамма-фона. Для этого необходимо, не изменяя расстояния до объекта, начать калибровку по уровню текущего гамма-фона для чего выбрать строку "Калибровка". Предварительно на ЖКИ БДОИ может появиться сообщение, предупреждающее о том, что процесс калибровки может занять некоторое время. В этом случае пользователь должен принять решение о продолжении процесса калибровки или его отмене. После окончания калибровки по новому уровню гамма-фона локализацию ИИ можно продолжить.

#### 6.4.5 Режим связи с ПК

БДГ1 осуществляет обмен информацией с ПК, работающим под управлением WINDOWS. Порядок работы в режиме связи с ПК по интерфейсу USB описан в файле Help используемой программы. Для работы БДГ1 в режиме связи с ПК необходимо:

- установить на ПК пользовательскую программу (ПП), поставляемую на CD диске;
- подключить БДГ1 с помощью кабеля № 3 к ПК;
- запустить выполнение ПП;
- управление БДГ1 переходит к ПК.

Работа с ПП описана в файле Help, или в комментариях к действиям.

#### 6.4.6 Режим настроек режимов работы внешнего блока детектирования БДГ1

Находясь в режиме "Настройки прибора" → "Детектор NaI [БДГ1]", рисунок 10.12 (1), пользователь имеет возможности просмотреть или изменить параметры внешнего детектора:

**Вкладка "Общие настройки",** рисунок 10.12 (2):

- прочесть номер детектора;
- разрешить/запретить звуковую и световую сигнализацию;

**Вкладка "Пороги",** рисунок 10.12 (3):

– установить коэффициент **n**, определяющий порог срабатывания (минимальный уровень обнаружения гамма-излучения) гамма-канала. Порог срабатывания гамма-канала можно изменить путем установки нового значения коэффициента **n**. Диапазон установки коэффициента **n** составляет от 1 до 9,9 с дискретностью 0,1;

– установить значение порогов по МЭД, мЗв/ч – значения МЭД, при достижении которых БДГ1 в режиме измерения МЭД будет сигнализировать о превышении пороговых уровней сообщением "Порог превышен". Диапазон установки значения порога по МЭД соответствует диапазону измерения МЭД (таблица 3.1). Необходимо вводить пороговое значение МЭД, эквивалентное единице измерения мЗв/ч.



**Вкладка "Энергетическая калибровка", рисунок 10.12 (4):**

– значения коэффициентов **A, B, C, K1** и **K2** – рассчитываются и записываются в БДГ1 специалистами изготовителя по каждой температуре отдельно и используются БДГ1 при калибровке.

**Внимание! Неправильная установка параметров энергетической калибровки может привести к неверному функционированию БДГ1.**

**Вкладка "FWHM калибровка", рисунок 10.12 (5):**

– **"FWHM – Первая точка"** – Ширина на полувысоте первой точки калибровки выраженная в кэВ. Рекомендуемое исходное значение 38.0 (для энергии 122 кэВ);

– **"Энергия – Первая точка"** – Энергия первой точки калибровки. Рекомендуемое значение энергии 122 кэВ;

– **"FWHM – Вторая точка"** – Ширина на полувысоте второй точки калибровки выраженная в кэВ. Рекомендуемое исходное значение 58.0 (для энергии 662 кэВ);

– **"Энергия – Вторая точка"** – Энергия второй точки калибровки. Рекомендуемое значение энергии 662 кэВ.

**Вкладка "Автокалибровка", рисунок 10.12 (6):**

– **"Название"** – выбор спектрометрического источника гамма-излучения для автокалибровки;

– **"Коэфф. FWHM"** – коэффициент полуширины пика, который корректирует расчетную полуширину пика при автокалибровке, позволяя увеличить полуширину пика, если его значение больше 1, или уменьшить, если значение коэффициента меньше 1;

– **"Первая точка":**

- **"Мин."** – номер канала границы начала первого пика (70);

- **"Макс."** – номер канала границы падения первого пика (140);

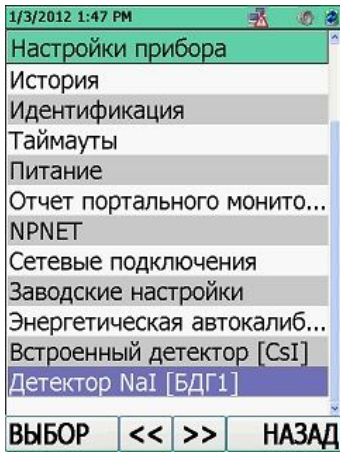
- **"Энерг(кэВ)"** – значение энергии линии для первого калибровочного пика (344 кэВ). Значения энергии линии, соответствующих калибровочным пикам в заданных границах, нужно найти в библиотеке изотопов для данного калибровочного источника.

– **"Вторая точка":**

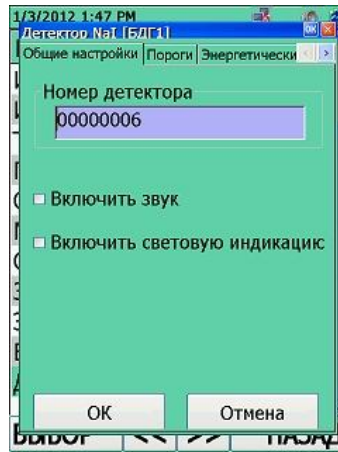
- **"Мин."** – номер канала границы начала второго пика (330);

- **"Макс."** – номер канала границы падения второго пика (440);

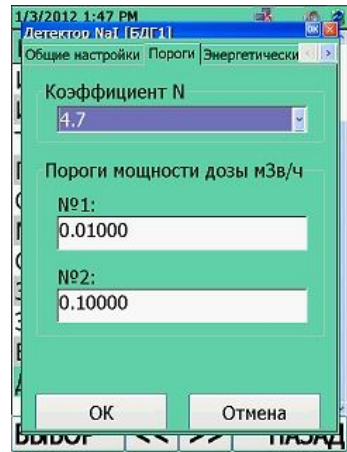
- **"Энерг(кэВ)"** – значение энергии линии для второго калибровочного пика (1408 кэВ). Значения энергии линии, соответствующих калибровочным пикам в заданных границах, нужно найти в библиотеке изотопов для данного калибровочного источника.



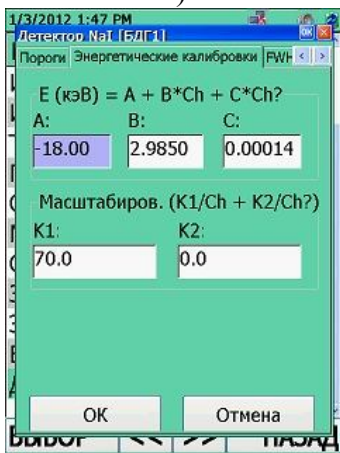
1)



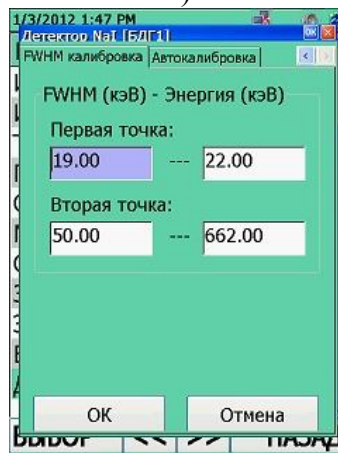
2)



3)



4)



5)



6)

Рисунок 6.12

## **7 Техническое обслуживание**

Техническое обслуживание БДГ1 заключается в проведении профилактических работ.

Профилактические работы включают в себя внешний осмотр, удаление пыли, грязи и проведение дезактивации в случае попадания радиоактивных загрязнений на корпус БДГ1. Дезактивация проводится путем протирания мягкой тканью, смоченной этиловым спиртом (ГОСТ 18300-87). Расход спирта на дезактивацию БДГ1 составляет 70 мл.

## 8 Перечень возможных неисправностей

Перечень возможных неисправностей БДГ1 и способы их устранения приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1

Характерные неисправности	Возможные причины	Способы устранения
1) При подключении к ПК или БДОИ не горит светодиод “РЕЖИМ” зеленого цвета	Неисправность кабеля	Заменить кабель
	Выключен БДОИ или ПК	Включить БДОИ или ПК
2) Не работает сигнализатор звуковой	Отключен звук	Включить звук в режиме обмена с ПК или БДОИ;
	Неисправность сигнализатора	Устраняется изготовителем
3) При подключении к ПК или БДОИ не определяется детектор	Неисправность кабеля	Заменить кабель

## 9 Методика поверки

### 9.1 Вводная часть

9.1.1 Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки дозиметра-радиометра МКС-РМ1403 (далее прибор) и соответствует Методическим указаниям МИ 1788 "Приборы дозиметрические для измерения экспозиционной дозы и мощности экспозиционной дозы, поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы в воздухе фотонного излучения. Методика поверки", ГОСТ 8.040-84 "Радиометры загрязненности поверхностей бета- активными веществами. Методика поверки", ГОСТ 8.041-84 "Радиометры загрязненности поверхностей альфа- активными веществами", ГОСТ 8.355-79 "Радиометры нейтронов. Методы и средства поверки", а также рекомендациям МИ 2513-99 "Радиометры нейтронов. Методика поверки на установке типа УКПН (КИС НРД МБм)".

9.1.2 Первичной поверке подлежат приборы, выпускаемые из производства или выходящие из ремонта, вызванного несоответствием метрологических характеристик требованиям технических условий.

Периодической поверке подлежат приборы, находящиеся в эксплуатации.

9.1.3 Поверка приборов должна проводиться органами метрологической службы Госстандарта или органами, аккредитованными на проведение данных работ.

Периодичность поверки приборов, находящихся в эксплуатации – 12 мес.

### 9.2 Операции поверки

При проведении поверки должны быть проведены операции, указанные в таблице 9.1.

Таблица 9.1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	9.8.1	Да	Да
Опробование	9.8.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик: - определение допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД $\dot{N}^*(10)$ фотонного излучения;	9.8.3.1, 9.8.3.3, 9.8.3.5	Да Да Да	Да Да Да
- определение допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД нейтронного излучения;	9.8.3.7	Да	Да
- определение допускаемой основной относительной погрешности измерения ЭД $N^*(10)$ фотонного излучения;	9.8.3.6	Да	Да
- определение относительного энергетического разрешения в режиме накопления сцинтилляционных спектров;	9.8.3.2, 9.8.3.4	Да Да	Да Да
- определение основной относительной погрешности измерения плотности потока $\alpha$ - излучения;	9.8.3.8	Да	Да
- определение основной относительной погрешности измерения плотности потока $\beta$ - излучения	9.8.3.9	Да	Да

### 9.3 Средства поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки с характеристиками, указанными в таблице 9.2.

Таблица 9.2

Наименование эталонных и вспомогательных средств поверки	Основные метрологические и технические характеристики	Номер пункта методики при	
		первичной поверке	периодической поверке
Эталонная поверочная дозиметрическая установка по ГОСТ 8.087-2000 с набором источников $^{137}\text{Cs}$	Диапазон измерения МЭД от 0,1 мкЗв/ч до 10 Зв/ч. Погрешность аттестации установки не более $\pm 6\%$	9.8.3.1, 9.8.3.3, 9.8.3.5, 9.8.3.6	9.8.3.1, 9.8.3.3, 9.8.3.5, 9.8.3.6
Эталонные источники $\alpha$ -излучения с радионуклидом $^{239}\text{Pu}$ одного из типов 4П9, 5П9, 6П9 с рабочей поверхностью площадью 40, 100 и 160 см <sup>2</sup> соответственно	Плотность потока от 10 до $5 \cdot 10^5$ мин <sup>-1</sup> см <sup>-2</sup> . Погрешность аттестации эталонных источников не более 6 %	9.8.3.8	9.8.3.8
Эталонные источники $\beta$ -излучения с радионуклидом $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ одного из типов 4СО, 5СО, 6СО с рабочей поверхностью площадью 40, 100 и 160 см <sup>2</sup> соответственно	Плотность потока от 10 до $10^6$ мин <sup>-1</sup> см <sup>-2</sup> . Погрешность аттестации эталонных источников не более 6 %	9.8.3.9	9.8.3.9
Установка поверочная нейтронного излучения по ГОСТ 8.521-84 с комплектом образцовых нейтронных Pu- $\alpha$ -Be радионуклидных источников I-го разряда, создающая коллимированное поле нейтронов	Аттестованная по МЭД нейтронного излучения в диапазоне от $5 \cdot 10^{-10}$ до $10^{-6}$ Sv/s. Погрешность аттестации эталонных источников не более 9 %	9.8.3.7	9.8.3.7
Эталонные спектрометрические гамма- источники ОСГИ 3-2 ( $^{137}\text{Cs}$ , $^{57}\text{Co}$ )	Погрешность аттестации эталонных источников не более 4 %	9.8.3.2, 9.8.3.4	9.8.3.2, 9.8.3.4
Термометр	Цена деления 1° С. Диапазон измерения температуры от 10 до 40 °С	9.6.1	9.6.1
Барометр	Цена деления 1 кПа. Диапазон измерения атмосферного давления от 60 до 120 кПа. Основная погрешность не более 0,2 кПа	9.6.1	9.6.1
Измеритель влажности	Диапазон измерения относительной влажности воздуха от 30 до 90 %. Погрешность измерения не более $\pm 5\%$	9.6.1	9.6.1
Дозиметр гамма- излучения	Диапазон измерения МЭД внешнего гамма- фона от 0,1 до 10 мкЗв/ч. Допускаемая основная относительная погрешность измерения не более $\pm 20\%$	9.6.1	9.6.1

## **9.4 Требования к квалификации поверителей**

9.4.1 К проведению измерений при поверке и (или) обработке результатов измерений допускают лиц, аттестованных в качестве государственных поверителей в установленном порядке.

## **9.5 Требования безопасности**

9.5.1 По степени защиты от поражения электрическим током прибор соответствует оборудованию класса III ГОСТ 12.2.091-2002.

9.5.2 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с СанПиН 2.6.1.8-8-2002 "Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСП-2002)" и ГН 2.6.1.8-127-2000 "Нормы радиационной безопасности (НРБ-2000)".

9.5.3 Процесс поверки должен быть отнесен к работе с особо вредными условиями труда.

## **9.6 Условия поверки**

9.6.1 Поверку необходимо проводить в нормальных климатических условиях:

- температура окружающей среды.....(20 ± 5) °С
- относительная влажность воздуха..... 60 (+20;- 30) %
- атмосферное давление ..... 101,3 (+5,4; -15,3) кПа
- внешнее фоновое гамма- излучение..... не более 0,2 мкЗв/ч.

## **9.7 Подготовка к поверке**

9.7.1 Поверка прибора осуществляется при полностью заряженных встроенных аккумуляторах.

9.7.2 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- изучить паспорт на прибор и РЭ на блок детектирования и обработки информации (БДОИ), на блок детектирования гамма- излучения (БДГ1), на блок детектирования гамма-излучения (БДГ2), на блок детектирования нейтронного излучения (БДН) и на блок детектирования альфа- бета- излучений (БДАБ);

- подготовить прибор к работе, как указано в разделах "Подготовка к использованию" РЭ на соответствующий блок детектирования;

- подготовить средства измерений и вспомогательное оборудование к поверке в соответствии с их технической документацией.

## **9.8 Проведение поверки**

### **9.8.1 Внешний осмотр**

9.8.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие приборов следующим требованиям:

- соответствие комплектности поверяемого прибора требованиям паспорта;
- наличия в паспорте на прибор отметки о первичной поверке или свидетельства о последней поверке;
- наличие четких маркировочных надписей на блоках детектирования;
- отсутствие загрязнений, механических повреждений, влияющих на работу блоков детектирования.

## 9.8.2 Опробование

9.8.2.1 При проведении опробования БДОИ необходимо выполнить следующие операции:

- проверить работоспособность БДОИ, как указано в разделе "Контроль работоспособности" РЭ на БДОИ;
- установить максимальные значения порогов по МЭД согласно разделу "Работа в режиме установки" РЭ на БДОИ.

9.8.2.2 При проведении опробования БДГ1 необходимо выполнить следующие операции:

- подключить БДГ1 к БДОИ или к ПК;
- включить БДОИ или ПК и проверить работоспособность БДГ1, как указано в разделе "Контроль работоспособности" РЭ на БДГ1;
- установить максимальные значения порогов по МЭД согласно разделу "Работа в режиме установки" РЭ на БДГ1.

9.8.2.3 При проведении опробования БДГ2 необходимо выполнить следующие операции:

- подключить БДГ2 к БДОИ или к ПК;
- включить БДОИ или ПК и проверить работоспособность БДГ2, как указано в разделе "Контроль работоспособности" РЭ на БДГ2;
- установить максимальные значения порогов по МЭД согласно разделу "Работа в режиме установки" РЭ на БДГ2.

9.8.2.4 При проведении опробования БДН необходимо выполнить следующие операции:

- подключить БДН к БДОИ или ПК;
- включить БДОИ или ПК и проверить работоспособность БДН, как указано в разделе "Контроль работоспособности" РЭ на БДН;
- установить максимальные значения порогов по МЭД согласно разделу "Работа в режиме установки" РЭ на БДН.

9.8.2.5 При проведении опробования БДАБ необходимо выполнить следующие операции:

- подключить БДАБ к БДОИ или к ПК;
- включить БДОИ или ПК и проверить работоспособность БДАБ, как указано в разделе "Контроль работоспособности" РЭ на БДАБ.

## 9.8.3 Определение метрологических характеристик

9.8.3.1 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД фотонного излучения БДОИ провести следующим образом:

- 1) включить БДОИ и установить максимальные значения порогов по МЭД;
- 2) выключить БДОИ;
- 3) установить БДОИ на поверочную дозиметрическую установку с источником гамма-излучения  $^{137}\text{Cs}$  так, чтобы задняя сторона БДОИ была обращена к источнику излучения, ось потока излучения проходила через геометрический центр детектора и совпадала с нормалью, проведенной через геометрический центр детектора. Геометрический центр детектора обозначен значком "+" на корпусе БДОИ. Включить БДОИ;
- 4) при установлении значения статистической погрешности менее 10 % снять пять результатов измерения МЭД внешнего фона гамма-излучения (далее по тексту – гамма-фона) в отсутствие источника излучений. Результаты измерения снимают с интервалом не менее

60 с и рассчитывают среднее значение МЭД фона  $\bar{H}_\phi$ , по формуле

$$\bar{H}_\phi = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 H_{\phi i}, \quad (9.1)$$



где  $\dot{H}_{\phi i}$  – i-ое показание при измерении МЭД гамма- фона, мкЗв/ч;

5) последовательно установить БДОИ на дозиметрической установке так, чтобы геометрический центр детектора совпал с контрольными точками, в которых эталонное значение МЭД  $\dot{H}_{oj}$ , равно 0,8; 8,0; 80,0 мкЗв/ч;

6) при установлении значения статистической погрешности менее 5 % снять пять результатов измерения МЭД гамма- излучения в каждой контрольной точке. Результаты измерения снимают с интервалом не менее 30 с и рассчитывают среднее значение МЭД  $\overline{\dot{H}}_j$  для каждой контрольной точки, по формуле

$$\overline{\dot{H}}_j = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \dot{H}_{ji}, \quad (9.2)$$

где  $\dot{H}_{ji}$  – i-ый результат измерения МЭД гамма- излучения в j-ой проверяемой контрольной точке, мкЗв/ч;

7) вычислить относительную погрешность измерения  $Q_j$ , %, по формуле

$$Q_j = \left[ \frac{(\overline{\dot{H}}_j - \overline{\dot{H}}_{\phi}) - \dot{H}_{oj}}{\dot{H}_{oj}} \right] \times 100, \quad (9.3)$$

где  $\overline{\dot{H}}_j$  – среднее измеренное значение МЭД в проверяемой контрольной точке, мкЗв/ч;

$\overline{\dot{H}}_{\phi}$  – среднее значение МЭД гамма- фона, рассчитанное по формуле (9.1) мкЗв/ч;

$\dot{H}_{oj}$  – эталонное значение МЭД в проверяемой контрольной точке, мкЗв/ч;

8) рассчитать доверительные границы допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД  $\delta_{мэд}$ , %, при доверительной вероятности 0,95 по формуле

$$\delta_{мэд} = 1.1 \sqrt{(Q_o)^2 + (Q_j)^2}, \quad (9.4)$$

где  $Q_o$  – погрешность эталонной дозиметрической установки, %;

$Q_j$  – относительная погрешность измерения в проверяемой контрольной точке, рассчитанная по формуле (9.3), %.

Результаты поверки считать положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности измерения МЭД для всех проверяемых точек, рассчитанные по формуле (9.4), не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности  $\delta_{доп} = \pm 30\%$ .

9.8.3.2 Определение относительного энергетического разрешения при работе БДОИ в режиме накопления сцинтилляционных спектров гамма- излучения провести согласно ГОСТ 26874-86 в следующей последовательности:

1) включить БДОИ и установить режим накопления спектра согласно 11.1.5 РЭ на БДОИ;

2) расположить источники гамма- излучения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{57}\text{Co}$  активностью ( $10^4 - 10^5$ ) Бк из набора эталонных спектрометрических гамма- источников типа ОСГИ-3 на таком расстоянии от поверхности сцинтилляционного детектора напротив геометрического центра, чтобы скорость счета при этом была в диапазоне от 150 до 900 имп/с;

3) нажать кнопку ОК и производить набор спектра до тех пор, пока на ЖКИ станет хорошо различим набираемый спектр или в течение не менее 100 с. На ЖКИ должен индцироваться набираемый спектр;

4) прекратить набор спектра, нажимая кнопку МЕНЮ и записать набранный спектр в память прибора, как указано в РЭ на БДОИ, раздел 11.11;

5) скопировать накопленный спектр в ПК. Порядок передачи спектров из прибора в ПК проводят как указано в РЭ на БДОИ, раздел 11.11;

6) порядок работы со спектрами, сохраненными в ПК, описан в файле "Read Me" программы пользователя "Спектр МКС-PM1403";

7) относительное энергетическое разрешение  $\eta_{отн}$ , %, определить по формуле

$$\eta_{отн} = \frac{\eta_{абс}}{E} \cdot 100, \quad (9.5)$$

где  $E$  – значения энергии пика полного поглощения (ППП) моноэнергетической линии  $^{137}\text{Cs}$ , кэВ;

$\eta_{абс}$  – значение абсолютного энергетического разрешения в кэВ, определяется по формуле

$$\eta_{абс} = \Delta_n \cdot K, \quad (9.6)$$

где  $\Delta_n$  – ширина пика полного поглощения моноэнергетической линии  $^{137}\text{Cs}$  на его полувысоте в каналах;

$K$  – значения энергетической ширины канала, кэВ/канал, определяется по формуле

$$K = \frac{E_2 - E_1}{n_{c2} - n_{c1}}, \quad (9.7)$$

где  $E_2, E_1$  – значения энергий, соответствующих ППП  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{57}\text{Co}$  соответственно;

$n_{c2}, n_{c1}$  – номера каналов, соответствующие положениям центроид пиков с энергиями  $E_1$  и  $E_2$ .

Результаты проверки считать положительными, если относительное энергетическое разрешение  $\eta_{отн}$ , %, определенное по формуле (9.5) не превышает 7,5 %.

9.8.3.3 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД фотонного излучения БДГ1 провести следующим образом:

1) подключить БДГ1 к БДОИ;

2) установить БДГ1 на поверочную дозиметрическую установку с источником гамма-излучения  $^{137}\text{Cs}$  так, чтобы боковая сторона БДГ1 была обращена к источнику излучения, ось потока излучения проходила через геометрический центр детектора и совпадала с нормалью, проведенной через геометрический центр детектора. Геометрический центр детектора обозначен значком "+" на торцевой стороне корпуса и кольцевой проточкой на боковой стороне корпуса БДГ1. Включить БДОИ. Выбрать режим измерения МЭД блоком детектирования БДГ1;

3) при установлении значения статистической погрешности менее 10 % снять пять результатов измерения МЭД гамма-фона в отсутствии источника излучений. Результаты измерения снять с интервалом не менее 30 с и рассчитать среднее значение МЭД фона  $\bar{H}_\phi$ , по формуле (9.1);

4) последовательно установить БДГ1 на дозиметрической установке так, чтобы геометрический центр детектора совпал с контрольными точками, в которых эталонное значение МЭД  $\dot{H}_{oj}$ , равно 0,8; 8,0; 80,0 мкЗв/ч;

5) при установлении значения статистической погрешности менее 5 % снять пять результатов измерения МЭД гамма-излучения в каждой контрольной точке. Результаты измерения снимают с интервалом не менее 10 с и рассчитывают среднее значение МЭД  $\bar{H}_j$  для каждой контрольной точки, по формуле (9.2);

6) вычислить относительную погрешность измерения  $Q_j$ , %, по формуле (9.3);

7) рассчитать доверительные границы допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД  $\delta_{\text{МЭД}}$ , %, при доверительной вероятности 0,95 по формуле (9.4).

Результаты поверки считать положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности измерения МЭД для всех поверяемых точек, рассчитанные по формуле (9.4), не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности  $\delta_{\text{доп}}$ , рассчитанных по формуле

$$\delta_{\text{доп}} = \pm(20 + K/H)\%, \quad (9.8)$$

где  $K$  – коэффициент, равный 2,0 мкЗв/ч;

$H$  – значение МЭД, мкЗв/ч.

9.8.3.4 Определение относительного энергетического разрешения при работе БДГ1 в режиме накопления сцинтилляционных спектров провести в следующей последовательности:

- 1) подключить БДГ1 к БДОИ;
  - 2) включить БДОИ и установить режим накопления спектра согласно РЭ на БДОИ, раздел 11.1.5;
  - 3) расположить источники гамма-излучения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{57}\text{Co}$  активностью ( $10^4 - 10^5$ ) Бк из набора эталонных спектрометрических гамма-источников типа ОСГИ-3 на таком расстоянии от поверхности сцинтилляционного детектора напротив геометрического центра, чтобы скорость счета при этом не превышала 10000 имп/с;
  - 4) нажать кнопку СТАРТ и произвести набор спектра до тех пор, пока на ЖКИ не станет хорошо различим набираемый спектр или в течение не менее 100 с. На ЖКИ должен индицироваться набираемый спектр;
  - 5) прекратить набор спектра, нажимая кнопку МЕНЮ, и записать набранный спектр в память прибора. Порядок передачи спектров из прибора в ПК проводят в соответствии с РЭ на БДОИ, раздел 11.11;
  - 6) порядок работы со спектрами, сохраненными в ПК, описан в файле "Read Me" программы пользователя "Спектр МКС-PM1403";
  - 7) относительное энергетическое разрешение  $\eta_{\text{отн}}$ , %, определить по формуле (9.5).
- Результаты поверки считать положительными, если относительное энергетическое разрешение  $\eta_{\text{отн}}$ , %, определенное по формуле (9.5) не превышает 8,5 %.

9.8.3.5 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД фотонного излучения БДГ2 провести следующим образом:

- 1) подключить БДГ2 к БДОИ;
- 2) установить БДГ2 на поверочную дозиметрическую установку с источником гамма-излучения  $^{137}\text{Cs}$  так, чтобы боковая сторона БДГ2 была обращена к источнику излучения, ось потока излучения проходила через геометрический центр детектора и совпадала с нормалью, проведенной через геометрический центр детектора. Геометрический центр детектора обозначен значком "+" на торцевой стороне корпуса и кольцевой проточкой на боковой стороне корпуса БДГ2. Выбрать режим измерения МЭД блоком детектирования БДГ2;
- 3) при установлении значения статистической погрешности менее 10 % снять пять результатов измерения МЭД гамма-фона в отсутствии источника излучений. Результаты измерения снять с интервалом не менее 30 с и рассчитать среднее значение МЭД фона  $\bar{H}_\phi$ , по формуле (9.1);
- 4) последовательно установить БДГ2 на дозиметрической установке так, чтобы геометрический центр детектора совпал с контрольными точками, в которых эталонное значение МЭД  $\dot{H}_{oj}$ , равно 3,0; 30,0; 300,0 мкЗв/ч, 3,0; 30,0; 300,0 мЗв/ч и 3,0; 8,0 Зв/ч;

5) при установлении значения статистической погрешности менее 5 % снять пять результатов измерения МЭД гамма-излучения в каждой контрольной точке. Результаты измерения снять с интервалом не менее 10 с и рассчитать среднее значение МЭД  $\bar{H}_j$  для каждой контрольной точки, по формуле (9.2);

6) вычислить относительную погрешность измерения  $Q_j$ , %, по формуле (9.3);

7) рассчитать доверительные границы допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД  $\delta_{\text{МЭД}}$ , %, при доверительной вероятности 0,95 по формуле (9.4).

Результаты проверки считать положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности измерения МЭД для всех проверяемых точек, рассчитанные по формуле (9.4), не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности  $\delta_{\text{доп}}$ , рассчитанных по формуле

$$\delta_{\text{доп}} = \pm(20 + K/H)\%, \quad (9.9)$$

где  $K$  – коэффициент, равный 2,0 мкЗв/ч;

$\bar{H}$  – значение МЭД, мкЗв/ч.

9.8.3.6 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения ЭД фотонного излучения БДГ2 провести следующим образом:

1) подключить БДГ2 к БДОИ. Включить БДОИ, включить режим измерения ЭД и установить максимальные значения порогов по ЭД;

2) установить БДГ2 на дозиметрической установке так, чтобы геометрический центр детектора совпал с контрольной точкой, в которой эталонное значение МЭД

$H_{oj} = 8,0$  мкЗв/ч;

3) снять начальное показание ЭД;

4) подвергнуть БДГ2 облучению в течение времени  $T = 1,0$  ч;

5) по окончании облучения снять конечное показание ЭД;

6) рассчитать основную относительную погрешность измерения  $Q_j$ , %, по формуле

$$Q_j = \left[ \frac{(H_{kj} - H_{nj}) - \bar{H}_{oj} \cdot T}{\bar{H}_{oj} \cdot T} \right] \times 100, \quad (9.10)$$

где  $H_{kj}$  – конечное значение ЭД;

$H_{nj}$  – начальное значение ЭД;

$\bar{H}_{oj}$  – эталонное значение МЭД в проверяемой точке;

$T$  – время облучения, ч;

7) измерения повторить для контрольных точек, в которых эталонное значение МЭД равно 8,0 мЗв/ч, 800 мЗв/ч;

8) рассчитать доверительные границы допускаемой основной относительной погрешности измерения ЭД,  $\delta_{\text{эд}}$ , в процентах, при доверительной вероятности 0,95 по формуле

$$\delta_{\text{эд}} = 1.1 \sqrt{(Q_o)^2 + (Q_j)^2}, \quad (9.11)$$

где  $Q_o$  – погрешность эталонной дозиметрической установки, %;

$Q_j$  – относительная погрешность измерения ЭД в проверяемой контрольной точке, рассчитанная по формуле (9.10), %.

Результаты проверки считать положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности измерения ЭД для всех проверяемых точек, рассчитанные по формуле (9.11), не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности  $\delta_{\text{доп}} = \pm 10$  %.

9.8.3.7 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД нейтронного излучения провести следующим образом:

1) подключить БДН к БДОИ. Включить БДОИ и включить режим измерения МЭД нейтронного излучения;

2) проверяемый БДН расположить на градуировочной скамье эталонной установки на специальной передвижной каретке так, чтобы положение точки поля нейтронов, для которой рассчитано эталонное значение измеряемого значения МЭД,  $\dot{H}_{oj}$ , совпадало с геометрическим центром блока детектирования, а геометрический центр нейтронного детектора БДН совпадал с осью симметрии коллимированного пучка нейтронов, причем продольная ось детектора должна быть перпендикулярна оси симметрии коллимированного пучка нейтронов;

3) последовательно устанавливая передвижную каретку с БДН на эталонной установке так, чтобы геометрический центр детектора совпал с контрольными точками, в которых эталонное значение  $\dot{H}_{oj}$ , равно 3,0; 30,0; 300,0; 1500 и 4000 мкЗв/ч. При установлении значения статистической погрешности менее 5 % снять пять результатов измерения МЭД нейтронного излучения в каждой контрольной точке. Результаты измерения снять с интервалом не менее 30 с и рассчитать среднее значение МЭД  $\overline{\dot{H}_j}$  для каждой контрольной точки, по формуле (9.2);

4) вычислить значение показаний прибора, обусловленное прямым излучением, по формуле

$$\overline{\dot{H}_{ijB}} = \overline{\dot{H}_{ij}} \cdot B_R, \quad (9.12)$$

где  $B_R$  – коэффициент, учитывающий вклад рассеянного нейтронного излучения в показания прибора (коэффициент определяется при поверке установки);

5) вычислить погрешность измерения  $Q_j$ , по формуле

$$Q_j = \frac{\overline{\dot{H}_{ijB}} - \overline{\dot{H}_{oj}}}{\overline{\dot{H}_{oj}}}; \quad (9.13)$$

6) доверительные границы основной относительной погрешности измерения при доверительной вероятности 0,95 вычислить по формуле

$$\delta = K_s \sqrt{\frac{Q_o^2 + Q_{j\max}^2}{3} + S_{j\max}^2}, \quad (9.14)$$

где  $K_s$  – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей, принят равным 2;

$Q_o$  – погрешность эталонной дозиметрической установки, %;

$S_{j\max}$  – значение относительного среднего отклонения результата измерений  $S_j$ , %, вычисленного по формуле

$$S_j = \frac{1}{\overline{\dot{H}_{jB}}} \sqrt{\frac{\sum_1^5 (\dot{H}_{ijB} - \overline{\dot{H}_{jB}})^2}{n \cdot (n-1)}} \cdot 100\%. \quad (9.15)$$

Результаты поверки считать положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности измерения МЭД для всех проверяемых точек, рассчитанные по формуле (9.14), не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности  $\delta_{\text{доп}}$ , рассчитанных по формуле

$$\delta_{\text{доп}} = \pm(30 + K/H)\%, \quad (9.16)$$

где  $K$  – коэффициент, равный 10,0 мкЗв/ч;

$\dot{H}$  – значение МЭД, мкЗв/ч.

9.8.3.8 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения плотности потока  $\alpha$ - излучения блока детектирования БДАБ провести следующим образом:

1) подключить БДАБ к БДОИ. Включить БДОИ и включить режим измерения плотности потока  $\alpha$ - излучения;

2) открыть  $\beta$ - фильтр. Детектор последовательно прикладывать вплотную к эталонным источникам  $\alpha$ - излучения  $^{239}\text{Pu}$  II-разряда одного из типов 4П9, 5П9 или 6П9 так, чтобы поверхность детектора была расположена параллельно поверхности источника, а геометрический центр поверхности источника находился на продолжении перпендикуляра, проходящего через геометрический центр чувствительной поверхности детектора с точностью  $\pm 2$  мм и нажать кнопку ПУСК. При установлении значения статистической погрешности менее 5 % снять показание плотности потока  $\alpha$ - излучения;

3) поверку основной относительной погрешности провести в контрольных точках согласно таблице 9.3

Таблица 9.3

Плотность потока в контрольной точке, $\varphi_{oj}$ , $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$	Число измерений, n	Статистическая погрешность, %, не более
10-60	5	5
200-600	5	5
2000-6000	5	5
20000-60000	5	5
200000-400000	5	5

4) в каждой контрольной точке провести пять измерений плотности потока  $\alpha$ -излучения  $\varphi_{ij}$ , как указано в перечислении 2), причем каждое последующее измерение проводить повернув образцовый источник по окружности вокруг геометрического центра поверхности источника примерно на  $72^\circ$  относительно предыдущего положения источника;

5) рассчитать среднее значение  $\bar{\varphi}_j$  плотности потока  $\alpha$ - излучения для каждой контрольной точки по формуле

$$\bar{\varphi}_j = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \varphi_{ij}; \quad (9.17)$$

6) рассчитать доверительные границы допускаемой основной относительной погрешности измерения плотности потока  $\delta_\varphi$ , %, при доверительной вероятности 0,95 по формуле

$$Q_j = \frac{\bar{\varphi}_j - \varphi_{oj}}{\varphi_{oj}}, \quad (9.18)$$

где  $\varphi_{oj}$  – плотность потока частиц с активной поверхности эталонного источника на момент испытаний,  $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$ .

Результаты поверки считать положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности измерения плотности потока  $\alpha$ - излучения блока детектирования БДАБ для всех поверяемых точек, рассчитанные по формуле (9.18), не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности  $\delta_{\text{доп}}$ , рассчитанных по формуле

$$\delta_{\text{доп}} = \pm(20 + A/\varphi)\%, \quad (9.19)$$

где  $A$  – коэффициент равный  $10 \text{ мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$ ;

$\varphi$  – измеренная плотность потока  $\alpha$ - излучения.

9.8.3.9 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения плотности потока  $\beta$ - излучения блока детектирования БДАБ провести в следующей последовательности:

1) подключить БДАБ к БДОИ. Включить БДОИ и включить режим измерения плотности потока  $\beta$ - излучения;

2) закрыть на блоке детектирования защитный  $\beta$ - фильтр и детектор приложить вплотную к эталонному источнику  $\beta$ - излучения  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$  одного из типов 4СО, 5СО, 6СО П-разряда так, чтобы поверхность детектора была расположена параллельно поверхности источника, а геометрический центр поверхности источника находился на продолжении перпендикуляра, проходящего через геометрический центр чувствительной поверхности детектора с точностью  $\pm 2$  мм. Нажать кнопку ОК. При установлении значения статистической погрешности менее 10 % нажать кнопку СТОП;

3) открыть  $\beta$ - фильтр. Установить на детектор  $\alpha$ - фильтр. Детектор установить на тот же эталонный источник в прежнее положение и нажать кнопку ПУСК. При установлении значения статистической погрешности менее 5 % снять показание плотности потока  $\beta$ - излучения  $\Phi_{ij}$ ;

4) не меняя эталонный источник, измерения по перечислениям 2), 3) провести в четырех взаимно перпендикулярных направлениях при смещении центра детектора на 15 мм относительно центра источника;

5) проверку по перечислениям 2) – 4) провести в контрольных точках согласно таблице 9.4

Таблица 9.4

Плотность потока в контрольной точке, $\Phi_{oj}$ , $\text{мин}^{-1}\cdot\text{см}^{-2}$	Число измерений, n	Статистическая погрешность, %, не более
10-60	5	5
200-600	5	5
2000-6000	5	5
20000-60000	5	5
600000-900000	5	5

6) рассчитать среднее значение  $\bar{\varphi}_j$  плотности потока  $\beta$ - излучения для каждой контрольной точки по формуле (9.17);

7) рассчитать доверительные границы допускаемой основной относительной погрешности измерения плотности потока  $\delta_\varphi$ , %, при доверительной вероятности 0,95 по формуле (9.18).

Результаты поверки считать положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности измерения плотности потока  $\beta$ - излучения БДАБ для всех поверяемых точек, рассчитанные по формуле (9.18), не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности  $\delta_{\text{доп}}$ , рассчитанных по формуле

$$\delta_{\text{доп}} = \pm(20 + A/\varphi)\%, \quad (9.20)$$

где A – коэффициент равный  $100 \text{ мин}^{-1}\cdot\text{см}^{-2}$ ;

$\varphi$  – измеренная плотность потока  $\beta$ - излучения.

## **9.9 Оформление результатов поверки**

9.9.1 Результаты поверки заносятся в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А.

9.9.2 При положительных результатах первичной поверки в паспорте (раздел "Свидетельство о приемке") ставится подпись, оттиск клейма поверителя, производшего поверку, и дата поверки.

9.9.3 При положительных результатах очередной поверки или поверки после ремонта на прибор выдается свидетельство установленной формы о поверке (в соответствии с ТКП 8.003-2011, приложение Г) и в паспорте (раздел "Особые отметки") ставится подпись, оттиск клейма поверителя, производшего поверку, и дата поверки.

9.9.4 При отрицательных результатах поверки приборы к применению не допускаются. На них выдается извещение о непригодности (в соответствии с ТКП 8.003-2011, приложение Д) с указанием причин непригодности. При этом оттиск клейма поверителя подлежит погашению, а свидетельство аннулируется.

## **10 Утилизация**

БДГ1 не представляет опасности для жизни, здоровья и окружающей среды, поэтому утилизация производится в обычном порядке.

Сведения о содержании драгоценных материалов в БДГ1 не приводятся, т.к. их масса в чистоте не превышает значений, указанных в ГОСТ 2.608-78.



## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

### Форма протокола поверки Дозиметра-радиометра МКС-РМ1403 зав. № \_\_\_\_\_

Дата поверки \_\_\_\_\_

Поверка проводилась \_\_\_\_\_  
поверочный орган

#### Условия поверки:

- температура \_\_\_\_\_ °С;
- относительная влажность \_\_\_\_\_ %;
- атмосферное давление \_\_\_\_\_ кПа;
- внешний фон гамма-излучения \_\_\_\_\_ мкЗв/ч

#### Средства поверки:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### А.1 Внешний осмотр:

- документация \_\_\_\_\_
- комплектность \_\_\_\_\_
- отсутствие механических повреждений \_\_\_\_\_

#### А.2 Опробование:

- работоспособность \_\_\_\_\_

#### А.3 Метрологические характеристики

А.3.1 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД фотонного излучения БДОИ

Таблица А.1

Эталонное значение МЭД, $\dot{H}^*(10)$ , мкЗв/ч.	Источник $^{137}\text{Cs}$ №	Значение МЭД в контрольной точке, мкЗв/ч		Погрешность, %		
		измеренное значение, $\dot{H}^*_{ji}$	среднее значение, $\overline{\dot{H}^*}_j$	$Q_{\text{изм.}}$	$\pm \delta_{\text{изм.}}$	$\pm \delta_{\text{доп.}}$
фон				-	-	-
0,8						± 30
8,0						
80						

А.3.2 Определение относительного энергетического разрешения при работе БДОИ в режиме накопления сцинтилляционных спектров гамма-излучения

Таблица А.2

Наименование параметра	Значение параметра
$E_1$ – значение энергии $^{57}\text{Co}$ в ППП, кэВ	122,06
$E_2$ – значение энергии $^{137}\text{Cs}$ в ППП, кэВ	661,67
$S_1$ , центроида ППП линии излучения $^{57}\text{Co}$ , канал	
$S_2$ , центроида ППП линии излучения $^{137}\text{Cs}$ , канал	
$K$ , энергетическая ширина канала, кэВ	
$\Delta_n$ , ширина ППП линии излучения $^{137}\text{Cs}$ на половине высоты, канал	
$\eta_{\text{абс}}$ , абсолютное энергетическое разрешение, кэВ	
$\eta_{\text{отн}}$ , относительное энергетическое разрешение, %	
Допустимое $\eta_{\text{доп}}$ , относительное энергетическое разрешение, %	7,5

А.3.3 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД фотонного излучения блоком детектирования БДГ1

Таблица А.3

Эталонное значение МЭД, $\dot{N}^*(10)$ , мкЗв/ч.	Источник $^{137}\text{Cs}$ №	Значение МЭД в контрольной точке, мкЗв/ч		Погрешность, %		
		измеренное значение, $\dot{N}^*_{ji}$	среднее значение, $\bar{\dot{N}}^*_j$	$Q_{\text{изм.}}$	$\pm \delta_{\text{изм.}}$	$\pm \delta_{\text{доп.}}$
1	2	3	4	5	6	7
фон				-	-	-
0,8						$\pm 22,5$
8,0						$\pm 20,25$
80						$\pm 20$

А.3.4 Определение относительного энергетического разрешения при работе блока детектирования БДГ1 в режиме накопления сцинтилляционных спектров гамма-излучения

Таблица А.4

Наименование параметра	Значение параметра
$E_1$ – значение энергии $^{57}\text{Co}$ в ППП, кэВ	122,06
$E_2$ – значение энергии $^{137}\text{Cs}$ в ППП, кэВ	661,67
$S_1$ , центроида ППП линии излучения $^{57}\text{Co}$ , канал	
$S_2$ , центроида ППП линии излучения $^{137}\text{Cs}$ , канал	
$K$ , энергетическая ширина канала, кэВ	
$\Delta_n$ , ширина ППП линии излучения $^{137}\text{Cs}$ на половине высоты, канал	
$\eta_{\text{абс}}$ , абсолютное энергетическое разрешение, кэВ	
$\eta_{\text{отн}}$ , относительное энергетическое разрешение, %	
Допустимое $\eta_{\text{доп}}$ , относительное энергетическое разрешение, %	8,5

А.3.5 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД фотонного излучения блоком детектирования БДГ2

Таблица А.5

Эталонное значение МЭД, $\dot{H}^*(10)$	Источник $^{137}\text{Cs}$ №	Значение МЭД в контрольной точке		Погрешность, %		
		измеренное значение, $\dot{H}^*_{ji}$	среднее значение, $\bar{\dot{H}}^*_j$	$Q_{\text{изм.}}$	$\pm \delta_{\text{изм.}}$	$\pm \delta_{\text{доп.}}$
мкЗв/ч						
фон				-	-	-
3,0						$\pm 20,7$
30,0						$\pm 20$
300,0						$\pm 20$
мЗв/ч						
3,0						$\pm 20$
30,0						$\pm 20$
300,0						$\pm 20$
Зв/ч						
3,0						$\pm 20$
8,0						$\pm 20$

А.3.6 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения ЭД фотонного излучения блоком детектирования БДГ2

Таблица А.6

Эталонное значение МЭД, $\dot{H}^*(10)$	Расчетное значение ЭД, $\dot{H}^*(10)$	Значение ЭД в контрольной точке, $\dot{H}^*(10)$		Измеренное значение ЭД в контрольной точке, $\dot{H}^*(10)$	Погрешность, %		
		начальное значение ЭД	конечное значение ЭД		$Q_{\text{изм.}}$	$\pm \delta_{\text{изм.}}$	$\pm \delta_{\text{доп.}}$
8,0 мкЗв/ч							$\pm 10$
80,0 мЗв/ч							
800 мЗв/ч							

А.3.7 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД нейтронного излучения блоком детектирования БДН

Таблица А.7

Эталонное значение МЭД, $\dot{H}^*(10)$ , мкЗв/ч	Значение коэффициента $B_R$	Значение МЭД в контрольной точке, мкЗв/ч			Погрешность, %		
		измеренное значение, $\dot{H}^*_{ji}$	среднее значение, $\bar{\dot{H}}^*_j$	$\bar{\dot{H}}^*_{jBR}$	$Q_{\text{изм.}}$	$\pm \delta_{\text{изм.}}$	$\pm \delta_{\text{доп.}}$
3							$\pm 33,3$
30							$\pm 30,3$
300							$\pm 30$
1500							$\pm 30$
4000							$\pm 30$

А.3.8 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения плотности потока  $\alpha$ -излучения блоком детектирования БДАБ

Таблица А.8

Эталонное значение плотности потока, $\varphi_{oj}$ , мин <sup>-1</sup> см <sup>-2</sup>	Тип источника, № источника	Значение плотности потока в контрольной точке, мин <sup>-1</sup> см <sup>-2</sup>		Погрешность, %	
		измеренное значение, $\varphi_{ji}$	среднее значение $\bar{\varphi}_i$	$\pm \delta_{\varphi}$ изм.	$\pm \delta_{\text{доп}}$
	Тип _____ № _____				
	Тип _____ № _____				
	Тип _____ № _____				
	Тип _____ № _____				
	Тип _____ № _____				

А.3.9 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения плотности потока  $\beta$ -излучений блоком детектирования БДАБ

Таблица А.9

Эталонное значение плотности потока, $\varphi_{oj}$ , мин <sup>-1</sup> см <sup>-2</sup>	Тип источника, № источника	Значение плотности потока в контрольной точке, мин <sup>-1</sup> см <sup>-2</sup>		Погрешность, %	
		измеренное значение, $\varphi_{ji}$	среднее значение $\bar{\varphi}_i$	$\pm \delta_{\varphi}$ изм.	$\pm \delta_{\text{доп}}$
	Тип _____ № _____				
	Тип _____ № _____				
	Тип _____ № _____				
	Тип _____ № _____				
	Тип _____ № _____				

**Выводы** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Свидетельство № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_  
 (извещение о непригодности)

Поверку провел \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )  
 подпись

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

**Типовая зависимость верхней границы диапазона измерений  
МЭД от энергии гамма-излучения  $E_\gamma$   
сцинтилляционного канала детектирования**

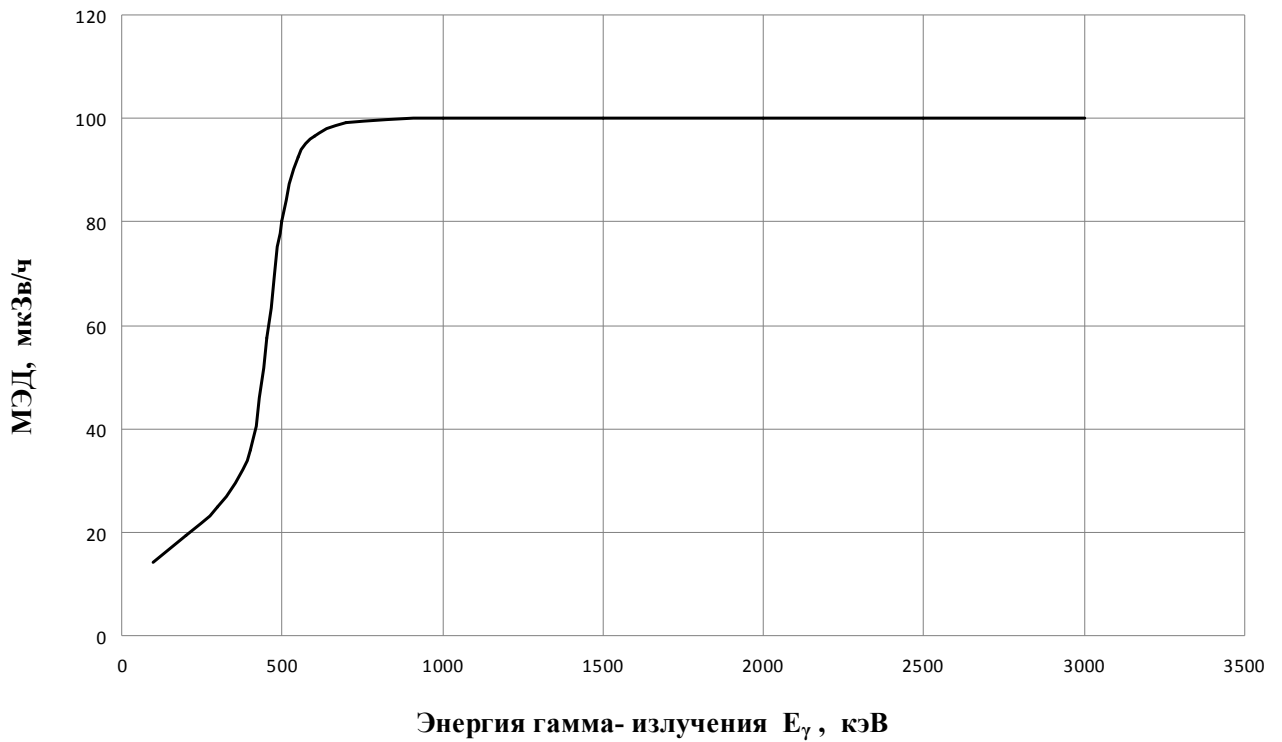


Рисунок Б.1