БЛОК ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ

БДГ1-РМ1403

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Содержание

1 Общая информация 4
2 Состав БДГ1 5
3 Технические характеристики 6
4 Устройство и принцип работы 10
5 Подготовка БДГ1 к использованию 13
5.1 Общие указания 13
5.2 Питание БДГ1 13
5.3 Меры безопасности 13
5.4 Контроль работоспособности БДГ1 13
6 Использование БДГ1 с БДОИ 14
6.1 Включение/выключение БДГ1 14
6.2 Режимы работы 17
6.2.1 Режим измерения МЭД фотонного излучения 17
6.2.2 Режим регистрации, накопления сцинтилляционных спектров 18
6.2.3 Режим идентификации радионуклидного состава вещества 21
6.2.4 Режим поиска источников фотонного излучения 22
6.2.4.1 Обнаружение источников фотонного излучения 23
6.2.4.2 Локализация источников фотонного излучения 23
6.3 Настройки для БДГ1 24
7 Использование БДГ1 с БОИ 26
7.1 Включение/выключение БДГ1 26
7.2 Режимы работы 27
7.2.1 Режим измерения МЭД фотонного излучения 28
7.2.2 Режим регистрации, накопления сцинтилляционных спектров 29
7.2.3 Режим идентификации радионуклидного состава вещества 32
7.2.4 Режим поиска источников фотонного излучения 33
7.2.4.1 Обнаружение источников фотонного излучения 34
7.2.4.2 Локализация источников фотонного излучения 34
7.3 Настройки для БДГ1 35
8 Режим связи с ПК 36
9 Техническое обслуживание 36
10 Перечень возможных неисправностей 36
11 Утилизация 36
Приложение А Типовая зависимость верхней границы диапазона измерений МЭД от энергии гамма- излучения Eγ сцинтилляционного канала детектирования 37

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 BY 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), блокам отображения информации дозиметра-радиометра БОИ-РМ1403 и БОИ-РМ1403-01 (далее – БОИ) или персональному компьютеру (ПК) по интерфейсу RS-485 или USB.

БДГ1 относится к изделиям третьего порядка по ГОСТ 12997-84 и по устойчивости и прочности к климатическим воздействиям соответствует группе исполнения С4 по ГОСТ 12997-84.

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 [1)]	1
Хомут [1)]	1
Рукоятка [1)]	1
Кабель № 2 (1,5 м) [1)]	1
Кабель № 2-2 (0,25 м) [1)]	1
Кабель № 3	1
Паспорт [2)]	1
Электронный носитель (Программное обеспечение, Руководство по эксплуатации) [1)]	1
Упаковка [3)]	1

[1)] Поставляется по требованию потребителя, по отдельному заказу;

[2)] В состав входит методика поверки;

[3)] Допускается использование иной упаковки в соответствии с требованиями заказчика и условиями поставки, удовлетворяющей требованиям ТУ.

3 Технические характеристики

Технические характеристики БДГ1 приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

3.1 Режимы работы: - измерение МЭД фотонного излучения; - поиск источников фотонного излучения; - регистрация, накопление сцинтилляционных спектров гамма- излучения; - идентификация радионуклидного состава вещества; - программирование режимов работы	
3.2 Диапазон измерения МЭД фотонного излучения*	от 0,1 до 100 мкЗв/ч
3.3 Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД фотонного излучения, не более	$\pm\left(20+K/\dot{H}\right)\%$, где $\dot{H}$ – значение МЭД, мкЗв/ч; К – коэффициент, равный 2,0 мкЗв/ч.
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 световой и прерывистый звуковой сигналы	
3.5 Дискретность установки порогового уровня МЭД – единица младшего индицируемого разряда. Диапазон установки пороговых уровней МЭД	от 0,1 до 100 мкЗв/ч
3.6 Диапазон энергий регистрации фотонного излучения	от 0,03 до 3,0 МэВ
3.7 Энергетическая зависимость относительно энергии 0,662 МэВ (^{137}Cs), не более	± 20 %
3.8 Нестабильность показаний БДГ1 при измерении МЭД за время непрерывной работы 8 ч, не более	5 %
3.9 Чувствительность БДГ1 к фотонному излучению в режиме поиска	800 $с^{-1}$/(мкЗв/ч) для ^{137}Cs
3.10 В режиме поиска БДГ1 выдает прерывистый звуковой и световой сигналы при достижении или превышении порога срабатывания. В режиме поиска источников гамма-излучения по мере увеличения превышения порога срабатывания частота следования звукового и светового сигналов увеличивается	
3.11 Частота ложных срабатываний БДГ1 в режиме поиска гамма- излучения при радиационном фоне не более 0,25 мкЗв/ч	не более одного срабатывания за 10 мин непрерывной работы **
3.12 Диапазон установки количества среднеквадратичных отклонений радиационного γ- фона (далее – коэффициента **n)** в пределах	от 1 до 9,9

Продолжение таблицы 3.1

3.13 Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерения МЭД должны быть не более:	
– при изменении температуры окружающего воздуха от нормальной до минус 20 °С и от нормальной до 50 °С	± 10 %;
– при относительной влажности окружающего воздуха 95 % при 35 °С	± 10 %;
– при изменении напряжения питания от номинального значения до крайних значений напряжения питания при измерении МЭД фотонного излучения	± 10 %;
– при воздействии магнитного поля напряженностью 400 А/м при измерении МЭД фотонного излучения	± 10 %;
– при воздействии радиочастотных электромагнитных полей при измерении МЭД фотонного излучения	± 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- излучения (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**		
	^{133}Ba	**^{137}Cs**	**^{60}Co**
Активность источника γ- излучения, кБк (мкКи), ± 30 %	24,0 (0,65)	43,0 (1,16)	21,0 (0,57)
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 (^{137}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 загрузка блока детектирования БДГ1 при регистрации сцинтилляционных спектров, не менее	10^5 $с^{-1}$
3.19 Обмен информацией с БДОИ/БОИ или ПК	RS-485 или USB интерфейс

Продолжение таблицы 3.1

3.20 Эффективность регистрации в пике полного поглощения для энергии гамма-излучения 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs точечного источника ОСГИ-3-2, размещенного вплотную к торцевой поверхности БДГ1 должна быть не менее	2,2 %
3.21 Нестабильность градуировочной характеристики преобразования БДГ1 за время непрерывной работы 24 ч должна быть не более	1 %

3.22 Напряжение питания БДГ1	3,6 (минус 0,6; +0,7) В
3.23 БДГ1 устойчив к воздействию	– температуры окружающего воздуха от минус 20 до 50 °С; – относительной влажности окружающего воздуха до 95 % при температуре 35 °С; – атмосферного давления от 84 до 106,7 кПа; – выпадению инея
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 EN 55022-2012 (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^2, 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	– температуры окружающего воздуха от минус 50 до 50 ^{o}С; – относительной влажности окружающего воздуха до 100 % при температуре 40 ^{o}С; – синусоидальной вибрации в диапазоне от 10 до 55 Гц с амплитудой смещения для частоты ниже частоты перехода 0,35 мм
3.32 Масса БДГ1, не более	1,2 кг
3.33 Габаритные размеры БДГ1, не более	290х∅70 мм

Продолжение таблицы 3.1

3.34 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.
[*] Типовая зависимость верхней границы диапазона измерений МЭД от энергии γ- излучения Eγ сцинтилляционного канала детектирования приведена в приложении А; [**] Изготовитель гарантирует технические параметры БДГ1 в части обнаружения источников и частоты ложных срабатываний при установленных на заводе коэффициентах **n** для γ-излучения **n**=4,0.	

Дополнительную информацию о БДГ1 можно получить у производителя или на сайте производителя 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.

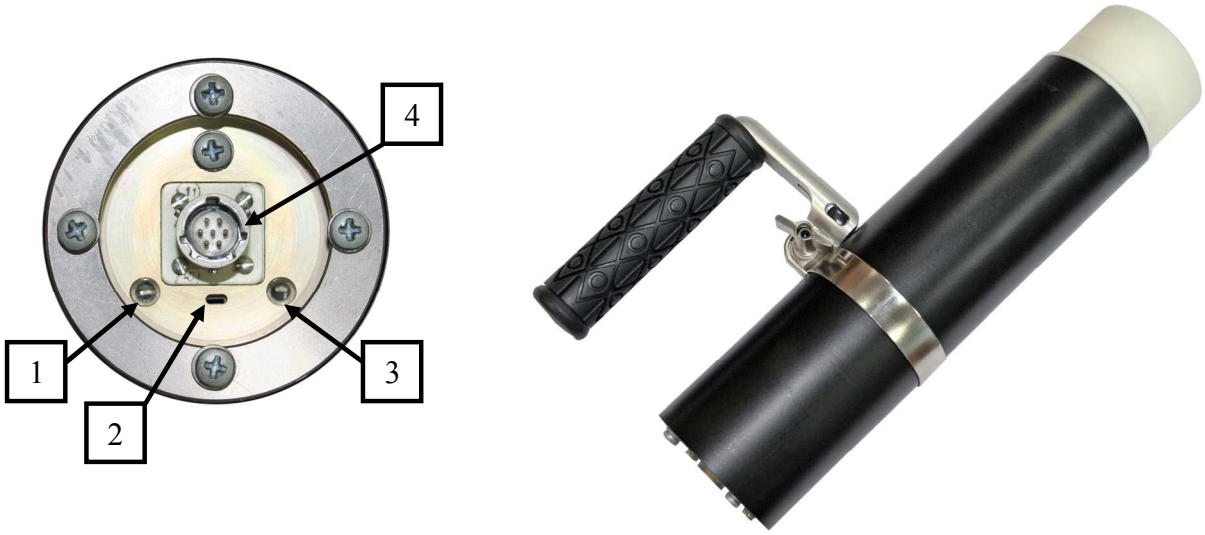


Рисунок 4.1 – Общий вид БДГ1

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/БОИ (USB или RS485 интерфейсы).

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

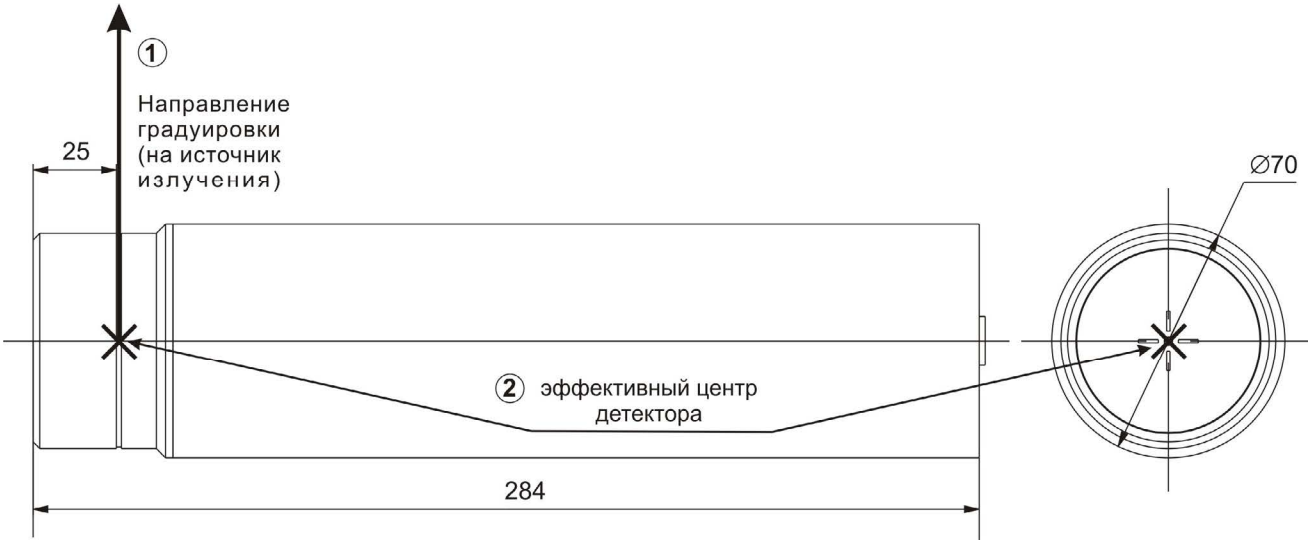


Рисунок 4.2 – Направление градуировки (1) и расположение геометрического (эффективного) центра (2) БДГ1

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 γ- 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). Питание БДГ1 осуществляется от БДОИ/БОИ или от USB разъема ПК.

4.4 Маркировка

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

- обозначение блока – БДГ1-РМ1403;
- наименование изготовителя;
- товарный знак изготовителя;
- порядковый номер по системе нумерации изготовителя;
- год выпуска;
- степень защиты IP;
- 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 РЭ на БДОИ/БОИ, если предполагается использование БДГ1 совместно с БДОИ/БОИ.

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

При покупке БДГ1 необходимо проверить комплектность, согласно таблице 2.1 или паспорта на дозиметр радиометр МКС-РМ1403.

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/БОИ или ПК по интерфейсу RS-485 или USB.

При подключении к БДОИ/БОИ 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 27451-87 и ГОСТ 12.2.091-2002. По степени защиты от поражения электрическим током БДГ1 соответствует оборудованию класса III ГОСТ 12.2.091-2002.

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.

5.4 Контроль работоспособности БДГ1

Включить БДГ1, как указано в 6.1 или 7.1. 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 или 7.1.

6 Использование БДГ1 с БДОИ

6.1 Включение/выключение БДГ1

Внимание! При использовании кабеля длиной более 1,5 м необходимо отключить звуковую сигнализацию.

БДГ1 подключается к БДОИ с помощью кабеля № 2 (1,5 м) по интерфейсу RS-485, при этом включается светодиод (1) на торцевой части корпуса БДГ1 (рисунок 4.1, позиция 1). Внешний вид БДОИ приведен на рисунке 6.1.

Для включения 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:

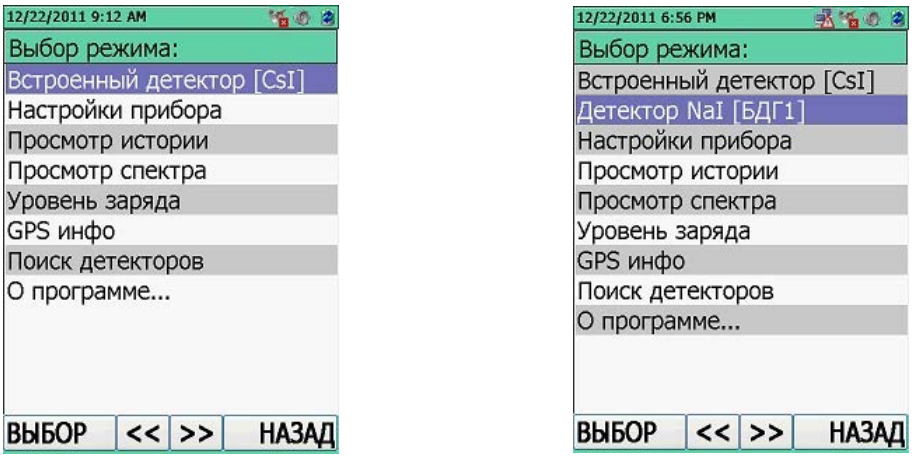
5 – **(ВВЕРХ), 6** – **(ВНИЗ)** – вертикальное перемещение курсора по строкам меню;

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 БДОИ на ЖКИ БДОИ индицируется подключенный 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).



1) 2)

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 Режимы работы

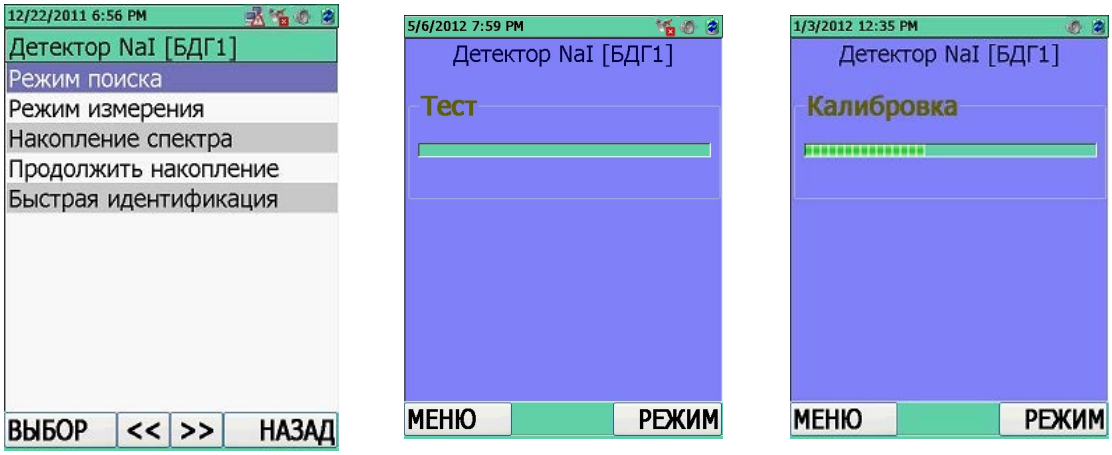
БДГ1 имеет следующие режимы работы:
- измерение МЭД фотонного излучения;
- поиск источников фотонного излучения;
- регистрацию, накопление сцинтилляционных спектров гамма- излучения;
- идентификацию радионуклидного состава вещества;
- программирование режимов работы.

Для того чтобы войти в режим индикации режимов работы БДГ1, следует выбрать строку "Детектор NaI [БДГ1]". В открывшемся меню отображаются режимы работы БДГ1, рисунок 6.4 (1). 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 (2).

По завершении тестирования БДГ1 автоматически переходит в процесс калибровки по уровню гамма- фона, рисунок 6.4 (3). 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.



1) 2) 3)

Рисунок 6.4

6.2.1 Режим измерения МЭД фотонного излучения

В режим измерения МЭД фотонного излучения БДГ1 входит при выборе в окне отображения режимов работы пункта меню "Режим измерения", рисунок 6.4 (1).

В режиме измерения МЭД 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.

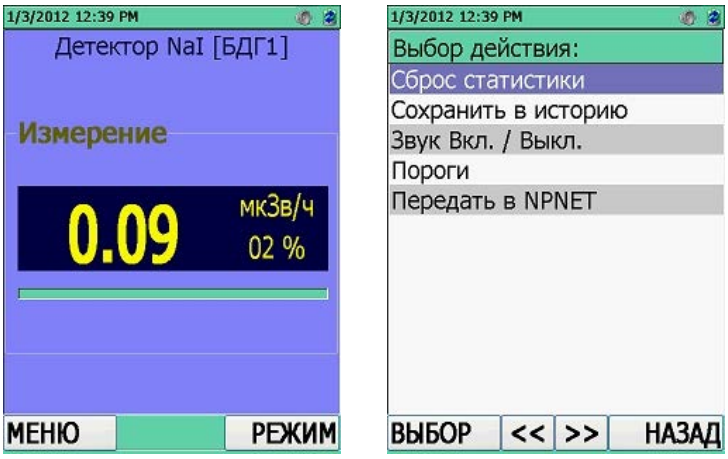
Параллельно с цифровой индикацией предусмотрено графическое отображение уровня измеренной МЭД на аналоговой шкале. Количество высвечивающихся сегментов аналоговой шкалы соответствует измеренному значению МЭД относительно установленного порогового уровня по МЭД, рисунок 6.5 (1).

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(2):

- "**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**".



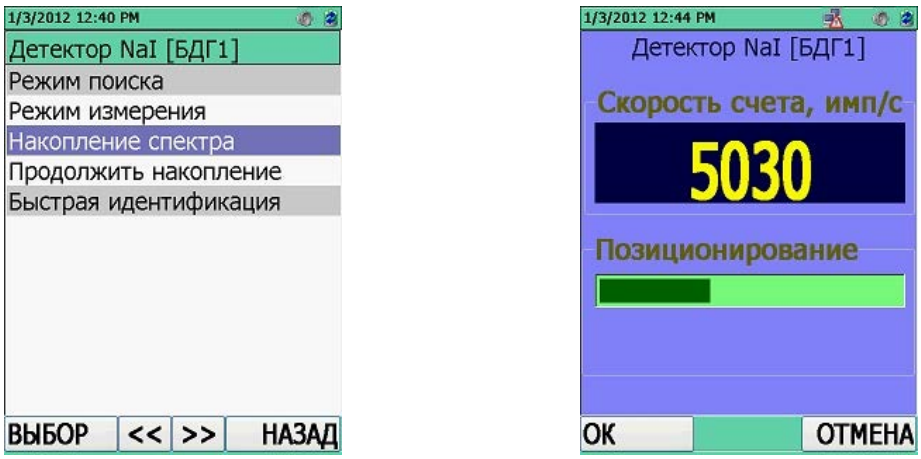
1) 2)

Рисунок 6.5

6.2.2 Режим регистрации, накопления сцинтилляционных спектров

В режим регистрации, накопления сцинтилляционных спектров гамма- излучения БДГ1 входит при выборе в окне отображения режимов работы пункта меню "Накопление спектра"/"Продолжить накопление", рисунок 6.6:

- "**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.



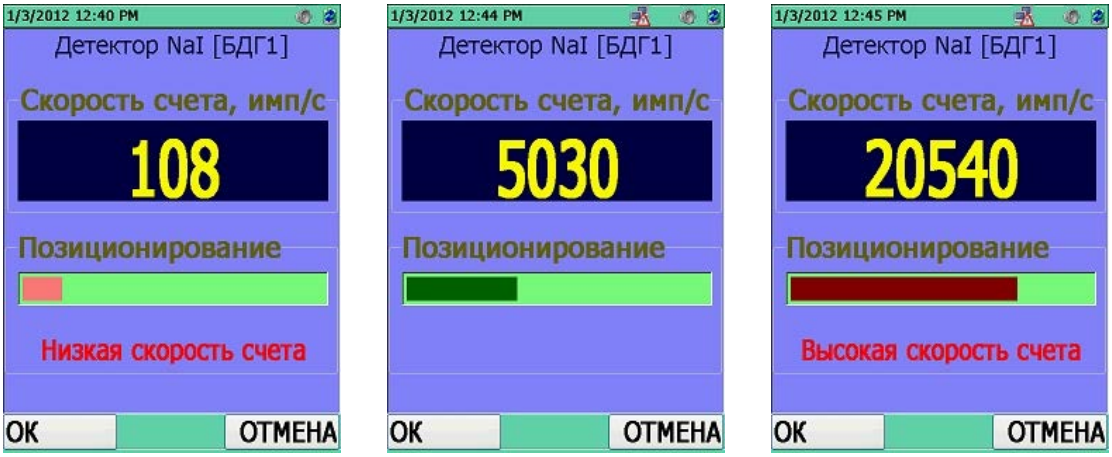
1) 2)

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}Eu, ^{228}Th активностью от 50 до 100 кБк. Для снятия контрольного спектра необходимо установить контрольный источник как можно ближе к геометрическому (эффективному) центру БДГ1 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 гамма-излучения.

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



1) 2) 3)

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.

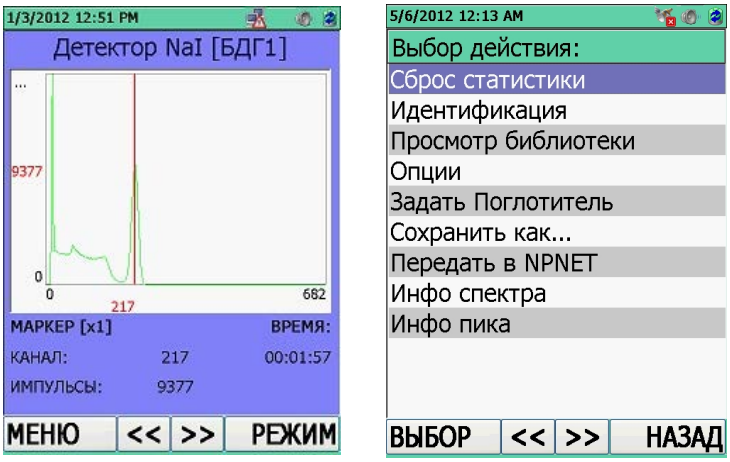
Шкала зеленого цвета, рисунок 6.7 (2), свидетельствует о том, что средняя скорость счета гамма- канала соответствует оптимальной загрузке (от 200 до 20000 имп/с).

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.



1) 2)

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 копить 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.

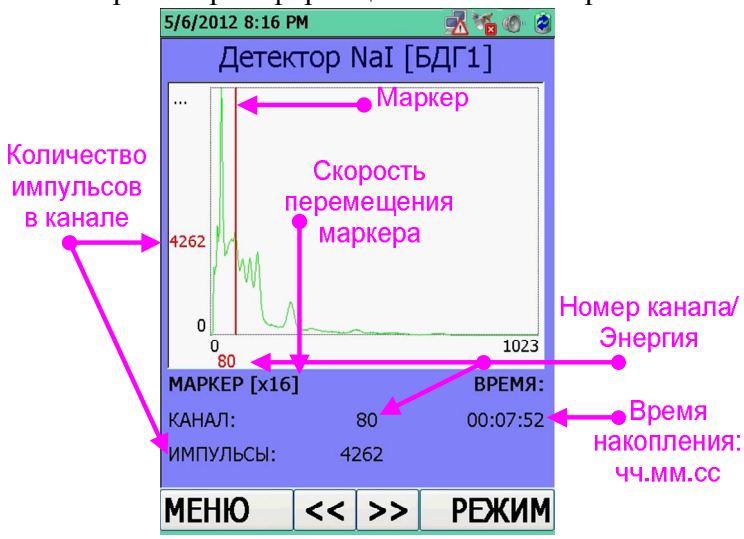


Рисунок 6.9

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

– установленная скорость перемещения маркера по спектру (x2/x4/x8/x16/x32);

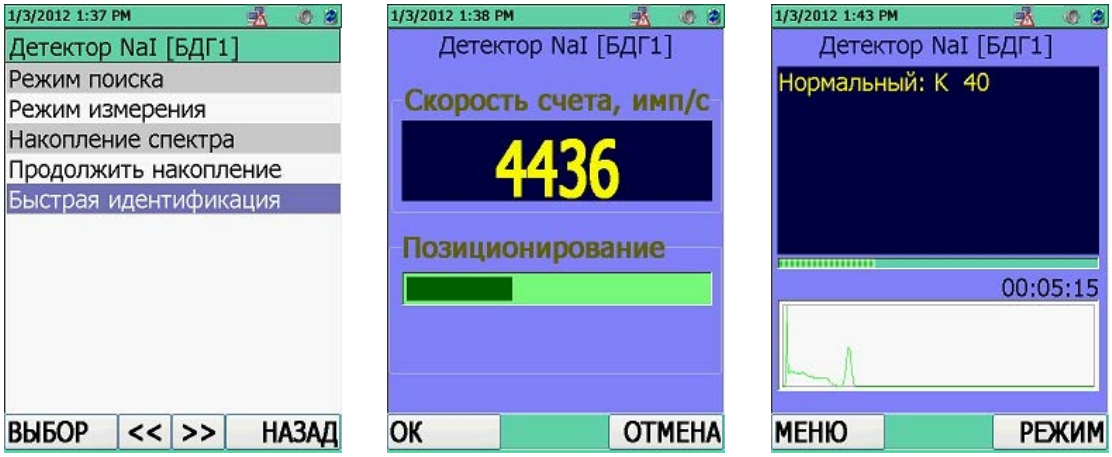
– номер канала (или энергия в кэВ), на котором установлен маркер;

– количество импульсов в этом канале;

– время накопления спектра.

6.2.3 Режим идентификации радионуклидного состава вещества

Для входа в режим идентификации радионуклидного состава вещества необходимо в окне отображения режимов работы выбрать "Быстрая идентификация", рисунок 6.10 (1).



1) 2) 3)

Рисунок 6.10

БДГ1 войдет в режим идентификации радионуклидного состава вещества. 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 обнулиться 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.

6.2.4 Режим поиска источников фотонного излучения

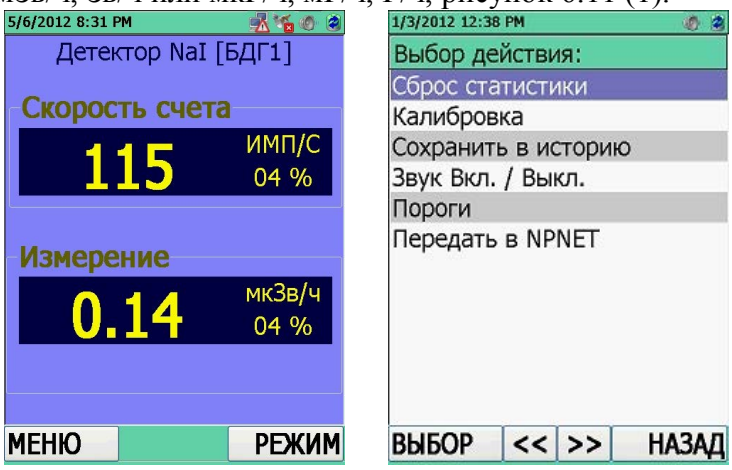
БДГ1 с БДОИ может использоваться для поиска источников фотонного излучения.

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

Для поиска источников фотонного излучения подключить БДГ1 к БДОИ и выбрать режим поиска источников фотонного излучения – "Режим поиска".

В режиме поиска рассчитывается текущее значение средней скорости счета в имп/с, поступающих с БДГ1. Рассчитанное значение индицируется в строке "Скорость счета". Под индикацией единиц измерения индицируется среднестатистическая погрешность индикации средней скорости счета фотонного 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).



1) 2)

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 фотонного 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 фотонного 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**".

6.2.4.1 Обнаружение источников фотонного излучения

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

Для обнаружения ИФИ 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 фона непосредственно перед проведением обнаружения ИФИ.

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

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

6.2.4.2 Локализация источников фотонного излучения

Для локализации ИФИ 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 ИФИ 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 сигналов дальнейшая локализация становиться

невозможной без калибровки по новому уровню фона. Для этого необходимо, не изменяя расстояния до объекта, начать калибровку по уровню текущего 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 фона локализацию ИФИ можно продолжить.

6.3 Настройки для БДГ1

Находясь в "Настройки прибора" –> "Детектор NaI [БДГ1]", рисунок 6.12 (1), пользователь имеет возможности просмотреть или изменить параметры БДГ1:

Вкладка "Общие настройки", рисунок 6.12 (2):

- прочитать номер детектора;
- разрешить/запретить звуковую и световую сигнализации;

Вкладка "Пороги", рисунок 6.12 (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 6.12 (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 6.12 (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 6.12 (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 (13);

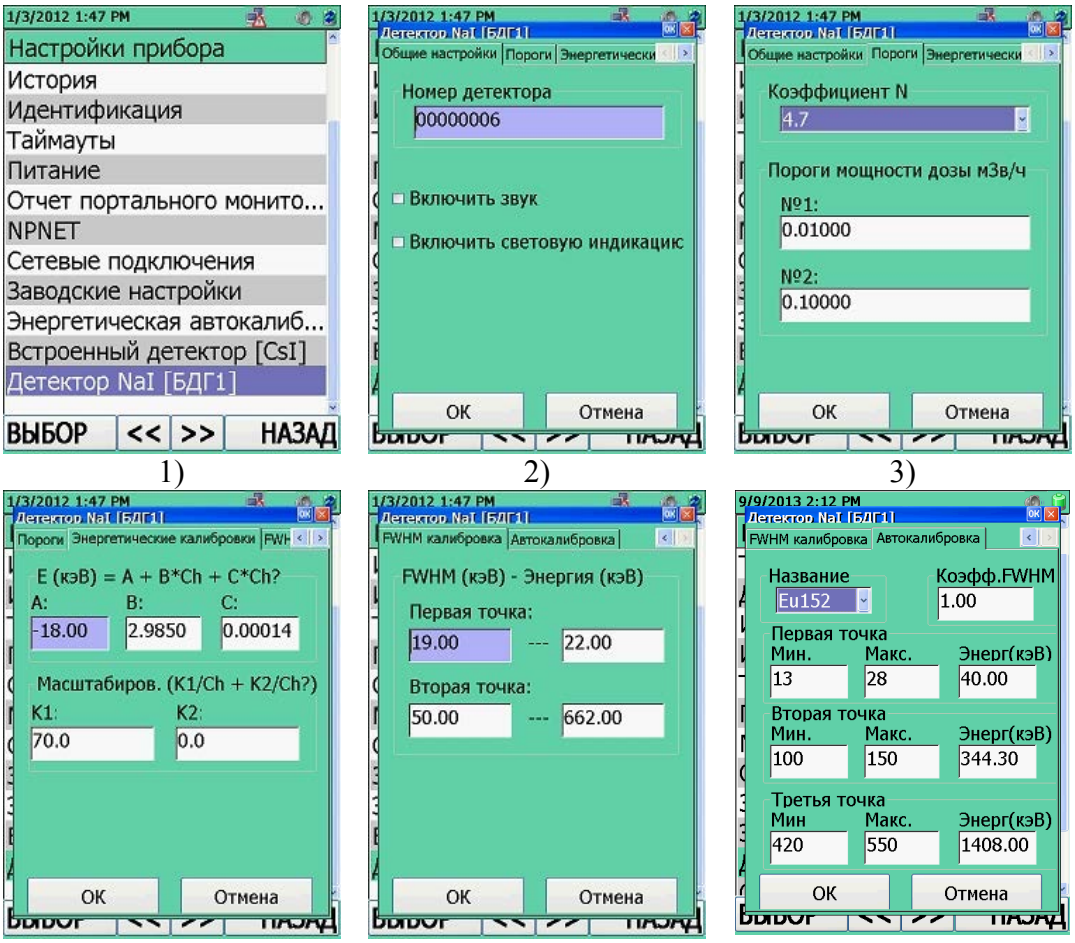
- **"Макс."** – номер канала границы падения первого пика (28);
- **"Энерг(кэВ)"** – значение энергии линии для первого калибровочного пика (40,00 кэВ). Значения энергии линии, соответствующих калибровочным пикам в заданных границах, нужно найти в библиотеке изотопов для данного калибровочного источника;

Вторая точка

- **"Мин."** – номер канала границы начала второго пика (100);
- **"Макс."** – номер канала границы падения второго пика (150);
- **"Энерг(кэВ)"** – значение энергии линии для второго калибровочного пика (344,30 кэВ). Значения энергии линии, соответствующих калибровочным пикам в заданных границах, нужно найти в библиотеке изотопов для данного калибровочного источника;

Третья точка

- **"Мин."** – номер канала границы начала третьего пика (420);
- **"Макс."** – номер канала границы падения третьего пика (550);
- **"Энерг(кэВ)"** – значение энергии линии для третьего 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 Использование БДГ1 с БОИ

7.1 Включение/выключение БДГ1

Внимание! При использовании кабеля длиной более 1,5 м необходимо отключить звуковую сигнализацию.

БДГ1 подключается к БОИ с помощью кабеля № 2 (1,5 м) по интерфейсу RS-485, при этом включается светодиод (1) на торцевой части корпуса БДГ1 (рисунок 4.1, позиция 1). Внешний вид БОИ приведен на рисунке 7.1.

Для включения БОИ необходимо нажать и удерживать нижнюю кнопку, рисунок 7.2(4), до появления изображения на ЖКИ, рисунок 7.3(1).

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

1 – цветной ЖКИ с диагональю 3,5” (89 мм);

2 – кнопки клавиатуры;

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

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

5 – светодиоды "Тревога";

6 – светодиод "Батарея";

7 – звуковой сигнализатор.

Рисунок 7.1 – Внешний вид БОИ

Внешний вид клавиатуры БОИ приведены на рисунке 7.2.

1 – левая кнопка клавиатуры (далее "ВЛЕВО");
2 – верхняя кнопка клавиатуры (далее "ВВЕРХ");
3 – правая кнопка клавиатуры (далее "ВПРАВО");
4 – нижняя кнопка клавиатуры (далее "ВНИЗ").

Рисунок 7.2 – Внешний вид кнопок клавиатуры БОИ

Кнопки разнесены вправо и влево, вниз и вверх на клавиатуре БОИ и расположены непосредственно под ЖКИ. Каждая из этих кнопок служит для выполнения команды, показанной на ЖКИ непосредственно над ней.

Для управления БОИ использовать кнопки клавиатуры (рисунок 7.2).

БДГ1 включен и готов к работе.

БДГ1 выключается при отсоединении кабеля от БОИ или после выключения БОИ.

Для выключения БОИ в меню выбрать пункт "Выключить", рисунок 7.3 (3), или нажать нижнюю кнопку и наблюдать пока БОИ не выключится.

7.2 Режимы работы

БДГ1 имеет следующие режимы работы:
- измерение МЭД фотонного излучения;
- поиск источников фотонного излучения;
- регистрация, накопление сцинтилляционных спектров гамма- излучения;
- идентификация радионуклидного состава вещества;
- программирование режимов работы.

В процесс тестирования БДГ1 входит автоматически каждый раз после включения. Во время тестирования проверяется соединение между БДГ1 и БОИ через RS-485 интерфейс, а так же проверяется уровень заряда аккумуляторных батарей БОИ. При этом на ЖКИ БОИ

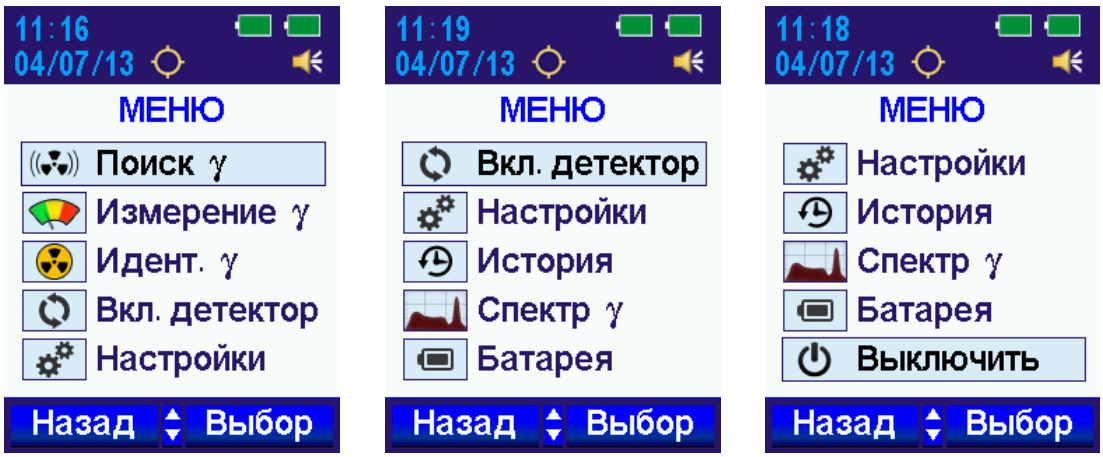
индицируется линейная шкала, указывающая на временной интервал, оставшийся до окончания тестирования, рисунок 7.3 (1).

По завершении тестирования БДГ1 автоматически переходит в процесс калибровки, рисунок 7.3 (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.

1) 2)

Рисунок 7.3

После окончания тестирования и калибровки в меню отображаются пункты "Поиск γ", "Измерение γ", "Идент. γ", свидетельствующие о корректном подключении БДГ1 к БОИ, рисунок 7.4 (1). В случае, если БДГ1 подключен, а на ЖКИ БОИ не отобразились перечисленные выше пункты меню, то следует в меню БОИ выбрать строку "Вкл. детектор", рисунок 7.4 (2).



1) 2) 3)

Рисунок 7.4

7.2.1 Режим измерения МЭД фотонного излучения

В режим измерения МЭД фотонного излучения БДГ1 входит при выборе пункта меню "Измерение γ", рисунок 7.4 (1). В этом режиме на ЖКИ БОИ индицируются непрерывно измеряемые значения МЭД фотонного излучения в мкЗв/ч, мЗв/ч, Зв/ч или мкР/ч, мР/ч, Р/ч.

Под индикацией единиц измерения на ЖКИ индицируется статистическая среднеквадратичная погрешность среднего значения МЭД (далее – статистическая погрешность) в процентах с вероятностью 0,95. 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.

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 БОИ измеренное значение МЭД индицируется мигающими красными цифрами, рисунок 7.5 (1). При этом в энергонезависимую память БОИ 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 при выборе команды МЕНЮ можно осуществить, рисунок 7.5 (2):

- "**Сброс статистики**" – запуск начала измерения скорости счета и МЭД;
- "**Звук Вкл./Откл.**" – включить или отключить звуковую сигнализацию;
- "**Порог**" – установить порог обнаружения.

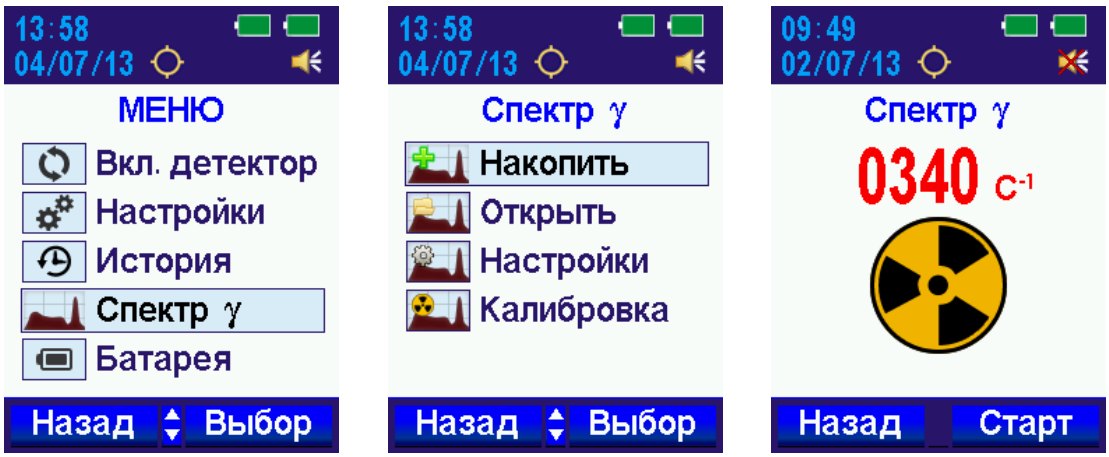
1) 2)

Рисунок 7.5

7.2.2 Режим регистрации, накопления сцинтилляционных спектров

В режим регистрации, накопления сцинтилляционных спектров гамма- излучения БДГ1 входит при выборе в меню пункты "Спектр γ" → "Накопить", рисунок 7.6:

- "**Накопить**" – для сброса статистики и начала накопления нового спектра;
- "**Открыть**" – открыть сохраненные ранее спектры.



1) 2) 3)

Рисунок 7.6

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}Eu, ^{228}Th активностью от 50 до 100 кБк. Для снятия контрольного спектра необходимо установить контрольный источник как можно ближе к геометрическому (эффективному) центру 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 гамма-излучения.

Под областью индикации измеренного значения скорости счета расположена графическая часть (пиктограмма), на которой индицируется изображение относительно уровня загрузки фотонного канала, рисунок 7.7.

1) 2) 3)

Рисунок 7.7

Стрелка зеленого цвета, рисунок 7.7 (1), свидетельствует о том, что средняя скорость счета фотонного канала недостаточна: "Низкая скорость счета", (ниже 200 имп/с). При низкой загрузке фотонного канала спектр будет недостаточно достоверный. Следует приблизить БДГ1 к источнику излучения.

Значок "Радиационная опасность", рисунок 7.7 (2), свидетельствует о том, что средняя скорость счета фотонного канала соответствует оптимальной загрузке (от 200 до 20000 имп/с). Оптимальная загрузка фотонного канала обеспечит достоверное и неискаженное накопления спектра.

Стрелка оранжевого цвета, рисунок 7.7 (3), свидетельствует о том, что средняя скорость счета фотонного канала слишком высока: "Высокая скорость счета" (выше 20000 имп/с). При высокой загрузке фотонного канала спектр будет искаженный. Следует отдалить БДГ1 от источника излучения.

Необходимо расположить 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 БОИ кнопку СТАРТ.

При снятии спектра на ЖКИ индицируется нарастающее изображение накапливаемого спектра и время, прошедшее с начала накопления спектра, рисунок 7.8 (1). Отображение спектра на ЖКИ обновляется каждые 10 с.

1) 2)

Рисунок 7.8

БДГ1 осуществляет накопление спектра по 1024 каналам. Емкость канала составляет 65536 импульсов. 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 при выборе команды МЕНЮ осуществляется, рисунок 7.8 (2):

- "**Маркер авто**" – автоматическое позиционирование маркера;
- "**Масштаб**" – изменение масштаба отображаемого спектра;
- "**Шкала**" – выбор типа шкалы отображения (линейная/логарифмическая);
- "**Канал/Энергия**" – в окне выводится спектр с привязкой оси X к энергии или к каналу.

По окончании накопления есть возможность осуществить следующие действия, рисунок 7.9:

- "**Идент.**" – запуск идентификации по накопленному спектру;
- "**Сохран.**" – сохранение накопленного спектра;
- "**Заново**" – начало накопления нового (БДГ1 сбросит статистические данные);
- "**Назад**" – возвращение к процессу накопления.

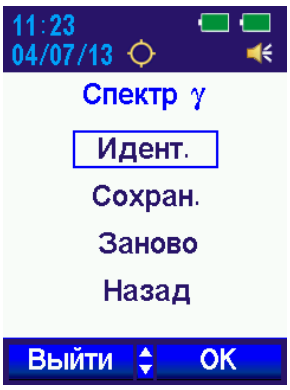


Рисунок 7.9

7.2.3 Режим идентификации радионуклидного состава вещества

Для входа в режим идентификации радионуклидного состава вещества необходимо в меню выбрать пункт "Идент. γ", рисунок 7.10 (1).

1)

2)

3)

Рисунок 7.10

На экране индицируется средняя скорость счета регистрируемых импульсов фотонного излучения. Параллельно с цифровой индикацией скорости счета на ЖКИ индицируется изображение соответствующее уровню загрузки гамма- канала. Расположить БДГ1 к объекту, с которого будет сниматься спектр, на такое расстояние, чтобы скорость счета была в пределах от 200 до 20000 имп/с, рисунок 7.10 (2). Для старта накопления спектра и идентификации необходимо выбрать кнопку Идент.

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. Ориентировочное время до окончания индицируется в нижней части дисплея под пиктограммой, рисунок 7.10 (2).

При накоплении статистических данных, достаточных для попытки идентифицировать состав вещества, результаты идентификации сразу же отобразятся в верхнем поле ЖКИ БОИ, рисунок 7.10 (3).

В режиме идентификации радионуклидного состава вещества, при выборе команды МЕНЮ, можно задать, рисунок 7.11:

– "**Защита**" – толщину экранирующего материала;
– "**тип**" – материал типа поглотителя;
– "**Матрица**" – толщину материала, в котором рассредоточен источник вдоль линии соединяющей центр источника и БДГ1;
– "**Библиотека**" – библиотеку радионуклидов.

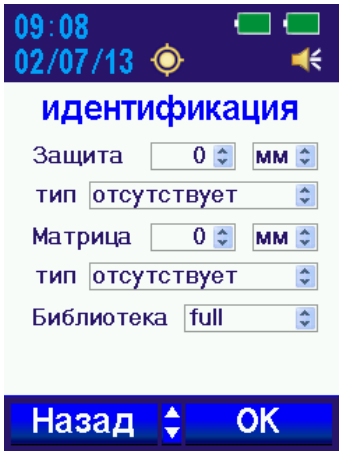


Рисунок 7.11

7.2.4 Режим поиска источников фотонного излучения

БДГ1 с БОИ может использоваться для поиска источников фотонного излучения.

Для поиска источников фотонного излучения подключить БДГ1 к БОИ и выбрать режим поиска источников фотонного излучения – "Поиск γ".

В режим поиска БДГ1 входит при выборе пункта меню "Поиск γ", рисунок 7.4 (1).

В режиме поиска рассчитывается текущее значение средней скорости счета в имп/с, поступающего с БДГ1. Рассчитанное значение индицируется в центральной части ЖКИ БОИ. Если при работе БДГ1 в режиме поиска скорость счета импульсов превысит верхний предел измерения, то на ЖКИ БОИ индицируется сообщение "OVL". Под индикацией единиц измерения индицируется среднестатистическая погрешность индикации средней скорости счета фотонного излучения в процентах, рисунок 7.12 (1).

1) 2)

Рисунок 7.12

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

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

Примечание – Изменение коэффициента **n** приводит к автоматической перекалибровке. Изготовитель гарантирует технические параметры БДГ1 в части обнаружения источников и частоты ложных срабатываний при установленных на заводе коэффициентах **n** для фотонного излучения **n**=5,3.

В режиме поиска источников фотонного излучения при выборе команды МЕНЮ можно, рисунок 7.12 (2):

– "**Сброс статистики**" – запуск начала измерения скорости счета и МЭД;

– "**Калибровка**" – перекалибровать БДГ1, после чего БДГ1 автоматически входит в режим поиска;

– "**Звук Вкл.**" – включить или отключить звуковую сигнализацию;

– "**Порог G**" – установить порог обнаружения;

– "**Детектор**" – просмотреть информацию о БДГ1 (серийный номер и версия программного обеспечения).

7.2.4.1 Обнаружение источников фотонного излучения

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

Для обнаружения ИФИ 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 БОИ.

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

- от установленного значения коэффициента **n**;
- от уровня фона, рассчитанного БДГ1 в режиме калибровки по уровню фона.

Так как колебания уровня естественного радиационного фона могут быть значительными, то рекомендуется осуществлять калибровку по уровню фона непосредственно перед проведением обнаружения источников фотонного 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 ИФИ, частота следования которых постоянна или увеличивается по мере приближения к ИФИ.

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

7.2.4.2 Локализация источников фотонного излучения

Для локализации ИФИ 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 ИФИ частота следования сигналов возрастает.

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

При достижении предельной частоты световых и звуковых сигналов, при подаче непрерывного звукового и светового сигналов дальнейшая локализация становиться невозможной без калибровки по новому уровню фона. Для этого необходимо, не изменяя расстояния до объекта, провести калибровку по уровню текущего фона для чего выбрать строку "Калибровка". Предварительно на ЖКИ БОИ 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 фона локализацию ИФИ можно продолжить.

7.3 Настройки для БДГ1

Настройка режимов работы БДГ1 осуществляется непосредственно из меню соответствующего режима 7.2.1 – 7.2.4.

8 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 электронном носителе;
- 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.

9 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.

10 Перечень возможных неисправностей

Перечень возможных неисправностей БДГ1 и способы их устранения приведены в таблице 10.1.

Таблица 10.1

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

11 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)

Типовая зависимость верхней границы диапазона измерений МЭД от энергии гамма-излучения Eγ сцинтилляционного канала детектирования

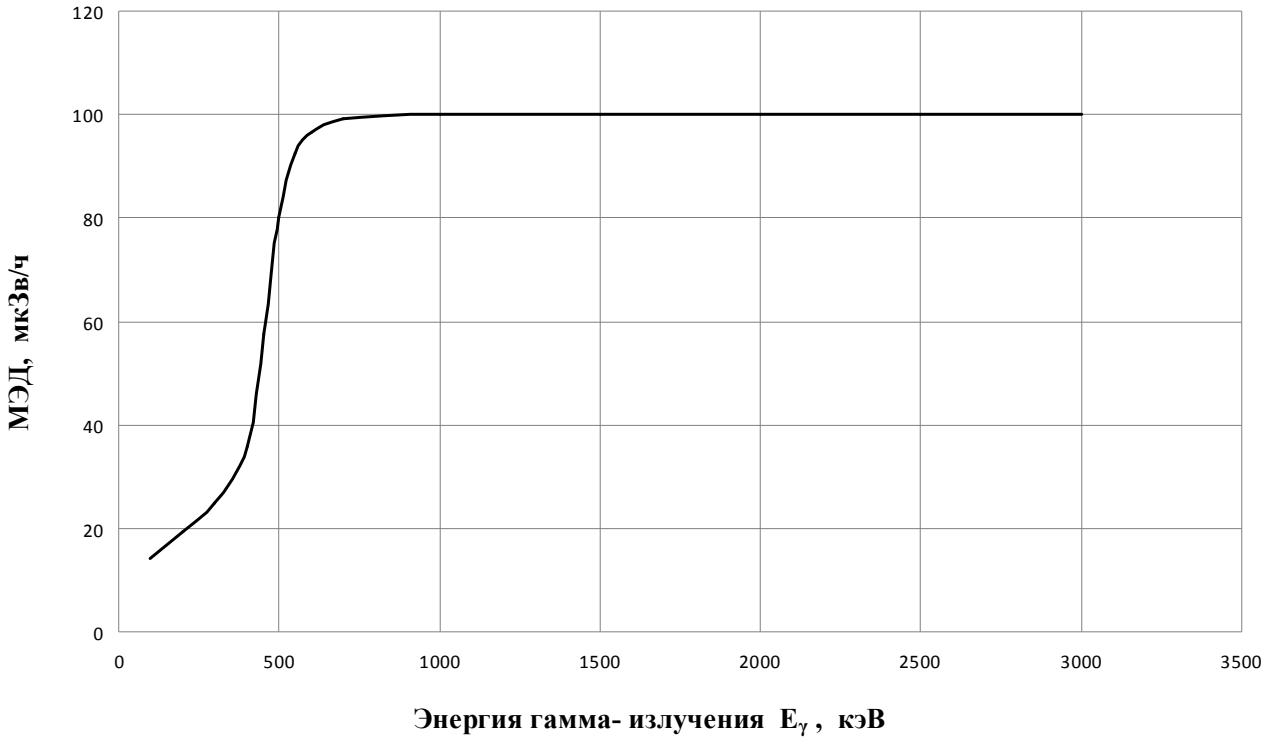


Рисунок А.1