БЛОК ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ

БДГ2-РМ1403

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

СОДЕРЖАНИЕ

1 Описание и работа 4
1.1 Назначение и область применения 4
1.2 Состав БДГ2 5
1.3 Технические характеристики 6
1.4 Устройство и принцип работы БДГ2 10
1.4.1 Конструкция БДГ2 10
1.4.2 Принцип действия 12
1.5 Маркировка 12
1.6 Упаковка 12
2 Использование по назначению 13
2.1 Подготовка БДГ2 к использованию 13
2.1.1 Общие указания 13
2.1.2 Меры безопасности 13
2.1.3 Контроль работоспособности БДГ2 13
2.2 Использование БДГ2 с БДОИ 14
2.2.1 Включение/выключение БДГ2 14
2.2.2 Режимы работы 17
2.3 Использование БДГ2 с БОИ 24
2.3.1 Включение/выключение БДГ2 24
2.3.2 Режимы работы 26
2.4 Использование БДГ2 с ПК 30
3 Техническое обслуживание 31
4 Возможные неисправности 31
5 Утилизация 31

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для изучения устройства, конструкции и принципа действия блока детектирования гамма- излучения БДГ2-РМ1403 (далее – БДГ2). РЭ содержит основные технические данные и характеристики БДГ2, указания по его использованию, рекомендации по техническому обслуживанию, а также другие сведения, необходимые для правильной эксплуатации БДГ2 и полного использования его возможностей.

Пример записи БДГ2 при его заказе и в другой документации:
"Блок детектирования гамма- излучения БДГ2-РМ1403 ТУ BY 100345122.060-2012”.

В процессе изготовления БДГ2 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 Описание и работа

1.1 Назначение и область применения

1.1.1 Блок детектирования БДГ2 предназначен для:

- измерения мощности амбиентного эквивалента дозы $\dot{H}^*(10)$ (далее – МЭД) рентгеновского и γ- излучений (далее – фотонного излучения);
- измерения амбиентного эквивалента дозы H*(10) (далее – ЭД) фотонного излучения;
- поиска (обнаружения и локализации) радиоактивных материалов путем регистрации фотонного излучения.

При подключении к блоку детектирования и обработки информации дозиметра-радиометра БДОИ-РМ1403 (далее – БДОИ) или блокам отображения информации дозиметра-радиометра БОИ-РМ1403 и БОИ-РМ1403-01 (далее – БОИ) или персональному компьютеру (ПК) осуществляется:

- индикация на дисплее измеренного значения МЭД и ЭД фотонного излучения и индикация относительной среднеквадратической погрешности среднего значения результата измерения с вероятностью 0,95 (статистическая погрешность) в процентах;
- индикация средней скорости счета и измеренного значения МЭД фотонного излучения при работе БДГ2 в режиме поиска;
- программирование режимов работы БДГ2.

БДГ2 может использоваться сотрудниками таможенных и пограничных служб, медицинских учреждений, транспортных организаций, персоналом атомных установок, радиологических и изотопных лабораторий, сотрудниками аварийных служб, гражданской обороны, пожарной охраны, полиции, а также широким кругом потребителей для измерения МЭД и ЭД фотонного излучения, поиска источников γ- излучения, непрерывного мониторинга радиационной обстановки окружающей среды.

БДГ2 подключается к БДОИ/БОИ или ПК по интерфейсу RS-485 или USB.

Питание БДГ2 осуществляется от БДОИ/БОИ или ПК.

1.1.2 БДГ2 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, но для следующих условий эксплуатации:

- 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.

1.2 Состав БДГ2

1.2.1 Состав комплекта поставки БДГ2 соответствует приведенному в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование, тип	Количество, шт
Блок детектирования гамма- излучения БДГ2-РМ1403	1
Модуль развязки USB/RS485 [1)]	1
Хомут [1)]	1
Рукоятка [1)]	1
Удлинитель телескопический [1)]	1
Кабель № 2 (1,5 м) [1)]	1
Кабель № 2-1 (25 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
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.

1.3 Технические характеристики

1.3.1 Режимы работы БДГ2:
- измерение МЭД фотонного излучения;
- измерение ЭД фотонного излучения;
- поиск источников фотонного излучения;
- программирование режимов работы

1.3.2 Диапазон измерения МЭД — от 0,1 мкЗв/ч до 10,0 Зв/ч

Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД — $\pm\left(20 + K/\dot{H}\right)\%$,

где $\dot{H}$ – значение МЭД, мкЗв/ч;
К – коэффициент, равный 2,0 мкЗв/ч.

1.3.3 Диапазон измерения ЭД — от 0,01 до 9999 мЗв

1.3.4 Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения ЭД — ± 10 %

1.3.5 В режиме программирования БДГ2 обеспечивает ввод в энергонезависимую память и непрерывный контроль двух пороговых уровней МЭД и двух пороговых уровней ЭД, а также звуковую, и световую (синего цвета) сигнализации при превышении установленных пороговых уровней. При превышении первого порогового уровня по МЭД или ЭД – прерывистый сигнал. При превышении второго порогового уровня по МЭД или ЭД – частый прерывистый сигнал.
Диапазон установки пороговых уровней МЭД от 0,1 мкЗв/ч до 10 Зв/ч.
Диапазон установки пороговых уровней ЭД от 0,01 до 9999 мЗв.
Дискретность установки порогового уровня – единица младшего индицируемого разряда

1.3.6 Диапазон энергий регистрируемого фотонного излучения — от 0,03 до 3,0 МэВ.

Энергетическая зависимость относительно энергии 0,662 МэВ (^{137}Cs) в режиме измерения МЭД и ЭД фотонного излучения, не более:
- в диапазоне энергий от 30 до 48 кэВ — минус 40 % (со снятым колпачком 7, рисунок 1.1)
- в диапазоне энергий от 48 кэВ до 3,0 МэВ — ± 25 %

1.3.7 Анизотропия δ_α блока детектирования БДГ2 для каждой энергии не превышает значений, указанных в таблице 1.2, при облучении БДГ2 в горизонтальной плоскости под указанными углами относительно первоначального направления и не превышает значений, указанных в таблице 1.3, при облучении БДГ2 в вертикальной плоскости под указанными углами относительно первоначального направления.

Таблица 1.2

Угол детектирования относительно направления градуировки, град	Энергия гамма- излучения, МэВ		
	Анизотропия (δ_α), %		
	0,059	0,662	1,25
0	0	0	0
30	-0/+20	-15/+5	0/-10
60	-10/-40	0/-20	-5/-20
90	-10/-35	0/-20	-5/-25
120	-5/-30	0/-20	-5/-15
150	0/+20	5/-10	5/-10
180	±10	±5	±5
-30	±10	±10	-10/+5
-60	-15/-50	0/-20	-5/-25
-90	-80/-98	-20/-60	-20/-50
-120	-30/-65	-5/-25	-5/-25
-150	±10	±10	±10

Таблица 1.3

Угол детектирования относительно направления градуировки, град	Энергия гамма- излучения, МэВ		
	Анизотропия (δ_α), %		
	0,059	0,662	1,25
0	0	0	0
30	±5	±5	±5
60	±5	±5	±5
90	±5	±5	±5
120	±5	±5	±5
150	±5	±5	±5
180	±5	±5	±5
-30	±5	±5	±5
-60	±5	±5	±5
-90	±5	±5	±5
-120	±5	±5	±5
-150	±5	±5	±5

1.3.8 Коэффициент вариации (отклонение показаний БДГ2, вызываемое статистическими флуктуациями) при измерении МЭД при доверительной вероятности 0,95 не превышает ± 10 %

1.3.9 БДГ2 сохраняет работоспособность и основную погрешность после кратковременного воздействия в течение 10 мин фотонного излучения при МЭД, равной 100 Зв/ч. Во время воздействия на дисплеях БДОИ/БОИ или ПК, индицируется перегрузка, БДГ2 подает звуковой и световой сигналы

1.3.10 Нестабильность показаний БДГ2 за время непрерывной работы 8 ч, не более 5 %

1.3.11 Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений МЭД и ЭД:

- при изменении температуры окружающего воздуха от нормальной до минус 20 °С и от нормальной до плюс 50 °С ± 10 %;
- при относительной влажности окружающего воздуха 95 % при 35 °С ± 10 %;

- при изменении напряжения питания от номинального до крайних значений ± 5 %;
- при воздействии магнитного поля напряженностью 400 А/м ± 10 %;
- при воздействии радиочастотных электромагнитных полей ± 10 %

1.3.12 Обмен информацией с БДОИ/БОИ или ПК RS-485 интерфейс или USB

1.3.13 БДГ2 в режиме связи с ПК или БДОИ/БОИ обеспечивает:

1) считывание из БДГ2:
- измерительной информации МЭД и ЭД;
- статистической погрешности измерения МЭД;
- время накопления ЭД;
- номер БДГ2;
- значений пороговых уровней по МЭД и ЭД;
- состояние звуковой сигнализации (включена / отключена);

2) запись в БДГ2 следующей информации:
- значений пороговых уровней по ЭД и по МЭД;
- команды сброса накопленной ЭД и времени накопления ЭД;
- команды "включение/отключение" звуковой сигнализации

1.3.14 Время установления рабочего режима 60 с

1.3.15 Напряжение питания БДГ2 3,6 (минус 0,6; +0,7) В

1.3.16 Корпус БДГ2 обеспечивает степень защиты IP65

1.3.17 БДГ2 устойчив к воздействию:
- температуры окружающего воздуха от минус 20 до 50 °С;
- относительной влажности окружающего воздуха до 95 % при 35 °С;
- атмосферного давления от 84 до 106,7 кПа;
- выпадению инея

1.3.18 БДГ2 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 от 2 до 50 мс, частотой следования ударов от 60 до 180 в минуту.

1.3.19 БДГ2 прочен к падению с высоты 0,7 м на бетонный пол.

1.3.20 БДГ2 по электромагнитной совместимости соответствует СТБ IEC 61000-6-2-2011, СТБ IEC 61000-6-3-2012, СТБ ГОСТ Р 51522-2001:
- БДГ2 устойчив к воздействию магнитных полей промышленной частоты напряженностью 400 А/м, критерий качества функционирования А;
- БДГ2 устойчив к воздействию радиочастотных электромагнитных полей, испытательный уровень 4 (30 В/м) в диапазоне частот от 80 до 1000 МГц и в диапазонах частот от 800 до 960 МГц и от 1,4 до 2,5 ГГц (в условиях помехоэмиссии от цифровых радиотелефонов), критерий качества функционирования А;
- БДГ2 устойчив к воздействию электростатических разрядов, испытательный уровень 3 (воздушный разряд напряжением 8 кВ, контактный разряд напряжением 6 кВ), критерий качества функционирования В;
- БДГ2 устойчив к воздействию кондуктивных помех, наведенных радиочастотными электромагнитными полями, испытательный уровень 3, критерий качества функционирования А;
- БДГ2 по уровню излучаемых радиопомех соответствует требованиям СТБ EN 55022-2012 (класс В)

1.3.21 БДГ2 прочен к падению с высоты 0,7 м на бетонный пол

1.3.22 Масса БДГ2, не более 0,11 кг

1.3.23 Габаритные размеры БДГ2, не более 162 х ∅ 40 мм

1.3.24 Показатели надежности:

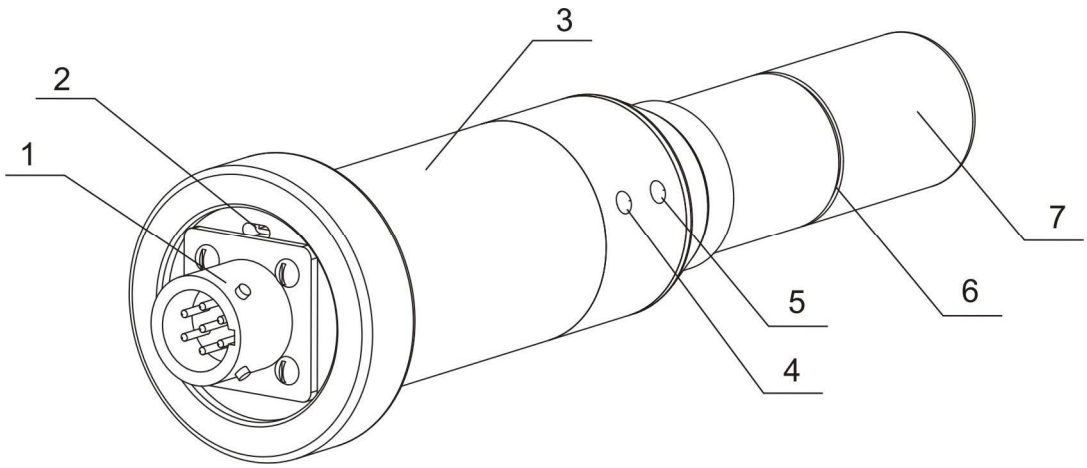
- средняя наработка БДГ2 на отказ, не менее 20000 ч;
- средний срок службы, не менее 10 лет;
- среднее время восстановления, не более 60 мин

Примечание – Дополнительную информацию о БДГ2 можно получить у производителя по запросу или на www.polimaster.ru.

1.4 Устройство и принцип работы БДГ2

1.4.1 Конструкция БДГ2

Внешний вид БДГ2 приведен на рисунке 1.1.



1 – разъем для подключения кабеля;
2 – отверстие звуковой сигнализации;
3 – корпус БДГ2;
4 – светодиодный индикатор "ТРЕВОГА";
5 – светодиодный индикатор "РЕЖИМ";
6 – геометрический центр отмечен кольцом;
7 – колпачок корпуса детектора (навинчивающийся).

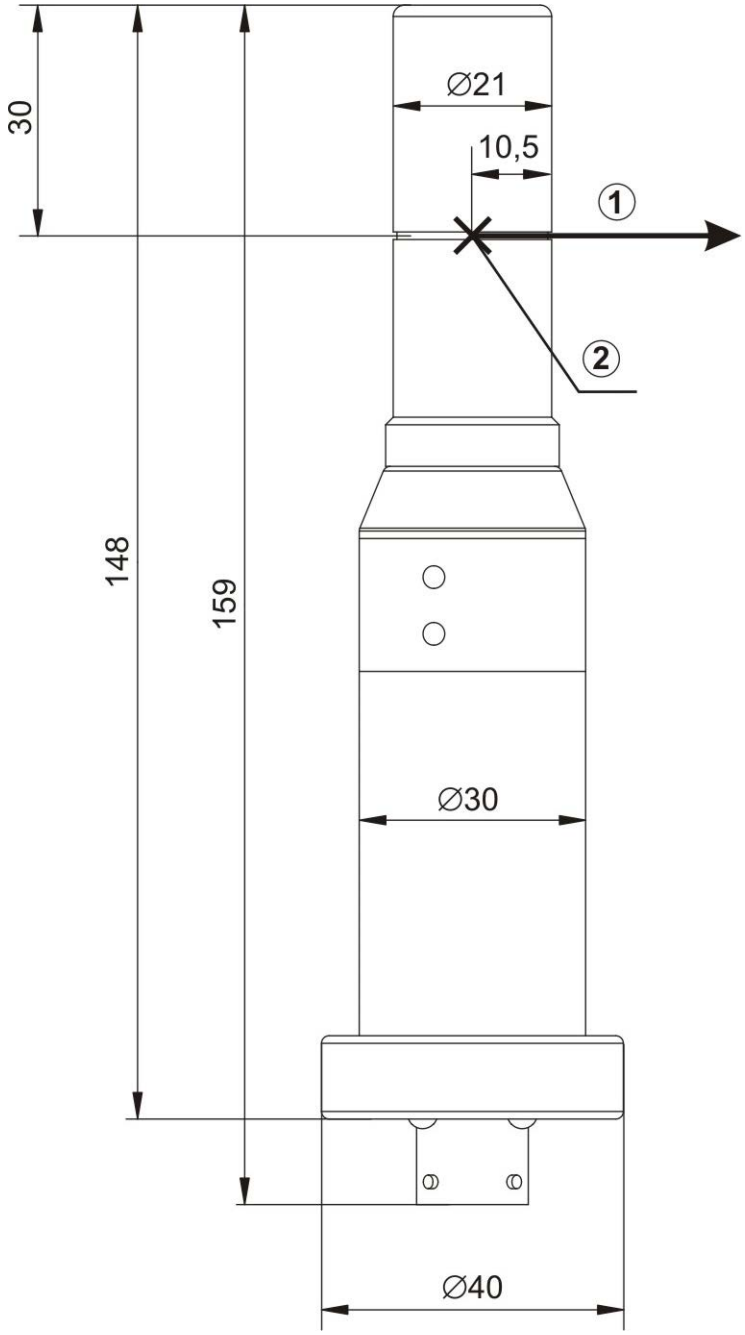
Рисунок 1.1 – Внешний вид БДГ2

Габаритные размеры, направление градуировки и геометрический центр БДГ2 показаны на рисунке 1.2.

БДГ2 выполнен в цилиндрическом алюминиевом корпусе. На верхней торцевой части БДГ2 расположен разъем (1) для внешнего подключения к ПК или БДОИ/БОИ и отверстие звуковой сигнализации (2).

На боковой стороне БДГ2 расположен шильдик с условным обозначением, серийным номером БДГ2 и светодиодные индикаторы световой (визуальной) сигнализации "ТРЕВОГА" (4) и "РЕЖИМ" (5).

Кабель, входящий в комплект поставки БДГ2, предназначен для подключения БДГ2 к ПК.



1 – направление градуировки (на источник излучения);
2 – геометрический центр.

Рисунок 1.2 – Габаритные размеры, расположение геометрического центра БДГ2, направление градуировки

1.4.2 Принцип действия

Измерение МЭД, ЭД фотонного излучения осуществляется с помощью встроенного энергокомпенсированного детектора на основе счетчика Гейгера-Мюллера, преобразующего кванты фотонного излучения в электрические импульсы.

Обработку импульсов детектора, управление звуковой и световой сигнализацией осуществляет встроенный микроконтроллер БДГ2.

Алгоритм работы БДГ2 обеспечивает непрерывность процесса измерений, статистическую обработку результатов измерений, быструю адаптацию к изменению интенсивности излучения (установление времени измерений в обратной зависимости от интенсивности излучений.

Для обмена информацией с ПК предусмотрен канал передачи данных (USB). Питание БДГ2 осуществляется от БДОИ, от БОИ или от USB разъема ПК.

1.5 Маркировка

На корпусе БДГ2 нанесены следующие маркировочные надписи:
- обозначение блока – БДГ2-РМ1403;
- наименование изготовителя;
- товарный знак изготовителя;
- порядковый номер по системе нумерации изготовителя;
- год выпуска;
- степень защиты IP;
- знак Государственного реестра.

1.6 Упаковка

БДГ2 упакован в полиэтиленовый пакет и вместе с эксплуатационной документацией помещен в картонную коробку.

2 Использование по назначению

2.1 Подготовка БДГ2 к использованию

2.1.1 Общие указания

Перед началом работы с БДГ2 необходимо изучить все разделы настоящего РЭ и РЭ на БДОИ/БОИ, если предполагается использование БДГ2 совместно с БДОИ/БОИ.

Рисунки, которые приведены по тексту, отражают информацию на ЖКИ БДОИ/БОИ и поясняют работу БДГ2 совместно с БДОИ/БОИ.

При покупке БДГ2 необходимо проверить комплектность согласно 1.2.1 или паспорта на дозиметр радиометр МКС-РМ1403.

При эксплуатации оберегать БДГ2 от ударов и механических повреждений, воздействия агрессивных сред, органических растворителей, источников открытого огня.

2.1.2 Меры безопасности

Все работы по настройке, проверке, ремонту, техническому обслуживанию и поверке БДГ2, связанные с использованием радиоактивных источников, необходимо проводить в соответствии с требованиями действующих санитарных правил обеспечения радиационной безопасности.

Дополнительные меры безопасности

В случае радиоактивной загрязненности необходимо удалить радиоактивные вещества с поверхностей БДГ2 с помощью ткани, смоченной этиловым спиртом (ГОСТ 18300-87). Расход спирта на дезактивацию БДГ2 составляет 50 мл.

2.1.3 Контроль работоспособности БДГ2

Включить БДГ2, как указано в 2.2.1 или 2.3.1, перейти в режим измерения МЭД фотонного излучения. При статистической погрешности менее 20 % считывают значение МЭД γ- фона. Значение МЭД (при нормальном гамма- фоне) должно быть в пределах от 0,05 до 0,2 мкЗв/ч. Проверить возможность включения каждого режима работы БДГ2 в соответствии с 2.2.2 или 2.3.2. При контроле работоспособности БДГ2 светодиодный индикатор "РЕЖИМ" не должен светиться белым цветом. При нормальном функционировании на индикаторе БДГ2 появляются вспышки зеленого цвета.

Выключить БДГ2 как указано в 2.2.1 или 2.3.1.

2.2 Использование БДГ2 с БДОИ

Внимание! При измерении МЭД и ЭД в диапазоне энергий ниже 48 кэВ защитный колпачок (7), рисунок 1.1, который навинчен на БДГ2, необходимо снять.

2.2.1 Включение/выключение БДГ2

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

БДГ2 подключается к БДОИ с помощью кабеля № 2 (1,5 м) по интерфейсу RS-485, при этом включается светодиодный индикатор "РЕЖИМ" на корпусе БДГ2 (рисунок 1.1, позиция 5). Внешний вид БДОИ приведен на рисунке 2.1.

Для включения БДОИ необходимо нажать кнопку ON/OFF на корпусе БДОИ (рисунок 2.1, позиция 11). При включении БДОИ напряжение автоматически подается на БДГ1, при этом включается светодиодный индикатор "РЕЖИМ" на корпусе БДГ2 (рисунок 1.1, позиция 5).

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

2 – светодиод "ALARM";

3 – светодиод "BAT" – для сигнализации о вкл/выкл или зарядки БДОИ;

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 2.1 – Внешний вид БДОИ

Внешний вид клавиатуры БДОИ и функциональное назначение кнопок приведены на рисунке 2.2.

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 2.2 – Внешний вид и функциональное назначение кнопок клавиатуры БДОИ

После окончания тестирования и калибровки на ЖКИ БДОИ индицируется подключенный БДГ2 в строке "Счетчик Гейгера [БДГ2]", рисунок 2.3. В случае если БДГ2 подключен, а на ЖКИ БДОИ не отобразился пункт меню "Счетчик Гейгера NaI [БДГ2]", то следует в режиме индикации режимов БДОИ выбрать строку "Поиск детекторов".

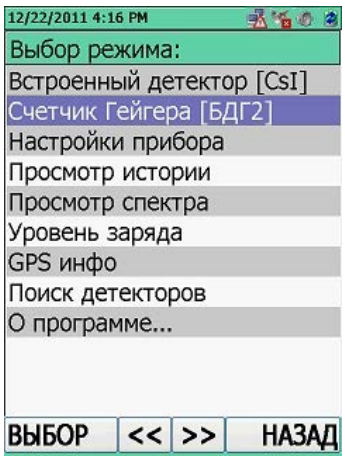


Рисунок 2.3

БДГ2 включен и готов к работе.

БДГ2 выключается после выключения БДОИ. **Для выключения БДОИ** нажать кнопку ON/OFF и наблюдать пока БДОИ не выключится. Отсоединить БДГ2 от БДОИ.

2.2.2 Режимы работы

БДГ2 имеет следующие режимы работы:
- поиск источников фотонного излучения;
- измерение МЭД;
- измерение ЭД.

Для того чтобы войти в режим индикации режимов работы БДГ2, следует выбрать строку "Счетчик Гейгера [БДГ2]". В открывшемся меню отображаются режимы работы БДГ2, рисунок 2.4. Выбор строки осуществляется с помощью курсорных клавиш БДОИ в последовательности: Режим поиск → Режим измерения → Режим измерения дозы. Переход в режим работы – с помощью кнопки ВЫБОР.

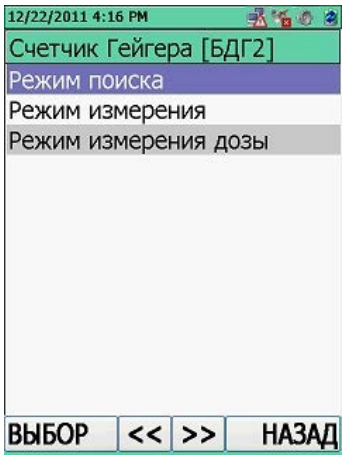


Рисунок 2.4

В процесс тестирования БДГ2 входит каждый раз после подключения к БДОИ.

На ЖКИ БДОИ индицируется убывающая линейная шкала, указывающая на временной интервал, оставшийся до окончания процесса тестирования. По завершении тестирования БДГ2 автоматически переходит в процесс калибровки, рисунок 2.5. На аналоговой шкале в относительных единицах индицируется время, прошедшее с начала калибровки. Заполнение шкалы означает окончание калибровки. После окончания калибровки по уровню внешнего фона БДГ2 переходит в режим поиска источников фотонного излучения.

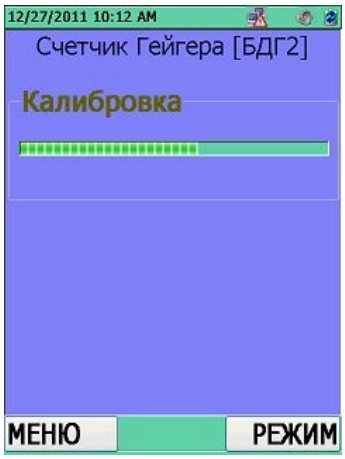


Рисунок 2.5

2.2.2.1 Режим поиска источников фотонного излучения

БДГ2 с БДОИ может использоваться для поиска источников фотонного излучения. Для поиска источников фотонного излучения подключить БДГ2 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 БДГ2. Рассчитанное значение индицируется в строке "Скорость счета". Под индикацией единиц измерения индицируется среднестатистическая погрешность индикации средней скорости счета фотонного излучения в процентах, рисунок 2.6.

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 2.6.

Рисунок 2.6

2.2.2.1.1 Обнаружение источников фотонного излучения

Для обнаружения источников фотонного излучения (далее – ИФИ) БДГ2 следует перемещать над поверхностью обследуемого объекта на расстоянии от 5 до 15 см. При этом

эффективный центр БДГ2 должен быть направлен на обследуемый объект. Необходимо избегать касания БДГ2 обследуемой поверхности.

На любом этапе обнаружения и локализации ИФИ, можно определить МЭД фотонного излучения в месте нахождения БДГ2.

Механические ударные воздействия на БДГ2 могут вызвать срабатывание сигнализации, что не свидетельствует о его неисправности.

Эффективность обнаружения ИФИ зависит от близости расположения БДГ2 к обследуемому объекту (предмет, человек и т.д.) и скорости его перемещения вдоль объекта. При обнаружении источника, излучение которого превышает установленное пороговое значение, включается звуковая сигнализация. Частота следования звуковых сигналов возрастает по мере приближения БДГ2 к источнику.

При обнаружении ИФИ в условиях, когда звуковые сигналы могут быть не слышны (например, повышенный звуковой шум) следует пользоваться световой сигнализацией, при этом частота следования вспышек синего цвета возрастает по мере приближения БДГ2 к источнику.

Необходимо также иметь в виду, что чувствительность БДГ2 и частота ложных срабатываний зависят не только от установленного значения коэффициента **n** (от 1,0 до 9,9), но также и от уровня фона, который запомнил БДОИ в режиме калибровки по уровню фона. Так как колебания уровня естественного фона могут быть значительными, то рекомендуется осуществлять калибровку по уровню фона (путем выбора строки "Калибровка") непосредственно перед началом поиска ИФИ.

При этом рекомендуется установить значение коэффициента **n** равным от 2 до 4. В этом случае несколько повышается вероятность ложных срабатываний. Однако при ложных срабатываниях подаваемые звуковые сигналы носят не систематический характер и поэтому легко отличаются от сигналов при обнаружении ИФИ, когда частота следования сигналов увеличивается по мере приближения к ИФИ.

2.2.2.1.2 Локализация источников фотонного излучения

При обнаружении ИФИ либо при срабатывании сигнализации стационарных систем контроля переходят к локализации ИФИ, при этом рекомендуется установить значение коэффициента **n** равным от 4 до 6.

Для локализации ИФИ необходимо удерживать БДГ2 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 подачи звуковых сигналов будет увеличиваться.

По достижении предельной частоты будет издаваться непрерывный звуковой сигнал. В этом случае дальнейшая локализация невозможна 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 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, рисунок 2.7. После окончания калибровки по новому уровню фона локализацию ИФИ можно продолжить.

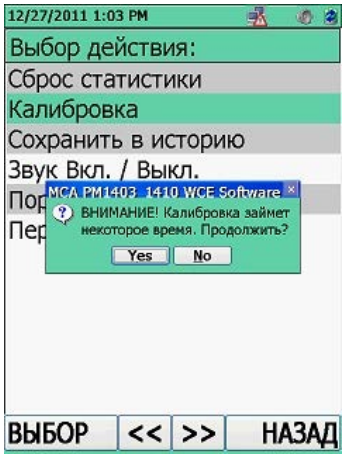


Рисунок 2.7

БДГ2 вместе с БДОИ можно использовать для *локализации* достаточно мощных источников фотонного излучения, поскольку режим поиска становится целесообразным только в тех случаях, когда скорость счета превышает 5 имп/с.

Если в режиме поиска скорость счета импульсов превысит верхний предел (для БДГ2 этот предел составляет 9,60 E+6 имп/с), на ЖКИ БДОИ индицируется сообщение "OVL".

2.2.2.2 Режим измерения МЭД

При измерении МЭД фотонного излучения на ЖКИ БДОИ индицируются непрерывно измеряемые значения МЭД в мкЗв/ч, мЗв/ч, Зв/ч или мкР/ч, мР/ч, Р/ч и статистическая погрешность измеренной МЭД (%) с вероятностью 0,95, рисунок 2.8.

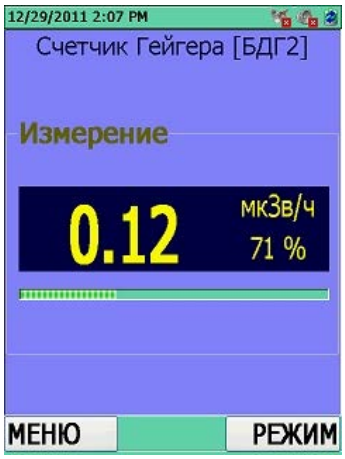


Рисунок 2.8

При достижении статистической погрешности 15 % и менее можно считывать значение МЭД.

Внимание! Необходимо помнить, что чем меньше статистическая погрешность, тем с большей достоверностью может быть получен результат измерения.

В режиме измерения МЭД можно осуществить, рисунок 2.9:

- запуск начала измерения МЭД (необходимо при помощи кнопки РЕЖИМ выбрать строку "**Сброс статистики**", при этом текущее значение МЭД должно обнулиться и измерение начнется сначала);
- сохранить результат измерения в памяти БДОИ (в строке “**Сохранить в историю**");

- включить или отключить звуковую сигнализацию – "**Звук Вкл./Выкл**.";
- установить пороги в закладке "**Пороги**" (два порога) сигнализации по МЭД;
- "**Передать в NPNET**" – по команде пользователя на Web-сервер будут переданы текущие скорость счета и измеренное значение МЭД, текущее время/дата и географические координаты (широта/долгота) местоположения БДГ2.

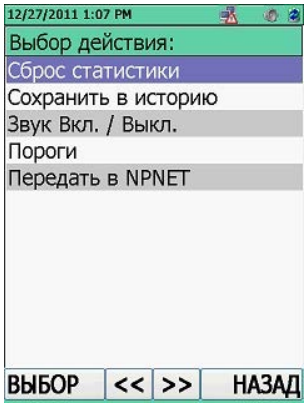
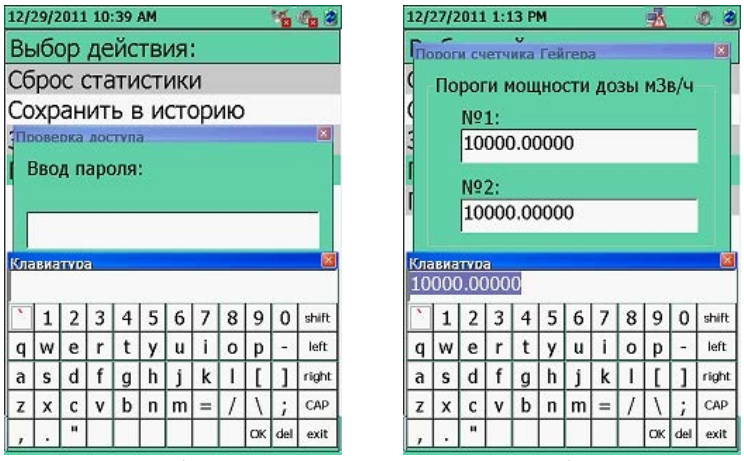


Рисунок 2.9

БДГ2 контролирует превышение двух установленных порогов сигнализации по МЭД. При превышении порогов (порога 1 или порога 2) по МЭД БДГ2 на экране БДОИ индицируется значение МЭД на красном мигающем фоне, БДГ2 включает установленные звуковую (прерывистый сигнал для порога 1 и частый прерывистый сигнал для порога 2), световую сигнализации (синий светодиод). При нажатии на любую кнопку сигнализация превышения порогов выключается. Повторное включение сигнализации происходит после снижения уровня МЭД ниже одного из порогов и повторного превышения порога 1 или порога 2.

Для установки порогов сигнализации по МЭД следует выбрать строку "Пороги" и нажать кнопку ВЫБОР. Появится окно с запросом ввести пароль, рисунок 2.10 (1). С помощью кнопки ВВОД и кнопок навигации ввести пароль, нажать кнопку ВЫБОР, затем с помощью кнопок навигации выбрать "ОК" и нажать центральную кнопку ВВОД. После этого пользователь получит доступ к установке или просмотру коэффициентов по МЭД, рисунок 2.10 (2).

При превышении диапазона индикации МЭД БДГ2 включает сигнализацию и на ЖКИ БДОИ индицируется перегрузка "OVL" и значение 12,0 Зв/ч.



1) 2)

Рисунок 2.10

2.2.2.3 Режим измерения ЭД

В режиме измерения ЭД на ЖКИ БДОИ индицируются показания измеренного с помощью БДГ2 значения ЭД фотонного излучения в мкЗв/ч, мЗв/ч, Зв/ч или мкР/ч, мР/ч, Р/ч, время накопления ЭД в часах (Ч) и минутах (М), секундах (с), рисунок 2.11.

Рисунок 2.11

В режиме измерения ЭД можно осуществить, рисунок 2.12:

- сброс (обнуление показаний) ЭД и времени накопления ЭД. Для этого необходимо нажать кнопку РЕЖИМ и выбрать строку "**Сброс накопленной дозы**". При этом текущее значение ЭД должно обнулиться и измерение начнется сначала;
- сохранение значения ЭД в памяти БДОИ (в строке "**Сохранить в историю**");
- - включить или отключить звуковую сигнализацию – "**Звук Вкл./Выкл**.";
- изменение значения установленных порогов сигнализации по ЭД (в строке "**Пороги**").

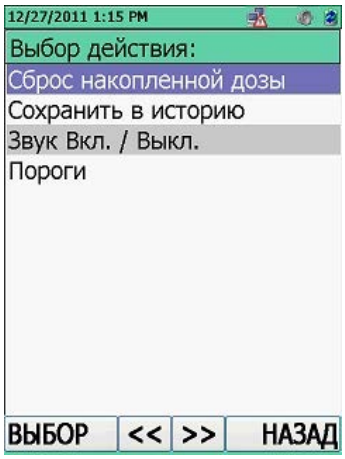


Рисунок 2.12

БДГ2 контролирует превышение двух установленных порогов сигнализации по ЭД. При превышении порогов (порога 1 или порога 2) ЭД на экране БДОИ индицируется значение ЭД на красном мигающем фоне, БДГ2 включает установленные звуковую (прерывистый сигнал для порога 1 и частый прерывистый сигнал для порога 2), световую сигнализации (синий светодиод). Повторное включение сигнализации происходит после сброса ЭД или установки более высокого порога 1 или порога 2 и повторного превышения порогов ЭД (порога 1 или порога 2).

Для установки порогов сигнализации по ЭД следует выбрать строку "Пороги" и нажать кнопку ВЫБОР. Появится окно с запросом ввести пароль, рисунок 2.10 (1). С помощью кнопки ВВОД и кнопок навигации ввести пароль, нажать кнопку ВЫБОР. Затем с

помощью кнопок навигации выбрать "OK" и нажать центральную кнопку ВВОД. После этого пользователь получит доступ к установке или просмотру коэффициентов по ЭД.

При превышении диапазона индикации ЭД БДГ2 включает сигнализацию и на ЖКИ БДОИ индицируется перегрузка "OVL" и значение 12,0 Зв.

2.3 Использование БДГ2 с БОИ

Внимание! При измерении МЭД и ЭД в диапазоне энергий ниже 48 кэВ защитный колпачок (7), рисунок 1.1, который навинчен на БДГ2, необходимо снять.

2.3.1 Включение/выключение БДГ2

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

БДГ2 подключается к БОИ с помощью кабеля № 2 по интерфейсу RS-485 (1,5 м), при этом включается светодиодный индикатор "РЕЖИМ" на корпусе БДГ2 (рисунок 1.1, позиция 5). Внешний вид БОИ приведен на рисунке 2.13.

Для включения БОИ необходимо нажать и удерживать нижнюю кнопку, рисунок 2.14(4), до появления изображения на ЖКИ, рисунок 2.15(1).

При включении БОИ напряжение автоматически подается на БДГ1, при этом включается светодиодный индикатор "РЕЖИМ" на корпусе БДГ2 (рисунок 1.1, позиция 5).

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 2.13 – Внешний вид БОИ

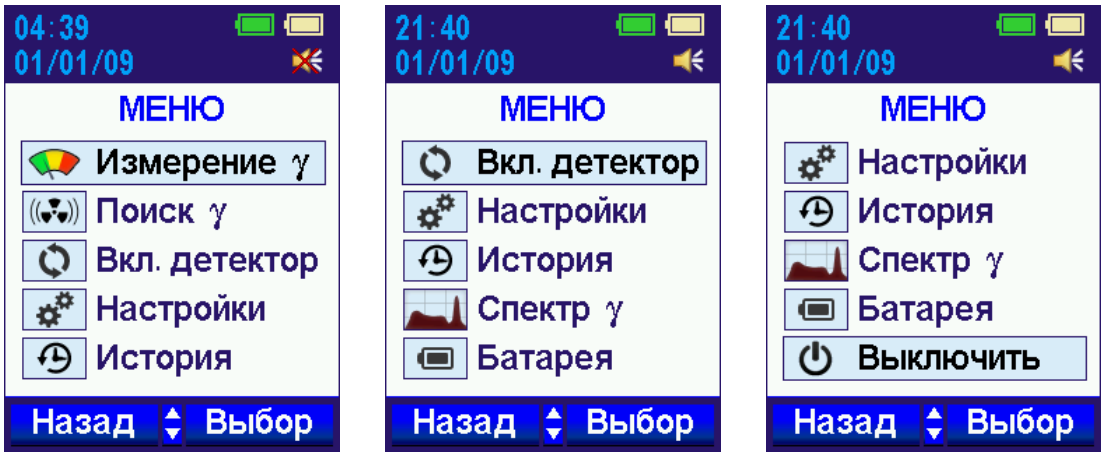
Внешний вид клавиатуры БОИ приведены на рисунке 2.14.

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 2.14 – 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.

После окончания тестирования и калибровки в меню отображаются пункты "Измерение γ", "Поиск γ", свидетельствующие о корректном подключении БДГ2 к БОИ, рисунок 2.15 (1). В случае, если БДГ3 подключен, а на ЖКИ БОИ не отобразились перечисленные выше пункты меню, то следует в меню БОИ выбрать строку "Вкл. детектор", рисунок 2.15 (2).



1) 2) 3)

Рисунок 2.15

Для управления БОИ использовать кнопки клавиатуры (рисунок 2.14).

БДГ2 включен и готов к работе.

БДГ2 выключается при отсоединении кабеля от БОИ или после выключения БОИ.

Для выключения БОИ в меню выбрать пункт "Выключить", рисунок 2.15 (3) или нажать нижнюю кнопку и наблюдать пока БОИ не выключится.

2.3.2 Режимы работы

БДГ2 имеет следующие режимы работы:

- поиск источников фотонного излучения;
- измерение МЭД.

В процесс тестирования БДГ2 входит автоматически каждый раз после включения. Во время тестирования проверяется соединение между БДГ2 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.

По завершении тестирования БДГ2 автоматически переходит в процесс калибровки. На аналоговой шкале в относительных единицах индицируется время, прошедшее с начала калибровки. Заполнение шкалы означает окончание калибровки. По окончании калибровки БДГ2 переходит в режим поиска источников фотонного излучения.

После окончания тестирования и калибровки в меню отображаются пункты "Измерение γ", "Поиск γ", свидетельствующие о корректном подключении БДГ2 к БОИ, рисунок 2.16. В случае, если БДГ2 подключен, а на ЖКИ БОИ не отобразились перечисленные выше пункты меню, то следует в меню БОИ выбрать строку "Вкл. детектор".

Рисунок 2.16

2.3.2.1 Режим поиска источников фотонного излучения

БДГ2 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 2.17.

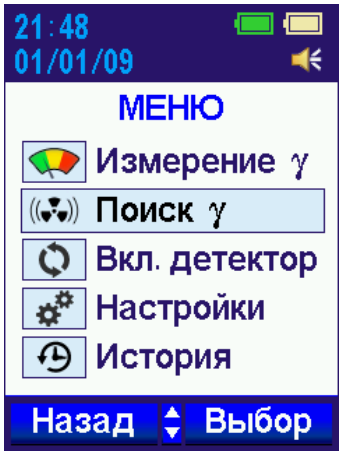


Рисунок 2.17

В режиме поиска рассчитывается текущее значение средней скорости счета в имп/с, поступающего с БДГ2. Рассчитанное значение индицируется в центральной части ЖКИ БОИ. Если при работе БДГ2 в режиме поиска скорость счета импульсов превысит верхний предел измерения (для БДГ2 этот предел составляет 9,60 E+6 имп/с), то на ЖКИ БОИ индицируется сообщение "OVL". Под индикацией единиц измерения индицируется среднестатистическая погрешность индикации средней скорости счета фотонного излучения в процентах, рисунок 2.18.

Рисунок 2.18

В режиме поиска источников фотонного излучения при выборе команды МЕНЮ можно:

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

– "**Калибровка**" – перекалибровать БДГ2, после чего БДГ2 автоматически входит в режим поиска;

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

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

– "**Детектор**" – просмотреть информацию о БДГ2 (серийный номер и версия программного обеспечения).

2.3.2.1.1 Обнаружение источников фотонного излучения

Для обнаружения источников фотонного излучения (далее – ИФИ) БДГ1 следует перемещать над поверхностью обследуемого объекта на расстоянии от 5 до 15 см. При этом эффективный центр БДГ2 должен быть направлен на обследуемый объект. Необходимо избегать касания БДГ2 обследуемой поверхности.

На любом этапе обнаружения и локализации ИФИ, можно определить МЭД фотонного излучения в месте нахождения БДГ2.

Механические ударные воздействия на БДГ2 могут вызвать срабатывание сигнализации, что не свидетельствует о его неисправности.

Эффективность обнаружения ИФИ зависит от близости расположения БДГ2 к обследуемому объекту (предмет, человек и т.д.) и скорости его перемещения вдоль объекта. При обнаружении источника, излучение которого превышает установленное пороговое значение, включается звуковая сигнализация. Частота следования звуковых сигналов возрастает по мере приближения БДГ2 к источнику.

При обнаружении ИФИ в условиях, когда звуковые сигналы могут быть не слышны (например, повышенный звуковой шум) следует пользоваться световой сигнализацией, при этом частота следования вспышек синего цвета возрастает по мере приближения БДГ2 к источнику.

Необходимо также иметь в виду, что чувствительность БДГ2 и частота ложных срабатываний зависят не только от установленного значения коэффициента **n** (от 1,0 до 9,9), но также и от уровня фона, который запомнил БОИ в режиме калибровки по уровню фона. Так как колебания уровня естественного фона могут быть значительными, то рекомендуется осуществлять калибровку по уровню фона (путем выбора строки "Калибровка") непосредственно перед началом поиска ИФИ.

При этом рекомендуется установить значение коэффициента **n** равным от 2 до 4. В этом случае несколько повышается вероятность ложных срабатываний. Однако при ложных срабатываниях подаваемые звуковые сигналы носят не систематический характер и поэтому легко отличаются от сигналов при обнаружении ИФИ, когда частота следования сигналов увеличивается по мере приближения к ИФИ.

2.3.2.1.2 Локализация источников фотонного излучения

При обнаружении ИФИ либо при срабатывании сигнализации стационарных систем контроля переходят к локализации ИФИ, при этом рекомендуется установить значение коэффициента **n** равным от 4 до 6.

Для локализации ИФИ необходимо удерживать БДГ2 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 подачи звуковых сигналов будет увеличиваться.

По достижении предельной частоты будет издаваться непрерывный звуковой сигнал. В этом случае дальнейшая локализация невозможна 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 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.

БДГ2 вместе с БОИ можно использовать для локализации достаточно мощных источников фотонного излучения, поскольку режим поиска становится целесообразным только в тех случаях, когда скорость счета превышает 5 имп/с.

2.3.2.2 Режим измерения МЭД

В режим измерения МЭД фотонного излучения БДГ2 входит при выборе пункта меню "Измерение γ", рисунок 2.15 (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 2.19. При этом в энергонезависимую память БОИ записывается событие о превышении порога по МЭД.

При превышении диапазона измерения МЭД (перегрузка) БДГ2 включает звуковую сигнализацию и индицирует на дисплее сообщение "OVL".

Рисунок 2.19

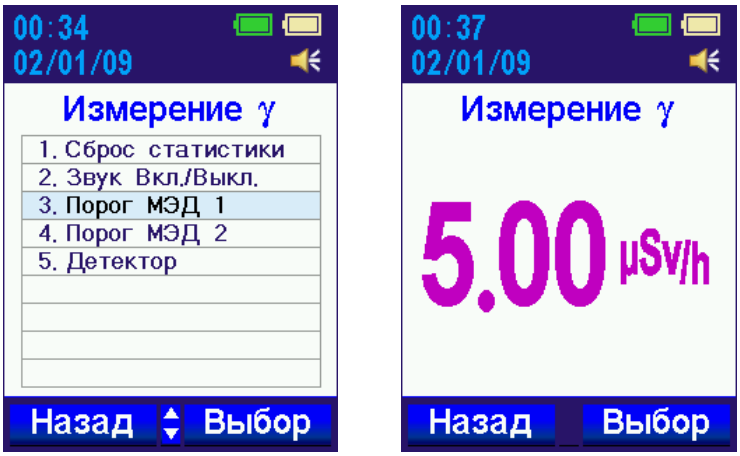
В режиме измерения МЭД при выборе команды МЕНЮ можно осуществить, рисунок 2.20 (1):

– "Сброс статистики" – запуск начала измерения скорости счета и МЭД;
– "Звук Вкл./Выкл." – включить или отключить звуковую сигнализацию;
– "Порог МЭД 1" и "Порог МЭД 2" – установить пороги обнаружения;
– "Детектор" – просмотреть информацию о БДГ2 (серийный номер и версия программного обеспечения).

БДГ2 контролирует превышение двух установленных порогов сигнализации по МЭД. При превышении порогов (порога 1 или порога 2) по МЭД БДГ2 на экране БДОИ индицируется значение МЭД на красном мигающем фоне, БДГ2 включает установленные звуковую (прерывистый сигнал для порога 1 и частый прерывистый сигнал для порога 2), световую сигнализации (синий светодиод). При нажатии на любую кнопку сигнализация превышения порогов выключается. Повторное включение сигнализации происходит после снижения уровня МЭД ниже одного из порогов и повторного превышения порога 1 или порога 2.

Для установки порогов сигнализации по МЭД следует выбрать строку "Порог 1" или "Порог 2" и нажать кнопку ВЫБОР. После этого пользователь получит доступ к установке или просмотру коэффициентов по МЭД, рисунок 2.20 (2).

При превышении диапазона индикации МЭД БДГ2 включает сигнализацию и на ЖКИ БДОИ индицируется перегрузка "OVL" и значение 12,0 Зв/ч.



1) 2)

Рисунок 2.20

2.4 Использование БДГ2 с ПК

БДГ2 осуществляет обмен информацией с ПК, работающим под управлением WINDOWS. Порядок работы в режиме связи с ПК по интерфейсам USB описан в файле Help используемой программы. Для работы БДГ2 в режиме связи с ПК необходимо:

- установить ПП, поставляемую на электронном носителе, на ПК;
- подключить БДГ2 с помощью кабеля № 3 к ПК;
- запустить выполнение ПП;
- управление БДГ2 переходит к ПК.

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

3 Техническое обслуживание

3.1 Техническое обслуживание БДГ2 проводят с целью поддержания его в постоянной исправности и для надежной работы в течение длительного периода эксплуатации.

3.2 Техническое обслуживание БДГ2 заключается в проведении профилактических работ и периодическом контроле работоспособности, согласно 2.1.4.

3.3 Профилактические работы включают в себя внешний осмотр, удаление пыли, грязи и проведение дезактивации в случае попадания радиоактивных загрязнений на корпус БДГ2. Дезактивация проводится путем протирания корпуса мягкой тканью, смоченной этиловым спиртом (ГОСТ 18300-87).

4 Возможные неисправности

Перечень возможных неисправностей БДГ2 и способы их устранения приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1

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 звуковая сигнализация	Отключен звук Неисправность сигнализатора	Включить звук в режиме обмена с ПК или БДОИ/БОИ Устраняется изготовителем
Горит светодиод “РЕЖИМ” желтого цвета	Неисправность блока детектирования Гейгера-Мюллера	Устраняется изготовителем

5 Утилизация

БДГ2 не представляет опасности для жизни, здоровья и окружающей среды, поэтому утилизация производится в обычном порядке.

Сведения о содержании драгоценных материалов в БДГ2 не приводятся, так как их масса в чистоте не превышает значений, указанных в ГОСТ 2.608-78.