БЛОК ДЕТЕКТИРОВАНИЯ НЕЙТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ БДН-РМ1403

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

СОДЕРЖАНИЕ

1 Описание и работа БДН 4
1.1 Назначение и область применения 4
1.2 Состав БДН 5
1.3 Технические характеристики 6
1.4 Устройство и принцип работы БДН 9
1.4.1 Конструкция БДН 9
1.4.2 Принцип действия 11
1.5 Маркировка 11
1.6 Упаковка 11
2 Использование по назначению 12
2.1 Подготовка БДН к использованию 12
2.1.1 Общие указания 12
2.1.2 Меры безопасности 12
2.1.3 Контроль работоспособности БДН 12
2.2 Использование БДН с БДОИ 13
2.2.1 Включение/выключение БДН 13
2.2.2 Режимы работы 17
2.3 Использование БДН с БОИ 22
2.3.1 Включение/выключение БДН 22
2.3.2 Режимы работы 23
2.4 Использование БДН с ПК 28
3 Техническое обслуживание 29
4 Возможные неисправности 29
5 Утилизация 29

Благодарим вас за покупку блока детектирования нейтронного излучения БДН-РМ1403 производства Полимастер.

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

Пример записи БДН при его заказе и в другой документации:

"Блок детектирования нейтронного излучения БДН-РМ1403 ТУ BY 100345122.060-2012".

В процессе изготовления БДН 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 БДН

1.1 Назначение и область применения

1.1.1 Блок детектирования БДН предназначен для:

- измерения мощности амбиентного эквивалента дозы $\dot{H}^*(10)$ (далее – МЭД) нейтронного излучения в колллимированном излучении по Pu-α-Be;
- поиска (обнаружения и локализации) источников нейтронного излучения;
- регистрации нейтронного излучения.

При подключении 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) осуществляется:

- индикация на дисплее измеренного значения МЭД нейтронного 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 нейтронного излучения при работе БДН в режиме поиска;
- программирование режимов работы БДН.

БДН 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 поиска источников нейтронного излучения, непрерывного мониторинга радиационной обстановки окружающей среды.

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

Питание БДН осуществляется от БДОИ/БОИ или ПК.

1.1.2 БДН 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 БДН

1.2.1 Состав комплекта поставки БДН соответствует приведенному в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование, тип	Количество, шт
Блок детектирования нейтронного излучения БДН-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)]	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 БДН:
- измерение МЭД нейтронного излучения;
- поиск источников нейтронного излучения;
- программирование режимов работы

1.3.2 Диапазон измерения МЭД (по Pu-α-Be источнику в коллимированном излучении) от 1,0 до 5000 мкЗв/ч (при других значениях энергий параметры не нормируются)

Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД $\pm\left(30 + K / \dot{H}\right)\%$,

где $\dot{H}$ – значение МЭД, мкЗв/ч;
К – коэффициент, равный 10,0 мкЗв/ч

1.3.3 БДН обеспечивает ввод, хранение в энергонезависимой памяти и непрерывный контроль достижения или превышения двух пороговых уровней МЭД, а также звуковую и световую (красного цвета) сигнализации при превышении установленных пороговых уровней. При превышении первого порогового уровня по МЭД – прерывистый сигнал. При превышении второго порогового уровня по МЭД – частый прерывистый сигнал.
Диапазон установки пороговых уровней МЭД от 1,0 до 5000 мкЗв/ч.
Дискретность установки порогового уровня – единица младшего индицируемого разряда на дисплее БДОИ/БОИ

1.3.4 Диапазон энергий регистрируемого нейтронного излучения от тепловых ($0{,}025\cdot10^{-6}$ МэВ) до 14,0 МэВ

1.3.5 БДН в режиме поиска регистрирует нейтронное излучение с индикацией на дисплеях БДОИ/БОИ или ПК средней скорости счета в импульсах в секунду ($с^{-1}$) в диапазоне от 1 до 4000 $с^{-1}$

Чувствительность к нейтронному излучению, не менее:
0,65 имп·$см^2$ – для Pu-α-Be;
4,5 имп·$см^2$ – для тепловых нейтронов

1.3.6 По критерию обнаружения источников нейтронного излучения БДН соответствует требованиям программы ГОСТ Р 51635-2000 категории IVH_{n100}, т.е. БДН, при установленном значении коэффициента **n=3,7** (количестве среднеквадратических отклонений текущего радиационного нейтронного фона), соответствующем значению, при котором частота ложных срабатываний не более одного срабатывания за 10 мин непрерывной работы и уровне радиационного гамма- фона не более 0,25 мкЗв/ч, обнаруживает стандартные образцы (СО) из плутония и альтернативные источники нейтронного излучения, согласно таблице 1.2, с вероятностью более 0,5

Таблица 1.2

Наименование параметра	Тип источника	
	^{252}Cf	СО из плутония
Выход нейтронов в телесный угол 4π стерадиан, нейтрон/с	$1{,}5\cdot10^{4}$	-
Масса СО, г	-	250
Скорость перемещения (источник, прибор), м/с	0,5±0,05	0,5±0,05
Расстояние от источника до чувствительной поверхности детектора, м	1,0±0,005	1,0±0,005

1.3.7 Нестабильность показаний БДН за время непрерывной работы 8 ч, не более 5 %

1.3.8	Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений МЭД нейтронного излучения:	
	- 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	± 10 %;
	- при воздействии магнитного поля напряженностью 400 А/м	± 10 %;
	- при воздействии радиочастотных электромагнитных полей	± 10 %
1.3.9	Обмен информацией с БДОИ/БОИ или ПК	RS-485 или USB интерфейс.
1.3.10	БДН в режиме связи с ПК или БДОИ/БОИ обеспечивает:	1) считывание из БДН: - результатов измерения; - значений пороговых уровней сигнализации для режима МЭД; - значения коэффициента **n** для режима поиска; - номер БДН; - состояние звуковой сигнализации (включена/отключена); 2) запись в БДН: - значений пороговых уровней по МЭД; - значение коэффициента **n** для режима поиска; - команды запуска начала измерения (сброс статистики); - команды на включение/отключение звуковой сигнализации
1.3.11	Напряжение питания БДН	3,6 (минус 0,6; +0,7) В
1.3.12	Степень защиты корпуса БДН	IP65
1.3.13	БДН 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
1.3.14	БДН 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 пиковым ускорением 100 м/с^2, длительностью ударного импульса от 2 до 50 мс, частотой следования от 60 до 180 ударов в минуту
1.3.15	БДН прочен к падению с высоты 0,7 м на бетонный пол	

1.3.16 БДН по электромагнитной совместимости соответствует СТБ IEC 61000-6-2-2011, СТБ IEC 61000-6-3-2012, СТБ ГОСТ Р 51522-2001:

- устойчив к воздействию магнитных полей промышленной частоты напряженностью 400 А/м, критерий качества функционирования А;
- 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;
- устойчив к воздействию электростатических разрядов испытательный уровень 3 (воздушный разряд напряжением 8 кВ, контактный разряд напряжением 6 кВ), критерий качества функционирования В;
- устойчив к воздействию кондуктивных помех, наведенных радиочастотными электромагнитными полями, испытательный уровень 3, критерий качества функционирования А;
- по уровню излучаемых радиопомех соответствует требованиям СТБ EN 55022-2012 (класс В)

1.3.17 Масса БДН, не более 0,7 кг

1.3.18 Габаритные размеры БДН, не более 230 х ∅ 63 мм

1.3.19 Показатели надежности:

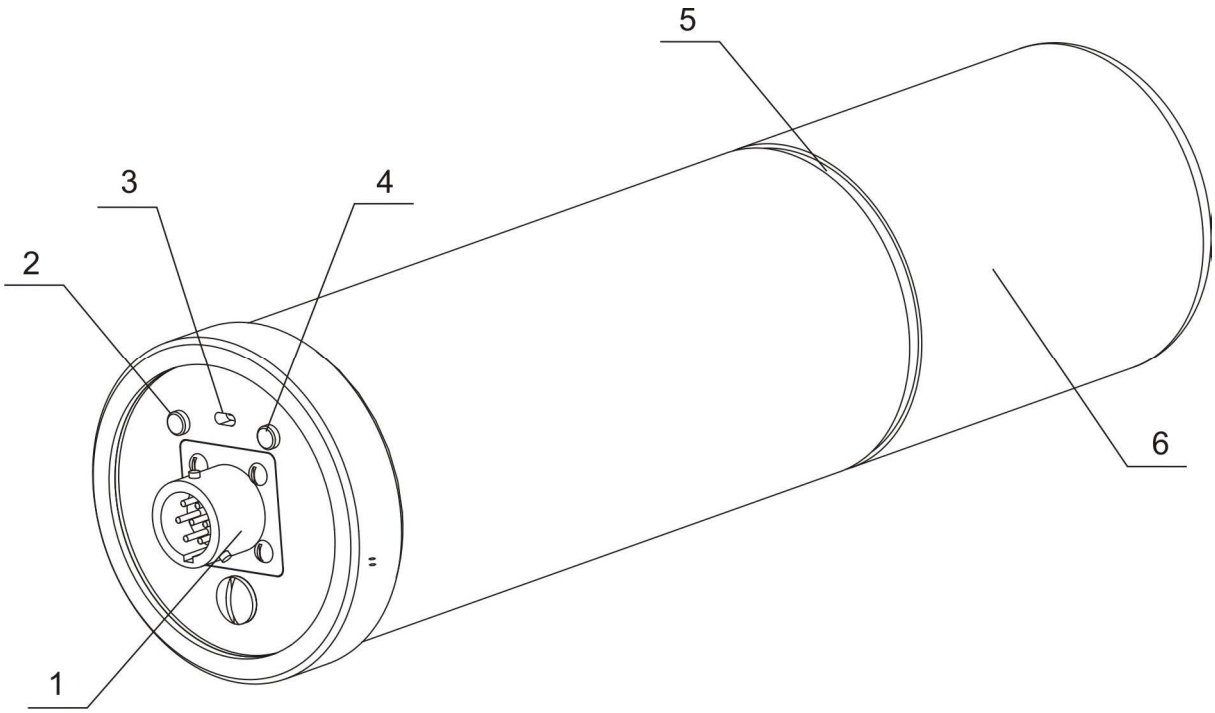
- средняя наработка БДН на отказ, не менее 20000 ч;
- средний срок службы, не менее 10 лет;
- среднее время восстановления, не более 60 мин

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

1.4 Устройство и принцип работы БДН

1.4.1 Конструкция БДН

Внешний вид БДН приведен на рисунке 1.1.



1 – разъем для подключения кабеля;
2 – светодиодный индикатор "РЕЖИМ";
3 – звуковая сигнализация;
4 – светодиодный индикатор "ТРЕВОГА";
5 – геометрический центр отмечен кольцом на боковой стороне БДН и знаком "**x**" – на торцевой;
6 – корпус БДН.

Рисунок 1.1 – Внешний вид БДН-РМ1403

Габаритные размеры, направление градуировки и геометрический центр ("x") БДН показаны на рисунке 1.2.

БДН выполнен в герметичном корпусе. На нижней торцевой части БДН расположен разъем (1) для подключения кабеля к ПК или БДОИ/БОИ, звуковая сигнализации (3) и светодиодные индикаторы световой (визуальной) сигнализации "РЕЖИМ" (2) и "ТРЕВОГА" (4).

На передней торцевой части БДН расположен шильдик, содержащий информацию о БДН (1.5).

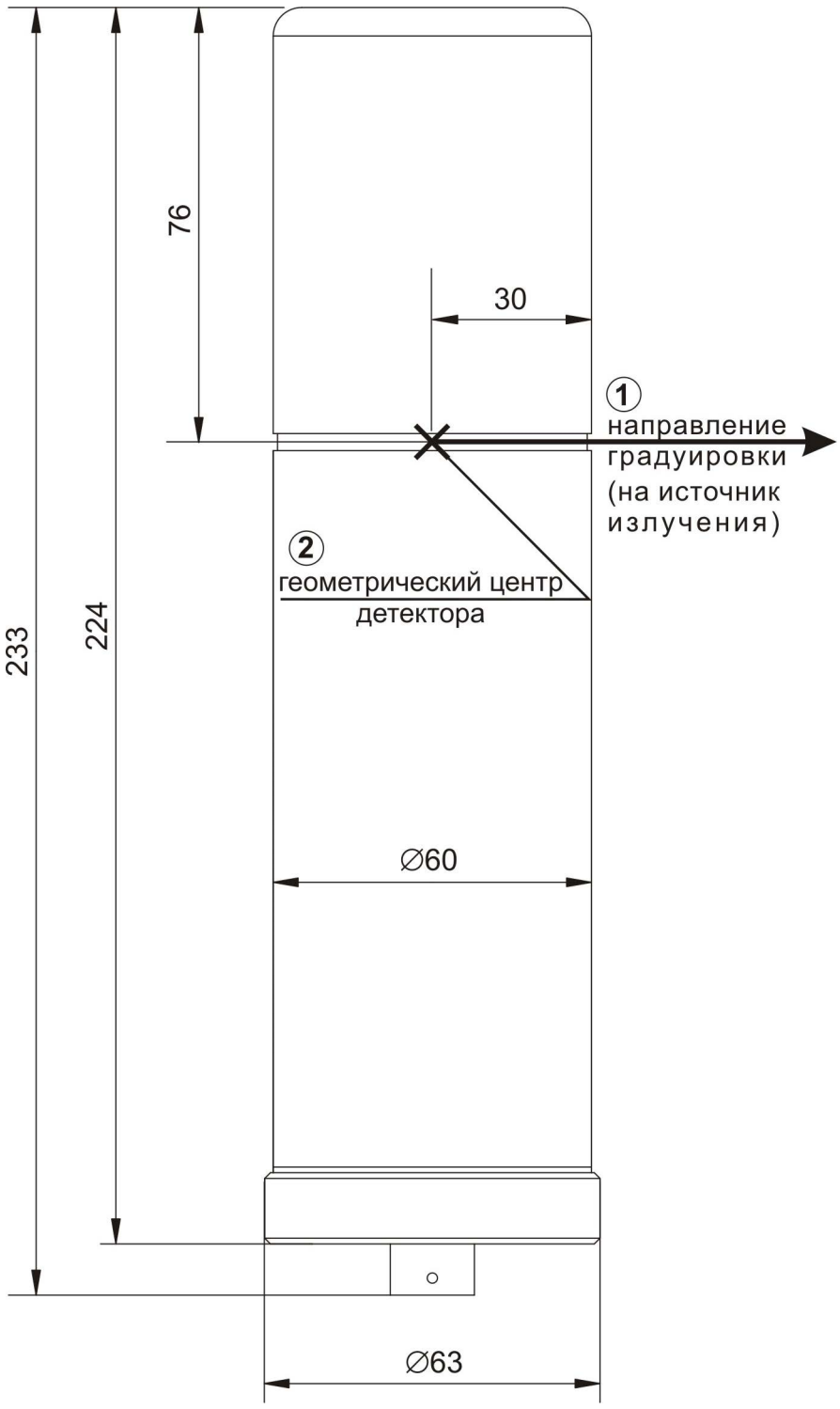


Рисунок 1.2 – Габаритные размеры, расположение геометрического центра БДН, направление градуировки

1.4.2 Принцип действия

Измерение МЭД нейтронного излучения осуществляется с помощью нейтронного счетчика, расположенного в полиамидном замедлителе и преобразующего нейтронное излучение в электрические импульсы.

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

Алгоритм работы БДН 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 БДН осуществляется от БДОИ/БОИ или от USB разъема ПК.

1.5 Маркировка

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

1.6 Упаковка

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

2 Использование по назначению

2.1 Подготовка БДН к использованию

2.1.1 Общие указания

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

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

Порядок изменения значений порогов срабатывания сигнализации по МЭД приведен в РЭ на БДОИ/БОИ.

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

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

2.1.2 Меры безопасности

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

2.1.2.2 Дополнительные меры безопасности

В случае радиоактивной загрязненности необходимо удалить радиоактивные вещества с поверхностей БДН с помощью ткани, смоченной этиловым спиртом (ГОСТ 18300-87). Расход спирта на дезактивацию БДН составляет 70 мл.

2.1.3 Контроль работоспособности БДН

Включить БДН, как указано в 2.2.1 или 2.3.1, перейти в режим регистрации нейтронного излучения (2.2.4 или 2.3.4). Сбросить статистику и примерно через 600 с считать показания числа зарегистрированных нейтронов. При нормальном нейтронном фоне за это время БДН должен зарегистрировать не менее двух нейтронов.

Проверить возможность включения каждого режима работы БДН в соответствии с 2.2 или 2.3. При контроле работоспособности БДН светодиодный индикатор “РЕЖИМ” не должен светиться желтым цветом. При нормальном функционировании индикатор светится зеленым цветом.

Выключить БДН как указано в 2.2.1 или 2.3.1.

2.2 Использование БДН с БДОИ

2.2.1 Включение/выключение БДН

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

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

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 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 внешний детектор БДН в строке "Нейтронный детектор [БДН]", рисунок 2.3. В случае если БДН подключен, а на ЖКИ БДОИ не отобразился пункт меню "Нейтронный детектор [БДН]", то следует в режиме индикации режимов БДОИ выбрать строку "Поиск детекторов".

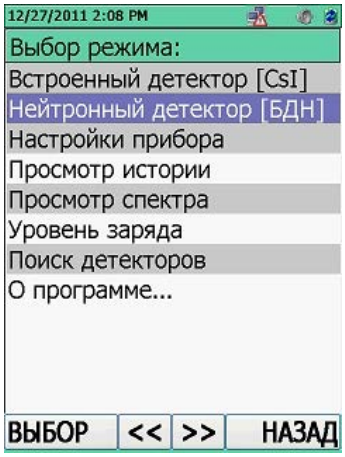


Рисунок 2.3

БДН включен и готов к работе.

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

2.2.2 Режимы работы

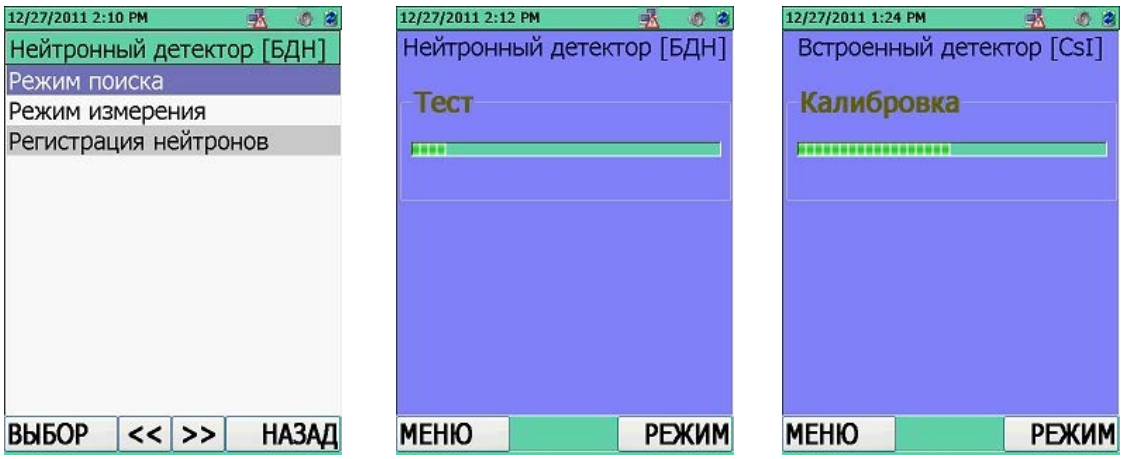
БДН имеет следующие режимы работы:
- поиск источников нейтронного излучения;
- измерение МЭД нейтронного излучения;
- регистрация нейтронного излучения;
- программирование режимов работы.

Для того чтобы войти в режим индикации режимов работы БДН, следует выбрать строку "Нейтронный детектор [БДН]". В открывшемся меню отображаются режимы работы БДН, рисунок 2.4 (1). Выбор строки осуществляется с помощью курсорных клавиш БДОИ в последовательности: Режим поиск → Режим измерения → Регистрация нейтронов. Переход в режим работы – с помощью кнопки ВЫБОР.

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

На ЖКИ БДОИ индицируется убывающая линейная шкала, указывающая на временной интервал, оставшийся до окончания процесса тестирования, рисунок 2.4 (2).

По завершении тестирования БДН автоматически переходит в процесс калибровки, рисунок 2.4 (3). На аналоговой шкале в относительных единицах индицируется время, прошедшее с начала калибровки. Заполнение шкалы означает окончание калибровки. После окончания калибровки по уровню внешнего фона нейтронного излучения БДН переходит в режим поиска источников нейтронного излучения.



1) 2) 3)

Рисунок 2.4

2.3.2.1 Режим поиска источников нейтронного излучения

БДН с БДОИ может использоваться для поиска источников нейтронного излучения. Для поиска источников нейтронного излучения подключить БДН к БДОИ и выбрать режим поиска источников нейтронного излучения – "Режим поиска".

В режиме поиска рассчитывается текущее значение средней скорости счета в имп/с, поступающих с БДН. Рассчитанное значение индицируется в строке "Скорость счета". Под индикацией единиц измерения индицируется среднестатистическая погрешность индикации средней скорости счета нейтронного излучения в процентах, рисунок 2.5.

В строке "Измерение" индицируется измеренное текущее значение МЭД нейтронного излучения в мкЗв/ч, мЗв/ч, Зв/ч или мкР/ч, мР/ч, Р/ч, рисунок 2.5.

Рисунок 2.5

На ЖКИ напротив показаний скорости счета индицируется относительная среднеквадратическая погрешность среднего значения показаний скорости счета в процентах (далее статистическая погрешность). При превышении диапазона скорости счета (для БДН этот предел составляет 4000 имп/с) на ЖКИ индицируется надпись "OVL".

В режиме поиска одновременно проводится измерение МЭД нейтронного излучения по Pu-α-Be источнику.

В нижней строке напротив показаний МЭД, индицируется статистическая погрешность МЭД в процентах. При превышении диапазона измерения МЭД на дисплее индицируется надпись "OVL".

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 нейтронного излучения.

Порог срабатывания можно изменить путем установки нового значения коэффициента **n** по нейтронному каналу.

В режиме поиска источников нейтронного излучения можно осуществить, рисунок 2.6:

- запуск начала измерения скорости счета и МЭД (необходимо при помощи кнопки РЕЖИМ выбрать строку "**Сброс статистики**", при этом текущее значение скорости счета и МЭД должно обнулиться и измерение начнется сначала);

- выполнить калибровку БДН по уровню фона нейтронного излучения. При выборе строки "**Калибровка**" происходит перекалибровка БДН. 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 перекалибровки БДН автоматически входит в режим поиска;

- 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. Установить порог обнаружения (ввести коэффициент **n** в диапазоне значений от 2,0 до 9,9);

- "**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 БДН.

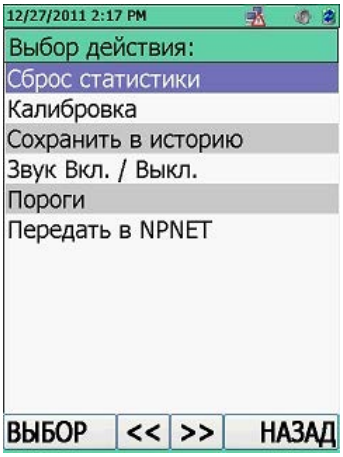


Рисунок 2.6

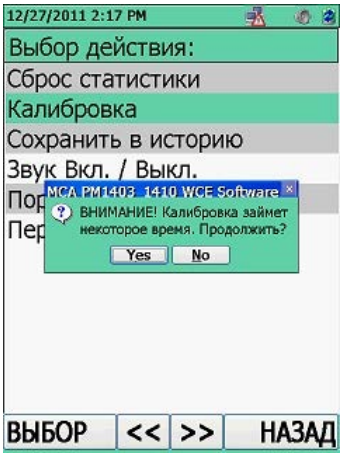
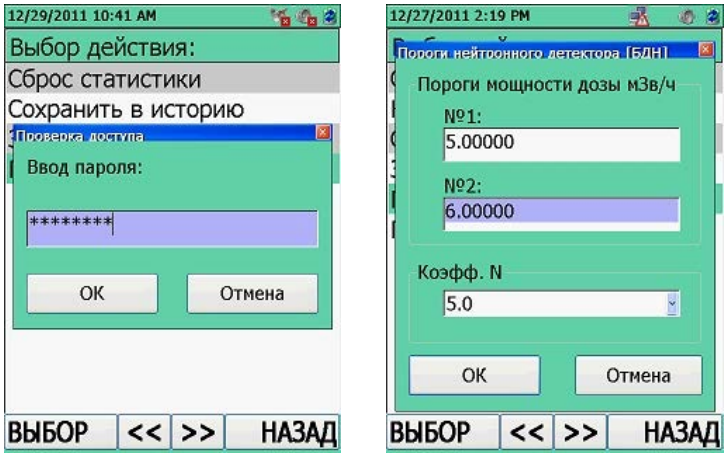


Рисунок 2.7

Коэффициент **n** изменяет значение порога срабатывания. Очевидно, что чем меньше значение коэффициента **n**, тем меньше значение порога и тем выше чувствительность БДН в режиме поиска. Однако при этом возрастает вероятность ложных срабатываний БДН.

Для установки порогов сигнализации по МЭД следует выбрать строку "Пороги" и нажать кнопку ВЫБОР. Появится окно с запросом ввести пароль, рисунок 2.8 (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 2.8 (2).



1) 2)

Рисунок 2.8

Пороги срабатывания можно изменить путем установки новых значений коэффициентов (более подробно описано в РЭ на БДОИ).

2.3.2.2 Режим измерения МЭД нейтронного излучения

При измерении МЭД нейтронного излучения на ЖКИ БДОИ индицируются непрерывно измеряемые значения МЭД нейтронного излучения в мкЗв/ч, мЗв/ч, Зв/ч или мкР/ч, мР/ч, Р/ч, статистическая погрешность измеренной МЭД в процентах с вероятностью 0,95 (рисунок 2.9).

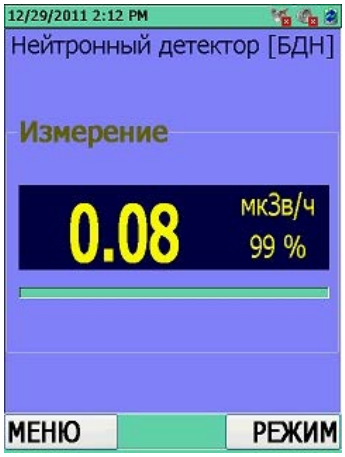


Рисунок 2.9

При достижении статистической погрешности 30 % и менее можно считывать значение МЭД. Необходимо помнить, что чем меньше статистическая погрешность, тем с большей достоверностью может быть получен результат измерения.

В режиме измерения МЭД можно осуществить, рисунок 2.10:

- запуск начала измерения МЭД (необходимо выбрать строку "**Сброс статистики**", при этом текущее значение МЭД должно обнулиться и измерение начнется сначала);
- сохранение результата измерения в памяти БДОИ (в строке "**Сохранить в историю**");
- включение или отключение звуковой сигнализации – "**Звук Вкл./Выкл**.";
- установку порогов (два порога) сигнализации по МЭД – "**Пороги**";
- "**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 БДН.

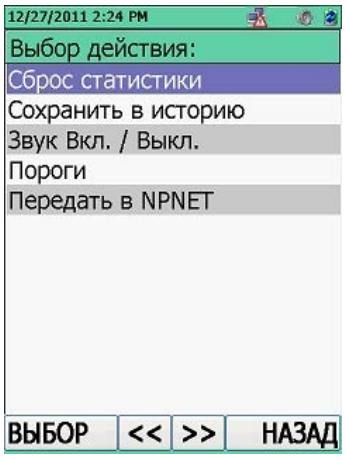


Рисунок 2.10

БДН контролирует превышение двух установленных порогов сигнализации по МЭД. При превышении порогов (порога 1 или порога 2) по МЭД на экране БДОИ индицируется значение МЭД на красном мигающем фоне, БДН включает установленные звуковую (прерывистый сигнал для порога 1 и частый прерывистый сигнал для порога 2), световую сигнализации (красный светодиод). Сигналы подаются до тех пор, пока измеряемая МЭД превышает порог. При нажатии на любую кнопку БДОИ сигнализации превышения порогов выключаются. Повторное включение сигнализации происходит после снижения уровня МЭД ниже одного из порогов и повторного превышения порога 1 или порога 2.

Если при работе БДН в режиме измерения значение МЭД превысит верхний предел, на ЖКИ индицируется сообщение "OVL".

Примечание – Как дозиметр нейтронного излучения БДН калиброван только по Pu-α-Be источнику, поэтому его показания при измерении МЭД нейтронного излучения других энергий могут отличаться от значений МЭД, измеряемых другими дозиметрами, что не является признаком неисправности БДН.

2.3.2.3 Режим регистрации нейтронного излучения

В этот режим БДН входит из меню при выборе режима "Регистрация нейтронов". Сразу после включения БДН начинается накопление (регистрация) нейтронов и отсчет времени накопления, рисунок 2.11.

Для нового запуска накопления (регистрации) нейтронов и времени накопления необходимо выбрать РЕЖИМ, затем выбрать строку "Сброс статистики" – при этом текущее значение зарегистрированных нейтронов и время регистрации должны обнулиться и регистрация начнется сначала, рисунок 2.12.

Режим удобно использовать при малых интенсивностях нейтронного излучения.

Рисунок 2.11

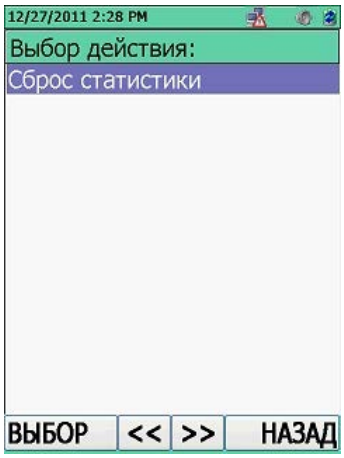


Рисунок 2.12

Внимание! При выключении звуковой сигнализации работает световая сигнализация.

2.3.2.4 Программирование режимов работы с помощью БДОИ или ПК

БДН в режиме программирования позволяет при помощи БДОИ или ПК производить запуск начала измерения скорости счета и МЭД; сохранение результатов измерения в память БДОИ, включение или отключение звуковой сигнализации, калибровку БДН по уровню фона нейтронного излучения, установку порогов обнаружения и сигнализации.

2.3 Использование БДН с БОИ

2.3.1 Включение/выключение БДН

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

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

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.

Для управления БОИ использовать кнопки клавиатуры (рисунок 2.14).

БДН включен и готов к работе.

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

Для выключения БОИ в меню выбрать пункт "Выключить", рисунок 2.16 (3), или нажать нижнюю кнопку и наблюдать пока БОИ не выключится.

2.3.2 Режимы работы

БДН имеет следующие режимы работы:
- поиск источников нейтронного излучения;
- регистрация нейтронного излучения;
- измерение МЭД нейтронного излучения;
- программирование режимов работы.

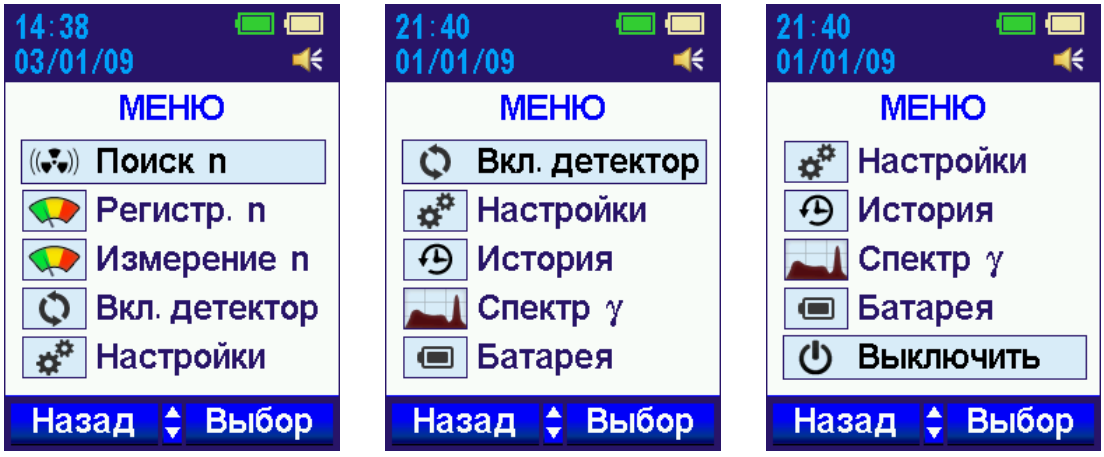
В процесс тестирования БДН входит автоматически каждый раз после включения. Во время тестирования проверяется соединение между БДН и БОИ через RS-485 интерфейс, а так же проверяется уровень заряда аккумуляторных батарей БОИ. При этом на ЖКИ БОИ индицируется линейная шкала, указывающая на временной интервал, оставшийся до окончания тестирования, рисунок 2.15 (1).

По завершении тестирования БДН автоматически переходит в процесс калибровки, рисунок 2.15 (2). На аналоговой шкале в относительных единицах индицируется время, прошедшее с начала калибровки. Заполнение шкалы означает окончание калибровки. По окончании калибровки БДН переходит в режим поиска источников нейтронного излучения.

1) 2)

Рисунок 2.15

После окончания тестирования и калибровки в меню отображаются пункты "Поиск n", "Регистр. n", "Измерение n", свидетельствующие о корректном подключении БДН к БОИ, рисунок 2.16 (1). В случае если БДН подключен, а на ЖКИ БОИ не отобразились перечисленные выше пункты меню, то следует в меню БОИ выбрать строку "Вкл. детектор", рисунок 2.16 (2). Выбор строки осуществляется с помощью курсорных кнопок БОИ.



1) 2) 3)

Рисунок 2.16

2.3.2.1 Режим поиска источников нейтронного излучения

БДН с БОИ может использоваться для поиска источников нейтронного излучения. Для поиска источников нейтронного излучения подключить БДН к БОИ и выбрать режим поиска источников нейтронного излучения – "Поиск n".

В режиме поиска рассчитывается текущее значение средней скорости счета импульсов, поступающих с БДН, и индицируется на дисплее в имп/с в верхней части, Под индикацией единиц измерения индицируется среднестатистическая погрешность индикации средней скорости счета фотонного излучения в процентах, рисунок 2.17.

Рисунок 2.17

На ЖКИ напротив показаний скорости счета индицируется относительная среднеквадратическая погрешность среднего значения показаний скорости счета в процентах (далее статистическая погрешность). При превышении диапазона скорости счета (для БДН этот предел составляет 4000 имп/с) на ЖКИ индицируется надпись "OVL".

В режиме поиска одновременно проводится измерение МЭД нейтронного излучения по Pu-α-Be источнику.

В нижней строке напротив показаний МЭД, индицируется статистическая погрешность МЭД в процентах. При превышении диапазона измерения МЭД на дисплее индицируется надпись "OVL".

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 нейтронного излучения.

Порог срабатывания можно изменить путем установки нового значения коэффициента **n** по нейтронному каналу.

В режиме поиска источников нейтронного излучения можно осуществить, рисунок 2.18:

- запуск начала измерения скорости счета и МЭД (необходимо выбрать строку "**Сброс статистики**", при этом текущее значение скорости счета и МЭД должно обнулиться и измерение начнется сначала);
- сохранить результат измерения в памяти БОИ (в строке “**Сохранить в историю**");
- выполнить калибровку БДН по уровню фона нейтронного излучения. При выборе строки "**Калибровка**" происходит перекалибровка БДН. После окончания перекалибровки БДН автоматически входит в режим поиска;
- включить или отключить звуковую сигнализацию – "**Звук Вкл./Выкл.**";
- установить порог обнаружения (ввести коэффициент **n** в диапазоне значений от 2,0 до 9,9) – "**Порог нейтронов**";
- просмотреть информацию о БДН (серийный номер и версия программного обеспечения) – "**Детектор**".

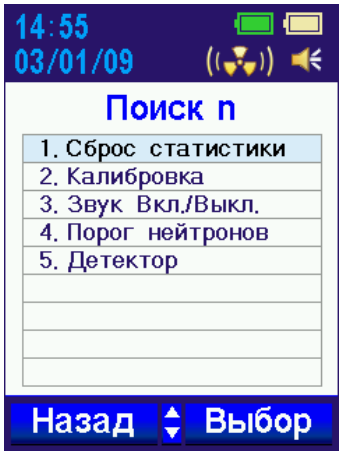


Рисунок 2.18

Коэффициент **n** изменяет значение порога срабатывания. Очевидно, что чем меньше значение коэффициента **n**, тем меньше значение порога и тем выше чувствительность БДН в режиме поиска. Однако при этом возрастает вероятность ложных срабатываний БДН.

2.3.2.2 Режим измерения МЭД

При измерении МЭД нейтронного излучения на ЖКИ БОИ индицируются непрерывно измеряемые значения МЭД нейтронного излучения в мкЗв/ч, мЗв/ч, Зв/ч или мкР/ч, мР/ч, Р/ч, статистическая погрешность измеренной МЭД в процентах с вероятностью 0,95 (рисунок 2.19).

Рисунок 2.19

При достижении статистической погрешности 30 % и менее можно считывать значение МЭД. Необходимо помнить, что чем меньше статистическая погрешность, тем с большей достоверностью может быть получен результат измерения.

Сохранить результаты измерения в памяти БОИ возможно с помощью кнопки Сохр.

В режиме измерения МЭД можно осуществить, рисунок 2.20:

- запуск начала измерения МЭД (выбрать строку "**Сброс статистики**", при этом текущее значение МЭД должно обнулиться и измерение начнется сначала);
- включение или отключение звуковой сигнализации – "**Звук Вкл./Выкл.";**
- установку порогов (два порога) сигнализации по МЭД – "**Порог МЭД 1**" и "**Порог МЭД 2**";
- просмотреть информацию о БДН (серийный номер и версия программного обеспечения) – "**Детектор**".

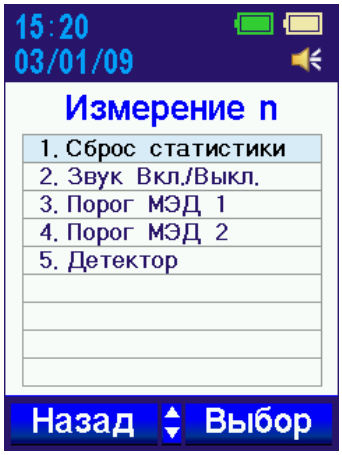


Рисунок 2.20

БДН контролирует превышение двух установленных порогов сигнализации по МЭД. При превышении порогов (порога 1 или порога 2) по МЭД на экране БОИ индицируется значение МЭД на красном мигающем фоне, БДН включает установленные звуковую (прерывистый сигнал для порога 1 и частый прерывистый сигнал для порога 2), световую сигнализации (красный светодиод). Сигналы подаются до тех пор, пока измеряемая МЭД превышает порог. При нажатии на любую кнопку БОИ сигнализации превышения порогов выключаются. Повторное включение сигнализации происходит после снижения уровня МЭД ниже одного из порогов и повторного превышения порога 1 или порога 2.

Если при работе БДН в режиме измерения значение МЭД превысит верхний предел, на ЖКИ индицируется сообщение "OVL".

В режиме измерения МЭД можно сохранить значение МЭД в памяти БОИ, отключить звуковую сигнализацию, а также изменить значения установленных порогов срабатывания сигнализации по МЭД.

Примечание – Как дозиметр нейтронного излучения БДН калиброван только по Pu-α-Be источнику, поэтому его показания при измерении МЭД нейтронного излучения других энергий могут отличаться от значений МЭД, измеряемых другими дозиметрами, что не является признаком неисправности БДН.

2.3.2.3 Режим регистрации нейтронного излучения

В этот режим БДН входит из *меню* при выборе режима "Регистр. n". Сразу после включения БДН начинается накопление (регистрация) нейтронов и отсчет времени накопления, рисунок 2.21.

Рисунок 2.21

Для нового запуска накопления (регистрации) нейтронов и времени накопления необходимо выбрать в меню режима строку "Сброс статистики" – при этом текущее значение зарегистрированных нейтронов и время регистрации должны обнулиться и регистрация начнется сначала.

Режим удобно использовать при малых интенсивностях нейтронного излучения.

Внимание! При выключении звуковой сигнализации работает световая сигнализация.

2.3.2.4 Программирование режимов работы с помощью БОИ или ПК

БДН в режиме программирования позволяет при помощи БОИ или ПК производить запуск начала измерения скорости счета и МЭД; сохранение результатов измерения в память БОИ, включение или отключение звуковой сигнализации, калибровку БДН по уровню фона нейтронного излучения, установку порогов обнаружения и сигнализации. Программирование осуществляется непосредственно из меню соответствующего режима

2.4 Использование БДН с ПК

БДН 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 БДН в режиме связи с ПК необходимо:

- установить на ПК пользовательскую программу (ПП), поставляемую на электронном носителе;
- подключить БДН с помощью USB кабеля к ПК;
- запустить выполнение ПП;
- управление БДН переходит к ПК.

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

3 Техническое обслуживание

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

3.2 Техническое обслуживание БДН 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 БДН. Дезактивация проводится путем протирания корпуса мягкой тканью, смоченной этиловым спиртом (ГОСТ 18300-87).

4 Возможные неисправности

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

Таблица 4.1

Характерные неисправности	Возможные причины	Способы устранения
1 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
2 Не работает сигнализатор звуковой	Отключен звук Неисправность сигнализатора	Включить звук в режиме обмена с ПК или БДОИ/БОИ. Устраняется изготовителем
3 Горит светодиод “РЕЖИМ” желтого цвета	Неисправность блока детектирования	Устраняется изготовителем

5 Утилизация

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

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