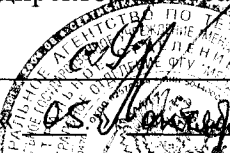
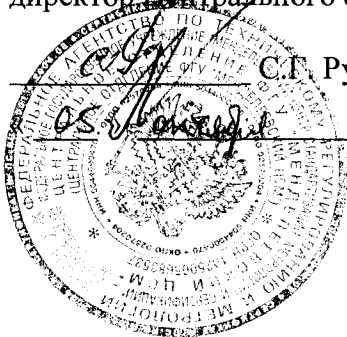





Общество с ограниченной ответственностью  
«Научно-производственное предприятие «Доза»  
ООО НПП «Доза»


УТВЕРЖДАЮ  
раздел 4 «Методика поверки»  
Заместитель руководителя ГЦИ СИ  
ФГУ «Менделеевский ЦСМ» -  
директор Центрального отделения

  
С.Г. Рубайлов  
2010 г.



УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор  
ООО «НПП «Доза»

  
К. Нурлыбаев  
2010 г.



## УСТРОЙСТВА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ УДКГ-100

Руководство по эксплуатации  
АЖАХ.418268.029РЭ



## Содержание

1	Описание и работа изделия .....	3
1.1	Назначение изделия .....	3
1.2	Технические характеристики .....	3
1.3	Состав изделия .....	5
1.4	Устройство и работа .....	5
1.5	Маркировка и пломбирование .....	7
1.6	Упаковка .....	8
2	Использование по назначению .....	8
2.1	Эксплуатационные ограничения .....	8
2.2	Подготовка изделия к использованию .....	8
2.3	Использование изделия .....	9
2.4	Регулирование и настройка.....	9
3	Техническое обслуживание .....	10
3.1	Общие указания .....	10
3.2	Меры безопасности .....	10
3.3	Порядок технического обслуживания .....	11
4	Методика поверки .....	11
4.1	Общие требования .....	11
4.2	Операции и средства поверки .....	12
4.3	Требования безопасности .....	12
4.4	Условия проведения поверки и подготовка к ней .....	12
4.5	Проведение поверки .....	13
4.6	Оформление результатов поверки .....	15
5	Текущий ремонт .....	15
6	Хранение .....	15
7	Транспортирование .....	15
8	Утилизация .....	16
	Приложение А Габаритные и присоединительные размеры .....	17
	Приложение Б Схема электрическая общая.....	19
	Приложение В Назначение контактов разъема.....	20
	Приложение Г Описание регистров обмена данными по протоколу DiBUS для БС-16.....	21
	Приложение Д Программное обеспечение «TETRA_Checker». Руководство оператора.....	25
	Приложение Е Измерение удельной объёмной активности жидкостей методом погружения сборки детекторной в исследуемую среду .....	31

Настоящее руководство по эксплуатации содержит сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках изделия и указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации изделия (использования по назначению, технического обслуживания, текущего ремонта, хранения и транспортирования), а также сведения по утилизации изделия.

## 1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

### 1.1 Назначение изделия

Устройства детектирования УДКГ-100 АЖАХ.418268.029 (далее - устройства) изготавливаются в соответствии с требованиями ТУ 4362-045-31867313-2010 и предназначены для измерения потока гамма-квантов или мощности экспозиционной дозы (далее - МЭД) гамма-излучения в скважинах, в пульпе и других жидких средах, в т.ч. при проведении каротажных работ.

Устройства применяются на промышленных объектах, предприятиях по переработке и использованию радиоактивных отходов, в зонах, прилегающих к объектам ядерного и ядерно-опасного производства (в том числе ядерным энергетическим установкам) в составе систем, комплексов и установок радиационного контроля.

Устройства имеют возможность преобразования измерительной информации в данные, состав и форма представления которых соответствует протоколу обмена информацией DiBUS, и передачи их во внешние информационные каналы по линиям связи, соответствующим стандартам интерфейсов RS-422 или RS-485.

Устройства выпускаются в исполнениях, различающихся блоками сопряжения и типом интерфейса в соответствии с таблицей 1.1

Таблица 1.1 – Исполнения устройств

Обозначение	Наименование	Тип интерфейса
<b>АЖАХ.418268.029</b> АЖАХ.418268.027 АЖАХ.418292.008	<b>УДКГ-100ДД</b> в составе: Сборка детекторная БДКГ-100-07 Блок сопряжения БС-16ДД	RS-422
<b>АЖАХ.418268.029-01</b> АЖАХ.418268.027 АЖАХ.418292.008-01	<b>УДКГ-100ПД</b> в составе: Сборка детекторная БДКГ-100-07 Блок сопряжения БС-16ПД	RS-485

### 1.2 Технические характеристики

- 1.2.1 Энергия регистрируемого гамма-излучения..... от 0,1 до 3 МэВ.
- 1.2.2 Диапазон измерений потока гамма-квантов .....от 40 до  $8 \cdot 10^4$  квант·с<sup>-1</sup>.
- 1.2.3 Диапазоны показаний и измерений МЭД гамма-излучения:
- диапазон показаний ..... от 1 до  $2,2 \cdot 10^4$  мкР·ч<sup>-1</sup>;
  - диапазон измерений ..... от 10 до  $2 \cdot 10^4$  мкР·ч<sup>-1</sup>.
- 1.2.4 Пределы допускаемой основной относительной погрешности преобразования МЭД гамма-излучения и потока гамма-квантов .....не более  $\pm 30$  %.
- 1.2.5 Чувствительность к гамма-излучению радионуклида <sup>137</sup>Cs (662 кэВ):
- МЭД гамма-излучения .....1,9 с<sup>-1</sup> на 1 мкР·ч<sup>-1</sup>;
  - поток гамма-излучения .....0,5 с<sup>-1</sup> на 1 квант·с<sup>-1</sup>.
- 1.2.6 Время установления рабочего режима ..... не более 1 мин.
- 1.2.7 Время непрерывной работы устройств без ограничения количества включений/выключений..... не менее 24 ч.
- 1.2.8 Нестабильность показаний за 24 ч непрерывной работы.....не более  $\pm 5$  %.

1.2.9 Устройства обеспечивают выдачу текущей измерительной информации и кодов самодиагностики во внешний информационный канал связи и доступ к обработанной информации по протоколу обмена DiBUS по линии связи, организованной на базе интерфейсов RS-485 или RS-422.

1.2.10 Напряжение питания постоянного тока .....  $24^{+12}_{-12}$  В.

1.2.11 Потребляемый ток при напряжении питания 24 В..... не более 50 мА.

1.2.12 Рабочие условия эксплуатации устройств в воздушной среде:

- диапазон рабочих температур ..... от минус 40 до +50 °С;

- предельное значение относительной влажности.....98 % при 35 °С;

- атмосферное давление в диапазоне ..... от 66 до 106,7 кПа.

- тип атмосферы ..... I, II, III, IV.

Пределы дополнительной погрешности измерений МЭД гамма-излучения в диапазоне рабочих условий эксплуатации:

- при отклонении температуры окружающего воздуха

на каждые 10 °С от нормальных условий .....  $\pm 10$  %;

- при повышении влажности окружающего воздуха до 98 % при +35 °С .....  $\pm 10$  %.

1.2.13 Устройства устойчивы к погружению сборки детекторной в воду:

- на глубину ..... до 100 м;

- на время ..... не менее 24 ч.

1.2.14 Устройства устойчивы к воздействию синусоидальных вибраций в диапазоне частот от 10 до 55 Гц с амплитудой смещения 0,35 мм.

Пределы дополнительной погрешности измерений МЭД гамма-излучения при воздействии синусоидальных вибраций .....  $\pm 10$  %.

1.2.15 По сейсмостойкости устройства относятся к категории II по НП-031-01 и соответствует требованиям РД 25 818-87 по месту установки группа А, по функциональному назначению исполнения 2 для сейсмических воздействий интенсивностью до 7 баллов по шкале MSK-64 для отметки от 70 до 30 м относительно нулевой отметки.

После сейсмического воздействия с указанными параметрами устройства должны соответствовать требованиям 1.2.3 и 1.2.9 в течение всего срока службы в заданных условиях эксплуатации.

1.2.16 Степень защиты, обеспечиваемая оболочками технических средств (далее - ТС) устройств по ГОСТ 14254:

- сборки детекторной БДКГ-100-07 ..... IP68;

- блоков сопряжения БС-16ДД, БС-16ПД ..... IP65.

1.2.17 Устройства относятся к элементам класса безопасности 4Н по ОПБ-88/97.

1.2.18 Устройства устойчивы к воздействию электромагнитных помех в соответствии с ГОСТ Р 50746-2000 для группы исполнения III, условия электромагнитной обстановки средней жесткости, критерий качества функционирования А или В и удовлетворяют нормам излучаемых промышленных радиопомех, установленных ГОСТ Р 51318.22 для оборудования класса А.

1.2.19 Устройства устойчивы к кратковременному, в течение 5 мин, воздействию перегрузок гамма-излучения с МЭД до  $5 \cdot 10^5$  мкР·ч<sup>-1</sup> и после воздействия перегрузок сохраняют работоспособность и основную относительную погрешность измерений МЭД в пределах нормы.

1.2.20 По степени защиты человека от поражения электрическим током устройства относятся к классу III по ГОСТ 12.2.007.0-74.

1.2.21 По противопожарным свойствам устройства соответствуют ГОСТ 12.1.004-91 с вероятностью возгорания не более  $10^{-6}$  в год.

1.2.22 Устройства стойки к воздействию дезактивирующих растворов:

1) борная кислота ( $H_3BO_3$ ) – 16 г, триосульфат натрия ( $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ ) – 10 г, вода дистиллированная до 1 л;

2) тринатрийфосфат или гексаметафосфат натрия (любое синтетическое моющее средство) – 10-20 г/л в воде;

3) 5 % раствором лимонной кислоты в ректификованном этиловом спирте – для разъемов.

1.2.23 Нарботка устройств на отказ ..... не менее 25 000 ч.

1.2.24 Средний срок службы устройств ..... не менее 10 лет.

1.2.25 Габаритные размеры и масса технических средств (далее – ТС) устройств, не более указанных в таблице 1.1

Таблица 1.1 - Габаритные размеры и масса ТС устройств

Обозначение	Наименование составной части	Габаритные размеры, мм	Масса, кг	Примечание
АЖАХ.418268.027	Сборка детекторная БДКГ-100-07	Ø38×530	3	Без кабельного ввода
АЖАХ.418292.008	Блок сопряжения БС-16ДД	176×80×64	0,7	
АЖАХ.418292.008-01	Блок сопряжения БС-16ПД	176×80×64	0,7	

1.2.26 Длина каротажного коаксиального кабеля (часть кабельного ввода) типа КГ2×50 КШ между сборкой детекторной БДКГ-100 и блоком сопряжения БС-16 ..... не более 1000 м.

Масса 10 м кабеля типа КГ-2-50 КШ ..... не более 2,5 кг.

### 1.3 Состав изделия

1.3.1 Устройство состоит из сборки детекторной БДКГ-100-07 АЖАХ.418268.027 и блока сопряжения БС-16ДД АЖАХ.418292.008 (или БС-16ПД АЖАХ.418292.008-01), соединенных между собой каротажным коаксиальным кабелем.

Сборка детекторная БДКГ-100-07 включает в себя узел детектирования АЖАХ.418285.041 и ввод кабельный АЖАХ.687111.001 с каротажным кабелем.

1.3.2 В комплекте с устройством поставляются монтажный комплект и комплект ЗИП.

По заказу потребителя в комплект могут входить преобразователь интерфейса типа ПИ-02 и программное обеспечение «TETRA\_Checker».

### 1.4 Устройство и работа

1.4.1 Принцип действия устройств основан на преобразовании энергии гамма-квантов в последовательность нормированных электрических импульсов, частота следования которых пропорциональна потоку гамма-квантов или мощности экспозиционной дозы.

1.4.2 Сборка детекторная БДКГ-100-07 состоит из двух частей:

- узел детектирования с внутренним разъемом, типа СРГ-50-11ФВ, закрытым при транспортировании заглушкой АЖАХ.715131.001. Разъем предназначен для присоединения ввода кабельного;

- ввод кабельный с разъемом СР-50-58ПВ, для присоединения к узлу детектирования - закрытый при транспортировании заглушкой АЖАХ.713721.001

- уплотнительное кольцо для герметизации резьбового соединения ввода кабельного с узлом детектирования.

Габаритные и присоединительные размеры ТС устройств приведены в приложении А.

1.4.3 Узел детектирования представляет собой цилиндрический корпус из нержавеющей стали 12Х18Н9Т, снабженный грузонесущим кольцом с одной стороны, и разъемным резьбовым соединением – с другой.

1.4.4 К разъемному резьбовому соединению присоединен корпус кабельного ввода, изготовленный также из нержавеющей стали, в хвостовик которого заделан коаксиальный грузонесущий кабель. Хвостовик снабжен кольцом для крепления грузонесущего троса.

Схема электрическая общая в соответствии с приложением Б.

Назначение контактов разъемов в соответствии с приложением В.

1.4.5 Узел детектирования состоит из:

- монокристаллического сцинтиллятора на основе NaI (Тl) размером Ø18×30;
- фотоэлектронного умножителя ФЭУ-67Б;
- высоковольтного преобразователя для питания ФЭУ-67Б;
- усилителя-дискриминатора для усиления и амплитудного отбора электрических импульсов;
- формирователя импульсов для передачи электрических импульсов в длинную линию.

1.4.6 Питание узла детектирования осуществляется по коаксиальному кабелю в соответствии с электрической схемой приложения Б.

Длина коаксиального кабеля может достигать 1000 м.

1.4.7 На противоположном конце кабеля распаивается кабельная розетка типа 2РМД24КПН10Г5В1, которая служит для стыковки кабеля с разъемом блока сопряжения БС-16ДД (БС-16ПД).

1.4.8 При проведении поверки устройств вместо кабельного ввода допускается использовать кабель технологический АЖАХ.685621.032.

1.4.9 Сцинтиллятор преобразует энергию гамма-излучения в энергию световых вспышек, а ФЭУ преобразует эти световые вспышки в электрические сигналы, представляющие собой статистически распределенные во времени импульсы различной амплитуды и длительности.

В усилителе-дискриминаторе осуществляется амплитудный отбор импульсов, их усиление и формирование для передачи в длинную линию.

1.4.10 Последовательность электрических импульсов из узла детектирования по коаксиальному кабелю поступает в блок сопряжения, где она преобразуется в данные, состав и содержание которых соответствуют протоколу обмена DiBUS. Параметры выходных сигналов соответствуют стандарту интерфейса RS-485 или RS-422.

Назначение контактов разъема и параметры выходных сигналов указаны в приложении В.

1.4.11 Блок сопряжения БС-16ДД (БД-16ПД) обрабатывает и преобразует измерительную информацию, поступающую на его вход в виде последовательности статистически распределенных нормализованных импульсов, в информацию о МЭД рентгеновского и гамма-излучения. Полученная в результате преобразования информация имеет формат данных, определенный протоколом обмена информацией DiBUS, обеспечивающий возможность ее передачи внешним устройствам визуализации, сигнализации и хранения данных.

На торцевых сторонах корпуса БС-16ДД (БС-16ПД) расположены два разъема: «ЛИНИЯ» типа ОНЦ-БС-1-10/14 для подключения линии связи с устройством приема и обработки информации, и «БД» типа 2РМГД для подключения сборки детекторной.

Линии питания и связи гальванически развязаны со стороны разъема ЛИНИЯ.

1.4.12 Обработка измерительной информации в блоке сопряжения осуществляется по двум алгоритмам – «Скользкий» и «Следящий», задаваемым оператором в процессе подготовки устройства к работе.

АЖАХ.418268.029РЭ

1.4.12.1 Алгоритм «Скользящий» (метод скользящего среднего) обеспечивает непрерывное измерение скорости счета.

Результат измерения определяется как среднее арифметическое результатов элементарных измерений с экспозицией, выбираемой пользователем длительности, при количестве элементов усреднения, которое задается оператором в пределах от 1 до 60.

Алгоритм имеет два параметра

- число элементарных измерений (количество интервалов), которое может находиться в диапазоне от 1 до 60;
- экспозиция (длительность интервала), которая может находиться в пределах от 1 до 65535 с. = 18 ч

Длительность интервала – это время между сменами показаний.

Произведение длительности интервала на количество этих интервалов – это время усреднения при измерении скорости счета. Чем оно больше, тем меньше неопределенность измерения, но тем больше и время реакции устройства на изменение измеряемой величины.

1.4.12.2 Алгоритм «Следящий» позволяет отслеживать как плавные изменения измеряемой величины, так и фиксировать скачкообразные изменения. Алгоритм обладает быстрой реакцией на скачкообразные изменения контролируемой величины, численное значение которых превышает среднее значение больше, чем  $3\sigma$ , где  $\sigma = \sqrt{N}$ ,  $N$  – скорость счета импульсов,  $s^{-1}$ , характеризующая это изменение.

При неизменной скорости счета время усреднения составляет 200 с.

1.4.12.3 Параметры алгоритмов обработки информации указаны в описании регистров обмена данными по протоколу обмена DiBUS в соответствии с приложением Г. Порядок выбора алгоритма указан в руководстве оператора, входящем в состав программного обеспечения «TETRA\_Checker» (далее – ПО), в соответствии с приложением Д.

## 1.5 Маркировка и пломбирование

1.5.1 На корпуса технических средств (далее – ТС) устройства нанесены следующие маркировочные обозначения:

- сборки детекторной БДКГ-100-07:
  - товарный знак или обозначение предприятия – изготовителя (поставщика);
  - условное обозначение устройства, куда входит сборка;
  - условное обозначение сборки;
  - порядковый номер сборки по системе нумерации предприятия изготовителя;
  - год изготовления;
  - степень защиты, обеспечиваемая оболочками от проникновения твердых предметов и воды.
- блоки сопряжения БС-16ДД, БС-16ПД имеют два обозначения:
  - первое обозначение содержит:
    - товарный знак или обозначение предприятия-изготовителя;
    - условное обозначение устройства, куда входит блок;
    - условное обозначение блока;
    - порядковый номер блока по системе нумерации предприятия-изготовителя;
    - год изготовления;
    - степень защиты, обеспечиваемая оболочками от проникновения твердых

предметов и воды.

второе обозначение содержит:

- товарный знак или обозначение предприятия-изготовителя;

- условное обозначение устройства;
- порядковый номер устройства по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- год изготовления;
- знак утверждения типа средства измерения.

1.5.2 Место и способ нанесения маркировки на ТС устройства соответствуют конструкторской документации.

1.5.3 Маркировка сборки детекторной выполняется методом гравировки, маркировка блоков сопряжения наносится на таблички, которые крепятся к блокам.

1.5.4 Все ТС опломбированы в соответствии с конструкторской документацией.

## **1.6 Упаковка**

1.6.1 Упаковка производится согласно требованиям категории КУ-3 по ГОСТ 23170-78 для группы III, вариант защиты ВЗ-0, вариант упаковки ВУ-5 в соответствии ГОСТ 9.014-78.

*Примечание* – Устройства могут поставляться с вариантом защиты по типу ВЗ-10 в соответствии с договором на поставку.

1.6.2 Упаковка производится в закрытых вентилируемых помещениях с температурой окружающего воздуха от +15 до +40 °С и относительной влажностью воздуха до 80 % при +20 °С и содержанием в воздухе коррозионно-активных агентов, не превышающих установленного для атмосферы типа I ГОСТ 15150-69.

## **2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ**

### **2.1 Эксплуатационные ограничения**

2.1.1 Устройства могут эксплуатироваться в составе установок, имеющих соответствующий интерфейс связи и обеспечивающих устройство необходимым напряжением питания.

2.1.2 При эксплуатации не допускается:

- использование устройств на электрических подстанциях среднего (6 – 35 кВ) и высокого (выше 35 кВ) напряжения;
- использование устройств как составных частей электрических установок значительной мощности;
- пользование мобильными радиотелефонными системами на расстоянии менее 10 м от места расположения устройств.

### **2.2 Подготовка изделия к использованию**

2.2.1 Снимите заглушки с разъемов сборки детекторной и кабельного ввода, установите герметизирующие уплотнительные кольца на хвостовике узла детектирования, присоедините корпус кабельного ввода к хвостовику узла детектирования и с помощью технологических ключей из состава монтажного комплекта затяните резьбовое соединение.

2.2.2 Подключите блок сопряжения БС-16 к сборке детекторной БДКГ-100-07 через разъем «БД» согласно схеме электрической соединений приложения Б.

2.2.3 Подключите устройство к ПЭВМ с помощью кабеля связи через разъем БС-16 «ЛИНИЯ» (RS-485 или RS422) в соответствии с приложением Б. При необходимости использовать преобразователь интерфейса RS-232/RS-485, RS422 или USB/RS-485, RS422 в соответствии с рисунками 2.1 или 2.2



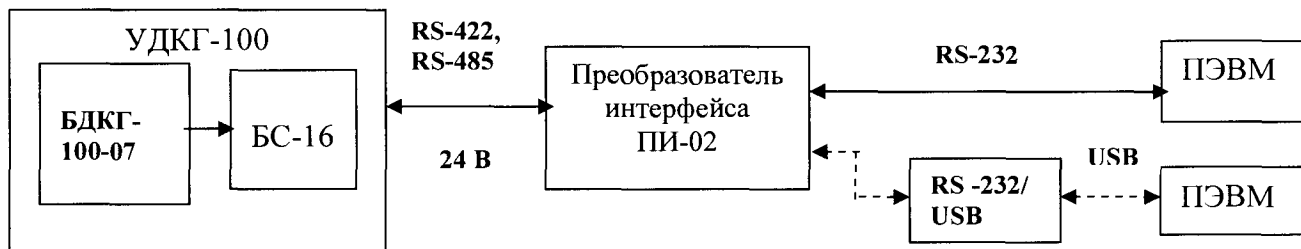


Рисунок 2.1 – Схема подключения устройств для проведения проверки

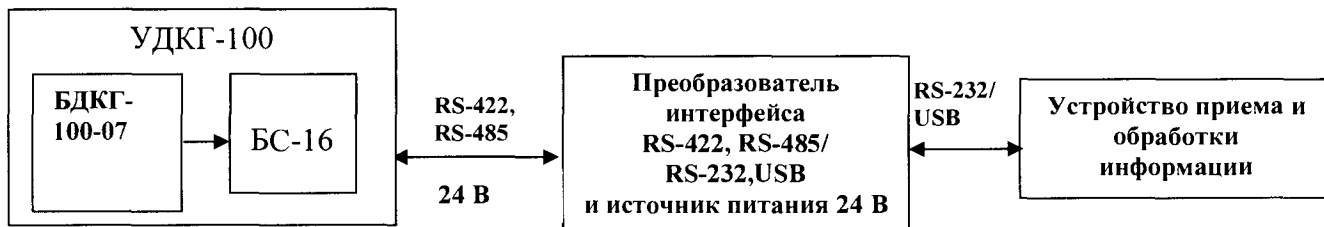


Рисунок 2.2 - Схема подключения устройств в составе систем радиационного контроля

2.2.4 Запустите на ПЭВМ программное обеспечение «TETRA\_Checker» в соответствии с руководством оператора по приложению Д и убедитесь в том, что произошло считывание параметров устройства.

Признаком работоспособности устройств является наличие значений измеряемой величины в соответствующем окне программного обеспечения «TETRA\_Checker».

## 2.3 Использование изделия

2.3.1 Во время работы устройств не требуется каких-либо действий со стороны персонала.

2.3.2 Выходной сигнал устройств может использоваться для измерения объемной активности горных пород, руд, жидких сред и пульпы, содержащих радионуклиды, путем использования расчетно-экспериментальных методов определения параметров объемной активности исследуемых сред по результатам измерения мощности экспозиционной дозы фотонного излучения в соответствии с разработанной и аттестованной в установленном порядке методикой выполнения измерений.

В качестве справочного материала рекомендуется ознакомиться с приложением Е «Измерение объемной активности жидкостей методом погружения сборки детекторной в исследуемую среду».

## 2.4 Регулирование и настройка

2.4.1 При необходимости проведения настройки подготовьте устройство к работе согласно 2.2.

2.4.2 Изменение коэффициента преобразования  $K_x$  производится корректировкой параметра «Коэффициент чувствительности» с помощью программного обеспечения «TETRA\_Checker» в соответствии с формулой (4.1). Изменение этого параметра вызывает пропорциональное изменение показаний.

2.4.3 Корректировку показаний в конце диапазона измерения (более 0,4 верхнего предела диапазона измерения) проводится подбором «Мертвого времени»  $M$  с помощью программного обеспечения «TETRA\_Checker». Его увеличение приводит к росту показаний только при больших нагрузках.

2.4.4 Для корректировки параметров устройства, в окне «Параметры устройства» программы «TETRA\_Checker», подраздел «Динамические параметры», установите курсор в строку интересующего параметра и дважды кликните по нему. В столбце «Новое значение» введите новое значение параметра и нажмите клавишу «ENTER». Затем, запишите новые значения параметров в устройства, нажав клавишу «F2» или кнопку «ЗАПИСАТЬ ПАРАМЕТРЫ» в правой части окна «Параметры устройства».

Наименования параметров и пример их значений приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Наименования параметров

Аварийная пороговая уставка ПУ	0
Предаварийная ПУ	0
Нижняя ПУ	0
Алгоритм (0- Следящий, 1-Скользящий)	1
Количество интервалов (Скользящий): 1 – 60	10
Ширина интервала (Скользящий): 1 – 65535	1
Коэффициент чувствительности МЭД, (Р/ч)/(имп/с)	5.2e-007
Мертвое время, мкс	15
Коэффициент чувствительности, поток, фотон/имп	2.0
Мертвое время, Поток, мкс	15
Наработанное время, ч	83
Собственный фон, имп/с	0

2.4.5 Для выбора единиц измерения МЭД «Р/ч» необходимо кликнуть в верхнем правом углу кнопку «По умолчанию». В открывшемся окне выбрать строку «МЭД», нажать «ОК».

В разделе «Измерительная информация» проконтролировать подсветку измеряемой величины «МЭД» синим шрифтом.

2.4.6 Для выбора единиц измерения потока «квант/с» необходимо кликнуть в верхнем правом углу кнопку «По умолчанию». В открывшемся окне выбрать строку «Поток», нажать «ОК».

В разделе «Измерительная информация» проконтролировать подсветку измеряемой величины «Поток» синим шрифтом.

Убедиться, что результат измерений в верхнем левом углу программы «TETRA\_Checker» отображается с единицами измерения Р/ч или квант/с.

### 3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

#### 3.1 Общие указания

Техническое обслуживание проводится с целью обеспечения правильной и длительной работы устройств.

#### 3.2 Меры безопасности

3.2.1 Перед началом работы с устройствами необходимо ознакомиться с настоящим руководством по эксплуатации.

3.2.2 При эксплуатации устройств и проведении поверки необходимо выполнять требования СП2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной

безопасности (ОСПОРБ-99/2010)» и СП2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)».

3.2.3 Все подключения и отключения кабелей следует производить только при выключенном питании. При использовании устройств в составе информационно-измерительных систем допускается «горячее» подключение и отключение кабелей, т.е. без выключения устройств.

### **3.3 Порядок технического обслуживания**

3.3.1 Техническое обслуживание подразделяется на текущее техническое обслуживание и периодическое техническое обслуживание.

#### **3.3.2 Текущее техническое обслуживание**

3.3.2.1 Текущее техническое обслуживание производится, при регулярной эксплуатации устройств.

Текущее техническое обслуживание состоит в осмотре устройств для своевременного обнаружения и устранения факторов, которые могут повлиять на работоспособность и безопасность устройств.

3.3.2.2 Рекомендуются следующие основные виды и сроки проведения профилактических работ:

- визуальный осмотр ..... 1 раз в месяц;
- внешняя очистка (деактивация)..... 1 раз в год.

3.3.2.3 При визуальном осмотре определяется состояние кабелей, разъемов и надежность их крепления.

3.3.2.4 Внешняя чистка (деактивация) устройств проводится в соответствии с регламентом работ, действующем на предприятии:

- наружные поверхности устройств дезактивируются растворами 1) и 2) по 1.2.22.

После обработки поверхности ветошью, смоченной в дезактивирующем растворе, необходимо оттереть поверхности ветошью, смоченной в дистиллированной воде, а затем просушить фильтровальной бумагой;

- разъемы кабельных выводов дезактивируются раствором 3) по 1.2.22;

дополнительной обработки дистиллированной водой и просушки фильтровальной бумагой не требуется. Норма расхода раствора 3) – 10 мл на одну операцию.

Сухая чистка проводится с любой периодичностью.

При проведении дезактивации и сухой чистки устройства должны быть отключены от сети питания.

#### **3.3.3 Периодическое техническое обслуживание**

Периодическое техническое обслуживание заключается в периодической проверке.

## **4 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

### **4.1 Общие требования**

4.1.1 Поверку устройств проводят юридические лица или индивидуальные предприниматели, аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений. Требования к организации, порядку проведения поверки и форма представления результатов поверки определяются действующей нормативной базой.

4.1.2 Поверке подлежат все вновь выпускаемые, выходящие из ремонта и находящиеся в эксплуатации устройства.

Первичная поверка производится при выпуске вновь произведенных устройств и после их ремонта.

Периодическая поверка производится при эксплуатации устройств.  
Межповерочный интервал составляет один год.

#### 4.2 Операции и средства поверки

При проведении поверки должны выполняться операции и применяться средства, указанные в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Перечень операций поверки и средств, применяемых при ее проведении

Наименование операции	Номер пункта	Средства поверки и их нормативно-технические характеристики	Обязательность проведения операций при	
			первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	4.5.1	Визуально	Да	Да
2 Опробование	4.5.2		Да	Да
3 Определение основной относительной погрешности измерений МЭД гамма-излучения	4.5.3	Поверочная установка типа УПГ-П с источниками $^{137}\text{Cs}$ , обеспечивающая воспроизведение МЭД в пределах от $1 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^5$ мкР·ч $^{-1}$ . Рабочий эталон 2 разряда.	Да	Да
		ПЭВМ с комплектом технических средств, обеспечивающих работу по интерфейсу RS-485 или RS-422 и установленным программным обеспечением «TETRA_Checker».  Источник питания на напряжение $24_{-12}^{+12}$ В и ток не менее 100 мА  Барометр - диапазон измерения от 60 до 120 кПа, цена деления 1 кПа  Термометр - диапазон измерения от 0 до 30 °С, цена деления 0,1 °С Секундомер - диапазон измерения от 1 до 3600 с		
4 Оформление результатов поверки	4.6		Да	Да
Примечание - Допускается применять средства поверки и оборудование, по своим характеристикам не уступающие указанным в настоящей методике поверки.				

#### 4.3 Требования безопасности

При поверке выполняют требования безопасности, изложенные в 3.2 и в документации на применяемые средства поверки и оборудование.

#### 4.4 Условия проведения поверки и подготовка к ней

4.4.1 Поверка должна быть проведена при соблюдении нормальных условий:

- температура окружающего воздуха .....  $+(20 \pm 5)$  °С;
- относительная влажность воздуха..... от 30 до 80 %;
- атмосферное давление ..... от 86,0 до 106,7 кПа;

АЖАХ.418268.029РЭ

- уровень внешнего радиационного фона.....не более  $0,20 \text{ мкЗв}\cdot\text{ч}^{-1}$ .

4.4.2 Для проведения поверки следует разместить устройства в условиях, согласно 4.4.1 и выдержать в течение 4 ч.

#### 4.5 Проведение поверки

При поверке допускается использовать кабель технологический АЖАХ.685621.032 из комплекта принадлежностей вместо ввода кабельного АЖАХ.687111.001. После выполнения поверки следует установить уплотнительные кольца на сборку детекторную и обеспечить затяжку резьбового соединения при помощи ключей технологических АЖАХ.741371.002

##### 4.5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие комплектности устройства;
- отсутствие дефектов, влияющих на работу устройства;
- наличие эксплуатационной документации.

Результат внешнего осмотра считают положительным, если:

- устройство поступило в поверку в комплекте с паспортом АЖАХ.418268.029ПС;
- состав устройства соответствует указанному в разделе 3 АЖАХ.418268.029ПС;
- отсутствуют дефекты, влияющие на работу устройства.

##### 4.5.2 Опробование

При опробовании необходимо:

- включить устройство в соответствии с 2.2;
- подать питающее напряжение;
- запустить на ПЭВМ программное обеспечение «TETRA\_Checker» и убедиться в том,

что произошло считывание параметров устройства.

##### 4.5.2.1 Установите значение параметров устройства:

- «Алгоритм» - 1;
- «Количество интервалов» - 10;
- «Ширина интервала» - 10.

Нажмите F4 для перезапуска устройств.

Признаком работоспособности устройств является наличие значений измеряемой величины в соответствующем окне программного обеспечения «TETRA\_Checker».

##### 4.5.3 Определение основной относительной погрешности измерений МЭД гамма-излучений и потока гамма-квантов

##### 4.5.3.1 Определение основной относительной погрешности измерений МЭД гамма-излучения

Основную относительную погрешность измерения МЭД гамма-излучения определяют путем последовательного облучения сборки детекторной заданными значениями МЭД в диапазонах от  $1\cdot 10^2$  до  $5\cdot 10^2 \text{ мкР}\cdot\text{ч}^{-1}$  и от  $1,2\cdot 10^4$  до  $1,6\cdot 10^4 \text{ мкР}\cdot\text{ч}^{-1}$  и сравнения показаний с расчетными значениями.

Для проведения поверки необходимо:

1) установить сборку детекторную на поверочной установке таким образом, чтобы ось коллимированного пучка поверочной установки была перпендикулярна продольной оси сборки детекторной и проходила через кольцевую проточку на передней оконечности ее корпуса (центр детектора).

2) создать в месте расположения центра детектора, находящегося в точке пересечения продольной оси блока с плоскостью, проходящей через кольцевую проточку на корпусе сборки детекторной, МЭД гамма-излучения источника с радионуклидом  $^{137}\text{Cs}$  со значениями: в диапазоне от  $1\cdot 10^2$  до  $5\cdot 10^2 \text{ мкР}\cdot\text{ч}^{-1}$  и от  $1,2\cdot 10^4$  до  $1,6\cdot 10^4 \text{ мкР}\cdot\text{ч}^{-1}$ ;

АЖАХ.418268.029РЭ

3) определить МЭД в каждой поверяемой точке как среднее арифметическое из результатов пяти измерений, выполненных с экспозицией, равной 100 с.

4) рассчитать относительную погрешность измерений  $\delta_{\dot{X}_i}$ , в  $i$ -ой точке, в процентах, по формуле

$$\delta_{\dot{X}_i} = \frac{\dot{X}_i - \dot{X}_{0i}}{\dot{X}_{0i}} \cdot 100 \quad (4.1)$$

где -  $\dot{X}_{0i}$  – значение МЭД в  $i$ -ой точке, воспроизводимое поверочной установкой, мкР·ч<sup>-1</sup>;

$\dot{X}_i$  – результат измерений МЭД, в  $i$ -ой точке, мкР·ч<sup>-1</sup>.

Устройство признается годным, если при измерении МЭД максимальное из полученных значений  $\delta_{\dot{X}_i}$  не превышает значения, указанного в 1.2.4.

Если полученное значение  $\delta_{\dot{X}_i}$  в первой поверяемой точке превышает допустимый предел погрешности для устройства, проведите корректировку номинальной функции преобразования путем подбора коэффициента чувствительности  $K_{\dot{X}}$  в этой точке, при этом значение «мертвого времени»  $M$  берется из сведений о предыдущей поверке.

Если полученное значение  $\delta_{\dot{X}_i}$  во второй поверяемой точке превышает допустимый предел погрешности для устройства, проведите корректировку номинальной функции преобразования путем подбора «мертвого времени»  $M$  во второй поверяемой точке, при этом значение  $K_{\dot{X}}$  следует взять из свидетельства о предыдущей поверке (если значение  $K_{\dot{X}}$  не менялось) или полученное при настоящей поверке.

Запишите новые значения  $K_{\dot{X}}$  и  $M$  в память устройства, используя кнопку «ЗАПИСАТЬ ПАРАМЕТРЫ» в правой части окна «Параметры устройства» программы «TETRA\_Checker».

Если для достижения допустимых значений основной относительной погрешности, указанных в 1.2.4, требуется изменить  $K_{\dot{X}}$  более чем на  $\pm 50\%$  или  $M$  более чем в 10 раз, то результаты поверки признаются отрицательными и устройство признается непригодным для эксплуатации.

Примечание – Характерные значения:

- коэффициент чувствительности  $K_{\dot{X}} = 5,2 \cdot 10^{-7} \text{ с} \cdot \text{Р} \cdot \text{ч}^{-1}$ ,

- «мертвое время»  $M = 15 \text{ мкс}$ .

4.5.3.2 Определение основной относительной погрешности измерений потока гамма-квантов не проводится, так как коэффициент преобразования потока гамма-квантов в частоту следования импульсов находится в линейной зависимости от  $K_{\dot{X}}$ .

Выполнение требований по основной относительной погрешности измерения МЭД гамма-излучения гарантирует выполнение требований и по основной относительной погрешности измерения потока гамма-квантов.

Соответственно:

1) рассчитайте значение потока гамма-квантов  $\Phi_p$ , квант·с<sup>-1</sup>, по формуле

$$\Phi_p = \dot{X}_0 \cdot 4,18 \cdot 10^6, \quad (4.2)$$

где  $\dot{X}_0$  – значение МЭД, воспроизводимое поверочной установкой, Р·ч<sup>-1</sup>.

2) рассчитайте значение коэффициента чувствительности  $K_\Phi$ , с·(квант·с<sup>-1</sup>), по формуле

$$K_{\Phi} = K_{\chi} \cdot 4,18 \cdot 10^6 \quad (4.3)$$

Полученное расчетное значение  $K_{\Phi}$  запишите в раздел 5 АЖАХ.418268.029ПС.

#### **4.6 Оформление результатов поверки**

4.6.1 Положительные результаты поверки устройств оформляются в соответствии с ПР 50.2.006-94. Значения настроечных коэффициентов записываются в раздел 5 «Сведения о поверке» АЖАХ.418268.029ПС

4.6.2 При отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности устройств или делается соответствующая запись в технической документации и применение их не допускается.

### **5 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ**

5.1 Текущий ремонт устройств заключается в восстановлении поврежденных разъемов.

5.2 Узлы устройств в случае выхода из строя подлежат ремонту на предприятии-изготовителе.

### **6 ХРАНЕНИЕ**

6.1 Устройства до введения в эксплуатацию следует хранить в отапливаемом и вентилируемом помещении:

- в упаковке предприятия-изготовителя в условиях хранения 1(Л) по ГОСТ 15150-69 при температуре окружающего воздуха от +5 до +40 °С и относительной влажности воздуха до 80 % при 25 °С;

- без упаковки в условиях атмосферы типа I по ГОСТ 15150-69 при температуре окружающего воздуха от +10 до +35 °С и относительной влажности воздуха 80 % при 25 °С.

6.2 В помещении для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

Место хранения должно исключать попадание прямого солнечного света на устройства.

6.3 Распаковку устройств, находившегося при температуре ниже 0 °С, необходимо производить в отапливаемом помещении, предварительно выдержав при нормальных климатических условиях в течение 4 ч.

### **7 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ**

7.1 Устройства в упаковке предприятия-изготовителя могут транспортироваться всеми видами транспорта на любые расстояния:

- перевозка по железной дороге должна производиться в крытых чистых вагонах;
- при перевозке воздушным транспортом ящики с установками должны быть размещены в герметичном отапливаемом отсеке;
- при перевозке водным и морским транспортом ящики с установками должны быть размещены в трюме.

7.2 Размещение и крепление ящиков на транспортных средствах должны обеспечивать устойчивое положение при следовании в пути, отсутствие смещения и ударов друг о друга.

7.3 При погрузке и выгрузке должны соблюдаться требования надписей, указанных на транспортной таре.

7.4 Условия транспортирования:

- температура ..... от минус 50 до +50 °С.
- влажность ..... до 98 % при +35 °С.
- синусоидальные вибрации ..... в диапазоне частот от 10 до 55 Гц с амплитудой смещения не более 0,35 мм.

## 8 УТИЛИЗАЦИЯ

8.1 По истечении полного срока службы устройств (их составных частей), перед отправкой на ремонт или для проведения поверки необходимо провести обследование на наличие радиоактивного загрязнения поверхностей. Критерии для принятия решения о дезактивации и дальнейшем использовании изложены в разделе 3 ОСПОРБ-99/2010.

8.2 Дезактивацию следует проводить растворами в соответствии с 1.2.22 в тех случаях, когда уровень радиоактивного загрязнения поверхностей устройства (в том числе доступных для ремонта) может быть снижен до допустимых значений в соответствии с разделом 8 НРБ-99/2009, разделом 3 ОСПОРБ-99/2010.

8.3 В соответствии с разделом 3 СПОРО-2002 допускается в качестве критерия о дальнейшем использовании устройств, загрязненного неизвестными гамма-излучающими радионуклидами, использовать мощность поглощённой дозы у поверхностей (0,1 м).

8.4 В случае превышения мощности дозы в  $1 \text{ мкГр}\cdot\text{ч}^{-1}$  над фоном после дезактивации или превышения допустимых значений уровня радиоактивного загрязнения поверхностей к устройствам предъявляются требования как к радиоактивным отходам (РАО).

РАО подлежат классификации и обращению (утилизации) в соответствии с разделом 3 СПОРО-2002.

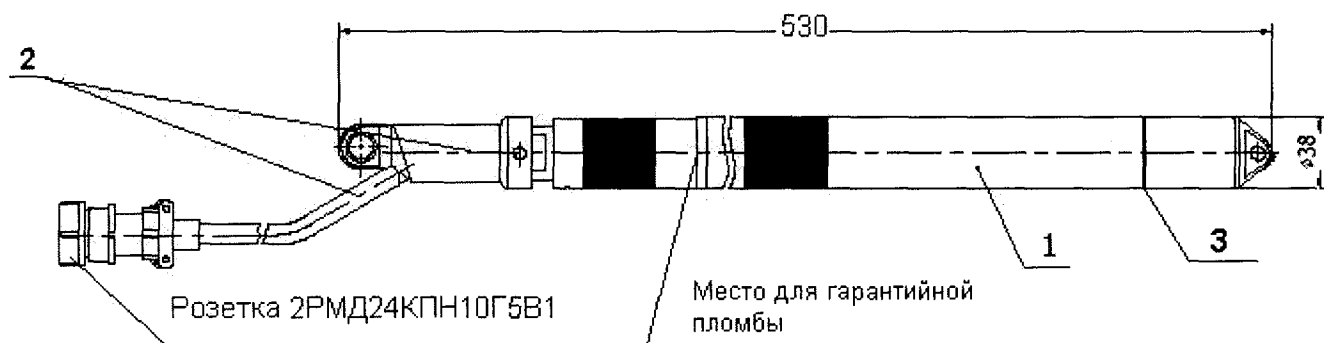
8.5 Устройства, допущенные к применению после дезактивации, подлежат ремонту или замене в случае выхода из строя. непригодные для дальнейшей эксплуатации устройства, уровень радиоактивного загрязнения поверхностей которых не превышает допустимых значений, должны быть демонтированы, чтобы исключить возможность их дальнейшего использования, и направлены на специально выделенные участки в места захоронения промышленных отходов.

Устройства с истекшим сроком службы, допущенные к использованию после дезактивации, подвергаются обследованию технического состояния. При удовлетворительном техническом состоянии устройства подлежат поверке и определению сроков дальнейшей эксплуатации.



ПРИЛОЖЕНИЕ А  
(обязательное)

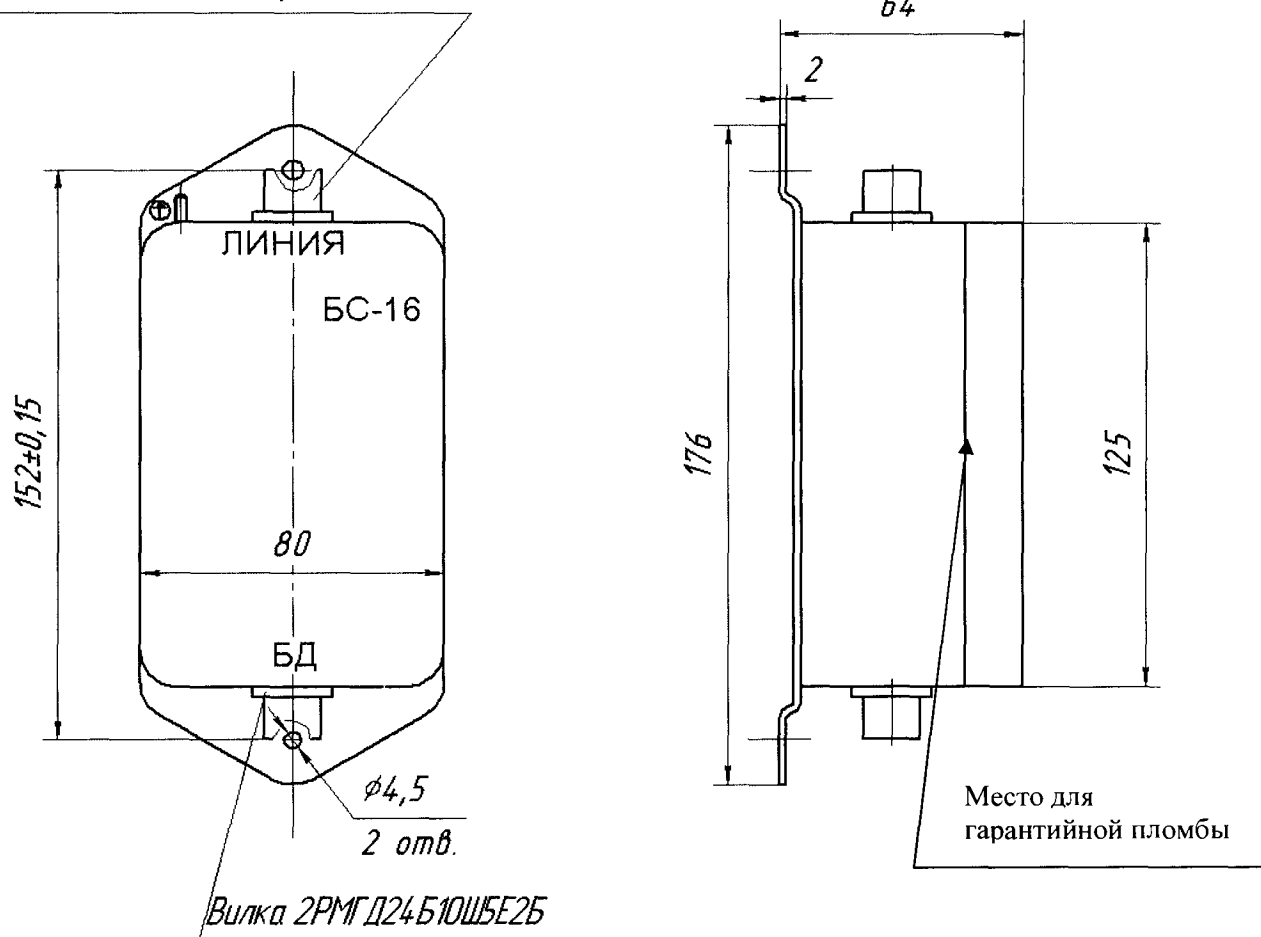
ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ



- 1 - Узел детектирования АЖАХ.418285.041
- 2 - Ввод кабельный с каротажным кабелем АЖАХ.687111.001
- 3 - Кольцевая проточка.

Рисунок А.1 – Габаритные и присоединительные размеры сборки детекторной БДКГ-100-07 АЖАХ.418268.027

Вилка ОНЦ-БС-1-10/14-В1-1-В



*Положение при установке на объекте - любое.*

*Материал корпуса - сплав АЛ-2*

*Покрытие корпуса - Ан.окс./эмаль МЛ-12*

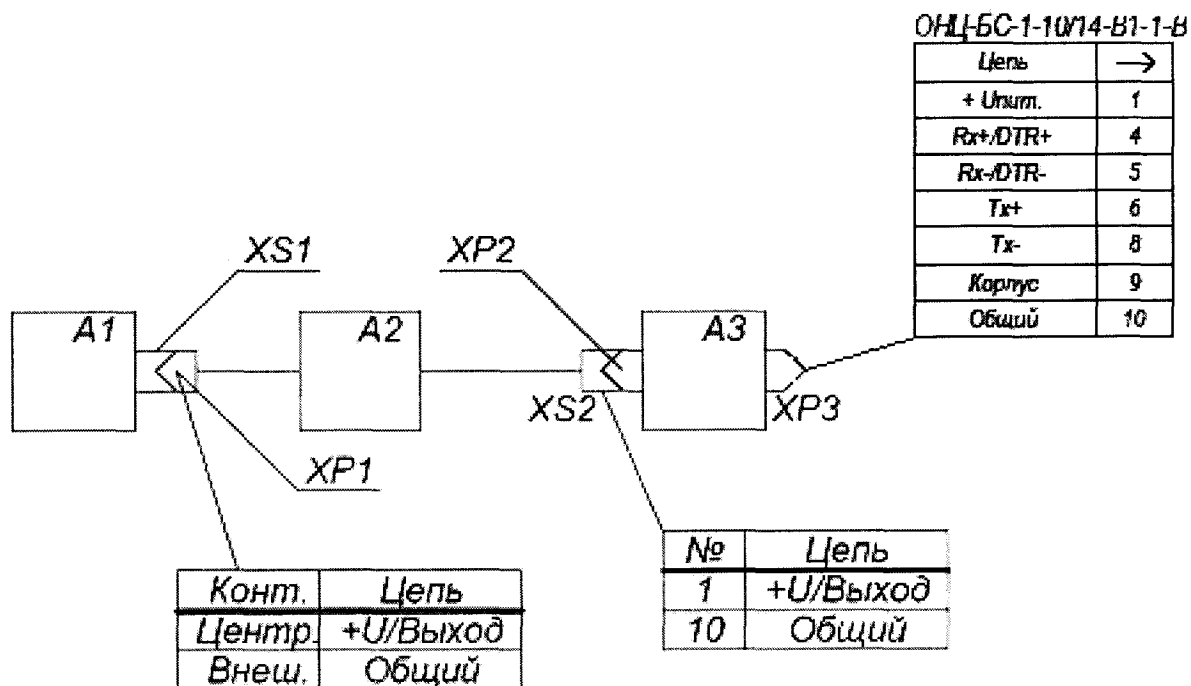
*Материал кронштейна - Ст10*

*Покрытие кронштейна - Ц12.хр./эмаль МЛ-12*

Рисунок А.2 – Габаритные и присоединительные размеры блока сопряжения БС-16ДД (БС-16ПД)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б  
(обязательное)

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ОБЩАЯ



Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
A1	Узел детектирования АЖАХ.418285.041	1	
A2	Ввод кабельный АЖАХ.687111.001	1	
A3	Блок сопряжения БС-16 АЖАХ.418292.008	1	
XS1	Розетка СРГ-50-11ФВ ВР0.364.014ТУ	1	
XS2	Розетка 2РМД24КПН10Г5В1 ГЕ0.364.140 ТУ	1	
XP1	Вилка СР-50-58ПВ ВР0.364.014ТУ	1	
XP2	Вилка 2РМГД24Б10Ш5Е2Б ГЕ0.364.140 ТУ	1	
XP3	Вилка ОНЦ-БС-1-10/14-В1-1-В ВР0.364.030 ТУ	1	

Приложение В  
(обязательное)

**НАЗНАЧЕНИЕ КОНТАКТОВ РАЗЪЕМА**

В.1 Параметры выходного сигнала устройств соответствуют требованиям интерфейса линии связи RS-422/RS-485.

Тип кабеля - с витыми парами категории не ниже 5 типа STP-4 с волновым сопротивлением  $130 \pm 20$  Ом.

В.2 Назначение контактов разъемов «ЛИНИЯ» блока сопряжения БС-16ДД (БС-16ПД) приведено в таблице В.1

Таблица В.1- Назначение контактов разъема «ЛИНИЯ» (вилка блочная ОНЦ-БС-1-10/14-В1-1-В)

Контакт	Наименование сигнала	Комментарий
1	+Уп	+(12,0 - 24,0) В
4	Прием +/(D+)	Интерфейс RS-422 / (RS-485)
5	Прием - (D-)	Интерфейс RS-422 / (RS-485)
6	Передача +	Интерфейс RS-422
8	Передача -	Интерфейс RS-422
9	Корпус	
10	Общий	

В.3 Назначение контактов разъемов «БД» блока сопряжения БС-16ДД (БС-16ПД) приведено в таблице В.2

Таблица В.2 - Назначение контактов разъема «БД» (вилка 2РМГД24Б10Ш5Е2Б)

Контакт	Наименование сигнала	Комментарий
1	+Уп/вых	Выходной сигнал совмещен с питанием
2	+Уп/вых	Выходной сигнал совмещен с питанием
9	Общий	Экран кабеля
10	Общий	Экран кабеля

Приложение Г  
(справочное)

Описание регистров обмена данными  
по протоколу DiBUS для БС-16

Таблица Г.1-Данные для записи и чтения в/из устройства

Индекс	Описание	R/W	Тип Название (номер)
0x00	Измеренное значение МЭД, мкЗв/ч <sup>1</sup>	R/-	L_Single (13)
0x01	Эффективность регистрации <sup>2</sup>	R/W	L_Single (13)
0x03	Пороговая уставка, мкЗв/ч <sup>3</sup>	R/W	L_Single (13)
0x00	Мертвое время, мкс <sup>4</sup>	R/W	BYTE (1)
0x02	Статус устройства <sup>5</sup> (см. ниже)	R/W	BYTE (1)
0x03	Сетевой адрес устройства <sup>6</sup>	-/W	BYTE (1)
<b>Регистры общего назначения</b>			
0x09	Комбинированная посылка «Мгновенное значение» (см. ниже)	R/-	BYTE(1)
0x0c	Дата и время корректировки значений параметров устройства	R/-	Long_DateTime(31)
0x0d	Дата и время сборки устройства	R/-	Long_DateTime(31)
0x0f	Комбинированная посылка: значение выбранной измеряемой величины (см. описание регистра «Выбор измеряемой величины») и статус устройства (см. ниже)	R/-	BYTE(1)
0x10	Результат измерения выбранной величины (см. описание регистра «Выбор измеряемой величины» )	R/-	Single (25)
0x13	Время измерения выбранной величины (см. описание регистра «Выбор измеряемой величины»)	R/-	DWORD (11)
0x14	Неопределенность значения выбранной величины (см. описание регистра «Выбор измеряемой величины»)	R/-	BYTE (1)
0x15	Выбор измеряемой величины <sup>7</sup> (см. ниже)	R/W	BYTE (1)
0x18	Статус устройства (см. ниже)	R/-	WORD (5)
0x19	Перезапуск измерений (см. ниже)	-/W	BYTE (1)
0x1c	Код устройства <sup>8</sup>	R/-	BYTE (1)
0x1d	Установка сетевого адреса устройства [1]	-/W	DiBUS_address (33)
0x1e	Версия ПО устройства	R/-	UNICODE(29)

<sup>1</sup> Устаревший регистр для работы с программой "Поверка" – рекомендуем использовать 0x10

<sup>2</sup> Устаревший регистр для работы с программой "Поверка" – рекомендуем использовать 0x7d (изменение информации производится для обоих регистров как 0x01 так и 0x7d)

<sup>3</sup> Устаревший регистр для работы с программой "Поверка" – рекомендуем использовать 0x71 (изменение информации производится для обоих регистров как 0x03 так и 0x71)

<sup>4</sup> Устаревший регистр для работы с программой "Поверка" – рекомендуем использовать 0x7f (изменение информации производится для обоих регистров как 0x00 так и 0x7f)

<sup>5</sup> Устаревший регистр для работы с программой "Поверка" – рекомендуем использовать 0x18

<sup>6</sup> Устаревший регистр для работы с программой "Поверка" – рекомендуем использовать 0x1d

<sup>7</sup> Допустимые значения регистра «Выбор измеряемой величины» для данного устройства 1, 2

<sup>8</sup> Задается предприятием изготовителем. Код данного устройства 32

Индекс	Описание	R/W	Тип Название (номер)
<b>Измеряемые величины</b>			
0x22	Измеряемая величина № 1: • МЭД, Р/ч	R/-	Single (25)
0x23	• Время измерения МЭД, с	R/-	DWORD (11)
0x24	• Неопределенность измерения МЭД, %	R/-	BYTE (1)
0x27	Измеряемая величина № 2: • Средняя скорость счета, имп/с	R/-	Single (25)
0x28	• Время измерения средней скорости счета, с	R/-	DWORD (11)
0x29	• Неопределенность измерения средней скорости счета, %	R/-	BYTE (1)
<b>Динамические параметры</b>			
0x71	Аварийная ПУ <sup>9</sup>	R/W	Single (25)
0x73	Предварительная ПУ	R/W	Single (25)
0x75	Нижняя ПУ	R/W	Single (25)
0x77	Алгоритм (0 – следящий, 1 – скользящий )	R/W	Single (25)
0x79	Количество интервалов (скользящий): 1-60	R/W	Single (25)
0x7b	Ширина интервала (скользящий), с:1-65535	R/W	Single (25)
0x7d	Коэффициент чувствительности, (Р/ч)/(имп/с)	R/W	Single (25)
0x7f	Мертвое время, мкс	R/W	Single (25)
0x81	К1	R/W	Single (25)
0x83	К2	R/W	Single (25)
0x85	К3	R/W	Single (25)
0x87	Наработанное время, час <sup>10</sup>	R/W	Single (25)
0x89	Собственный фон, Зв/ч	R/W	Single (25)

### Выбор измеряемой величины

Регистр 0x15 позволяет выбрать измеряемую величину по умолчанию. Значение измеряемой величины по умолчанию используется регистрами:

- «Мгновенное значение» - 0x09;
- «Комбинированная посылка: результат измерения выбранной величины» - 0x0f;
- «Результат измерения выбранной величины» - 0x10;
- «Время измерения выбранной величины» - 0x13;
- «Неопределенность измерения выбранной величины» - 0x14.

### Перезапуск измерений

Регистр 0x19 используется для перезапуска измерения по N-ой измеряемой величине (см. Таблица Г.1, раздел Измеряемая величина). Перечень значений, записываемых в данный регистр, представлен в таблице «Значения, записываемые в регистр 0x19».

<sup>9</sup> Размерность пороговых уставок соответствует размерности выбранной измеряемой величины по умолчанию.

<sup>10</sup> Модифицируется устройством во время работы

Таблица Г.2 - Значения, записываемые в регистр 0x19

Записываемое значение	Описание
0x00	Перезапуск измерения по выбранной измеряемой величине
Значение 1, 2	Перезапуск измерения по соответствующей измеряемой величине
0xff	Перезапуск всех измерений

**Статус (состояние прибора)  
Устаревший регистр**

Устаревший регистр (индекс 0x02, тип данных BYTE(1)), который может быть использован для определения состояния устройства. Коды возможных состояний и расшифровка приведены ниже.

Таблица Г.3- Коды состояний устройства в регистре с индексом 0x02 тип данных BYTE(1)

Код состояния	Расшифровка
00	Блок в порядке
01	Блок неисправен
08	Короткое замыкание

**Текущий регистр**

Регистр статуса (регистр с индексом 0x18), применяется для определения состояния устройства (Таблица Г.4). Нормальному состоянию устройства соответствует значение 0x0000.

B15	B14	B13	B12	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Рисунок Г.1- Регистр статуса 0x18

Таблица Г.4- Описание флагов регистра статуса 0x18

Флаг	Назначение
B0	1 – Короткое замыкание
B1	1 – БД неисправен (блок детектирования неисправен)
B2	Зарезервировано
B3	Зарезервировано
B4	1 – Сбой ЭНП (энергонезависимая память не работает)
B5	1 – Превышена АПУ (превышена аварийная пороговая уставка)
B6	1 – Превышена ППУ (превышена предварительная пороговая уставка)
B7	1 – Ниже НПУ (измеренное значение ниже нижней пороговой уставки)
B8	Зарезервировано
B9	1 – Устройство не готово
B10	1 – Параметры изменились
B11-B15	Зарезервировано

### Регистр «Мгновенное значение» выбранной измеряемой величины

Блок данных пакета состоит из набора байт. Структура блока данных представлена на рисунке Г.2.

Idx	InsMV	InsPSS	UniqSec
-----	-------	--------	---------

Рисунок Г.2 - Структура блока данных регистра  
«Мгновенное значение»

Обозначения:

Idx - индекс регистра = 0x09, 1 байт, тип данных BYTE(1);

InsMV – Результат измерения выбранной измеряемой величины, 4 байта, тип данных Single (25) (см. описание регистра «Выбор измеряемой величины»), рассчитанное по данным UniqSec-й секунды;

InsPSS – количество импульсов, полученное за UniqSec-ю секунду, 4 байта, тип данных Single (25);

UniqSec - идентификатор уникальности (меняется 1 раз в секунду), 4 байта, тип данных DWORD (11).

#### Примеры пакетов

Примечание	Пакет
Запрос результата измерения выбранной измеряемой величины	Заголовок: A 010101 06 19 0100 C Данные: 10 C
Ответ	Заголовок: 010101 A 07 19 0500 C Данные: 10 XXXX C
Запрос времени измерения выбранной измеряемой величины	Заголовок: A 010101 06 0B 0100 C Данные: 13 C
Ответ	Заголовок: 010101 A 07 0B 0500 C Данные: 13 XXXX C
Запрос значения неопределенности измерения выбранной измеряемой величины	Заголовок: A 010101 06 01 0100 C Данные: 14 C
Ответ	Заголовок: 010101 A 07 01 0200 C Данные: 14 X C

где А – 3 байта адреса устройства, Х – байты передаваемых значений, С – четыре байта контрольной суммы.



**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ «TETRA\_Checker».  
РУКОВОДСТВО ОПЕРАТОРА**

Содержание

Д.1	Назначение программы .....	25
Д.2	Описание интерфейса .....	26
	Д.2.1 Общий вид главного окна программы .....	26
	Д.2.1.1 Кнопка «Параметры» .....	27
	Д.2.1.2 Информационная панель .....	28
	Д.2.1.3 Панель «Измерительная информация» .....	28
	Д.2.1.4 Панель «Статус устройства» .....	29
	Д.2.1.5 Панель «Параметры устройства» .....	29
Д.3	Контроль идентификационных данных программного обеспечения «TETRA_Checker» .....	30

**Д.1 НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ**

Д.1.1 Программное обеспечение «TETRA\_Checker» (далее - программа) предназначено для настройки, градуировки и поверки устройств и блоков детектирования (далее – устройство).

Д.1.2 Программа позволяет:

- считывать и индцировать значения параметров устройства;
- записывать в устройство его сетевой адрес;
- записывать в устройство значения динамических параметров, номенклатура которых определяется самим устройством;
- выбирать в устройстве одну из нескольких измеряемых величин в качестве величины, запрашиваемой по умолчанию;
- индцировать на мониторе ПЭВМ информацию о работе устройства и результатах измерения;
- индцировать на мониторе ПЭВМ информацию статуса устройства.

Д.1.3 Программа не осуществляет преобразование или хранение результатов измерений, динамических и статических параметров устройства.

Д.1.4 При необходимости, в зависимости от типа поддерживаемого устройством интерфейса, между компьютером и устройством включается преобразователь интерфейса RS-232(USB)/RS-422(RS-485).

Д.1.5 Обязательными условиями использования программы являются:

- наличие у компьютера порта USB или COM-порта;
- поддержка устройством протокола обмена данными DiBUS;
- наличие у устройства одного из интерфейсов типа RS-232, RS-422, RS-485 или USB.

Д.1.6 Принцип действия программы:

Д.1.6.1 Программа в автоматическом режиме формирует программные запросы в соответствии с протоколом обмена данными DiBUS (корпоративный протокол НПП «Доза»). Запросы направляются в коммуникационный порт компьютера, поддерживающий интерфейс USB или RS-232, к которому подключено устройство.

Д.1.6.2 После передачи запроса в адрес устройства программа переходит в режим ожидания ответа от устройства.

Д.1.6.4 Данные, содержащиеся в информационных полях программы записываются в устройство путем формирования соответствующего программного запроса.

После записи данных в устройство программа автоматически формирует контрольный запрос переданных в устройство данных с целью проверки правильности выполненного запроса.

Д.1.6.5 Контроль правильности выполненного запроса осуществляется двумя способами:

1) на уровне интерфейса – контроль физической целостности принятой цифровой последовательности (контрольный код);

2) на уровне пользователя – сравнение записанных и считанных данных на дисплее компьютера.

Д.1.7. Программа должна использоваться на компьютере с операционной системой WindowsME/2000/XP.

Д.1.8. Программа поддерживает язык интерфейса Русский, Английский, Украинский.

Д.1.9. Входными данными программы являются данные введенные пользователем и данные, считанные из устройства.

Д.1.10. Выходными данными программы являются данные, считанные из устройства.

**ВНИМАНИЕ!** ВОЗМОЖНЫ СБОИ В РАБОТЕ ПРОГРАММЫ ПРИ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЕ С СЕТЕВЫМИ КЛИЕНТАМИ (ICQ клиенты, Skype, GTalk, Jabber и т.п.). В СЛУЧАЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СБОЕВ РЕКОМЕНДУЕТСЯ ЗАКРЫТЬ ВСЕ ВЫШЕ ПЕРЕЧИСЛЕННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ПЕРЕЗАПУСТИТЬ ПРОГРАММУ «TETRA\_Checker».

## **Д.2 ОПИСАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА**

### *Д.2.1 Общий вид главного окна программы*

Общий вид главного окна программы показан на рисунке Д.2.1. В главном окне программы расположены:

- кнопка «ПАРАМЕТРЫ...»;
- информационная панель;
- панель «Измерительная информация»;
- панель «Статус устройства»;
- панель «Параметры устройства»;

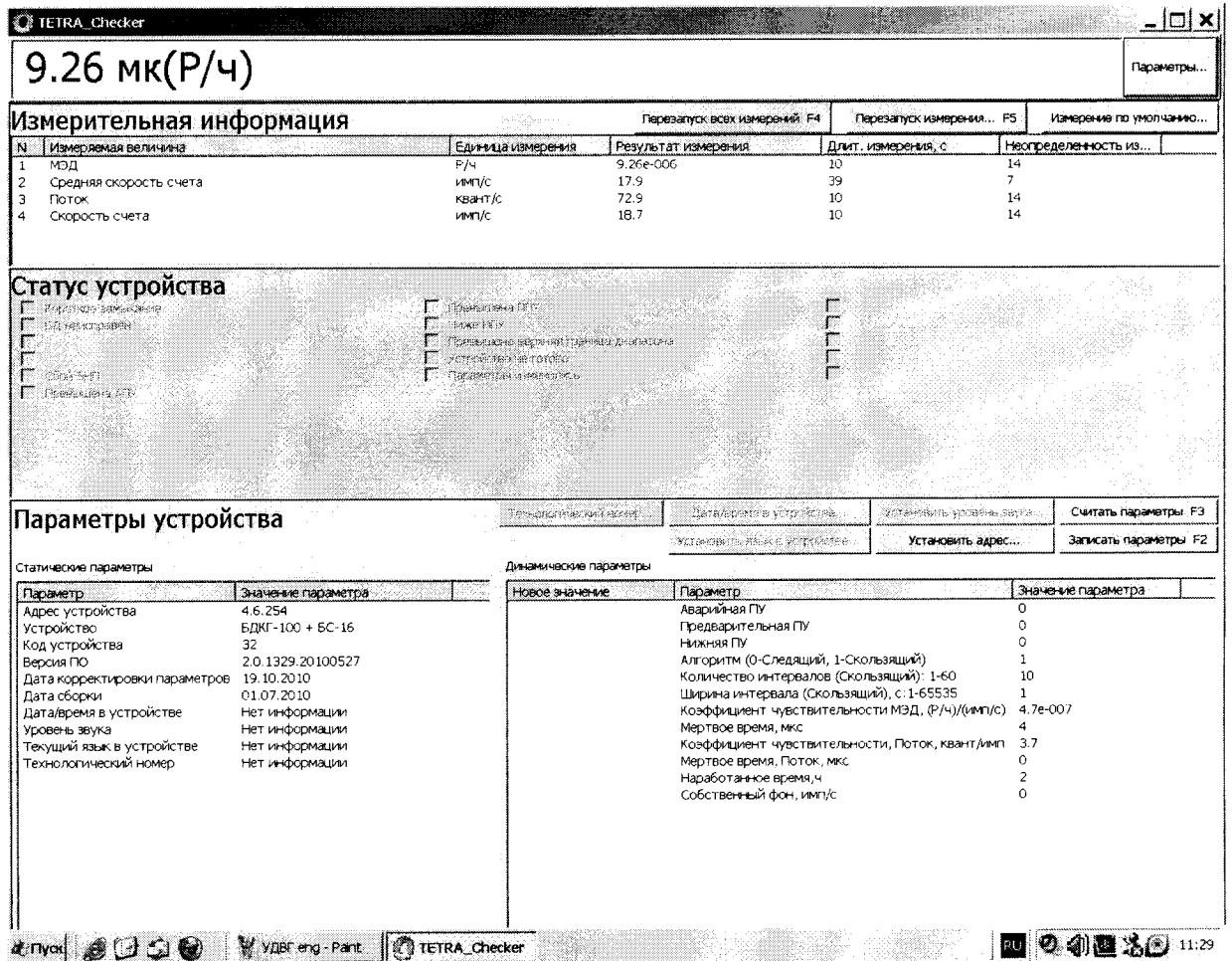


Рисунок Д.2.1 - Общий вид главного окна программы

#### Д.2.1.1 Кнопка «ПАРАМЕТРЫ...»

Кнопка «ПАРАМЕТРЫ...» расположена в правом верхнем углу главного окна программы. При нажатии на кнопку «ПАРАМЕТРЫ...» возникает окно, показанное на рисунке Д.2.2.

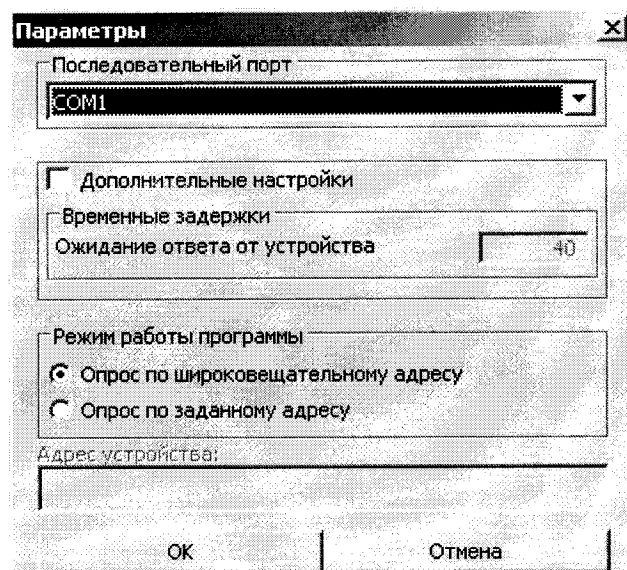


Рисунок Д.2.2 - Общий вид окна «ПАРАМЕТРЫ...»

В окне «ПАРАМЕТРЫ...» возможны следующие действия:

- выбор последовательного порта, к которому подключено устройство;
- установка дополнительного времени ожидания ответа от устройства, которое может потребоваться в случаях наличия в информационном канале (между устройством и ПЭВМ) дополнительных устройств - радиомодемов, конверторов протоколов, и т.д.;
- выбор режима работы программы с устройством; работа с отдельным устройством ведется в режиме опроса по широковещательному адресу, т.е. без указания сетевого адреса подключенного устройства; работа с опросом по заданному адресу необходима в случае необходимости выбора одного устройства из состава функционирующей системы, установки.

#### *Д.2.1.2 Информационная панель*

Информационная панель расположена в верхней части окна программы левее кнопки «ПАРАМЕТРЫ...»

На информационной панели индицируются:

- в процессе подготовки устройства к проведению измерений – транспаранты-сообщения о прохождении процесса подготовки устройства к выходу на рабочий режим;
- в процессе измерений - результат измерения величины «по умолчанию»;
- в случае нарушения обмена устройства с ПЭВМ - информация о сбоях в работе.

В различных случаях нарушения обмена устройства с ПЭВМ на информационной панели могут отображаться следующие сообщения:

- «Ошибка работы с СОМ-портом» - возможно, выбран несуществующий порт, либо порт занят другой программой, возможные действия – выбрать верный порт, либо освободить порт закрытием одной из программ;
- «Нет ответа» - сообщение возникает, если устройство не подключено, либо на согласующем устройстве (преобразователь RS-232 в RS-485/RS-422) выбран неверный режим преобразования;
- «Ошибка чтения» - возможно, в режиме опроса по широковещательному адресу отвечают несколько устройств одновременно, необходимо переключиться в режим опроса по конкретному сетевому адресу устройства, либо, работая в режиме опроса по широковещательному адресу, отключить от информационной магистрали все устройства за исключением необходимого.

#### *Д.2.1.3 Панель «Измерительная информация»*

На панели «Измерительной информации» обычно индицируются несколько строк, каждая из которых содержит:

- наименование измеряемой величины;
- единицы измерения измеряемой величины;
- текущий результат измерения;
- длительность измерения;
- погрешность (неопределенность) результата измерения.

В верхней части панели расположены следующие кнопки:

- «ИЗМЕРЕНИЕ ПО УМОЛЧАНИЮ» - для выбора в устройстве измеряемой величины по умолчанию. Результат измерения выбранной величины будет индицироваться на информационной панели. На панели «Измерительная информация» соответствующая строка будет выделена цветом;
- «ПЕРЕЗАПУСК ИЗМЕРЕНИЯ...F5» - для начала нового цикла измерения определенной измеряемой величины;
- «ПЕРЕЗАПУСК ВСЕХ ИЗМЕРЕНИЙ...F4» - для начала новых циклов измерений всех измеряемых величин.

#### Д.2.1.4 Панель «Статус устройства»

На панели «Статус устройства» отображается информация о текущем состоянии устройства и другая информация, определяемая типом подключенного устройства:

- готовность устройства к проведению измерений;
- наличие различных сбоев в работе устройства;
- результаты сравнения измеряемой величины с заданными пороговыми уставками и

т.п.

#### Д.2.1.5 Панель «Параметры устройства»

Д.2.1.5.1 На панели «Параметры устройства» отображается информация о статических, не участвующих в процессе измерения, параметрах, и динамических параметрах, определяющих измерительные свойства устройства, и обобщенная информация о его работе.

##### Д.2.1.5.2 Статические параметры:

- адрес устройства;
- код устройства;
- наименование устройства;
- версия программного обеспечения;
- дата корректировки параметров;
- дата изготовления;
- уровень звука в устройстве;
- текущий язык в устройстве.

Параметр «Дата корректировки параметров» - величина переменная, она изменяется автоматически при нажатии кнопки «ЗАПИСАТЬ ПАРАМЕТРЫ».

Параметр «Адрес устройства» отображает сетевой адрес устройства.

##### Д.2.1.5.3 Динамические параметры

У каждого устройства свой набор динамических параметров. Часть параметров может принимать значения 0 или 1. Часть параметров может принимать численные значения в виде десятичных дробей с множителями, например, 2.3e-003 (0,0023). Часть параметров доступна только для чтения, например, параметр «Наработка».

Корректировка параметров осуществляется следующим образом:

- кликнуть дважды в строке корректируемого параметра;
- в столбце «Новое значение» ввести новое значение параметра;
- нажать кнопку «ENTER», либо кликнуть в какую-либо иную строку;
- при необходимости, откорректировать другие параметры;
- нажать кнопку «ЗАПИСАТЬ ПАРАМЕТРЫ...F2»;
- проконтролировать правильность записи параметров - записанные параметры через некоторое время будут отображены в столбце «Текущее значение».

**ВНИМАНИЕ!** В КАЧЕСТВЕ СИМВОЛА РАЗДЕЛИТЕЛЯ ЦЕЛОЙ И ДРОБНОЙ ЧАСТЕЙ ЧИСЛА ОБЫЧНО ИСПОЛЬЗУЕТСЯ "." (ТОЧКА). ОДНАКО ВАША ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОЖЕТ БЫТЬ НАСТРОЕНА НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИМВОЛА "," (ЗАПЯТАЯ). БУДЬТЕ ВНИМАТЕЛЬНЫ ПРИ ВВОДЕ ЧИСЕЛ.

Диапазон значений параметров приведен в эксплуатационной документации каждого конкретного устройства.

##### Д.2.1.5.4 Кнопки панели «Параметры устройства»

В верхней части панели «Параметры устройства» расположены следующие кнопки:

- «ДАТА/ВРЕМЯ В УСТРОЙСТВЕ» - кнопка активна для устройств, имеющих (либо эмулирующих) внутренние часы;
- «УСТАНОВИТЬ ЯЗЫК В УСТРОЙСТВЕ» - кнопка активна для устройств, в которых реализована многоязыковая поддержка, позволяет установить текущий язык в устройстве;

АЖАХ.418268.029РЭ

- «УСТАНОВИТЬ УРОВЕНЬ ЗВУКА» - кнопка активна для устройств, имеющих регулируемые средства звуковой сигнализации, позволяет установить необходимую громкость звучания и, при необходимости, проконтролировать ее;

- «УСТАНОВИТЬ АДРЕС» - в режиме работы по широковещательному адресу позволяет установить сетевой адрес устройства, для установки адреса необходимо нажать кнопку «Установить адрес» и в открывшемся окне ввести новый адрес - три группы цифр по три цифры в каждой группе, разделенных точкой. Диапазон значений в каждой группе - от 002 до 254. Кликнуть «Ок». Новый адрес будет записан в энергонезависимую память устройства. При этом параметру «дата корректировки параметров» автоматически присваивается значение текущей даты;

- «СЧИТАТЬ ПАРАМЕТРЫ...F3» - по нажатию кнопки «F3» происходит обновление значений параметров на панели «Параметры устройства»;

- «ЗАПИСАТЬ ПАРАМЕТРЫ...F2» - по нажатию кнопки «F2» происходит запись в устройство новых значений динамических параметров. При этом параметру «Дата корректировки параметров» автоматически присваивается значение текущей даты.

### **Д.3 КОНТРОЛЬ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ ДАННЫХ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ «TETRA\_Checker».**

#### **Д.3.1 Запуск программы идентификации**

Для получения цифровых идентификационных данных программы «TETRA\_Checker» используется алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО путем применения программного модуля MD5.exe с помощью программы Far.exe, предустановленной в папке C:\Program Files\.

Для запуска программы получения цифровых идентификационных данных:

- 1) Войти в папку C:\Program Files\
- 2) Запустить файл Far.exe
- 3) Перейти в папку: C:\Program Files\TETRA Software\TETRA\_Checker 2.14\
- 4) Нажать CTRL+O
- 5) Ввести команду: MD5.exe TETRA\_Checker.exe.

Командная строка должна принять вид:

Far Manager, Version 2.0 (build 1807) x86

Copyright © 1996-2000 Eugene Roshal, Copyright © 2000-2011 Far Group

C:\Program Files\TETRA Software\TETRA\_Checker 2.14>md5.exe TETRA\_Checker.exe

- 6) Нажать Enter

Появится код внешней проверки (5309B50F593D2BAFDF59ACA543F42CD7), т.е. программная строка должна принять вид Far Manager, Version 2.0 (build 1807) x86

Copyright © 1996-2000 Eugene Roshal, Copyright © 2000-2011 Far Group

C:\Program Files\TETRA Software\TETRA\_Checker 2.14>md5.exe TETRA\_Checker.exe

5309B50F593D2BAFDF59ACA543F42CD7 TETRA\_Checker.exe

C:\Program Files\TETRA Software\TETRA\_Checker 2.14>

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(справочное)

### ИЗМЕРЕНИЕ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ ЖИДКОСТЕЙ МЕТОДОМ ПОГРУЖЕНИЯ СБОРКИ ДЕТЕКТОРНОЙ В ИССЛЕДУЕМУЮ СРЕДУ

Е.1 МЭД, создаваемая в месте расположения сборки детекторной, погруженной в бесконечную среду, в соответствии с указаниями таблицы 6.1. [1] рассчитывается по формуле

$$P = K \cdot 4\pi \cdot K_{\Gamma} \cdot A_V / \mu, \quad (\text{Д.1})$$

где  $P$  - МЭД, создаваемая в месте расположения сборки детекторной, погруженной в бесконечную среду,  $\text{Р}\cdot\text{ч}^{-1}$ ;

$K$  - коэффициент относительной чувствительности к излучению измеряемого изотопа;

$K_{\Gamma}$  - гамма постоянная,  $(\text{Р}\cdot\text{см}^2)/(\text{ч}\cdot\text{мКи})$ ;

$A_V$  - объемная активность среды,  $\text{мКи}/\text{см}^3$ ;

$\mu$  - линейный коэффициент поглощения среды,  $\text{см}^{-1}$ .

Е.2 Коэффициент относительной чувствительности к излучению измеряемого изотопа  $K$  определяется опытным путем (либо) по формуле

$$K = \frac{(A_1 \cdot K_{\Gamma 1}) / P_1}{(A_0 \cdot K_{\Gamma 0}) / P_0} \quad (\text{Д.2})$$

где  $A_0$  - активность источника с изотопом  $^{137}\text{Cs}$ , Бк;

$A_1$  - активность источника с интересующим нас изотопом, Бк;

$P_0$  - показания от источника с изотопом  $^{137}\text{Cs}$  за вычетом фона,  $\text{Р}\cdot\text{ч}^{-1}$ ;

$P_1$  - показания от источника с интересующим нас изотопом за вычетом фона,  $\text{Р}\cdot\text{ч}^{-1}$ .

$K_{\Gamma 0}$  - гамма постоянная для изотопа  $^{137}\text{Cs}$ ,  $(\text{Р}\cdot\text{см}^2)/(\text{ч}\cdot\text{мКи})$ ;

$K_{\Gamma 1}$  - гамма постоянная для интересующего нас изотопа,  $(\text{Р}\cdot\text{см}^2)/(\text{ч}\cdot\text{мКи})$ ;

В одинаковой геометрии определяются показания (за вычетом фона) от двух источников, имеющих одинаковые геометрические размеры. Один источник с изотопом  $^{137}\text{Cs}$ , по которому проводится настройка устройства. Второй источник с интересующим нас изотопом. Активность обоих источников должна быть известна.

Наиболее удобным представляется использование источников типа ОСГИ. Однако, поскольку источника ОСГИ с изотопом  $^{40}\text{K}$  в нашем распоряжении не было, были изготовлены специальные насыпные источники в полиэтиленовых пакетиках размером  $50 \times 70 \times 10$  мм из наполнителя, предназначенного для приготовления насыпных спектрометрических источников:

$$A_0 (^{137}\text{Cs}) = 1366 \text{ Бк.}$$

$$A_1 (^{40}\text{K}) = 412 \text{ Бк.}$$

$P_0$  - показания от  $^{137}\text{Cs}$  за вычетом фона составили  $8,88 \text{ мкР}\cdot\text{ч}^{-1}$ .

$P_1$  - показания от  $^{40}\text{K}$  за вычетом фона составили  $0,467 \text{ мкР}\cdot\text{ч}^{-1}$ .

$$K_{\Gamma 1} = 0,774 (\text{Р}\cdot\text{см}^2)/(\text{ч}\cdot\text{мКи});$$

$$K_{\Gamma 0} = 3,24 (\text{Р}\cdot\text{см}^2)/(\text{ч}\cdot\text{мКи});$$

Тогда  $K$  для  $^{40}\text{K}$ , рассчитанный по формуле (Д.2), составил:

$$K = \frac{(A_1 \cdot Kr_1) / P_1}{(A_0 \cdot Kr_0) / P_0} = \frac{(412 \cdot 0,744) / 0,467}{(1366 \cdot 3,24) / 8,88} = \frac{682,8}{498,4} = 1,37$$

Е.3 Рассчитаем прибавку показаний устройства при повышении объемной активности  $^{40}\text{K}$  на  $1\ 000\ 000\ \text{Бк/м}^3$

$$1\ \text{МБк/м}^3 = 27,027 \cdot 10^{-3}\ \text{мКи/м}^3 = 27,027 \cdot 10^{-9}\ \text{мКи/см}^3$$

Тогда:

$$P = K \cdot 4\pi K_2 A v / \mu = 1,37 \cdot 12,56 \cdot 0,774 \cdot 27,027 \cdot 10^{-9} / 0,0584 = 6208 \cdot 10^{-9}\ \text{P/ч} = 6,208\ \text{мкР} \cdot \text{ч}^{-1}$$

Таким образом расчетное значение чувствительности к объемной активности  $^{40}\text{K}$ ,  $Wv_{\text{расч}}$ , составляет  $6,208\ \text{мкР} \cdot \text{ч}^{-1}$  на  $1\ \text{МБк/м}^3$

#### Е.4 Экспериментальная проверка

Сборка детекторная была погружена в бочку 200 л, заполненную водой таким образом, что центр ее чувствительной области оказался в центре бочки.

Измеренное значение фона составило  $4,34\ \text{мкР} \cdot \text{ч}^{-1}$ .

В бочке 200 л было растворено 2,2 кг KCl 96,1 % (удельная активность 16000 Бк/кг).

Объемная активность составила:

$$Av = 2,2 \cdot 0,961 \cdot 16000 / 0,2 = 169136\ \text{Бк/м}^3 = 0,169\ \text{МБк/м}^3$$

В соответствии с указаниями таблицы 6.1 [1] был определен поправочный коэффициент  $Kv$ , учитывающий ограниченные размеры бочки. Высота 0,84 м, радиус 0,28 м.

Получено значение 0,707.

После умножения этого коэффициента на объемную активность растворенного KCl получаем:

$$Av_{\text{поправл}} = Av \cdot Kv = 0,169 \cdot 0,707 = 0,119\ \text{Бк/м}^3$$

Измеренное значение показаний устройства составило  $5,11\ \text{мкР} \cdot \text{ч}^{-1}$ .

Добавка к показаниям,  $\Delta P = 0,77\ \text{мкР} \cdot \text{ч}^{-1}$

Фактическая чувствительность  $Wv_{\text{факт}}$ :

$$\Delta P / Av = 0,77 / 0,119 = 6,47\ \text{мкР} \cdot \text{ч}^{-1}\ \text{на}\ 1\ \text{МБк/м}^3$$

Таким образом, погрешность предложенного метода,  $\Delta$ , составила:

$$\Delta = (Wv_{\text{факт}} - Wv_{\text{расч}}) / Wv_{\text{расч}} = (6,47 - 6,21) / 6,21 = 0,042$$

Т.е. менее 5 %.

В бочке 200 л было растворено еще 1,9 кг KCl (96,1 %) (удельная активность 16000 Бк/кг). Объемная активность составила:

$$Av = 4,1 \cdot 0,961 \cdot 16000 / 0,2 = 315208\ \text{Бк/м}^3 = 0,315\ \text{МБк/м}^3$$

$$Av_{\text{поправл}} = Av \cdot Kv = 0,315 \cdot 0,707 = 0,222\ \text{Бк/м}^3$$

Измеренное значение показаний устройства составило  $5,74\ \text{мкР} \cdot \text{ч}^{-1}$

Добавка к показаниям,  $\Delta P = 1,4\ \text{мкР} \cdot \text{ч}^{-1}$

Фактическая чувствительность,  $Wv_{\text{факт}}$ :

$$\Delta P / Av = 1,4 / 0,222 = 6,31\ \text{мкР/ч}\ \text{на}\ 1\ \text{МБк/м}^3$$

Таким образом, погрешность предложенного метода,  $\Delta$ , составила:

АЖАХ.418268.029РЭ



$$\Delta = (Wv_{\text{факт}} - Wv_{\text{расч}}) / Wv_{\text{расч}} = (6,31 - 6,21) / 6,21 = 0,016$$

т.е. менее 5 %.

Е.5 Расчет чувствительности устройства.

Рассчитаем прибавку показаний устройства при повышении объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  на  $1\,000\,000\text{ Бк/м}^3$  исходя из того, что  $1\text{ МБк/м}^3 = 27,027 \cdot 10^{-3}\text{ мКи/м}^3 = 27,027 \cdot 10^{-9}\text{ мКи/см}^2$

Тогда:

$$P = K \cdot 4\pi K_2 A v / \mu = 1,00 \cdot 12,56 \cdot 3,24 \cdot 27,027 \cdot 10^{-9} / 0,0857 = 12834 \cdot 10^{-9} P / \text{ч} = 12,83\text{ мкР} \cdot \text{ч}^{-1}$$

Таким образом, расчетное значение чувствительности к объемной активности  $^{137}\text{Cs}$ ,  $Wv_{\text{расч}}$ , составляет  $12,83\text{ мкР} \cdot \text{ч}^{-1}$  на  $1\text{ МБк/м}^3$

Е.6 Исходя из того, что при погружении сборки детекторной в воду ожидаемое значение фона равно  $4\text{ мкР} \cdot \text{ч}^{-1}$ , полагаем минимально обнаруживаемое приращение показаний равным  $0,4\text{ мкР} \cdot \text{ч}^{-1}$ .

Тогда минимальная обнаруживаемая активность  $^{137}\text{Cs}$ ,  $Av_{\text{min}}$ , равна:

$$Av_{\text{min}} = \Delta P_{\text{min}} / Wv_{\text{расч}} = 0,4 / 12,83 = 0,031\text{ МБк/м}^3 = 31000\text{ Бк/м}^3$$

[1] **Справочник по радиационной безопасности. В.Ф. Козлов**