

**Радиометрический канал для измерения  
объемной активности трития РК-01**  
Руководство по эксплуатации  
А0404-ЛЗ РЭ

---

## Содержание

1	Описание и работа.....	3
1.1	Описание и работа РК-01.....	3
1.2	Устройство и работа составных частей РК-01.....	6
2	Использование по назначению.....	9
2.1	Эксплуатационные ограничения.....	9
2.2	Подготовка к использованию.....	9
2.3	Использование РК-01.....	9
3	Правила хранения.....	19
4	Правила транспортирования.....	19

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для изучения принципа работы, правильной эксплуатации и технического обслуживания радиометрического канала для измерения объемной активности (ОА) трития РК-01.

РЭ содержит описание устройства и принципа действия РК-01, технические характеристики и другие сведения, необходимые для обеспечения полного использования технических возможностей прибора.

РЭ распространяется на модификации РК-01 с учетом специфических отличий. Разработчик оставляет за собой право дополнять и корректировать РЭ в процессе дальнейшей модернизации прибора.

## 1 Описание и работа

### 1.1 Описание и работа РК-01

#### 1.1.1 Назначение

1.1.1.1 РК-01 является автоматизированным прибором, предназначенным для измерения объемной активности трития в воздухе рабочей зоны и вентиляционных воздуховодах технологических установок.

1.1.1.2 Область применения РК-01 – распределенные измерительные системы автоматического контроля дозиметрической обстановки, хроматографы.

##### 1.1.1.3 Условия эксплуатации РК-01:

- диапазон рабочих температур окружающего воздуха от 10°C до 35°C;
- атмосферное давление от 84 до 107 кПа (от 630 до 800 мм.рт.ст.);
- максимальное значение относительной влажности воздуха до 80% при температуре до плюс 35°C;
- электропитание от промышленной сети переменного тока напряжением  $(220^{+22}_{-33})$  В;
- частота однофазной сети  $(50 \pm 1)$  Гц.

#### 1.1.2 Технические характеристики

1.1.2.1 Диапазоны измерения объемной активности трития определяются объемами используемых ионизационных камер (ИК).

Объемы используемых ионизационных камер и диапазоны измерения ОА приведены в таблице 1.

Таблица 1 – объемы используемых ИК и диапазоны измерения ОА.

Объем камеры (л)	ОА (Бк/м³)
10	$3,7 \cdot 10^5 - 5 \cdot 10^{10}$
1	$3,7 \cdot 10^6 - 5 \cdot 10^{11}$
0,005	$1 \cdot 10^9 - 5 \cdot 10^{11}$

1.1.2.2 Предел допускаемой относительной основной погрешности РК-01 при измерении объемной активности трития не более  $\pm 25\%$  ( $P=0,95$ ) а при поверке по гамма излучению нуклида  $^{60}\text{Co}$  не более  $\pm 20\%$  ( $P=0,95$ ).

1.1.2.3 Электрическое сопротивление изоляции между корпусами и общей цепью блоков, входящих в состав РК-01, не менее 20Мом. Электрическая прочность изоляции не менее 1500В переменного тока частотой 50Гц.

1.1.2.4 Уровень собственного фона не более  $2 \cdot 10^{-4} \%$  от максимального значения.

1.1.2.5 РК-01 выдерживает кратковременное, в течение 5 с, воздействие ионизирующего излучения при объемной активности нуклидов в газе, превышающей в 2 раза максимальное значение рабочего диапазона измерения в соответствии с таблицей 1.

Инв. N подп.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата	<div style="text-align: center;"> <h1 style="margin: 0;">А0404-ЛЗ РЭ</h1> </div>				Лист
									3
Изм.	Лист	N докум	Подп.	Дата					

- $\pm 5\%$  на  $10^{\circ}\text{C}$  при изменении температуры в месте установки электрометрического усилителя от  $10^{\circ}\text{C}$  до  $35^{\circ}\text{C}$ ;
- $\pm 5\%$  при воздействии относительной влажности воздуха  $80\%$  при температуре до  $35^{\circ}\text{C}$ ;
- $\pm 5\%$  при изменении напряжения питания от 187 до 242В;
- $\pm 2\%$  при воздействии переменного магнитного поля напряженностью до 400А/м в месте установки электрометрического усилителя.

1.1.2.8 Мощность, потребляемая от промышленной сети переменного тока, не превышает 15 ВА.

- блок РК-01 – не более 5 кг
- ионизационная камера – зависит от объема, но не более 5 кг.

- блок РК-01 - 300×200×120 мм
- ионизационная камера – зависит от объема но не более диаметр 500 мм, длина 600 мм.

1.1.2.12 Время непрерывной работы РК-01 не менее 1 недели.

1.1.2.13 Средний срок службы 10 лет.

### 1.1.3 Состав изделия

РК-01 разработан на базе электрометрического усилителя ЭМУ-2 с переключением диапазонов, подключенного к ионизационной камере, и высоконадежной аппаратуры для промышленной автоматизации - модулях аналогового и дискретного ввода/вывода серии I-7000 (фирма ICP DAS). Модули подключаются к стандартному последовательному порту RS-232 управляющего компьютера через преобразователь интерфейса RS-232/RS-485 типа I-7520. Модули серии I-7000 имеют Сертификат Соответствия РФ № РОСС RU.ME67.B00808. Питание модулей осуществляется от блока с выходным напряжением +24 В. Питание ионизационной камеры подается от блока высоковольтного питания. Усилитель, измерительные модули и блоки питания расположены в корпусе блока РК-01.

Программное обеспечение, устанавливаемое на управляющем компьютере (компьютер класса не ниже Pentium-2 с объемом оперативной памяти не менее 128 Мб и операционной системой Windows 98/2000/XP).

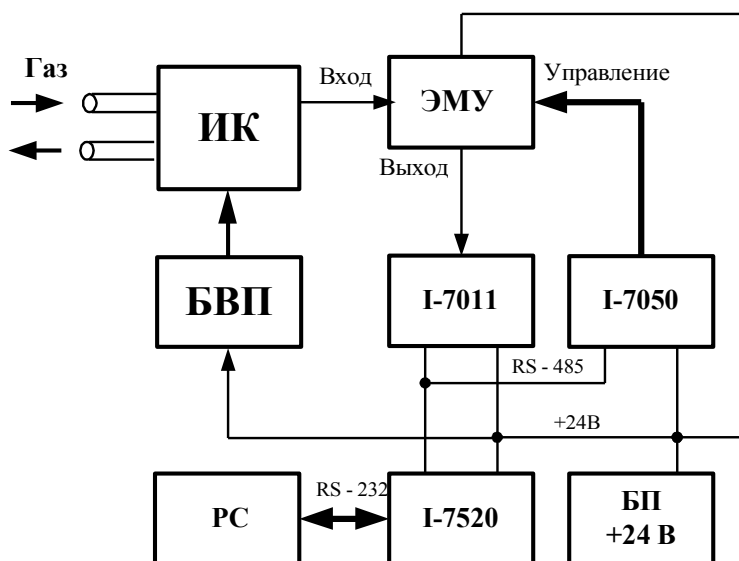
В комплект РК-01 также входят соединительные жгуты.

#### 1.1.4 Устройство и работа РК-01

Блок-схема измерительного канала приведена на рисунке 1. ОА анализируемого газа измеряется с помощью ионизационной камеры. Камера выполнена из нержавеющей стали с полированной внутренней поверхностью - для уменьшения сорбции трития. Камера отделена от кожуха полиэтиленовым чехлом. Рабочие объемы ионизационных камер разных исполнений приведены в таблице 1. В работе могут использоваться ионизационные камеры как "прокачного", так и диффузионного типа. В камерах диффузионного типа поступление в рабочий объем детектора радиоактивных нуклидов газа осуществляется через отверстия в камере и кожухе, за счет диффузии и конвекции потоков воздуха. В камерах прокачного типа, контролируемый воздух вводится внутрь

					<b>А0404-ЛЗ РЭ</b>	Лист
Изм.	Лист	N	докум.	Подп.		Дата

камеры с помощью внешнего воздухо-прокачивающего устройства, подключаемого к штуцерам камеры.



ИК – ионизационная камера  
 ЭМУ – электрометрический усилитель ЭМУ-2  
 БВП – блок высоковольтного питания  
 PC – персональный компьютер  
 БП +24В – блок питания +24В  
 I-7520 – преобразователь интерфейса RS232/RS485  
 I-7011 – модуль аналогового ввода  
 I-7050 – модуль дискретного ввода/вывода

Рисунок 1 – Блок-схема РК-01

Ионизационная камера осуществляет преобразование энергии излучения трития, поглощенной в объеме детектора, в ионизационный ток. Ток ионизационной камеры усиливается с помощью линейного электрометрического усилителя с переключением диапазонов. Значение объемной активности трития пропорционально выходному напряжению усилителя, величина которого определяется формулой:

$$U = S \cdot q \quad (1)$$

где  $q$  - объемная активность трития Бк/м<sup>3</sup>

$S$  - коэффициент преобразования объемной активности трития.

Коэффициент преобразования зависит от используемого варианта ионизационной камеры

Начальное и конечное значения уровней выходного сигнала лежат в пределах 0-5 В.

Ионизационный ток камеры, создаваемый  $\beta$ -излучением трития, пропорционален объемной активности (2)

$$I = k \cdot q, \quad (2)$$

где  $I$  - ток ионизационной камеры;

$k$  - градуировочный коэффициент, который зависит от объема используемой камеры и эффективности собирания заряда.

Выходной сигнал усилителя, в соответствии с рисунком 1, измеряется модулем аналогового ввода I-7011. Частота опроса каналов задается программно и составляет 0,5 Гц/канал. Преобразования измеренных значений в ток, а затем и в объемную активность выполняются программным образом.

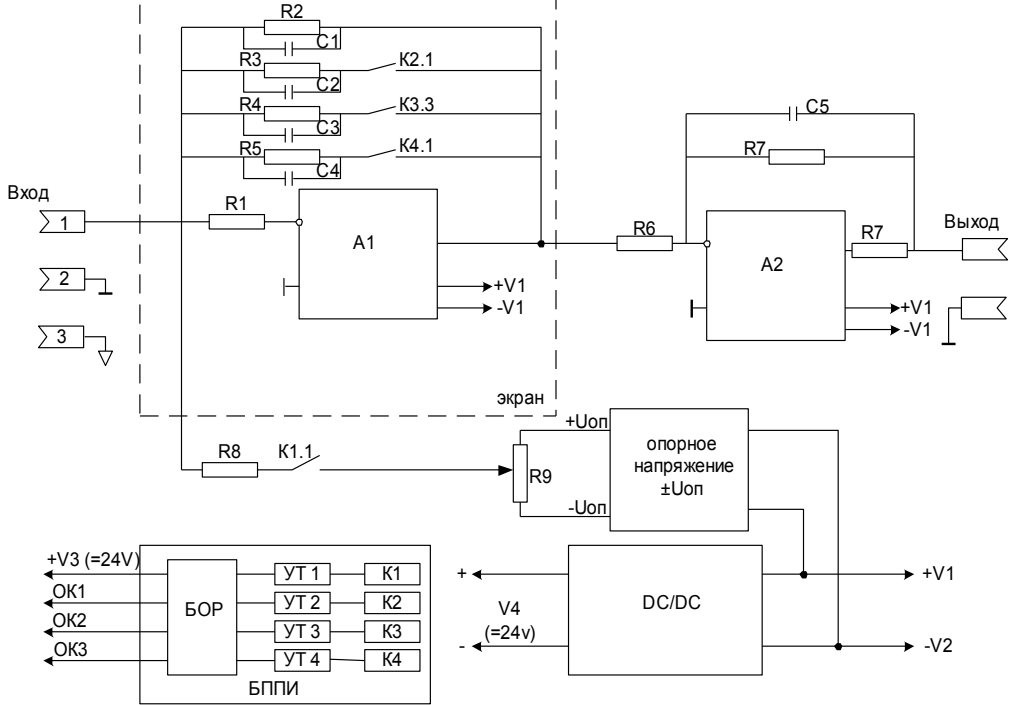
Инв. N подл.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	N докум	Подп.	Дата
A0404-ЛЗ РЭ				
Лист				5

Питание РК-01 осуществляется от сети переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 220 В.

1.2 Устройство и работа составных частей РК-01.

1.2.1 Электрометрический усилитель.

Блок-схема усилителя изображена на рисунке 2, а его внешний вид – на рисунке 3.



- A1 - измерительный усилитель
- A2 - интегратор
- R1 - резистор защиты входа
- R2, R3, R4, R5 - переключаемые резисторы в цепи обратной связи усилителя A1
- K1 - реле управления для задания смещения на вход усилителя A1
- K2, K3, K4 - герконовые реле
- БППИ - блок переключения пределов измерения
- БОР - блок оптической развязки
- УТ1, УТ2, УТ3, УТ4 - усилители тока
- DC/DC - преобразователь напряжения с гальванической изоляцией

Рисунок 2 - Блок-схема электрометрического усилителя ЭМУ-2

Основное усиление сигнала (преобразование ток-напряжение) осуществляется измерительным усилителем A1 (см. рисунок 2). Измерительный усилитель разработан на основе операционного усилителя AD594LM (фирма Analog Devices) со сверхнизким входным током.

Коэффициент усиления определяется резистором в цепи обратной связи операционного усилителя. В цепь обратной связи включены четыре резистора: R2 (подключен постоянно) и R3, R4, R5, которые могут подключаются параллельно с помощью контактов герконовых реле K2, K3, K4 соответственно. Это обеспечивает 4-х диапазонное измерения тока в широких пределах от  $10^{-14}$  до  $10^{-5}$  А.

Переключение диапазонов измерения токов осуществляется подачей управляющих сигналов от модуля дискретного вывода типа I-7050. Блок БППИ служит для переключения диапазонов измерения и состоит из блока оптической развязки (БОР), построенного на оптопарах типа АОТ128А, усилителей тока УТ1÷УТ4 и герконовых реле К1÷К4 типа РГК15 (РГК29).

Инв. N подл.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата	А1	- измерительный усилитель
					А2	- интегратор
					Р1	- резистор защиты входа
					Р2, Р3, Р4, Р5	- переключаемые резисторы в цепи обратной связи усилителя А1
					К1	- реле управления для задания смещения на вход усилителя А1
					К2, К3, К4	- герконовые реле
					БППИ	- блок переключения пределов измерения
					БОР	- блок оптической развязки
					УТ1, УТ2, УТ3, УТ4	- усилители тока
					DC/DC	- преобразователь напряжения с гальванической изоляцией

Рисунок 2 - Блок-схема электрометрического усилителя ЭМУ-2

Основное усиление сигнала (преобразование ток-напряжение) осуществляется измерительным усилителем А1 (см. рисунок 2). Измерительный усилитель разработан на основе операционного усилителя AD594LM (фирма Analog Devices) со сверхнизким входным током.

Коэффициент усиления определяется резистором в цепи обратной связи операционного усилителя. В цепь обратной связи включены четыре резистора: R2 (подключен постоянно) и R3, R4, R5, которые могут подключаются параллельно с помощью контактов герконовых реле К2, К3, К4 соответственно. Это обеспечивает 4-х диапазонное измерения тока в широких пределах от  $10^{-14}$  до  $10^{-5}$  А.

Переключение диапазонов измерения токов осуществляется подачей управляющих сигналов от модуля дискретного вывода типа I-7050. Блок БППИ служит для переключения диапазонов измерения и состоит из блока оптической развязки (БОР), построенного на оптопарах типа АОТ128А, усилителей тока УТ1÷УТ4 и герконовых реле К1÷К4 типа РГК15 (РГК29).

Инв. N подл.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата	А0404-Л3 РЭ				Лист
					Изм.	Лист	N докум	Подп.	Дата

С выхода измерительного усилителя А1 сигнал поступает на интегратор А2, реализованный на микросхеме КР140УД17А, который выполняет функцию фильтра низкой частоты с частотой среза около 10 Гц. Диапазон выходного напряжения интегратора  $\pm 5$  В, резистор R7 обеспечивает защиту от короткого замыкания по выходу.

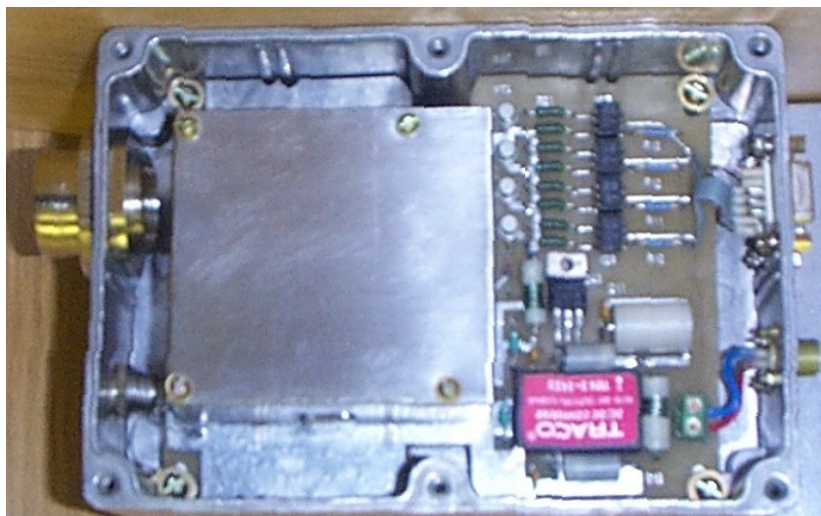


Рисунок 3 - Внешний вид электрометрического усилителя ЭМУ-2

Усилитель питается нестабилизированным постоянным напряжением +24 В, для питания микросхем используется вторичный преобразователь напряжения DC/DC с гальванической изоляцией. Преобразователь построен на микросхеме типа TEN2423, вырабатывающей выходные напряжения питания +15 В и -15 В, необходимые для работы схемы усилителя ЭМУ-2. При разработке усилителя большое внимание уделялось вопросам экранировки и подавления помех.

### 1.2.2 Высоковольтный источник питания.

Для питания ионизационной камеры служит высоковольтный источник питания со следующими характеристиками:

- напряжение питания +24 В;
- потребляемый ток не более 20 мА;
- выходное напряжение, зависит от объема используемой камеры и регулируется в диапазоне от 150 до 900 В;
- время нарастания выходного напряжения ~10 с;
- выходной ток до 10 мкА;
- имеется защита от короткого замыкания по выходу;
- температурная нестабильность выходного напряжения 0,3%/градус;
- габариты блока 120х60х50 мм.

В блоке используются только стандартные изделия внешней поставки, что обеспечивает высокую технологичность его изготовления.

### 1.2.3 Программное обеспечение РК-01

1.2.3.1 Программное обеспечение РК-01 базируется на пакете CRW32, который разработан для использования в операционной среде Windows 95/98/2000/XP. Пакет обеспечивает работу с модулями аналогового и цифрового ввода/вывода серии I-7000, позволяет отображать измеряемые данные в текстовой и графической форме в реальном

Инв. N подл.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	N докум	Подп.	Дата

**A0404-ЛЗ РЭ**

Лист

7

времени, а также строить пользовательский интерфейс для управления программой в удобной для оператора форме в виде мнемосхем.

Программное обеспечение включает базовый программный пакет CRW32 и прикладное программное обеспечение системы. Установка и настройка базового пакета и прикладного программного обеспечения системы выполняется разработчиками. Базовый программный пакет размещается на жестком диске компьютера в папке \CRW32EXE и содержит набор файлов и, в том числе, файл исполняемого модуля CRW32.EXE и файл настройки CRW32.INI.

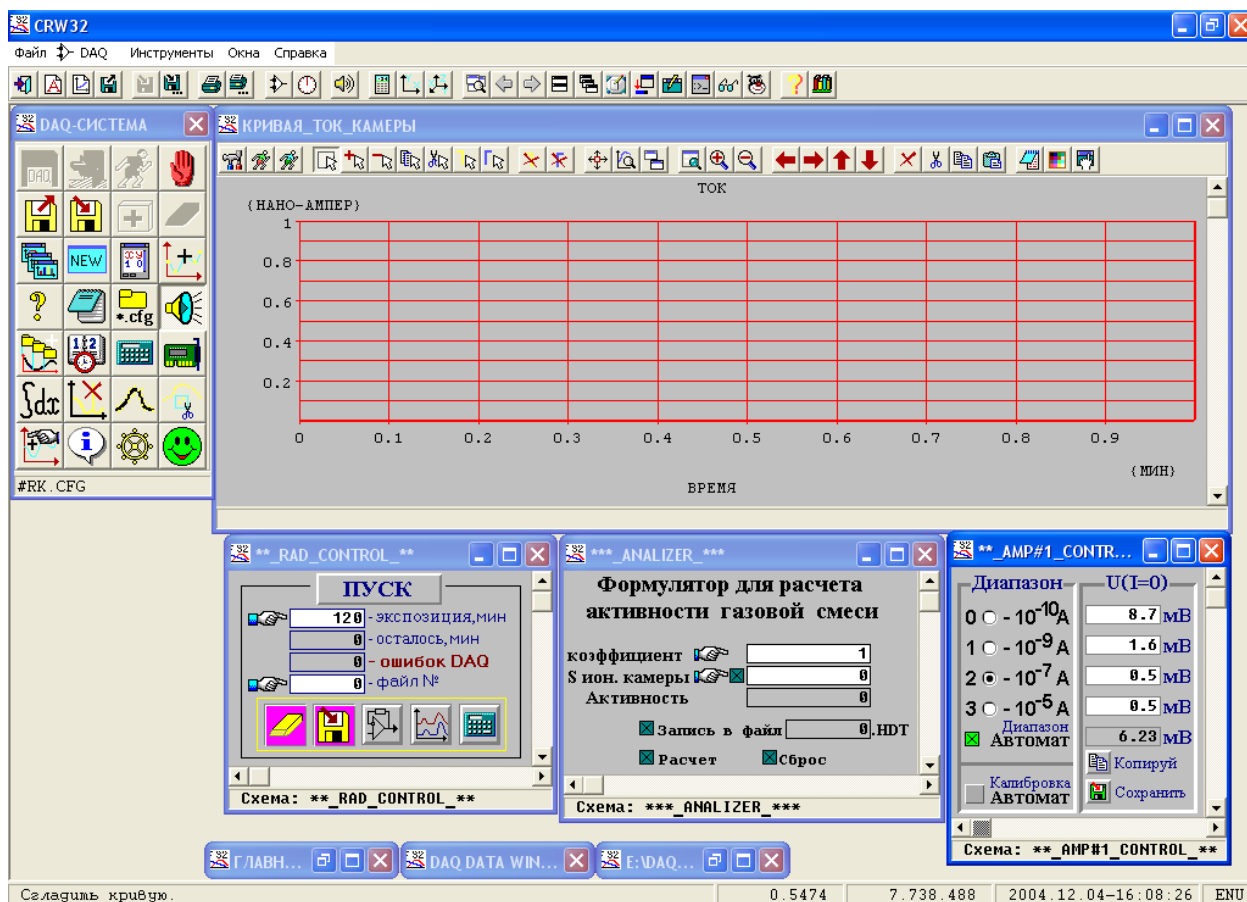


Рисунок 4 – Общий вид подпрограммы РК-01.

1.2.3.2 Прикладное программное обеспечение РК-01 может использоваться как отдельная подсистема в любых распределенных автоматизированных системах, выполненных в пакете CRW32, а также как самостоятельная измерительная система. Подсистема РК-01 включает:

- главный конфигурационный файл ..\DAQ32\#RK\CONFIG\#RK.CFG и конфигурационные файлы подсистем;
- графические \*.BMP файлы мнемосхем, панелей управления и их активных элементов;
- файлы описания активных областей мнемосхем и панелей управления типа \*.CRC;
- файлы звукового сопровождения типа \*.WAV;
- файлы справочной информации типа \*.HLP;
- файлы калибровок типа \*.CAL;
- файлы специализированных утилит системы типа \*.DLL.

Общий вид программы CRW32 с загруженной подсистемой РК-01 показан на рисунке 4

Изм.	Лист	N докум	Подп.	Дата

**A0404-ЛЗ РЭ**

Лист

8

Формат А4



## 1.2.3.3 Программное обеспечение РК-01 выполняет:

- измерение напряжения на выходе электрометрического усилителя (посредством модуля аналогового ввода типа I-7011);
- переключение диапазонов электрометрического усилителя посредством модуля дискретного вывода I-7050;
- калибровку "ток – напряжение" для каждого переключаемого диапазона электрометрического усилителя;
- удобный графический интерфейс для отображения результатов измерений в виде таблиц и графиков в реальном времени;
- сохранение данных измерений в файлах на жестком диске персонального компьютера.

## 2 Использование по назначению

## 2.1 Эксплуатационные ограничения.

2.1.1 РК-01 должен эксплуатироваться только в условиях, указанных в настоящей инструкции.

2.1.2 РК-01 по способу защиты человека от поражения электрическим током удовлетворяет требованиям класса "01" согласно ГОСТ 12.2.007.0-75.

## 2.2 Подготовка к использованию.

2.2.1 Максимальное напряжение в РК-01 - напряжение питания сети (220 В), поэтому при работе выполняйте "Правила эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей до 1000 В".

2.2.2 Освободите составные части РК-01 от тарной упаковки.

## 2.3 Использование РК-01.

2.3.1 Выдержите составные части РК-01, если они находились до момента включения в условиях пониженной температуры (ниже 10 °С), в рабочих условиях в течение суток.

2.3.2 Подсоедините разъем «вход», расположенный на боковой стороне блока РК-01 к выходу ИК, а к разъему «высокое», подсоедините кабель питания ИК.

2.3.3 Переведите переключатель СЕТЬ блока питания в положение «включено».

2.3.4 Переведите переключатель «высокое» в положение «включено».

2.3.4 Запустите на компьютере программу РК-01.

2.3.5 Прогрейте РК-01 в течение 30 мин.

2.3.6 Работа с программой РК-01.

2.3.6.1 Установка программного обеспечения

Базовый программный пакет (CRW32EXE) и прикладное программное обеспечение поставляются на компакт диске. Для установки программного обеспечения скопируйте каталог CRW32EXE и каталог DAQ32 в корневой каталог жесткого диска компьютера, например диск С. Базовый программный пакет содержит набор файлов и, в том числе, файл исполняемого модуля CRW32.EXE и файл настройки CRW32.INI.


Инв. N подл.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата						
Изм.	Лист	N докум	Подп.	Дата	<b>A0404-ЛЗ РЭ</b>					Лист
										9

## 2.3.6.2 Загрузка программного обеспечения.

Программа настраивается на запуск задачи CRW32.EXE через ярлык программы







на панели задач Windows. Конфигурационный файл хроматографа запускается автоматически (при соответствующей настройке файла CRW32.INI) либо вручную.

Для ручного запуска после загрузки программы CRW32 нужно нажать кнопку быстрого вызова  диалогового окна «DAQ-СИСТЕМА», изображенного на рисунке 5 и загрузить файл конфигурации, имеющий имя `..\DAQ32\#RK\CONFIG\#RK.CFG`

Надо отметить, что управление измерительными системами в пакете **CRW32** всегда происходит при помощи диалогового окна «DAQ-СИСТЕМА». Этот диалог содержит большое число полезных команд, однако наибольший интерес представляют команды, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Основные команды диалогового окна «DAQ-СИСТЕМА».

Команда	Краткое описание
	<b>Загрузка конфигурации CRW-DAQ.</b> Эта команда всегда выполняется в первую очередь перед началом измерений. Конфигурация <b>DAQ</b> определяет, что, как и на каком оборудовании будет измеряться. В данном случае загружаемый конфигурационный файл имеет имя <code>..\DAQ32\#RK\CONFIG\#RK.CFG</code> .
	<b>Выгрузка конфигурации CRW-DAQ.</b> Эта команда всегда выполняется в последнюю очередь после завершения измерений, выполняемых с данной конфигурацией. Пока выгрузка конфигурации не сделана, программа <b>CRW32</b> не может быть нормально завершена.
	<b>Общий старт системы CRW-DAQ.</b> Перед стартом должна быть загружена конфигурация <b>CRW-DAQ</b> . После загрузки система обычно находится в «спящем» состоянии. Для начала измерений надо сделать общий старт <b>CRW-DAQ</b> .
	<b>Общий останов системы CRW-DAQ.</b> После завершения измерений, для перевода системы <b>CRW-DAQ</b> из состояния измерений в «спящее» состояние, применяется команда общего останова <b>CRW-DAQ</b> . Пока система находится в состоянии измерений, команды выгрузки конфигурации и завершения работы пакета <b>CRW32</b> запрещены.

Более подробное описание общих команд системы **CRW-DAQ** можно найти в справочной системе программы **CRW32**.

Инв. N подл. Подп. и дата Взам. инв. N Инв. N дубл. Подп. и дата

Изм. Лист N докум. Подп. Дата

**A0404-ЛЗ РЭ**

Лист

10

Формат А4

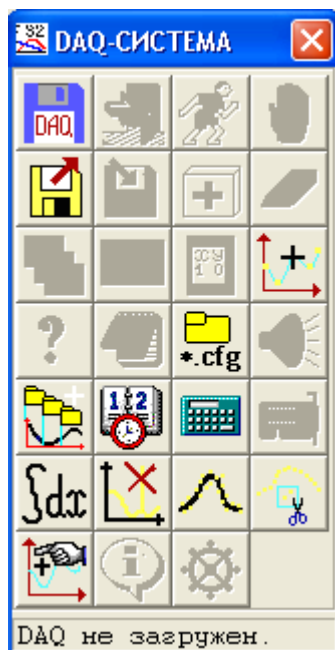



Рисунок 5 – Диалоговое окно «DAQ-СИСТЕМА»

Затем кнопкой  нужно вызвать панель загрузки (см. рисунок 6) и загрузить требуемую конфигурацию:

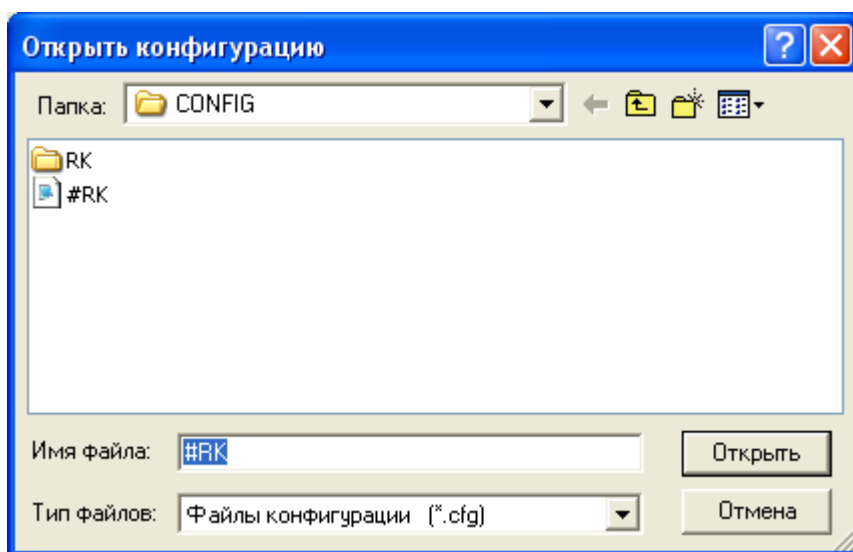


Рисунок 6 – Панель загрузки конфигурации.

### 2.3.6.3 Работа с программой РК-01.

Для отображения состояний основных параметров радиометрического канала разработаны графические интерфейсы, основанные на активных графических мнемосхемах. Главный интерфейс для управления радиометрическим каналом представляет собой мнемосхему, изображенную на рисунке 7. Управление производится нажатием на активные области (сенсоры) мнемосхемы.

Инв. N подл.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	N докум	Подп.	Дата

# А0404-ЛЗ РЭ

Лист



11

Формат А4



Рисунок 7 – мнемосхема управления РК-01.

Порядок работы пользователя:

1) Перед началом измерений пользователь должен очистить кривую тока ионизационной камеры нажатием кнопки  и задать в поле ввода  **60 - ЭКСПОЗИЦИЯ, МИН** время экспозиции, то есть время, в течение которого надо выполнять измерения. По умолчанию время экспозиции составляет 120 минут.

2) При включении РК-01 впервые, нужно произвести калибровку нулевых уровней электрометрического усилителя (далее калибровку достаточно проводить 1 раз в месяц). Калибровка проводится с целью правильной «сшивки» результирующей кривой тока ионизационной камеры при переключении диапазонов усилителя. Для этого нужно вызвать панель управления электрометрическим усилителем (см. рисунок 8), нажав на



кнопку. Калибровка производится при нажатии кнопки в поле поз.3 рисунка 8. Калибровка длится около 12 минут (по 3 на каждом диапазоне измерения), сопровождаясь анимацией нажатой кнопки. После калибровки нулей измеренный ток должен быть примерно равен 0 и не должен сильно меняться при переключении диапазонов усилителя.

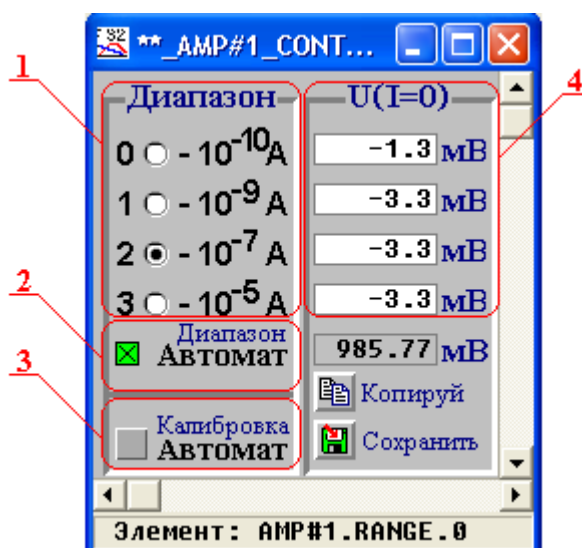


Рисунок 8 –Панель управления электрометрическим усилителем.

Для переключения диапазонов ЭМУ-2 служат сенсоры, изображенные на рисунке 8, поз. 1, поз. 2. По умолчанию диапазоны измерения тока переключаются вручную, но их

Ион. N подл.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	N докум	Подп.	Дата

# A0404-ЛЗ РЭ

Лист

12

Формат А4


можно переключать и автоматически. Включить режим автоматического переключения диапазонов можно кнопкой ☒ в поле поз. 2.

**ВНИМАНИЕ:** Следует отметить, что автоматическое переключение с одного диапазона измерения на другой происходит в течение 3 секунд, и годится только при измерении медленно изменяющегося сигнала. Поэтому при быстром изменении тока ионизационной камеры, необходимо заранее выбрать диапазон измерения. В таблице 3 указаны диапазоны и соответствующие им пределы измерений тока ионизационной камеры.

Таблица 3 – Диапазоны измерения токов ИК.

№ диапазона	Ток ИК, А
0	от $10^{-14}$ до $5 \cdot 10^{-10}$
1	от $10^{-13}$ до $5 \cdot 10^{-9}$
2	от $10^{-11}$ до $5 \cdot 10^{-7}$
3	от $10^{-9}$ до $5 \cdot 10^{-5}$

3) Регистрация данных начинается при нажатии кнопки **ПУСК** на главной мнемосхеме управления. При этом в поле **В - осталось, мин** отображается обратный отсчет времени, оставшегося до конца экспозиции. Данные в процессе измерений помещаются в кривую, график которой можно видеть в режиме реального времени в окне,

изображенном на рисунке 9, при нажатии на кнопку . Ток ионизационной камеры измеряется в наноамперах и отображается в графическом окне "КРИВАЯ\_КАМЕРЫ" (см. рисунок 9).

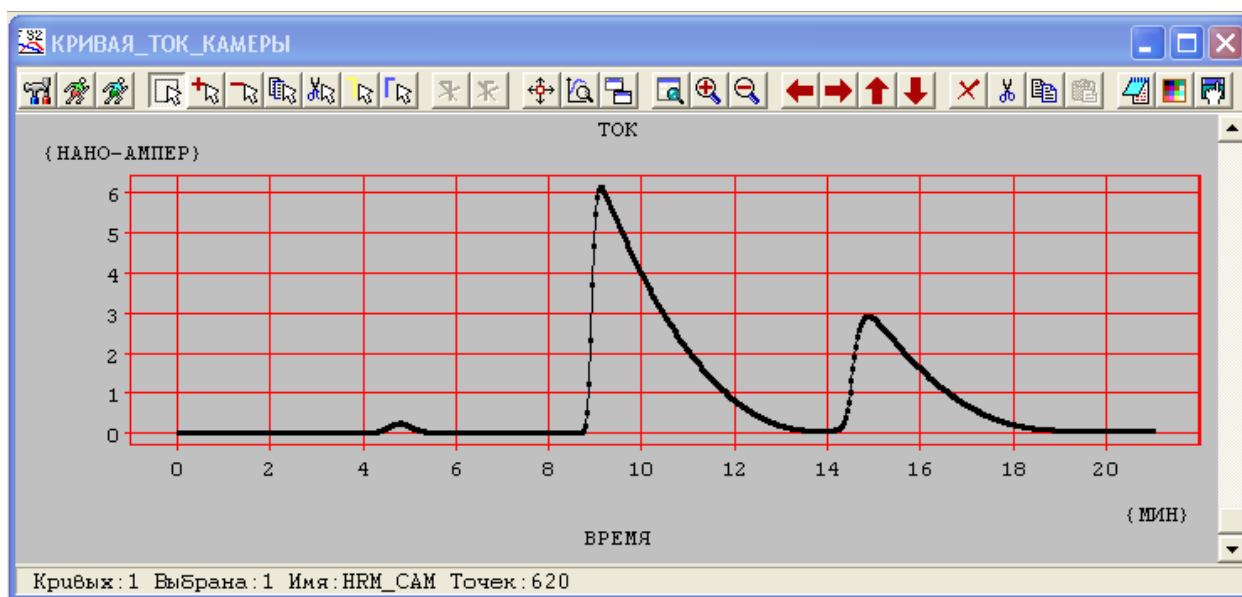


Рисунок 9 – график тока ионизационной камеры.

По окончании времени экспозиции кнопка **ПУСК** автоматически выключается, измерения прекращаются.

Инв. N подл.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата	<div style="text-align: center; font-size: 24pt; font-weight: bold;">А0404-ЛЗ РЭ</div>	Лист
						13
Изм.	Лист	N докум	Подп.	Дата		

## 2.3.6.4 Вычисление активности.

При прохождении потока газа, содержащего тритий, через проточную ионизационную камеру (ИК) в регистрируемом токе  $I(t)$  наблюдается пик, амплитуда и длительность которого связаны с объемом камеры, давлением газа в камере, видом основного газа-носителя и скоростью потока основного газа.

При стабильных условиях измерений, основным из которых является постоянство потока газа, активность трития  $A_k$ , прошедшего через ионизационную камеру, связана с площадью под зарегистрированным токовым пиком  $S_k$  с линейным соотношением:

$$A_k = K_s \cdot S_k$$

Коэффициент  $K_s$  может быть определен различными методами. Наиболее прямым и точным методом являются измерения с эталонным образцом трития, имеющим известную активность  $A_{эт}$ . В этом случае коэффициент  $K_s$  и вычисляется по формуле

$$K_s = A_{эт} / S_{эт}$$

где  $S_{эт}$  – площадь под токовым пиком, полученная с эталонным тритиевым образцом.

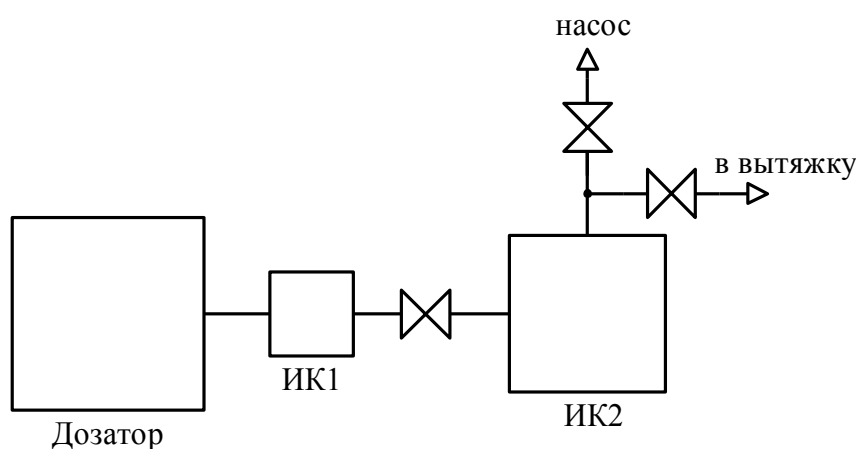


Рисунок 10 – Блок-схема метода определения коэффициента ИК.

Второй метод, схема которого изображена на рисунке 10, не требует наличия эталонных образцов трития, а предполагает использование ионизационной камеры большого объема, имеющей известный аттестованный коэффициент  $K_A$ , связывающий активность трития в камере  $A$  с током камеры  $I_A$

$$A = K_A \cdot I_A$$

В этом случае при калибровке поток газа, содержащего тритий, проходит через проточную ИК и собирается в предварительно откачанной камере большого объема. Уровень откачки выбирается таким, чтобы давление в камере после собирания всего трития было близко к атмосферному. В измерениях регистрируется площадь под токовым пиком проточной камеры  $S_k$  и ток большой камеры в стационарном режиме  $I_A$  после полного сбора трития. Коэффициент  $K_s$  для проточной камеры вычисляется по формуле

$$K_s = K_A \cdot I_A / S_k$$

Если в этом методе в качестве образца трития использовать эталонный образец, то можно получить чувствительность большой ионизационной камеры в составе установки

$$K_A = A_{эт} / I_A$$

и в дальнейшем пользоваться этой величиной.

Использование второго метода для тарировки установки предпочтительно, т.к. не требует наличия эталонных образцов трития. Кроме того, ток большой ИК очень слабо зависит от условий измерений, давления и наличия примесей в основном газе, напряжения смещения на камере, и определяется главным образом активностью трития.

Ив. N подл.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата


Изм.	Лист	N докум	Подп.	Дата

**A0404-ЛЗ РЭ**

Лист

14

Для определения площадей пиков используются штатные средства пакета CRW-DAQ.

Формулятор, изображенный на рисунке 10, вызывается нажатием кнопки  на главной мнемосхеме. Для вычисления активности, в поле «коэффициент» нужно ввести коэффициент  $K_s$ . Активность газа определяется по площади пика тока ионизационной камеры.

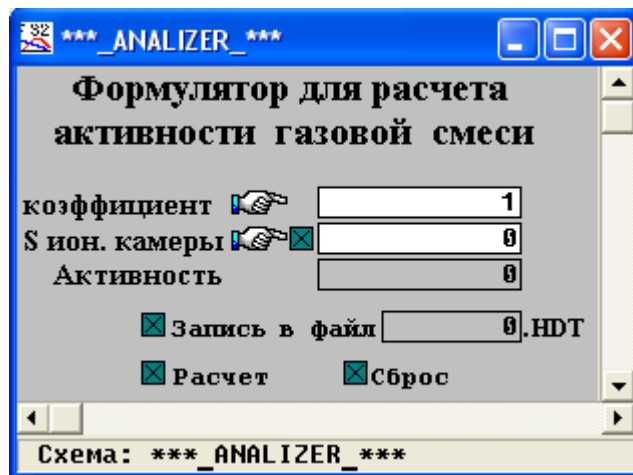






Рисунок 11 – Формулятор для расчета активности смеси.

Для расчета надо ввести в поле ввода диалога "\*\*\*\_ANALIZER\_\*\*\*", изображенного на рисунке 11, площадь пика.

Для этого вычисления площади надо сделать следующее:

1) Кнопкой , главной мнемосхемы управления выбрать окно с графиком ионизационной камеры.

2) Кнопкой  на верхней панели окна с графиком ионизационной камеры выбрать (выделить) кривую HRM.CAM.

3) Кнопками на верхней панели окна с графиками выбрать правую  и левую  вертикальные границы «региона интересов» (РОИ) - интервала, на котором нужно вычислить интеграл (см. рисунок 12).

Инв. N подп.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата	Инв. N подп.	Подп. и дата	Изм.	Лист	N докум	Подп.	Дата	A0404-ЛЗ РЭ	Лист
													15

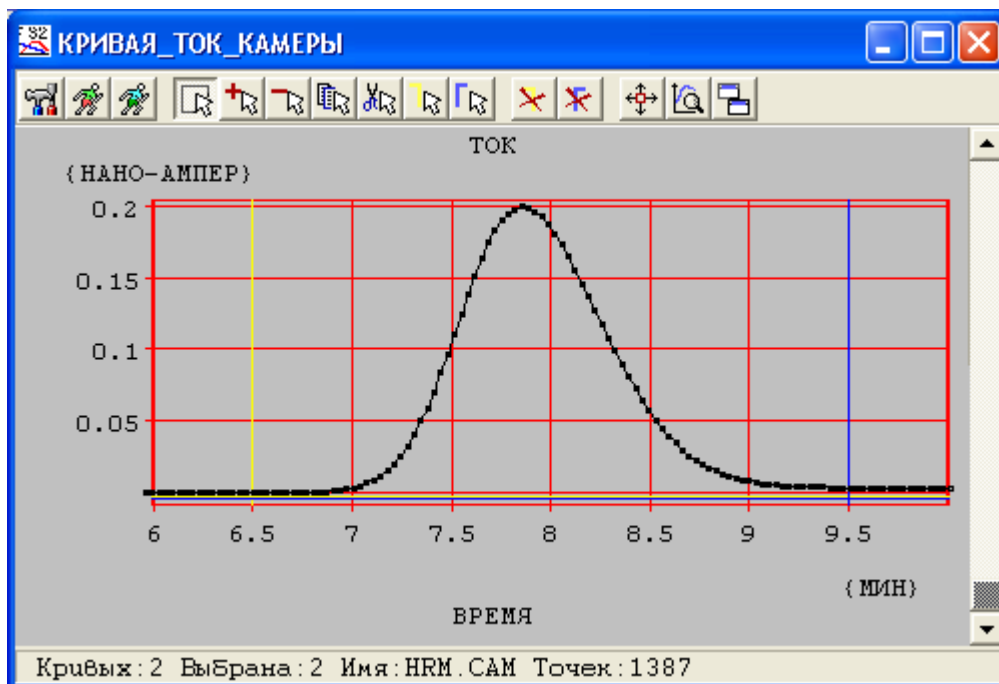



Рисунок 12 – График тока камеры.

4) На DAQ-панели, изображенной на рисунке 5, нажать кнопку  вычисления определенного интеграла. Результаты интегрирования также можно увидеть в консольном окне системы CRW-DAQ (см. рисунок 13), в котором отображаются сообщения системы.

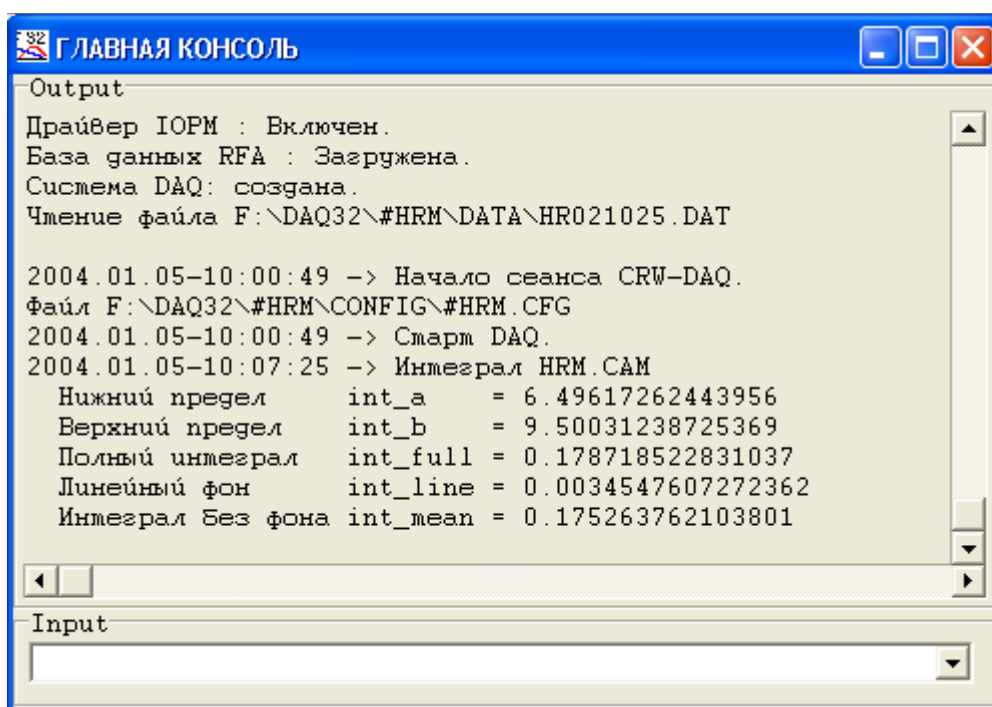



Рисунок 13 – Консольное окно системы CRW32.

Теперь значение интеграла находится в буфере калькулятора. Надо перенести его в поле ввода нажатием кнопки с крестиком  напротив поля ввода «S ион. камеры» в диалоге "\*\*\*\*\_ANALIZER\_\*\*\*\*" (см. рисунок 11).

Инв. N подл.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	N докум	Подп.	Дата

A0404-ЛЗ РЭ

Лист

16

Формат А4



5) После занесения интеграла пика ионизационной камеры и коэффициента  $K_s$ , провести расчет, нажать кнопку в поле ☒ **Расчет**.

Для сохранения расчета в файл надо нажать кнопку в поле ☒ **Запись в файл**. Расчет сохраняется в текстовом файле, фрагмент которого изображен на рисунке 14.


```
*****
Измерение активности газа проведен 2004.12.04-16:26:48
*****
Кэффицент К          1
S пика ион. камеры   0.174953634883013
Активность           0.174953634883013
*****
```

Рисунок 14 – Фрагмент HDT-файла

При этом имя файла результата (построенное по дате-времени) появляется в поле имени файла. Файл имеет имя DATA\YYYYMMDD.HDT где YYYY-год, MM-месяц, DD-день, например: DATA\20041204.HDT.


Кнопка в поле ☒ **Сброс** обнуляет все поля.

### 2.3.6.5 Сохранение результатов измерений в файле.

После завершения экспозиции можно сохранить данные в файл кнопкой . При нажатии на эту кнопку, результаты измерений тока ионизационной камеры помещаются в архивный файл в виде окна, в название которого входит числовой индекс (он отображается в поле номера экспозиции ). Индекс инкрементируется автоматически, но может быть установлен и вручную.

Данные сохраняются в архивных CRW-файлах в каталоге DAQ32\#RK\DATA, каждые сутки - свой файл RDyymmdd.crw, где:

- RD-префикс файла;
- yy-год;
- mm-месяц;
- dd-день.

Для просмотра данных необходимо нажать кнопку  на верхней панели программы CRW32 и в каталоге DAQ32\#RK\DATA выбрать файл типа RDyymmdd.crw. При этом появится окно, в котором, как показано на рисунке 15, указано время измерения и номер экспозиции. Это позволяет легко идентифицировать данные при последующей обработке. Данные можно просмотреть, выбрав нужную экспозицию и подтвердив кнопкой «ЛАДНО».

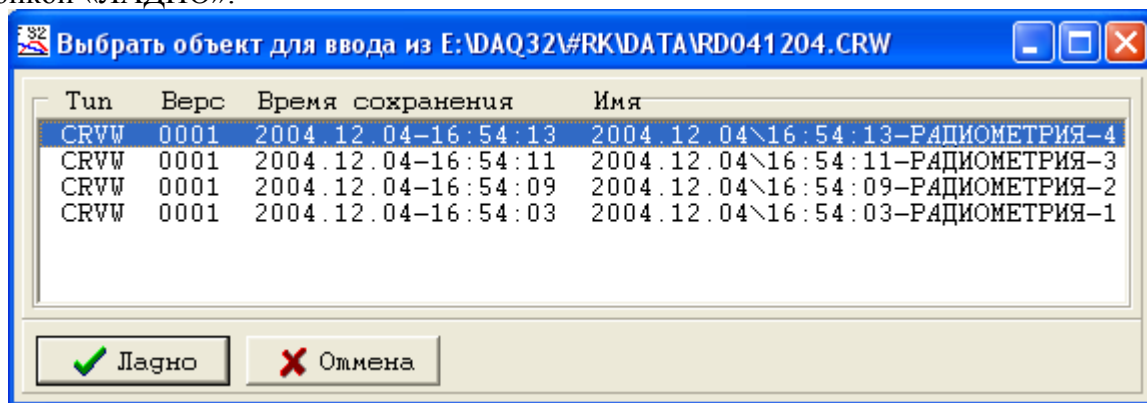


Рисунок 15 – Окно диалога чтения CRW-файлов.

Инв. N подл.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	N докум	Подп.	Дата

**A0404-ЛЗ РЭ**

Лист

17

Кроме того, при старте измерений система автоматически начинает сбор данных и периодически сохраняет данные в файл формата DAT. При сохранении данных на каждый день в каталоге DAQ32\#RK\DATA создается файл с именем RYymmdd.DAT, формат имени DAT-файла аналогичен имени CRW-файла. Файл формата DAT - это текстовый файл, в котором в виде таблицы записываются время и данные, например:

*Time\_mS HRM.CAM*

63207853386397 0.600755160500373

63207853388420 0.886513655547702

63207853390442 1.30797547380855

63207853392455 1.92933300956455

63207853394478 2.68095545815568

Время отображается в миллисекундах от 01.01.01. За счет этого известно абсолютное время каждого события. Чтение данных формата DAT с переводом времени в



более удобные единицы (например, часы или минуты) осуществляется кнопкой в диалоговом окне «DAQ-СИСТЕМА», изображенном на рисунке 5. При этом для получения данных в диалоге указываются единицы времени, имена файлов и список графиков кривых, которые необходимо открыть.




### 2.3.7 Проверка работоспособности радиометрического канала.

Для проверки работоспособности РК-01:

- 1) выключателем «сеть», выключите питание РК-01;
- 2) выключателем «высокое» выключите высокое напряжение, подаваемое на камеру;
- 3) подсоедините разъем «вход» блока РК-01 к разъему «выход» калибратора, соедините также разъемы «высокое».
- 4) включите питание РК-01 переключателем «сеть»
- 5) запустите программу радиометрического канала;
- 6) включите автоматическое переключение диапазонов усилителя
- 7) включите высокое напряжение переключателем «высокое». При этом усилитель должен переключиться на 2-й диапазон. Регистрируемый ток должен составлять  $(14.95 \pm 0.5) \text{ нА}$ . Если после этого выключить высокое напряжение, то можно зафиксировать плавное уменьшение тока. При этом усилитель будет автоматически переключаться на более точные диапазоны вплоть до 0-го.

### 2.3.8 Выключение РК-01.

Выключение РК-01 в нормальном режиме выполняется в следующем порядке:

- 1) Остановить работу DAQ-системы кнопкой .
- 2) Завершить работу конфигурации кнопкой .
- 3) Выйти из программы CRW32 кнопкой  на верхней панели программы либо по клавише <Alt-X>.
- 4) Выключить питание РК-01.
- 5) Выйти из системы и выключить персональный компьютер.

В случае аварийного выключения (например при "зависании" компьютера из за кратковременных перебоев с электропитанием) АСУ выключается обычным образом, за исключением пунктов 1, 2, 3, данного раздела.

Инт. N подл.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	N докум	Подп.	Дата

**A0404-ЛЗ РЭ**

Лист

18

## 3 Правила хранения

## 3.1 Хранение РК-01

3.1.1 Хранение РК-01 должно производиться в сухом отапливаемом помещении при температуре окружающего воздуха от 5°C до 40°C и относительной влажности воздуха не более 80 %.

3.1.2 Воздух в помещении не должен содержать пыли, а также паров и газов, вызывающих коррозию.

## 3.2 Время хранения.

3.2.1 Время хранения РК-01 в упаковке изготовителя не должно превышать 6 месяцев.

## 3.3 Складирование.

3.3.1 Складирование приборов производить в один ряд в горизонтальном (рабочем) положении.

## 4 Правила транспортирования

## 4.1 Транспортирование

4.1.1 Транспортирование РК-01 подразделениям предприятия производится без упаковки в тару на специально оборудованной автомашине потребителя.

4.1.2 Ответственность за сохранность его при транспортировании несет потребитель.

Инв. N подл.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата						
Изм.	Лист	N докум	Подп.	Дата	<b>A0404-ЛЗ РЭ</b>					Лист
										19

## Лист регистрации изменений

[illegible]

Инв. N подп.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	N докум	Подп.	Дата

**A0404-ЛЗ РЭ**

Лист

20