

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора

ФБУ «Пензенский ЦСМ»



*А. А. Данилов*  
А. А. Данилов

» 02 2018 г.

**КАНАЛЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ  
СТЕНДА ПРОВЕРКИ ТИРИСТОРОВ  
«Крона-902.02»**

**Методика поверки  
АМЦ 2.760.014-02 МП**

Настоящая методика распространяется на каналы измерительные стенда проверки тиристоров «Крона-902.02» (КИ СПТ «Крона-902.02») и устанавливает методы и средства проведения их первичной и периодической поверки.

Межповерочный интервал – 24 месяца.

## 1 Операции и средства поверки

1.1 Объем и последовательность операций при проведении поверки приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Пункт методики
Внешний осмотр	4.1
Проверка электрического сопротивления изоляции и сопротивления защитного заземления	4.2
Опробование	4.3
Определение приведенной погрешности измерения амплитуды повторяющегося импульсного напряжения	4.4
Определение приведенной погрешности измерения амплитуды повторяющегося импульсного тока	4.5
Определение приведенной погрешности измерения постоянного тока управления	4.6
Определение приведенной погрешности измерения постоянного напряжения управления	4.7

1.2 Для проведения поверки рекомендуются средства измерения и вспомогательные средства, указанные в таблице 2.

1.3 Допускается применение других средств измерений, обеспечивающих определение метрологических характеристик КИ СПТ с требуемой точностью.

Таблица 2

Наименование	Тип	Используемые диапазоны	Пункты методики
Мегаомметр	Ф4102/ 1-1М	от 0 до 200 МОм, рабочее напряжение 1000 В	4.2
Вольтметр универсальный	В7-54/М	~U (50 Гц) от 0 до 700 В	3.1
		=U от 0 до 20 В	4.7
		от 0 до 200 кОм	4.2
Амперметр	СА3010/2	от 0 до 500 мА	4.6
Калибратор многофункциональ- ный	FLUKE- 5730А	(0,22-2,20) мА; (2,2-22,0) мА; (22-220) мА; (220-1100) В	3.4
Преобразователь напряжения измерительный	Е14-440	Измерение амплитудного значения переменного напряжения. от 0 до 0,625; от 0 до 2,5; от 0 до 10 В	3.4
			4.4
			4.5
ПЭВМ с ПО Е14-440 и программой LGraph2	ПЭВМ		3.4
			4.4
			4.5

## 2 Требования безопасности

2.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», указаниями по безопасности, изложенными в Руководстве по эксплуатации АМЦ 2.760.014-02 РЭ и руководствах по эксплуатации средств измерений применяемых для поверки.

## 3 Условия проведения поверки и подготовка к поверке

3.1 Поверка КИ СПТ должна проводиться в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от 15 до 25°С;
- относительная влажность воздуха до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- напряжение питающей сети (220 ± 4,4) В;
- частота питающей сети (50 ± 1) Гц.

При колебании напряжения питающей сети превышающем значение 4,4 В рекомендуется подключать СПТ к питающей сети через стабилизатор напряжения с двойным преобразованием напряжения и мощностью не менее 500 ВА. (типа «ИнСтаб IS550», ООО «Штиль Энерго»).

3.2 Перед проведением поверки каналов, СПТ должен быть прогрет в течение 30 минут после включения.

3.3 Средства измерений должны быть подготовлены к работе и прогреты в соответствии с их инструкциями по эксплуатации.

3.4 Определение погрешностей КИ СПТ при их поверке осуществляется с помощью Панели самоконтроля, встроенной в СПТ, измерительных каналов преобразователя напряжения измерительного Е14-440 и ПЭВМ с установленной программой LGraph2. С помощью этих средств реализуются каналы измерений амплитуд токов и напряжений, с показаниями которых сличаются показания КИ СПТ.

Перед первым подключением модуля E14-440 к ПЭВМ следует установить его драйвер. Файлы драйвера входят в состав библиотеки lcomp.exe, после установки которой модуль E14-440 будет автоматически определяться операционной системой. Дистрибутив библиотеки lcomp.exe находится на диске с программным обеспечением L-Card в подкаталоге "download", а также его можно скачать с официального сайта производителя данного модуля. Процесс установки библиотеки обычен, как и для всего Windows-совместимого ПО.

Дистрибутив программы LGraph2 находится на диске с программным обеспечением L-Card в файле "download/lgraph2.zip". Перед установкой следует распаковать архив во временную папку, запустить в ней файл setup.exe и следовать инструкциям на экране.

3.4.1.1 На ПЭВМ, с установленной на ней программным обеспечением преобразователя E14-440 и программой LGraph2, открыть программу LGraph2 и выполнить следующие настройки.

В окне LGraph2 выбрать пункт меню **Параметры АЦП / Настройка оборудования**. В открывшемся окне **Настройка оборудования** выполнить следующие настройки:

- **Интервал сбора / 200 мс;**
- **Режим ввода / Вводить в файл;**
- **Частота на канал / 50.000 кГц;**
- на вкладке **Настройка синхронизации: Тип синхронизации / По нажатию кнопки ПУСК;**
- на вкладке **Дополнительные параметры: Подключение / дифференциальный (16 каналов); Подбирать автоматически.**
- в таблице на вкладке **Настройка каналов АЦП:**

	Название канала	Диапазон	Калибровка масштаба	Калибровка смещения	Включение	Показать	Калибр.
1	Канал 1	± 2,5 В	1.00000	0.00000	ВКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.
2	Канал 2	± 2,5 В	1.00000	0.00000	ВКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.
3	Канал 3	± 2,5 В	1.00000	0.00000	ВКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.
4	Канал 4	± 2,5 В	1.00000	0.00000	ВКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.

После установки параметров нажать кнопку **Сохранить и выйти**.

3.4.1.2 В окне LGraph2 выбрать пункт меню **Настройки / Настройка каналов**. В открывшемся окне **Настройка отображения каналов** выполнить следующие настройки:

- **Фильтр каналов / Показывать все каналы;**
- в таблице на вкладке **Графические параметры:**

Наименование	Окно вывода	Ось Y	Линия	Цвет	Модуль	Крейт
Канал 1	Окно1	Левая	THIN_LINE	черный	E14-440 (№...)	
Канал 2	Окно1	Левая	THIN_LINE	черный	E14-440 (№...)	
Канал 3	Окно1	Левая	THIN_LINE	черный	E14-440 (№...)	
Канал 4	Окно1	Левая	THIN_LINE	черный	E14-440 (№...)	

- в таблице на вкладке **Прочие параметры:**

Наименование	Формат	Разрядов	Калибровка масштаба	Калибровка смещения	Верхний порог	Нижний порог	Модуль	Крейт
Канал 1	Вольты	4	1.0000	0.0000	0.00	0.00	E14-440 (№...)	
Канал 2	Вольты	4	1.0000	0.0000	0.00	0.00	E14-440 (№...)	
Канал 3	Вольты	4	1.0000	0.0000	0.00	0.00	E14-440 (№...)	
Канал 4	Вольты	4	1.0000	0.0000	0.00	0.00	E14-440 (№...)	

После установки параметров нажать **Сохранить и выйти**.

3.4.1.3 В окне LGraph2 выбрать пункт меню **Настройки / Настройка окон**. В открывшемся окне **Настройка окон просмотра графиков** выполнить следующие настройки:

- **Общие параметры:**
  - Число окон на экране / 1;
  - Расстояние до оси Y / 60;
  - Разрядов после запятой по оси Y / 3;
  - Разрядов после запятой по оси X / 3;
  - Число делений на оси X / 4;
  - Показывать легенду /  $\checkmark$ ;
  - Ось X только в нижнем окне /  $\checkmark$ ;
  - Название окна справа /  $\checkmark$ ;
  - Показывать мс на оси времени /  $\checkmark$ ;
  - Отображать данные во время ввода /  $\checkmark$ ;
  - Режим zoom / только ось Y;
- **Курсор:**
  - вид пересечения / EMHTY\_SQUAF;
  - вид курсора / LONG CROSS;
  - цвет курсора / Зеленый;
- в таблице **Основные настройки оси Y:**

Номер	Название окна	Название оси	Авто - масштаб	Максимум	Минимум	Логарифмический масштаб	Сетка	Число делений	Цвет сетки	Фон
1	Window 1		выключен	2.000	- 1.000	выключен	крупная	автоподбор		

После установки параметров нажать кнопку **ОК**.

3.4.1.4 В окне LGraph2 выбрать пункт меню **Настройки / Курсор**, чтобы этот пункт был отмечен символом  $\checkmark$ .

3.4.1.5 В окне LGraph2 выбрать пункт меню **Вид / Стандартный**, чтобы этот пункт был отмечен символом  $\checkmark$ .

3.4.1.6 В окне LGraph2 выбрать пункт меню **Language / Русский**.

3.4.2 Перед началом проведения поверки КИ СПТ необходимо провести калибровку измерительных каналов, реализованных с помощью Панели самоконтроля и преобразователя напряжения измерительного E14-440.

**3.4.3 Калибровка канала измерений амплитуды тока в диапазоне от 0 до 1 мА.**

3.4.3.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 1.

Установить в окне программы LGraph2 **Параметры АЦП / Настройка оборудования**, в таблице на вкладке **Настройка каналов АЦП**, канал 2 - во включенное состояние, остальные каналы - в выключенное состояние.

3.4.3.2 Установить на выходе калибратора переменный синусоидальный ток частотой 50 Гц, силой тока 0,70711 мА (амплитудное значение 1 мА).

3.4.3.3 В основном окне программы LGraph2 нажать кнопку **Просмотр** и через 2...3 секунды **Стоп**. С помощью кнопок «1:1», « - » и « + » управления масштабом по оси X установить в области отображения графика не менее 4 полувольт сигнала. С помощью манипулятора ПЭВМ «мышь» установить вертикальный курсор в зону амплитудного значения первой полувольты сигнала и, перемещая курсор влево / вправо клавишами  $\leftarrow$  и  $\rightarrow$  клавиатуры ПЭВМ, зафиксировать максимальное численное показание, выводимое на экран ПЭВМ, соответствующее амплитуде первой полувольты сигнала. Измерить амплитуду для каждой из 4 -х полувольт сигнала и вычислить их среднее значение.

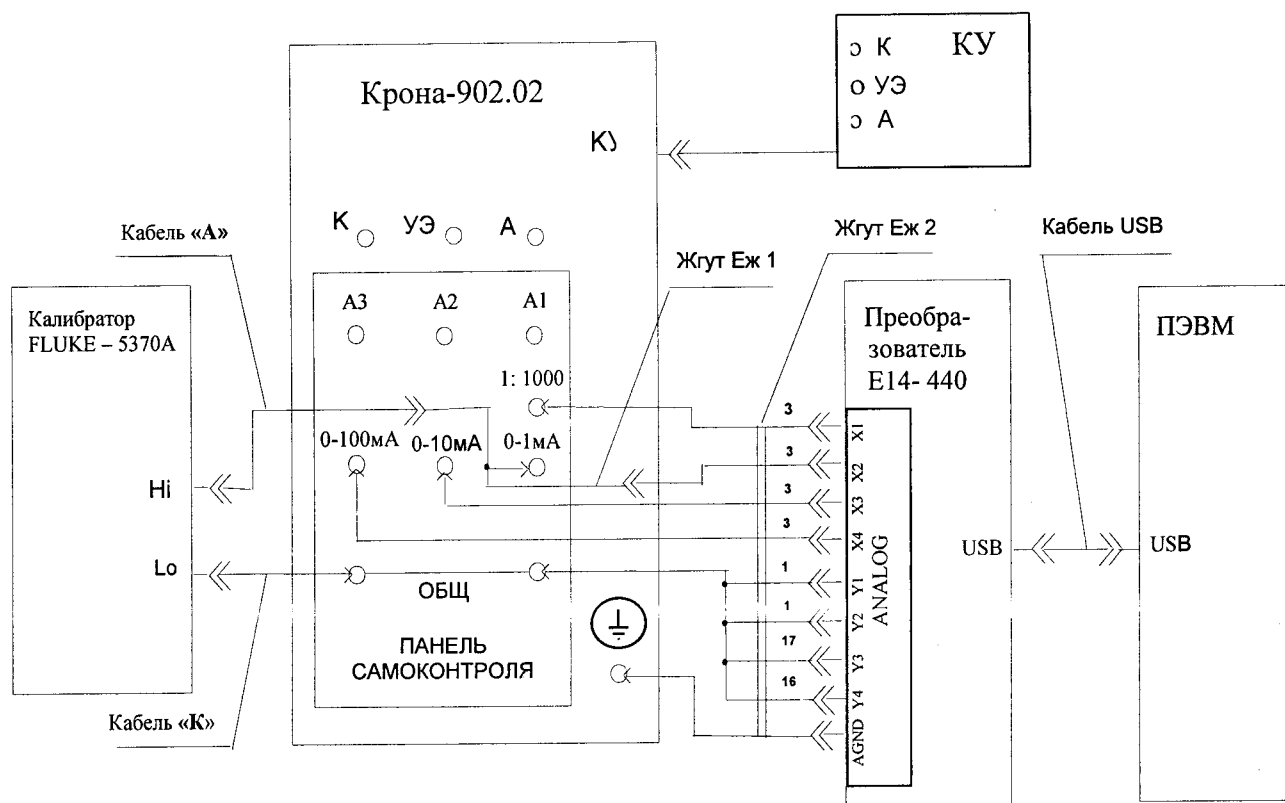


Рисунок 1 – Схема калибровки канала измерений амплитуды тока в диапазоне от 0 до 1 мА

3.4.3.4 Среднее значение амплитуды напряжения сигнала не должно отличаться от значения 1,0000 В более чем на  $\pm 0,0100$  В, иначе направить СПТ в ремонт.

#### 3.4.4 Калибровка канала измерений амплитуды тока в диапазоне от 0 до 10 мА.

3.4.4.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 1. Кабель «А» с жгутом Еж1 подключить к гнезду «0-10 мА» панели самоконтроля.

3.4.4.2 Установить на выходе калибратора переменный синусоидальный ток частотой 50 Гц, силой тока 7,0711 мА (амплитудное значение 10 мА).

3.4.4.3 Установить в окне программы LGraph2 **Параметры АЦП / Настройка оборудования**, в таблице на вкладке **Настройка каналов АЦП**, канал 3 - во включенное состояние, остальные каналы - в выключенное состояние. Выполнить пункт 3.4.3.3.

3.4.4.4 Среднее значение амплитуды напряжения сигнала не должно отличаться от значения 1,0000 В более чем на 0,0100 В, иначе направить СПТ в ремонт.

#### 3.4.5 Калибровка канала измерений амплитуды тока в диапазоне от 0 до 100 мА.

3.4.5.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 1. Кабель «А» с жгутом Еж1 подключить к гнезду «0-100 мА» панели самоконтроля.

3.4.5.2 Установить на выходе калибратора переменный синусоидальный ток частотой 50 Гц, силой тока 70,711 мА (амплитудное значение 100 мА).

3.4.5.3 Установить в окне программы LGraph2 **Параметры АЦП / Настройка оборудования**, в таблице на вкладке **Настройка каналов АЦП**, канал 4 - во включенное состояние, остальные каналы - в выключенное состояние. Выполнить пункт 3.4.3.3.

3.4.5.4 Среднее значение амплитуды напряжения сигнала не должно отличаться от значения 1,0000 В более чем на 0,0150 В, иначе направить СПТ в ремонт.

3.4.6 Калибровка канала измерений амплитуды напряжения.

3.4.6.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 2

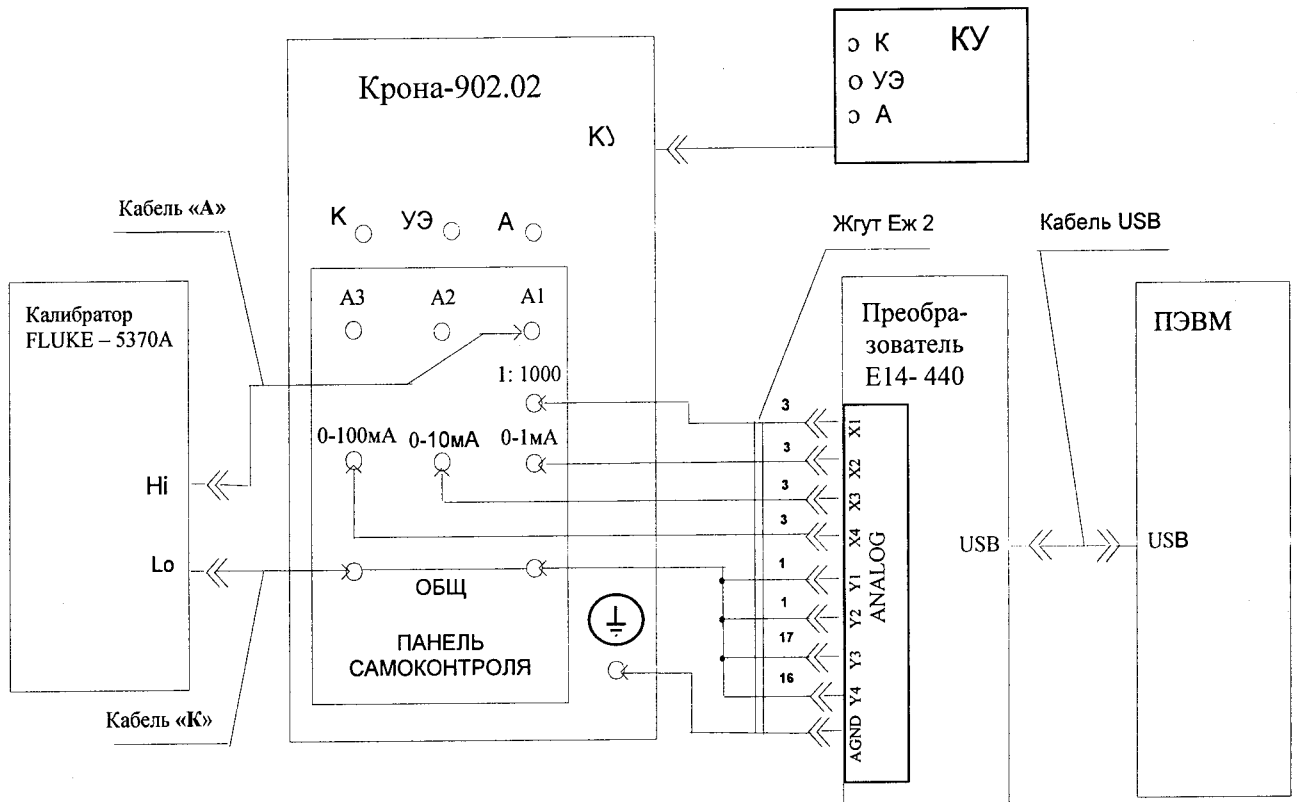


Рисунок 2 – Схема калибровки канала измерений амплитуды напряжения.

3.4.6.2 Установить на выходе калибратора переменное синусоидальное напряжение частотой 50 Гц и напряжением 989,95 В (амплитудное значение 1400 В).

3.4.6.3 Установить в окне программы LGraph2 **Параметры АЦП / Настройка оборудования**, в таблице на вкладке **Настройка каналов АЦП**, канал 1 - во включенное состояние, остальные каналы - в выключенное состояние. Выполнить пункт 3.4.3.3.

3.4.7 Среднее значение амплитуды напряжения сигнала не должно отличаться от значения 1,4000 В более чем на 0,0140 В, иначе направить СПТ в ремонт.

**4 Проведение поверки**

**4.1 Внешний осмотр**


4.1.1 При проведении внешнего осмотра проверить каналы СПТ на соответствие требованиям Руководства по эксплуатации АМЦ 2.760-014 РЭ в части комплектности, маркировки, проверить отсутствие механических повреждений и других факторов, влияющих на работу каналов СПТ.

**4.2 Проверка электрического сопротивления изоляции и сопротивления защитного заземления**

4.2.1 Подключить сетевой кабель к СПТ, выключатель **СЕТЬ** установить во включенное положение.

Измерить мегомметром, при испытательном напряжении 1000 В, сопротивление изоляции между клеммой защитного заземления и закороченными штырями сетевой кабельной вилки сетевого кабеля СПТ.

Полученное значение сопротивления изоляции должно быть не менее 20 МОм.

4.2.2. Измерить вольтметром В7-54/2, включенным в режим измерения сопротивления, сопротивление между клеммой защитного заземления  и каждой доступной токопроводящей частью СПТ.

Полученное значение сопротивления должно быть не более 0,1 Ом.

### 4.3 Опробование

4.3.1 Проверить работоспособность каналов СПТ в соответствии с разделом 3.3 Руководства по эксплуатации АМЦ 2.760.014-02.

4.3.2 Каналы СПТ считаются работоспособными, если проверка работоспособности прошла без ошибок.

### 4.4 Определение приведенной погрешности измерения амплитуды повторяющегося импульсного напряжения

4.4.1 Проверка приведенной погрешности канала измерений амплитуды напряжения СПТ проводится с использованием канала измерений амплитуды напряжения, реализованного с помощью Панели самоконтроля и преобразователя напряжения измерительного Е14-440, настройка и калибровка которого описана в п. 3.4.

4.4.2 Для определения погрешности необходимо:

- собрать схему, приведенную на рисунке 3;

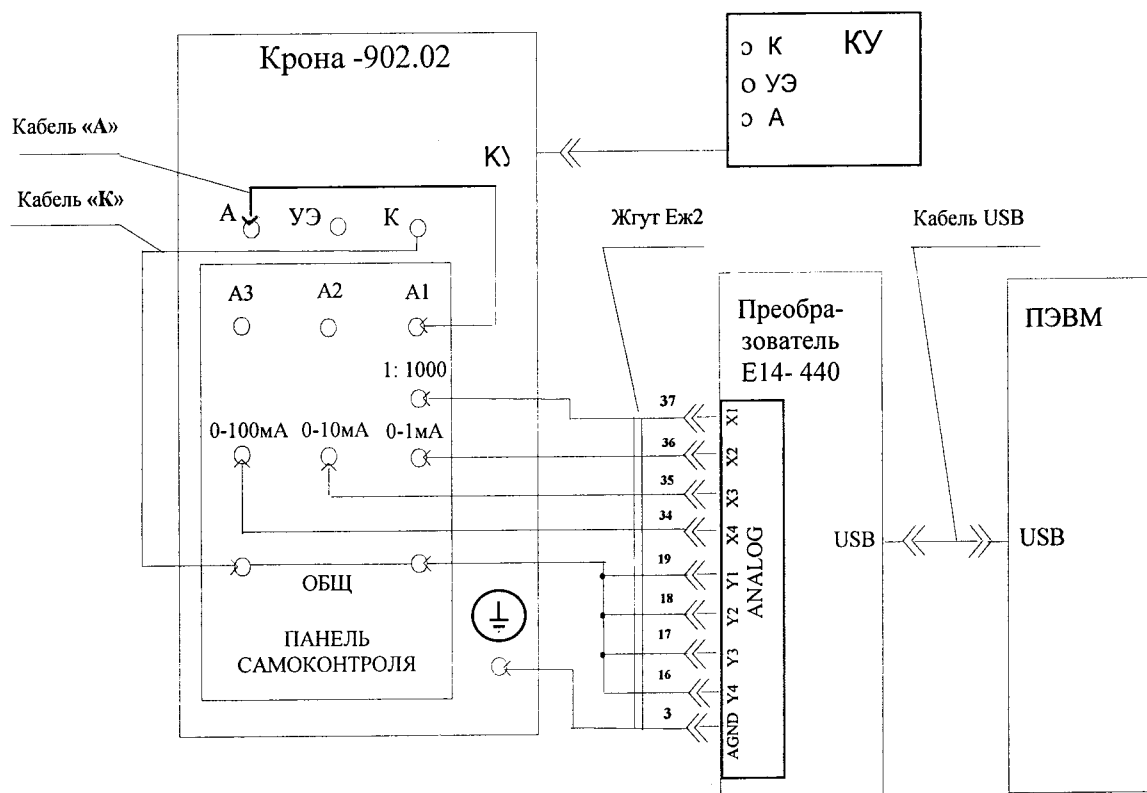


Рисунок 3 – Схема проверки измерительных каналов СПТ.

- подключить кабель **КУ** к одноименному разъему на лицевой панели;
- закрыть крышку **КУ**;
- установить переключатель **ПРЕДЕЛ, мА** в положение **0**;
- установить переключатель **КОНТРОЛЬ** в положение **Из,п**;
- установить переключатель **Узащ** в положение **4000 В**;
- установить регулятор **УСТ. Изщ** в крайнее правое положение:

4.4.3 Диапазон от 0 до 500 В проверяется в контрольных точках: 100, 200, 300, 400, 500 В.



4.4.3.1 Установить переключатель **ПРЕДЕЛ, В** в положение **500**.

На ПЭВМ установить:

• в окне программы LGraph2 **Параметры АЦП / Настройка оборудования**, в таблице на вкладке **Настройка каналов АЦП**, канал 1 - во включенное состояние,

	Название канала	Диапазон	Калибровка масштаба	Калибровка смещения	Включение	Показать	Калибр.
1	Канал 1	± 0,625В	1.00000	0.00000	ВКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.
2	Канал 2	± 2,5 В	1.00000	0.00000	ВЫКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.
3	Канал 3	± 2,5 В	1.00000	0.00000	ВЫКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.
4	Канал 4	± 2,5 В	1.00000	0.00000	ВЫКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.

В меню **Настройки / Настройка окон** на вкладке **Основные настройки оси Y** сделать следующие установки:

Номер	Название окна	Название оси	Авто-масштаб	Максимум	Минимум	Логарифмический масштаб	Сетка	Число делений	Цвет сетки	Фон
1	Window 1		выключен	1.000	-1.000	выключен	крупная	автоподбор		

После установки параметров нажать кнопку **ОК**.

4.4.3.2 Нажать кнопку **ПУСК** и регулятором **УСТ. U / I** установить показание вольтметра, соответствующее первой контрольной точке.

4.4.3.3 Измерить с помощью преобразователя E14-440 амплитуду импульсов напряжения в соответствии с п. 3.4.3.3.

4.4.3.4 Приведенную погрешность воспроизведения амплитуды напряжения в контрольной точке вычислить по формуле:

$$\delta = \frac{100 (U_c - 1000 U_{OBR})}{U_{шах}} \%, \quad (1)$$

где:  $U_c$  - показание вольтметра СПТ, В;

$U_{обр.}$  - среднее значение амплитуды напряжения, измеренное с помощью преобразователя E14-440, В;

**1000** - значение коэффициента деления делителя напряжения панели самоконтроля.

$U_{мах}$  – установленное верхнее значение диапазона вольтметра СПТ, равное 500 В.

4.4.3.5 Полученное значение погрешности занести в таблицу, приведенную в Приложении А. Значение приведенной погрешности не должно выходить за пределы ±10 %.

4.4.3.6 Аналогично поочередно установить показания для остальных контрольных точек и выполнить п.п. 4.4.3.3 ... 4.4.3.5.

4.4.3.7 Установить регулятор **УСТ. U / I** в положение **0** и нажать кнопку **СБРОС**.

4.4.4 Диапазон от **0** до **1000 В** проверяется в контрольных точках: 200, 400, 600, 800, 1000 В.

4.4.4.1 Установить переключатель **ПРЕДЕЛ, В** в положение **1000**.

На ПЭВМ установить:

• в окне программы LGraph2 **Параметры АЦП / Настройка оборудования**, в таблице на вкладке **Настройка каналов АЦП**, канал 1 - во включенное состояние, остальные каналы - в выключенное состояние и сделать следующие установки:

	Название канала	Диапазон	Калибровка масштаба	Калибровка смещения	Включение	Показать	Калибр.
1	Канал 1	± 2,5В	1.00000	0.00000	ВКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.
2	Канал 2	± 2,5 В	1.00000	0.00000	ВЫКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.
3	Канал 3	± 2,5 В	1.00000	0.00000	ВЫКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.
4	Канал 4	± 2,5 В	1.00000	0.00000	ВЫКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.

В меню **Настройки / Настройка окон** на вкладке **Основные настройки оси Y** в таблице сделать следующие установки:

Номер	Название окна	Название оси	Авто-масштаб	Максимум	Минимум	Логарифмический масштаб	Сетка	Число делений	Цвет сетки	Фон
1	Window 1		выключен	2.000	-1.000	выключен	крупная	автоподбор		

После установки параметров нажать кнопку **ОК**.

4.4.4.2 Выполнить п.п. 4.4.3.2 ... 4.4.3.7, где в формуле (1):

$U_{max}$  – верхнее значение диапазона, равное 1000 В.

4.4.5 Диапазон от 0 до 4000 В проверяется в контрольных точках: 1000, 2000, 3000, 4000 В.

4.4.5.1 Установить переключатель **ПРЕДЕЛ, В** в положение **5000**.

На ПЭВМ установить:

- в окне программы LGraph2 **Параметры АЦП / Настройка оборудования**, в таблице на вкладке **Настройка каналов АЦП**, канал 1 - во включенное состояние, остальные каналы - в выключенное состояние и сделать следующие установки:

	Название канала	Диапазон	Калибровка масштаба	Калибровка смещения	Включение	Показать	Калибр.
1	Канал 1	$\pm 10$ В	1.00000	0.00000	ВКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.
2	Канал 2	$\pm 2,5$ В	1.00000	0.00000	ВЫКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.
3	Канал 3	$\pm 2,5$ В	1.00000	0.00000	ВЫКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.
4	Канал 4	$\pm 2,5$ В	1.00000	0.00000	ВЫКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.

- в меню **Настройки / Настройка окон** на вкладке **Основные настройки оси Y** в таблице сделать следующие установки:

Номер	Название окна	Название оси	Авто-масштаб	Максимум	Минимум	Логарифмический масштаб	Сетка	Число делений	Цвет сетки	Фон
1	Window 1		выключен	5.000	-1.000	выключен	крупная	автоподбор		

После установки параметров нажать кнопку **ОК**.

4.4.5.2 Выполнить п.п. 4.4.3.2 ... 4.4.3.7, где в формуле (1):

$U_{max}$  – верхнее значение диапазона, равное 5000 В.

#### 4.5 Определение приведенной погрешности измерений амплитуды повторяющегося импульсного тока

4.5.1 Проверка приведенной погрешности каналов измерений амплитуды тока СПТ проводится с использованием измерительных каналов, реализованных с помощью Панели самоконтроля и преобразователя напряжения измерительного Е14-440, настройка и калибровка которых описана в п. 3.4.

4.5.2 Для определения погрешности необходимо:

- собрать схему согласно рисунку 3;
- подключить жгут **КУ** к одноименному разъему на лицевой панели;
- закрыть крышку **КУ**;
- установить переключатель **ПРЕДЕЛ, В** в положение **5000**;
- установить переключатель **КОНТРОЛЬ** в положение **Изс,п**;
- установить переключатель **U защ** в положение **4000В**;
- установить регулятор **УСТ. I защ** в крайнее правое положение;
- на ПЭВМ установить в окне программы LGraph2 **Параметры АЦП / Настройка оборудования**, в таблице на вкладке **Настройка каналов АЦП**, канал 2 - во включенное состояние, остальные каналы - в выключенное состояние и сделать следующие установки:

	Название канала	Диапазон	Калибровка масштаба	Калибровка смещения	Включение	Показать	Калибр.
1	Канал 1	± 10 В	1.00000	0.00000	ВЫКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.
2	Канал 2	± 0,625 В	1.00000	0.00000	ВКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.
3	Канал 3	± 0,625 В	1.00000	0.00000	ВЫКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.
4	Канал 4	± 0,625 В	1.00000	0.00000	ВЫКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.

4.5.3 Диапазон от 0 до 0,5 мА проверяется в контрольных точках: 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 мА.

4.5.3.1 В окне LGraph2 выбрать пункт меню **Настройки / Настройка окон**. В открывшемся окне **Настройка окон просмотра графиков** в таблице **Основные настройки оси Y** выполнить настройку:

Номер	Название окна	Название оси	Авто - масштаб	Максимум	Минимум	Логарифмический масштаб	Сетка	Число делений	Цвет сетки	Фон
1	Window 1		выключен	1.000	- 1.000	выключен	крупная	автоподбор		

После установки параметров нажать кнопку **ОК**.

4.5.3.2 Установить переключатель **ПРЕДЕЛ, мА** в положение **0,5**.

4.5.3.3 Нажать кнопку **ПУСК** и регулятором **УСТ. U / I** установить показание амперметра, соответствующее первой контрольной точке.

4.5.3.4 Измерить с помощью преобразователя E14-440 в соответствии с п. 3.4.3.3 амплитуду напряжения на измерительном шунте 1000 Ом, пропорциональное амплитуде импульсов тока.

4.5.3.5 Приведенную погрешность в контрольной точке вычислить по формуле:

$$\delta = \frac{I_c - (U_{обр} / R_{ш})}{I_{max}} \times 100 \%, \quad (2)$$

где:  $I_c$  - показание амперметра СПТ в миллиамперах;

$U_{обр}$  - среднее значение амплитуды напряжения, измеренное с помощью преобразователя E14-440 в вольтах;

$R_{ш}$  - значение сопротивления измерительного шунта панели самоконтроля, равное 1 кОм ;

$I_{max}$  - верхнее значение диапазона, равное 0,5 мА.

4.5.3.6 Полученное значение погрешности занести в таблицу, приведенную в Приложении А. Значение приведенной погрешности не должно выходить за пределы ±5 %.

4.5.3.7 Провести измерения для остальных контрольных точек и выполнить п.п. 4.5.3.3 ... 4.5.3.6.

4.5.3.8 Установить регулятор **УСТ. U / I** в положение **0** и нажать кнопку **СБРОС**.

4.5.4 Диапазон от 0 до 2,5 мА проверяется в контрольных точках: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 мА.

4.5.4.1 Собрать схему согласно рисунку 3. Переключить кабель А с гнезда А1 на гнездо А2 панели самоконтроля.

4.5.4.2 На ПЭВМ установить в окне программы LGraph2 **Параметры АЦП / Настройка оборудования**, в таблице на вкладке **Настройка каналов АЦП**, канал 3 - во включенное состояние, остальные каналы - в выключенное состояние.

4.5.4.3 В окне LGraph2 выбрать пункт меню **Настройки / Настройка окон**. В открывшемся окне **Настройка окон просмотра графиков** выполнить настройку:

в таблице **Основные настройки оси Y**:

Номер	Название окна	Название оси	Авто - масштаб	Максимум	Минимум	Логарифмический масштаб	Сетка	Число делений	Цвет сетки	Фон
1	Window 1		выключен	0.500	- 0.500	выключен	крупная	автоподбор		

После установки параметров нажать кнопку **ОК**.

4.5.4.4 Установить переключатель **ПРЕДЕЛ, мА** в положение **2,5**.

4.5.4.5 Нажать кнопку **ПУСК** и регулятором **УСТ. U / I** установить показание амперметра, соответствующее первой контрольной точке.

4.5.4.6 Измерить с помощью преобразователя Е14-440 в соответствии с п. 3.4.3.3 амплитуду напряжения на измерительном шунте 100 Ом, пропорциональное амплитуде импульсов тока.

4.5.4.7 Погрешность в контрольной точке вычислить по формуле (2), где:

**R<sub>ш</sub>** - значение сопротивления измерительного шунта панели самоконтроля, равное 0,1 кОм;

**I<sub>max</sub>** – верхнее значение диапазона, равное 2,5 мА.

4.5.4.8 Полученное значение погрешности занести в таблицу, приведенную в Приложении А. Значение приведенной погрешности не должно выходить за пределы  $\pm 5\%$ .

4.5.4.9 Провести измерения для остальных контрольных точек и выполнить п.п. 4.5.4.6 ... 4.5.4.8.

4.5.4.10 Установить регулятор **УСТ. U / I** в положение **0** и нажать кнопку **СБРОС**.

4.5.5 Диапазон от **0** до **10 мА** проверяется в контрольных точках: 2; 4; 6; 8; 10 мА.

4.5.5.1 В окне LGraph2 выбрать пункт меню **Настройки / Настройка окон**. В открывшемся окне **Настройка окон просмотра графиков** в таблице **Основные настройки оси Y** выполнить настройку:

Номер	Название окна	Название оси	Авто - масштаб	Максимум	Минимум	Логарифмический масштаб	Сетка	Число делений	Цвет сетки	Фон
1	Window 1		выключен	1.500	- 1.000	выключен	крупная	автоподбор		

После установки параметров нажать кнопку **ОК**.

В окне **Параметры АЦП / Настройка оборудования**, в таблице на вкладке **Настройка каналов АЦП** сделать следующие установки:

	Название канала	Диапазон	Калибровка масштаба	Калибровка смещения	Включение	Показать	Калибр.
1	Канал 1	$\pm 10$ В	1.00000	0.00000	ВЫКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.
2	Канал 2	$\pm 0,625$ В	1.00000	0.00000	ВЫКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.
3	Канал 3	$\pm 2,5$ В	1.00000	0.00000	ВКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.
4	Канал 4	$\pm 0,625$ В	1.00000	0.00000	ВЫКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.

4.5.4.11 Собрать схему согласно рисунку 3. Переключить кабель А с гнезда А1 на гнездо А2 панели самоконтроля.

4.5.5.2 Установить переключатель **ПРЕДЕЛ, мА** в положение **10**.

4.5.5.3 Нажать кнопку **ПУСК** и регулятором **УСТ. U / I** установить показание амперметра, соответствующее первой контрольной точке.

4.5.5.4 Измерить с помощью преобразователя Е14-440 в соответствии с п. 3.4.3.3 амплитуду напряжения на измерительном шунте 100 Ом, пропорциональное амплитуде импульсов тока.

4.5.5.5 Погрешность в контрольной точке вычислить по формуле (2), где:

**R<sub>ш</sub>** - значение сопротивления измерительного шунта панели самоконтроля, равное 0,1 кОм;

**I<sub>max</sub>** – верхнее значение диапазона, равное 10 мА.

4.5.5.6 Полученное значение погрешности занести в таблицу, приведенную в Приложении А. Значение приведенной погрешности не должно выходить за пределы  $\pm 5\%$ .

4.5.5.7 Провести измерения для остальных контрольных точек и выполнить п.п. 4.5.5.4 ... 4.5.5.6.

4.5.5.8 Установить регулятор **УСТ. U / I** в положение **0** и нажать кнопку **СБРОС**.

4.5.6 Диапазон от 0 до 50 мА проверяется в контрольных точках: 10, 20, 30, 40, 50 мА.

4.5.6.1 Собрать схему согласно рисунку 3. Переключить кабель А с гнезда А1 на гнездо А3 панели самоконтроля.

4.5.6.2 На ПЭВМ установить в окне программы LGraph2 **Параметры АЦП / Настройка оборудования**, в таблице на вкладке **Настройка каналов АЦП**, канал 4 - во включенное состояние, остальные каналы - в выключенное состояние.

• в окне LGraph2 выбрать пункт меню **Настройки / Настройка окон**. В открывшемся окне **Настройка окон просмотра графиков** в таблице **Основные настройки оси Y** выполнить настройку:

Номер	Название окна	Название оси	Авто - масштаб	Максимум	Минимум	Логарифмический масштаб	Сетка	Число делений	Цвет сетки	Фон
1	Window 1		выключен	1.000	- 1.000	выключен	крупная	автоподбор		

После установки параметров нажать кнопку **ОК**.

4.5.6.3 Установить переключатель **ПРЕДЕЛ, мА** в положение **50**.

4.5.6.4 Нажать кнопку **ПУСК** и регулятором **УСТ. U / I** установить показание амперметра, соответствующее первой контрольной точке.

4.5.6.5 Измерить с помощью преобразователя Е14-440 в соответствии с п. 3.4.3.3 амплитуду напряжения на измерительном шунте 10 Ом, пропорциональное амплитуде импульсов тока.

4.5.6.6 Погрешность в контрольной точке вычислить по формуле (2) где:

$R_{ш}$  - значение сопротивления измерительного шунта панели самоконтроля, равное 0,01 кОм;

$I_{max}$  – верхнее значение диапазона, равное 50 мА.

4.5.6.7 Полученное значение погрешности занести в таблицу, приведенную в Приложении А. Значение приведенной погрешности не должно выходить за пределы  $\pm 5\%$ .

4.5.6.8 Провести измерения для остальных контрольных точек и выполнить п.п. 4.5.6.5 ... 4.5.6.7.

4.5.6.9 Установить регулятор **УСТ. U / I** в положение **0** и нажать кнопку **СБРОС**.

4.5.7 Диапазон от 0 до 125 мА проверяется в контрольных точках: 50, 75, 100, 125 мА.

4.5.7.1 В окне LGraph2 выбрать пункт меню **Настройки / Настройка окон**. В открывшемся окне **Настройка окон просмотра графиков** в таблице **Основные настройки оси Y** выполнить настройку:

Номер	Название окна	Название оси	Авто - масштаб	Максимум	Минимум	Логарифмический масштаб	Сетка	Число делений	Цвет сетки	Фон
1	Window 1		выключен	2.000	- 1.000	выключен	крупная	автоподбор		

После установки параметров нажать кнопку **ОК**.

• в окне **Параметры АЦП / Настройка оборудования**, в таблице на вкладке **Настройка каналов АЦП** сделать следующие установки:

	Название канала	Диапазон	Калибровка масштаба	Калибровка смещения	Включение	Показать	Калибр.
1	Канал 1	$\pm 10$ В	1.00000	0.00000	ВЫКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.
2	Канал 2	$\pm 0,625$ В	1.00000	0.00000	ВЫКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.
3	Канал 3	$\pm 2,5$ В	1.00000	0.00000	ВЫКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.
4	Канал 4	$\pm 2,5$ В	1.00000	0.00000	ВКЛЮЧЕН	ПОКАЗАТЬ	КАЛИБР.

4.5.7.2 Собрать схему согласно рисунку 3. Переключить кабель А с гнезда А1 на гнездо А3 панели самоконтроля.

4.5.7.3 Установить переключатель **ПРЕДЕЛ, мА** в положение **250**.

4.5.7.4 Нажать кнопку ПУСК и регулятором УСТ. U / I установить показание амперметра, соответствующее первой контрольной точке.

4.5.7.5 Измерить с помощью преобразователя Е14-440 в соответствии с п. 3.4.3.3 амплитуду напряжения на измерительном шунте 10 Ом, пропорциональное амплитуде импульсов тока.

4.5.7.6 Погрешность в контрольной точке вычислить по формуле (2) где:

$R_{ш}$  - значение сопротивления измерительного шунта панели самоконтроля, равное 0,01 кОм;

$I_{max}$  – верхнее значение диапазона, равное 250 мА.

4.5.7.7 Полученное значение погрешности занести в таблицу, приведенную в Приложении А. Значение приведенной погрешности не должно выходить за пределы  $\pm 5\%$ .

4.5.7.8 Провести измерения для остальных контрольных точек и выполнить п.п. 4.5.7.5 ... 4.5.7.7.

4.5.7.9 Установить регулятор УСТ. U / I в положение 0 и нажать кнопку СБРОС.

#### 4.6 Определение приведенной погрешности измерения постоянного тока управления

4.6.1 Приведенная погрешность воспроизведения постоянного тока управления определяется методом сравнения показаний каналов СПТ с показаниями эталонного прибора.

4.6.2 Диапазон от 0 до 25 мА проверяется в контрольных точках: 5, 10, 15, 20, 25 мА.

4.6.2.1 Для определения погрешности необходимо:

- собрать схему согласно рисунку 4;

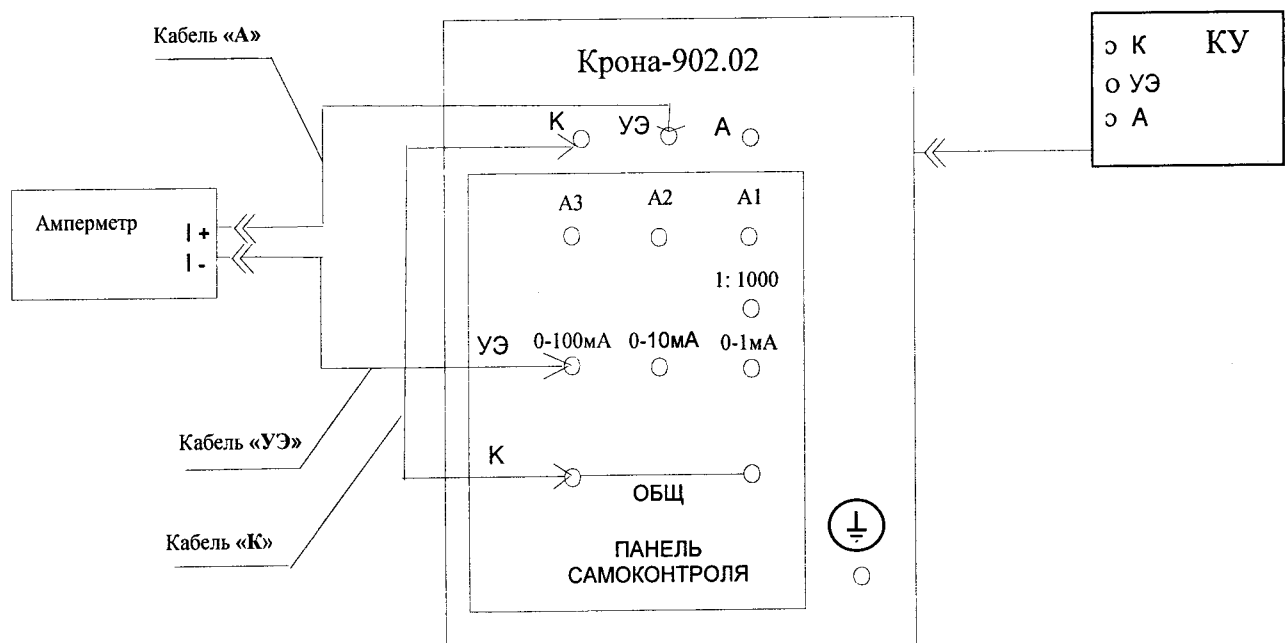


Рисунок 4 – Схема проверки канала измерения постоянного тока

- установить переключатель **КОНТРОЛЬ** в положение **+I<sub>y</sub>.от**;

- установить переключатель **ПРЕДЕЛ, В** в положение **5000**.

4.6.2.2 Установить переключатель **ПРЕДЕЛ, мА** в положение **25**.

4.6.2.3 Нажать кнопку ПУСК и регулятором УСТ. U / I установить показание I<sub>y</sub>, соответствующее первой контрольной точке.

4.6.2.4 Зафиксировать не менее 4-х показаний амперметра и вычислить среднее значение.

4.6.2.5 Приведенную погрешность в контрольной точке вычислить по формуле:

$$\delta = \frac{I_c - I_{обр}}{I_{max}} \times 100 \%, \quad (3)$$

где:  $I_c$  - показание СПТ, мА;

$I_{обр}$  - среднее значение показаний амперметра, мА;

$I_{max}$  - верхнее значение диапазона, равное 25 мА.

4.6.2.6 Полученное значение погрешности занести в таблицу, приведенную в Приложении А. Значение приведенной погрешности не должно выходить за пределы  $\pm 5\%$ .

4.6.2.7 Провести измерения для остальных контрольных точек и выполнить п.п. 4.6.2.4 ... 4.6.2.6.

4.6.2.8 Установить регулятор УСТ. U / I в положение 0 и нажать кнопку СБРОС.

4.6.3 Диапазон от 0 до 100 мА проверяется в контрольных точках: 20, 40, 60, 80, 100 мА.

4.6.3.1 Установить переключатель ПЕРЕДЕЛ, мА в положение 100.

4.6.3.2 Нажать кнопку ПУСК и регулятором УСТ. U / I установить показание  $I_y$ , соответствующее первой контрольной точке.

4.6.3.3 Зафиксировать не менее 4-х показаний амперметра и вычислить среднее значение.

4.6.3.4 Погрешность в контрольной точке вычислить по формуле (3), где:

$I_{max}$  - верхнее значение диапазона, равное 100 мА.

4.6.3.5 Полученное значение погрешности занести в таблицу, приведенную в Приложении А. Значение приведенной погрешности не должно выходить за пределы  $\pm 5\%$ .

4.6.3.6 Провести измерения для остальных контрольных точек и выполнить п.п. 4.6.3.3 ... 4.6.3.5.

4.6.3.7 Установить регулятор УСТ. U / I в положение 0 и нажать кнопку СБРОС.

4.6.4 Диапазон от 0 до 500 мА проверяется в контрольных точках: 100, 200, 300, 400, 500 мА.

4.6.4.1 Установить переключатель ПЕРЕДЕЛ, мА в положение 500.

4.6.4.2 Нажать кнопку ПУСК и регулятором УСТ. U / I установить показание  $I_y$ , соответствующее первой контрольной точке.

4.6.4.3 Зафиксировать не менее 4-х показаний амперметра и вычислить среднее значение.

4.6.4.4 Погрешность в контрольной точке вычислить по формуле (3), где:

$I_{max}$  - верхнее значение диапазона, равное 500 мА.

4.6.4.5 Полученное значение погрешности занести в таблицу, приведенную в Приложении А. Значение приведенной погрешности не должно выходить за пределы  $\pm 5\%$ .

4.6.4.6 Провести измерения для остальных контрольных точек и выполнить п.п. 4.6.4.3 ... 4.6.4.5.

4.6.4.7 Установить регулятор УСТ. U / I в положение 0 и нажать кнопку СБРОС.

## 4.7 Определение приведенной погрешности измерения постоянного напряжения управления

4.7.1 Приведенная погрешность измерения постоянного напряжения управления определяется методом сравнения показаний КИ СПТ с показаниями эталонного прибора.

4.7.2 Диапазон от 0 до 2,5 В проверяется в следующих контрольных точках: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 В.

4.7.2.1 Для определения погрешности необходимо:

– собрать схему согласно рисунку 5;

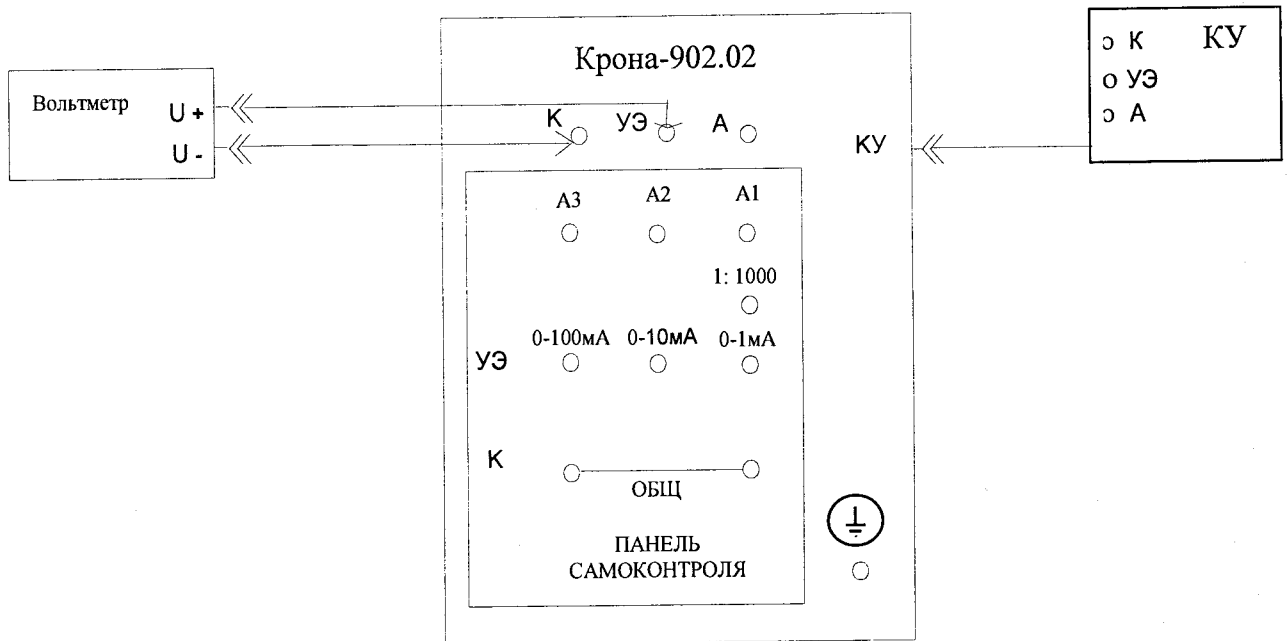


Рисунок 5 – Схема проверки канала измерения постоянного напряжения.

- установить переключатель **КОНТРОЛЬ** в положение **+Iy.от**;
- установить переключатель **ПРЕДЕЛ, мА** в положение **0**.
- 4.7.2.1 Установить переключатель **ПРЕДЕЛ, В** в положение **2,5**.
- 4.7.2.2 Нажать кнопку **ПУСК** и регулятором **УСТ. U / I** установить показание **Uy**, соответствующее первой контрольной точке.
- 4.7.2.3 Зафиксировать не менее 4-х показаний вольтметра и вычислить среднее значение
- 4.7.2.4 Приведенную погрешность в контрольной точке вычислить по формуле:

$$\delta = \frac{100 (U_c - U_{обр})}{U_{max}} \%, \quad (4)$$

где:  $U_c$  - показание СПТ, В;

$U_{обр}$  - среднее значение показаний вольтметра, В;

$U_{max}$  – верхнее значение диапазона, равное 2,5 В.

- 4.7.2.5 Полученное значение погрешности занести в таблицу, приведенную в Приложении А. Значение приведенной погрешности не должно выходить за пределы  $\pm 5 \%$ .
- 4.7.2.6 Провести измерения для остальных контрольных точек и выполнить п.п. 4.7.2.3 ... 4.7.2.5.

4.7.2.7 Установить регулятор **УСТ. U / I** в положение **0** и нажать кнопку **СБРОС**.

4.7.3 **Диапазон от 0 до 5 В** проверяется в контрольных точках: 1, 2, 3, 4, 5 В.

- 4.7.3.1 Установить переключатель **ПРЕДЕЛ, В** в положение **5**.
- 4.7.3.2 Нажать кнопку **ПУСК** и регулятором **УСТ. U / I** установить показание **Uy**, соответствующее первой контрольной точке.
- 4.7.3.3 Зафиксировать не менее 4-х показаний вольтметра и вычислить среднее значение

4.7.3.4 Погрешность в контрольной точке вычислить по формуле (4), где:

$U_{max}$  – верхнее значение диапазона, равное 5 В.

- 4.7.3.5 Полученное значение погрешности занести в таблицу, приведенную в Приложении А. Значение приведенной погрешности не должно выходить за пределы  $\pm 5 \%$ .
- 4.7.3.6 Провести измерения для остальных контрольных точек и выполнить п.п. 4.7.2.3 ... 4.7.2.5.



4.7.3.7 Установить регулятор УСТ. U / I в положение 0, нажать кнопку СБРОС и выключить СПТ.

## **5 Оформление результатов поверки**

5.1 На основании положительных результатов поверки оформляется свидетельство о поверке по форме приложения 1 к Порядку проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке, утвержденному Приказом Минпромторга от 2 июля 2015 г. № 1815.

5.2 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

5.3 По требованию потребителя может быть оформлен протокол поверки по форме, принятой в организации, проводившей поверку.

5.4 На основании отрицательных результатов поверки оформляется извещение о непригодности к применению по форме приложения 2 к Порядку проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке, утвержденному Приказом Минпромторга от 2 июля 2015 г. № 1815.

## Приложение А (рекомендуемое)

Протокол поверки № \_\_\_\_\_

Дата проведения поверки \_\_\_\_\_

Место проведения поверки \_\_\_\_\_

Наименование и тип поверяемого средства измерений \_\_\_\_\_

Заводской номер \_\_\_\_\_

Методика поверки \_\_\_\_\_

Условия проведения поверки:

Температура, °С \_\_\_\_\_

Относительная влажность, % \_\_\_\_\_

Давление, кПа \_\_\_\_\_

Напряжение сети, В \_\_\_\_\_

Частота сети, Гц \_\_\_\_\_

Средства поверки и их метрологические характеристики:

Проведение поверки

1. Внешний осмотр

Заключение: \_\_\_\_\_

2. Проверка электрического сопротивления изоляции и сопротивления защитного заземления.

Заклучение: \_\_\_\_\_

3. Опробование

Заклучение: \_\_\_\_\_

4. Проверка приведенной погрешности измерения амплитуды повторяющегося импульсного напряжения.

Диапазон, В	Контрольная точка, В	Показания вольтметра КИ СПТ, В	Показания преобразователя Е14-440, В					Приведенная погрешность, %	Пределы допускаемой погрешности, %
			1	2	3	4	среднее значение		
от 0 до 500	100	100						±10	
	200	200							
	300	300							
	400	400							
	500	500							
от 0 до 1000	200	200						±10	
	400	400							
	600	600							
	800	800							
	1000	1000							
от 0 до 4000	1000	1000						±10	
	2000	2000							
	3000	3000							
	4000	4000							

Заклучение: \_\_\_\_\_

5. Проверка приведенной погрешности измерения амплитуды повторяющегося импульсного тока.

Диапазон, мА	Контрольная точка, мА	Показания амперметра КИ СПТ, мА	Показания преобразователя Е14-440, В					Приведенная погрешность, %	Пределы допускаемой погрешности, %
			1	2	3	4	среднее значение		
от 0 до 0,5	0,1	0,1						±5	
	0,2	0,2							
	0,3	0,3							
	0,4	0,4							
	0,5	0,5							
от 0 до 2,5	0,5	0,5						±5	
	1,0	1,0							
	1,5	1,5							
	2,0	2,0							
	2,5	2,5							
от 0 до 10	2	2,0						±5	
	4	4,0							
	6	6,0							
	8	8,0							
	10	10,0							
от 0 до 50	10	10						±5	
	20	20							
	30	30							
	40	40							
	50	50							
от 0 до 125	50	50						±5	
	75	75							
	100	100							
	125	125							

Заключение: \_\_\_\_\_

6. Проверка приведенной погрешности измерения постоянного тока управления.

Диапазон, мА	Контрольная точка, мА	Показания амперметра КИ СПТ, мА	Показания эталонного амперметра, мА					Приведенная погрешность, %	Пределы допускаемой погрешности, %
			1	2	3	4	среднее значение		
от 0 до 25	5	5						±5	
	10	10							
	15	15							
	20	20							
	25	25							
от 0 до 100	20	20						±5	
	40	40							
	60	60							
	80	80							
	100	100							
от 0 до 500	100	100						±5	
	200	200							
	300	300							
	400	400							
	500	500							

Заключение: \_\_\_\_\_

## 7. Проверка приведенной погрешности измерения постоянного напряжения управления.

Диапазон, В	Контрольная точка, В	Показания вольтметра КИ СПТ, В	Показания эталонного вольтметра, В					Приведенная погрешность, %	Пределы допускаемой погрешности, %
			1	2	3	4	среднее значение		
от 0 до 2,5	0,5	0,5							±5
	1,0	1,0							
	1,5	1,5							
	2,0	2,0							
	2,5	2,5							
от 0 до 5	1	1,0							±5
	2	2,0							
	3	3,0							
	4	4,0							
	5	5,0							

Заключение: \_\_\_\_\_

Результат: \_\_\_\_\_

Поверитель \_\_\_\_\_