

**СОГЛАСОВАНО**

Заместитель директора по метрологии  
Западно-Сибирского филиала  
**ФГУП «ВНИИФТРИ»**



В. Ю. Кондаков

2025 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Контроллеры программируемые ЭЛСИ-МКС**

**Методика поверки с изменением № 1**

**МП-552.310556-2024**

г. Новосибирск

2025 г.

## **1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1.1 Настоящий документ распространяется на Контроллеры программируемые ЭЛСИ-МКС и устанавливает требования к методикам первичной и периодической поверок Контроллеров программируемых ЭЛСИ-МКС (далее – контроллеры).

1.2 Первичной поверке подлежат контроллеры при выпуске из производства.

1.3 Периодической поверке подлежат контроллеры, находящиеся в эксплуатации.

1.4 При проведении поверки контроллеров обеспечивается прослеживаемость результатов измерения к:

– государственному первичному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 13-2023 по государственной поверочной схеме (далее – ГПС) для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвигущей силы, утвержденной Приказом Росстандарта № 1520 от 28.07.2023 г.;

– государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91, по ГПС для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от  $1 \times 10^{-16}$  до 100 А, утвержденной приказом Росстандарта от 1 октября 2018 г. № 2091;

– государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014 по ГПС для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456.

1.5 При определении метрологических характеристик контроллеров используется прямой метод измерений.

1.6 Допускается проведение поверки отдельных автономных блоков (модулей) из состава контроллера для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, установленных в описании типа, в соответствии с заявлением владельца средства измерений, с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки.

## **2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Опробование	8.3	Да	Да
Проверка соответствия программного обеспечения	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям:	10	Да	Да
Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока	10.1	Да	Да
Определение погрешности измерений силы постоянного тока	10.2	Да	Да
Определение погрешности формирования напряжения постоянного тока	10.3	Да	Да
Определение погрешности формирования силы постоянного тока	10.4	Да	Да
Определение погрешности преобразований сигналов термопар	10.5	Да	Да
Определение погрешности преобразований сигналов термопреобразователей сопротивления	10.6	Да	Да
Оформление результатов поверки	11	Да	Да

2.2 При получении отрицательного результата в процессе выполнения любой из операций поверку прекращают.

### **3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ**

3.1 Поверку производят в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °C ..... от +15 до +35
- влажность окружающего воздуха, % ..... от 45 до 80
- атмосферное давление, кПа ..... от 84 до 106,7

3.2 Напряжение питания контроллера при операциях поверки, если не указано особо, должно устанавливаться равным номинальному значению и составлять, в зависимости от варианта исполнения источника питания контроллера:

- переменного тока частотой  $(50 \pm 1)$  Гц, В .....  $(230 \pm 10)$
- постоянного тока с максимальным уровнем пульсаций не более 50 мВ, В .....  $(24 \pm 1)$

### **4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ**

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику, руководство по эксплуатации на контроллеры и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право поверки, непосредственно осуществляющие поверку средств измерений.

## **5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ**

5.1 При проведении поверки контроллеров применяют средства измерений и вспомогательные средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
р. 8 Подготовка к поверке	Диапазон измерения температуры от -40 до +55 °C, с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,4$ °C. Диапазон измерения относительной влажности от 0 до 98% с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности измерений относительной влажности $\pm 2,5$ %. Диапазон измерения атмосферного давления от 30 до 110 кПа, с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,2$ кПа.	Измеритель-регистратор влажности, температуры и атмосферного давления EClerk-M модификации EClerk-M-RHTP (Рег. № 80931-21)
р. 10 определение метрологических характеристик	Измерение и воспроизведение силы постоянного тока в диапазоне от 0 до 25 мА (эталон 1-го разряда по ГПС утв. приказом Росстандарта от 1 октября 2018 г. № 2091) Измерение и воспроизведение напряжения постоянного тока в диапазоне от -100 до 1000 мВ и в диапазоне от 0 до 12 В (эталон 3-го разряда по ГПС утв. приказом Росстандарта № 1520 от 28.07.2023 г.)	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный "ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000" (Рег. №85582-22)

	Воспроизведение сопротивления постоянному току в диапазоне от 0 до 4000 Ом (эталон 4-го разряда по ГПС утв. приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456)	
	Рабочий эталон 4-го разряда и выше согласно ГПС утв. приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456 в диапазоне сопротивления постоянному току от 0,1 Ом до 100 кОм	магазин сопротивлений Р327 (Рег. № 3297-72)
	Диапазон установки значений выходного стабилизированного напряжения от 0 до 36 В. Нестабильность выходного напряжения не более 1 В	Источник питания постоянного тока SPS-3610, (Рег. № 20189-00)
	Операционная система Windows, программное обеспечение INGRED	Персональный компьютер

5.2 Допускают применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

## 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

6.2 Во избежание несчастного случая и для предупреждения повреждения поверяемого устройства необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- подсоединение оборудования к сети должно производиться с помощью кабеля или адаптера и сетевых кабелей, предназначенных для данного оборудования;
- заземление должно производиться посредством заземляющего провода или сетевого адаптера, предназначенного для данного оборудования;
- присоединения поверяемого контроллера к модулям и шине следует выполнять при отключенном напряжении питания;
- запрещается работать с поверяемым контроллером в случае обнаружения его повреждения.

## 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 При внешнем осмотре проверяют соответствие следующим требованиям:

- все надписи на корпусе контроллеров четкие и соответствуют функциональному назначению;
- поверхности корпусов не имеют механических повреждений;
- все разъемы и контакты чистые и без механических повреждений.

Результаты проверки считают положительными, если выполняются все вышеуказанные требования.

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Контроллеры готовят к работе в соответствии с его эксплуатационной документацией.

8.2 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

8.2.1 Изучить эксплуатационные документы на поверяемые контроллеры, а также руководства по эксплуатации на применяемые средства поверки (Потребитель, предъявляющий контроллер в поверку, должен предоставить (по требованию организации, проводящей поверку) руководство по эксплуатации на предъявляемый в поверку контроллер).

8.2.2 Выдержать контроллеры в условиях окружающей среды, указанных в пункте 3.1

не менее 1 ч, если они находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в пункте 3.1.

8.2.3 Подготовить к работе средства поверки и выдержать во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации средства поверки.

8.3 Опробование контроллеров производят в условиях его штатного функционирования и проверяют их работоспособность в соответствии руководством по эксплуатации контроллеров.

8.4 Средства поверки разместить на рабочем месте и соединить согласно схемам приложения А. Выполнить соединение устройств с контуром защитного заземления с помощью предусмотренных зажимов согласно указаниям эксплуатационных документов.

## 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверяют соответствие метрологически значимой части программного обеспечения (далее - ПО), указанному в описании типа контроллеров.

9.2 . Проверку проводят в системе INGRED. Для установки среды INGRED следует запустить файл INGREDInstaller.exe и далее следовать указаниям "Мастера установки". При успешной установке среды INGRED на ПК Мастер установки выведет на экран окно с информацией о завершении установки.

Процесс установки и запуск ПО:

1) Для установки пакета поддержки системы исполнения необходимо запустить файл ELSYMKS TSP vX.X.X.X X.exe.

2) Далее следовать указаниям "Мастера установки". В ходе установки, дождаться запуска Менеджера пакетов;

3) Дождаться окончания процесса установки пакета на ПК по завершению установки. По завершению установки, для вступления в силу всех изменений следует перезапустить среду INGRED.

В результате, будут установлены все профили, библиотеки, компоненты и описания устройств, необходимые для обеспечения поддержки контроллера ЭЛСИ-МКС в системе INGRED.

Запуск системы INGRED следует осуществлять одним из следующих способов:



а) с помощью ярлыка на рабочем столе;

б) непосредственным запуском программы из меню программ:

Windows: Пуск → Программы → INGRED

В появившемся окне выбора профиля выбрать EleSy ELSYMKS V <версия>SP16 Patch<версия> (рисунок 1).



Рисунок 1 – Запуск системы разработки INGRED. Выбор профиля

Вид стартовой страницы системы разработки INGRED представлен на рисунке 2.

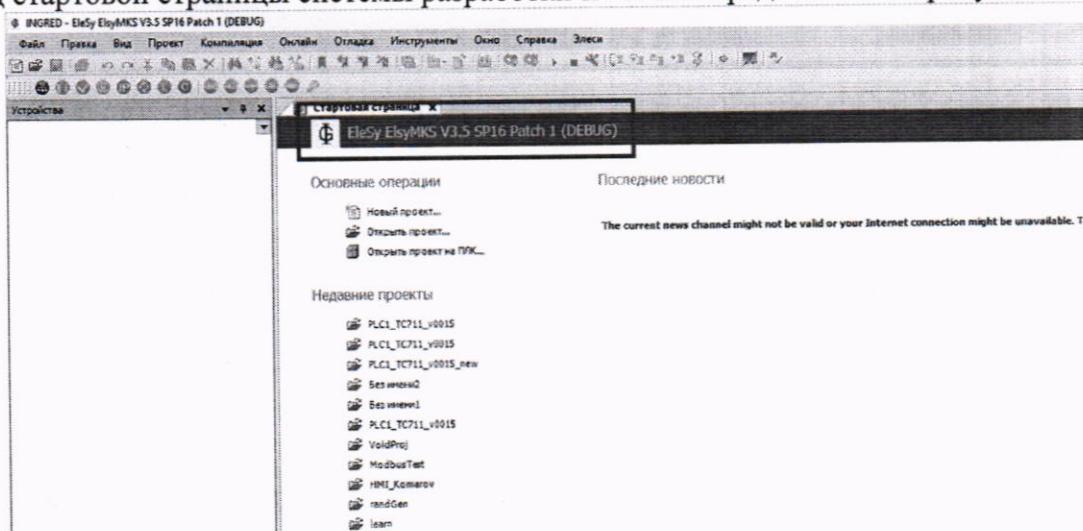


Рисунок 2 – Система разработки INGRED. Вид стартовой страницы

Далее необходимо загрузить тестовый проект модуля, подлежащего поверки. Тестовый проект размещен на цифровом носителе поставляемым вместе с контроллером ЭЛСИ-МКС

9.3 Утилита «Сканировать сеть» предназначена для поиска, просмотра и изменения информации о доступных по сети ПЛК. Для ее запуска необходимо во вкладке «Device» нажать вкладку «сканировать сеть». В открывшемся окне выбрать контроллер «ElyMKS» (рисунок 3).

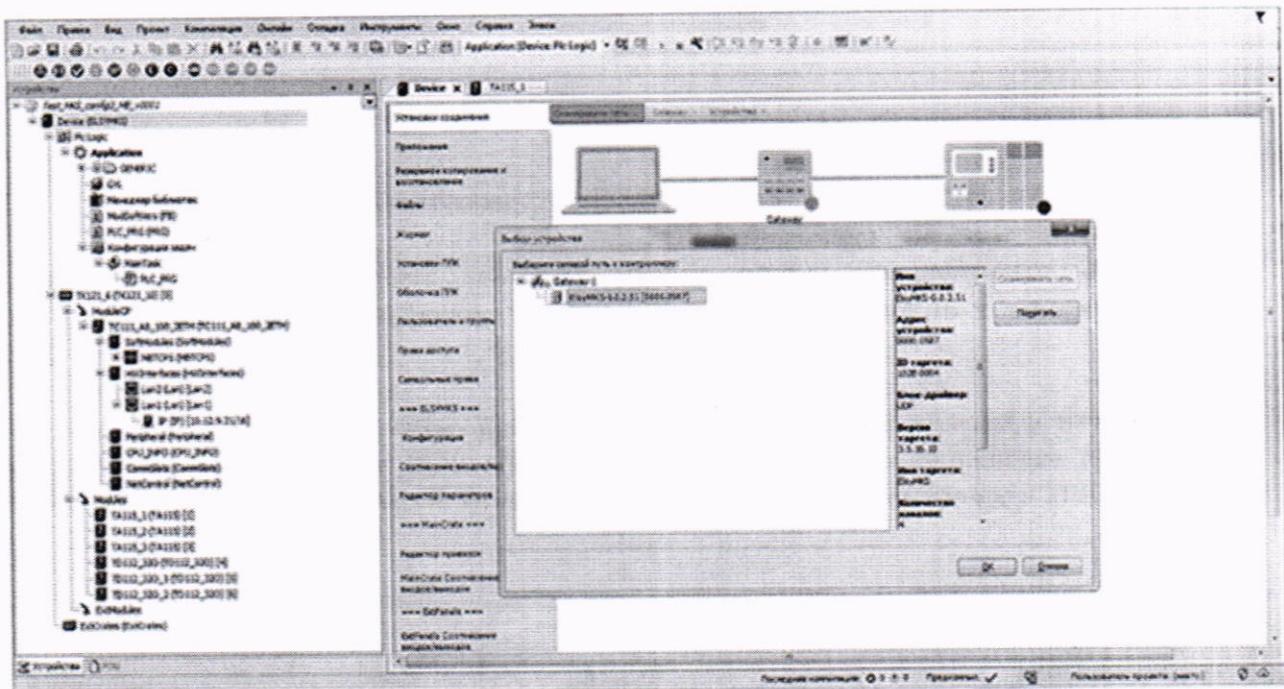


Рисунок 3 – Выбор активного контроллера

После чего подключиться к контроллеру, нажав клавиши [Alt]+[F8]. На вопрос о загрузке задачи в контроллер следует нажать кнопку "Yes".

После чего запустить процесс нажав кнопку «F5», в строке статуса INGRED появляется полоса прогресса. Признаком того, что программа запущена, служит обозначение «Работа» (рисунок 4) в строке статуса INGRED.

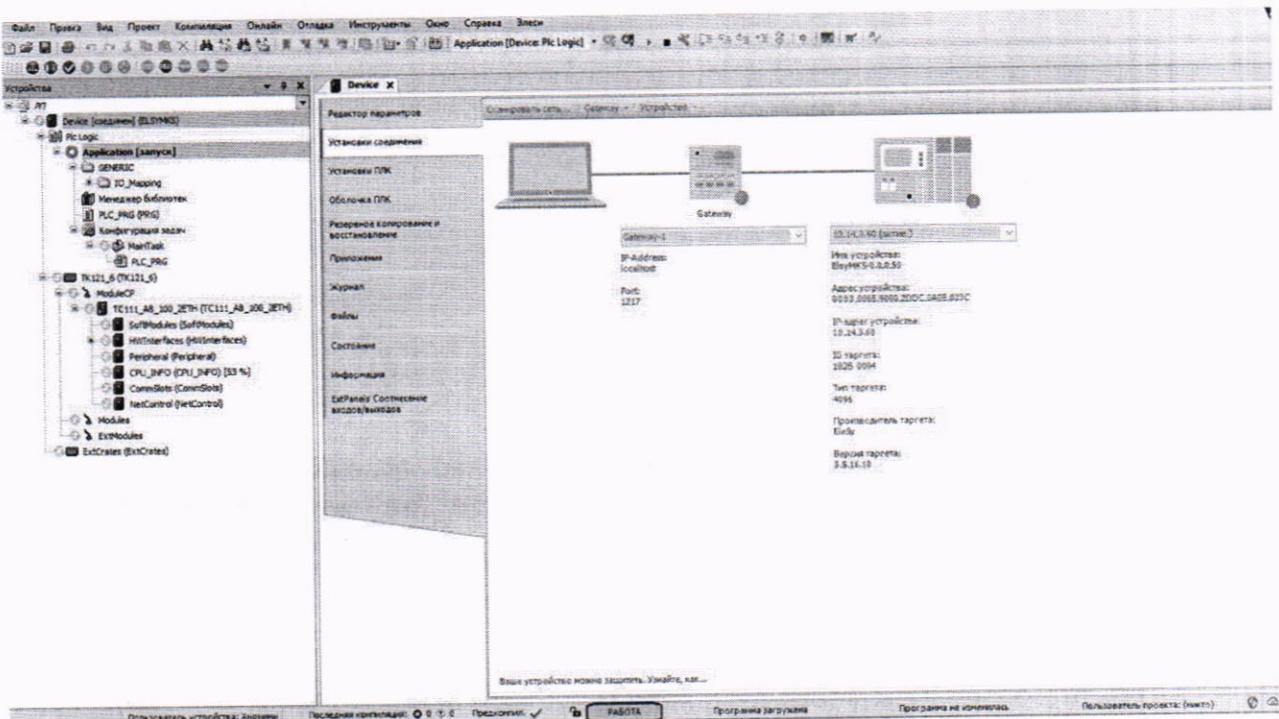


Рисунок 4 – Страна статуса в состоянии «Работа»

На левой панели во вкладке «Modules» выбирать модуль, нажав два раза правой кнопкой мыши. После этого в правой части экрана появится закладка с именем выбранного модуля. Зайти во вкладку «редактор параметров».

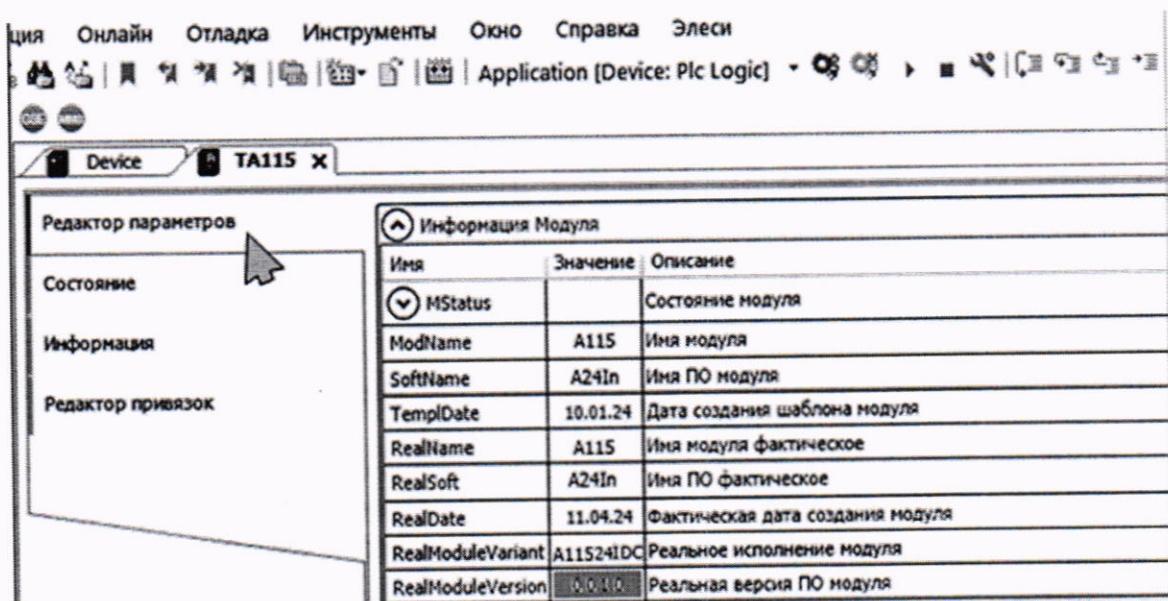


Рисунок 5 - Система разработки INGRED. Вид раздела «Информация модуля»

9.4 На вкладке «Редактор параметров» отображаются следующие разделы: Информация модуля; Системные параметры модуля; Конфигурационные параметры модуля. В разделе «Информация Модуля»: содержится информация о модуле: имя модуля, имя ПО модуля, дата создания, версия программного обеспечения – Рисунок 5.

Значения параметров модуля являются информационными и не подлежат редактированию.

9.5 Результаты проверки считаются положительными, если идентификационные признаки ПО соответствуют, указанным в описании типа контроллеров.

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока проводят для всех каналов модуля в проверяемых точках в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 – Проверочные точки при определении погрешности измерений напряжения постоянного тока

Модуль	Проверяемые точки, В	Верхний предел диапазона измерений, В	Нижний предел диапазона измерений, В	Пределы допускаемой погрешности напряжения постоянного тока, %	основной приведенной измерений постоянного
ТА 113	-10; -5; 0,02; 5; 10	10	-10	±0,05	
ТА 112	0,02; 2,5; 5; 7,5; 10	10	0,02	±0,1	
ТА 116	0,02; 2,5; 5; 7,5; 10	10	0,02	±0,1	
ТА 121	-10; -5; 0,02; 5; 10	10	-10	±0,1	
ТА 115	-10; -5; 0,02; 5; 10	10	-10	±0,1	

10.1.1 Провести соединения приборов по схеме рисунка А.1 (приложение А). Для модулей ТА 121 и ТА 115 установить, при помощи перемычек режим измерения напряжения тока в необходимом диапазоне для всех каналов.

Калибратор установить в режим формирования напряжения постоянного тока. В тестовом проекте INGRED установить режим измерения напряжения.

10.1.2 Подключить выход калибратора на вход проверяемого измерительного канала модуля.

10.1.3 Подать напряжение питания на контроллер. В тестовом проекте выбрать проверяемый модуль и перейти на закладку «Соотнесение входов/выходов».

10.1.4 Установить на калибраторе значение напряжения  $U_{\text{эт}}$ , равное первой проверяемой точке. На выбранной закладке «Соотнесение входов/выходов» считать полученные значения величины измеренного сигнала проверяемого канала. За значение измеренного сигнала  $U_{\text{изм}}$  принять значение показания с наибольшим отклонением от проверяемой точки.

10.1.5 Рассчитать значение приведенной погрешности измерений напряжения постоянного тока по формуле (1):

$$\delta_{\text{пр}} = \frac{(U_{\text{изм}} - U_{\text{эт}})}{(U_{\text{в}} - U_{\text{н}})} \cdot 100\% \quad (1)$$

где  $U_{\text{эт}}$  – значение постоянного напряжения, воспроизведенное калибратором, В;

$U_{\text{изм}}$  – значение напряжения измеренное контроллером, В;

$U_{\text{в}}$  – верхний предел диапазона измерений напряжения контроллера, В;

$U_{\text{н}}$  – нижний предел диапазона измерений напряжения контроллера, В.

10.1.6 Провести определение погрешности измерений напряжения постоянного тока для остальных проверяемых точек.

10.1.7 Провести определение погрешности для остальных каналов модуля.

10.1.8 Результаты проверки считаются удовлетворительными, если погрешность

контроллера, определенная по формуле 1 в каждой поверяемой точке и для каждого канала модуля не превышает пределы основной допускаемой приведенной погрешности измерений напряжения постоянного тока, приведенные в таблице 3.

10.2 Определение погрешности измерений силы постоянного тока проводят для всех каналов модуля в проверяемых точках в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4 – Проверочные точки при определении погрешности измерений силы постоянного тока

Модуль	Проверяемые точки, мА	Верхний предел диапазона измерений, мА	Нижний предел диапазона измерений, мА	Пределы основной допускаемой приведенной погрешности измерений силы постоянного тока, %
TA 121	-5; 0; 5	5	-5	±0,1
	-10; 0; 10	10	-10	±0,1
	-20; 0; 20	10	-10	±0,1
TA 112	0,04; 5; 10; 15; 20	20	0	±0,1
TA 113	-20; 0; 20	20	-20	±0,05
TA 115	-5; 0; 5	5	-5	±0,1
	-20; 0; 20	20	-20	±0,1
TA 116	0,04; 5; 10; 15; 20	20	0	±0,1
	4; 8; 12; 16; 20	20	4	±0,1
TA 117	-5; 0; 5	5	-5	±0,1
	-10; 0; 10	10	-10	±0,1
	-20; 0; 20	20	-20	±0,1
	0,04; 5; 10; 15; 20	20	0	±0,1
	4; 8; 12; 16; 20	20	4	±0,1
	0; 2,5; 5	5	0	±0,1

10.2.2 Для модулей TA 115 и 121 установить, при помощи перемычек режим измерения тока в необходимом диапазоне для всех каналов. В тестовом проекте INGRED для модулей установить режим измерения тока.

10.2.3 Провести соединения приборов по схеме рисунка А.1 (приложение А) с подключением к входам измерения тока и при необходимости установить на модуле необходимые перемычки.

10.2.4 Подключить токовый выход калибратора на проверяемый вход измерения непрерывных входных сигналов контроллера. При проверке модуля TA 112 параллельно токовому выходу калибратора подключить внешний шунт из комплекта поставки модуля (100 Ом).

10.2.5 Подать напряжение питания на контроллер. В тестовом проекте выбрать проверяемый модуль и перейти на закладку «Соотнесение входов/выходов».

10.2.6 Установить на калибраторе значение силы тока  $I_{ЭТ}$ , равное первой проверяемой точке. На выбранной закладке «Соотнесение входов/выходов» считать полученные значения величины измеренного сигнала проверяемого канала. За значение измеренного сигнала  $I_{ИЗМ}$  принять значение показания с наибольшим отклонением от проверяемой точки.

10.2.7 Рассчитать значение приведенной погрешности измерений силы постоянного тока по формуле (2):

$$\delta_{\text{пр}} = \frac{(I_{\text{изм}} - I_{\text{эт}})}{(I_{\text{в}} - I_{\text{н}})} \cdot 100\% \quad (2)$$

где  $I_{\text{эт}}$  – значение силы постоянного тока, измеренное калибратором, мА;

$I_{изм}$  – значение силы постоянного тока, сформированное контроллером, мА;

$I_B$  – верхний предел диапазона измерений силы постоянного тока контроллера, мА;

$I_H$  – нижний предел диапазона измерений силы постоянного тока контроллера, мА.

10.2.8 Провести определение погрешности измерений напряжения постоянного тока для остальных проверяемых точек.

10.2.9 Провести определение погрешности для остальных каналов модуля.

10.2.10 Результаты проверки считают удовлетворительными, если погрешность контроллера, определенная по формуле 2 в каждой проверяемой точке и для каждого канала модуля не превышает пределы основной допускаемой приведенной погрешности измерений силы постоянного тока, приведенные в таблице 4.

10.3 Определение погрешности формирования напряжения постоянного тока проводят для всех каналов модуля в проверяемых точках в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5 – Проверочные точки при определении погрешности формирования напряжения постоянного тока

Модуль	Проверяемые точки, В	Верхний предел диапазона формирования, В	Нижний предел диапазона формирования, В	Пределы основной допускаемой приведенной погрешности формирования напряжения постоянного тока, %
ТА 113	-10; -5; 0; 5; 10	10	-10	±0,1
ТА 114	-10; -5; 0; 5; 10	10	-10	±0,1

10.3.1 Установить, при помощи перемычек (при необходимости в зависимости от проверяемого модуля) на модуле режим формирования постоянного напряжения для всех каналов. В тестовом проекте INGRED для модулей установить режим формирования напряжения.

10.3.2 Провести соединения приборов по схеме рисунка А.2 (приложение А) с подключением к входам формирования напряжения.

10.3.3 Подключить вход калибратора (вольтметра) на выход проверяемого канала контроллера.

10.3.4 В тестовом проекте выбрать проверяемый модуль и перейти на закладку «Соотнесение входов/выходов». Ввести значение напряжения  $U_\Phi$ , равное первой проверяемой точке. Загрузить введенное значение в контроллер нажав сочетание клавиш Ctrl и F7.

10.3.5 Считать с калибратора (вольтметра) значение сформированного напряжения. За значение принять показания  $U_{ЭТ}$  с наибольшим отклонением от проверяемой точки.

10.3.6 Рассчитать значение приведенной погрешности формирования напряжения постоянного тока по формуле (3):

$$\delta_{пр} = \frac{(U_\Phi - U_{ЭТ})}{(U_B - U_H)} \cdot 100\% \quad (3)$$

где  $U_{ЭТ}$  – значение постоянного напряжения, измеренное калибратором (вольтметром), В;

$U_\Phi$  – значение напряжения сформированное контроллером, В;

$U_B$  – верхний предел диапазона формирования напряжения контроллера, В;

$U_H$  – нижний предел диапазона формирования напряжения контроллера, В.

10.3.7 Провести определение погрешности формирования напряжения постоянного тока для остальных проверяемых точек.

10.3.8 Провести определение погрешности для остальных каналов модуля.

10.3.9 Результаты проверки считают удовлетворительными, если погрешность контроллера, определенная по формуле 3 в каждой проверяемой точке и для каждого канала

модуля не превышает пределы основной допускаемой приведенной погрешности формирования напряжения постоянного тока, приведенные в таблице 5.

10.4 Определение погрешности формирования силы постоянного тока проводят для всех каналов модуля в проверяемых точках в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6 – Проверочные точки при определении погрешности формирования силы постоянного тока

Модуль	Проверяемые точки, мА	Верхний предел диапазона формирований, мА	Нижний предел диапазона формирований, мА	Пределы основной допускаемой приведенной погрешности формирования напряжения постоянного тока, %
ТА 113	0,02; 5; 10; 15; 20	20	0	±0,1
ТА 114	0,02; 5; 10; 15; 20	20	0	±0,1

10.4.1 Установить, при помощи перемычек (при необходимости в зависимости от проверяемого модуля) на модуле режим формирования силы постоянного тока для всех проверяемых каналов. В тестовом проекте INGRED для модулей установить режим формирования силы тока.

10.4.2 Провести соединения приборов по схеме рисунка А.2 (приложение А) с подключением к входам формирования напряжения.

10.4.3 Подключить вход калибратора (миллиамперметра) на выход проверяемого канала контроллера.

10.4.4 В тестовом проекте выбрать проверяемый модуль и перейти на закладку «Соотнесение входов/выходов». Ввести значение силы тока  $I_{\Phi}$ , равное первой проверяемой точке. Загрузить введённое значение в контроллер нажав сочетание клавиш Ctrl и F7.

10.4.5 Считать с калибратора (миллиамперметра) значение сформированной силы тока. За значение принять показания  $I_{\text{эт}}$  с наибольшим отклонением от проверяемой точки.

10.4.6 Рассчитать значение приведенной погрешности формирования силы тока постоянного тока по формуле (4):

$$\delta_{\text{пр}} = \frac{(I_{\Phi} - I_{\text{эт}})}{(I_{\text{в}} - I_{\text{н}})} \cdot 100\% \quad (4)$$

где  $I_{\text{эт}}$  – значение силы постоянного тока, измеренное калибратором (миллиамперметром), мА;

$I_{\Phi}$  – значение силы постоянного тока сформированное контроллером, мА;

$I_{\text{в}}$  – верхний предел диапазона формирования силы постоянного тока контроллера, мА;

$I_{\text{н}}$  – нижний предел диапазона формирования силы постоянного тока контроллера, мА.

10.4.7 Провести определение погрешности формирования силы постоянного тока для остальных проверяемых точек.

10.4.8 Провести определение погрешности для остальных каналов модуля.

10.4.9 Результаты проверки считают удовлетворительными, если погрешность контроллера, определенная по формуле 4 в каждой проверяемой точке и для каждого канала модуля не превышает пределы основной допускаемой приведенной погрешности формирования силы постоянного тока, приведенные в таблице 6.

10.5 Определение погрешности измерений сигналов термопар проводят для всех каналов модуля в проверяемых точках в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7 – Проверочные точки при проверке диапазона и абсолютной погрешности преобразования сигналов термопар (термоэлектрических преобразователей)

Тип термопары	Проверяемая точка, °C	Напряжение эквивалентное поверяемой точке, мВ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразования сигналов термопар, °C
TXK (L)	0	0	$\pm 1,5$
	200	14,560	
	400	31,492	
	600	49,108	
	800	66,466	
TXA (K)	-200	-5,891	$\pm 2$
	0	0	
	300	12,209	
	600	24,905	
	900	37,326	
TXKh (E)	-250	-9,718	$\pm 6$
	-100	-5,23	
	250	17,181	
	500	37,005	
	750	57,080	
	1000	76,373	
TПП10 (S)	0	0	$\pm 2,5$
	400	3,259	
	800	7,345	
	1300	13,159	
	1700	17,947	
THH (N)	-250	-4,313	$\pm 4$
	0	0	
	250	7,597	
	500	16,748	
	750	26,491	
	1000	36,256	
TПР (B)	250	0,291	$\pm 5$
	700	2,431	
	900	3,957	
	1350	8,397	
	1800	13,591	
TЖК (J)	-200	-7,890	$\pm 1$
	0	0	
	200	10,779	
	400	21,848	
	600	33,102	
TBP (A-1)	0	0	$\pm 2,5$
	625	10,028	
	1250	19,876	
	1875	27,844	
	2500	33,640	

Таблица 7 – Проверочные точки при проверке диапазона и абсолютной погрешности преобразования сигналов термопар (термоэлектрических преобразователей)

Тип термопары	Проверяемая точка, °C	Напряжение эквивалентное поверяемой точке, мВ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразования сигналов термопар, °C
ТПП13 (R)	0	0	$\pm 2,5$
	400	3,408	
	800	7,950	
	1200	13,228	
	1600	18,849	

10.5.1 Провести соединения приборов по схеме рисунка А.3 (приложение А). Установить на модуле режим измерения сигналов термопар для всех каналов. Калибратор установить в режим формирования сигналов термопар (напряжения постоянного тока).

10.5.2 Подключить выход калибратора на вход проверяемого измерительного канала модуля.

10.5.3 Подать напряжение питания на контроллер. В тестовом проекте выбрать проверяемый модуль и перейти на закладку «Соотнесение входов/выходов».

10.5.4 Установить на калибраторе значение сигнала термопары (эквивалентного постоянного напряжения)  $T_{эт}$ , равное первой проверяемой точке. На выбранной закладке «Соотнесение входов/выходов» считать полученные значения величины измеренного сигнала проверяемого канала. За значение измеренного сигнала  $T_{изм}$  принять значение показания с наибольшим отклонением от проверяемой точки.

10.5.5 Рассчитать значение абсолютной погрешности измерений сигналов термопар по формуле (5):

$$\Delta_{abc} = (T_{изм} - T_{эт}), ^\circ C \quad (5)$$

где  $T_{эт}$  – значение сигнала термопар, воспроизводимое калибратором, °C;

$T_{изм}$  – значение сигнала термопар, измеренное контроллером, °C.

10.5.6 Провести определение погрешности измерений сигналов термопар для остальных проверяемых точек.

10.5.7 Провести определение погрешности для остальных каналов модуля.

10.5.8 Результаты проверки считаются удовлетворительными, если погрешность контроллера, определенная по формуле 5 в каждой проверяемой точке и для каждого канала модуля не превышает пределы основной допускаемой абсолютной погрешности измерений сигналов термопар, приведенные в таблице 7.

10.6 Определение погрешности преобразований сигналов термопар проводят для всех каналов модуля в проверяемых точках в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8 – Проверочные точки при определении абсолютной погрешности измерений сигналов термосопротивления (термосопротивлений)

Тип термосопротивления	Проверяемая точка, °C	Эквивалентное сопротивление поверяемой точке RT, Ом	Пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразования сигналов термосопротивления, °C
TCM 50M ( $W_{100} = 1,428$ ) от $-50^\circ C$ до $+150^\circ C$	-46,44	40	$\pm 1,0$
	46,72	60	

Таблица 8 – Проверочные точки при определении абсолютной погрешности измерений сигналов термопреобразователей сопротивления (термосопротивлений)

Тип термосопротивления	Проверяемая точка, °C	Эквивалентное сопротивление поверяемой точке RT, Ом	Пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразования сигналов термопреобразователя сопротивления, °C
TCM 100М (W100 = 1,428) от -50°C до +150°C	140,19	80	±0,8
	-46,44	80	
	46,72	120	
	140,19	160	
TCM 500М (W100 = 1,428) от -50°C до +150°C	-46,44	400	±0,8
	46,72	600	
	140,19	800	
	-50	40	
TCP 50П (W100 = 1,391) от -50°C до +500°C	0	50	±2,75
	207,92	90	
	488,65	140	
	-50	80	
TCP 100П (W100 = 1,391) от -50°C до +500°C	0	100	±2,2
	207,92	180	
	488,65	280	
	-50	400	
TCP 500П (W100 = 1,391) от -50°C до +500°C	0	500	±2,2
	207,92	900	
	488,65	1400	
	-50	800	
TCP 1000П (W100 = 1,391) от -50°C до +500°C	0	1000	±2,2
	207,92	1800	
	488,65	2800	
	-50,78	40	±2,75
TCP Pt50 (W100 = 1,385) от -50°C до +500°C	0	50	
	211,3	90	
	497,06	140	
	-50,78	80	
TCP Pt100 (W100 = 1,385) от -50°C до +500°C	0	100	±2,2
	211,3	180	
	497,06	280	
	-58,83	70	±0,8
TCH 100H (W100 = 1,617) от -50°C до +150°C	51,34	130	
	151,67	200	
	-58,83	350	±0,8
TCH 500H (W100 = 1,617) от -50°C до +150°C	51,34	650	
	151,67	1000	
	-58,83	700	±0,8
TCH 1000H (W100 = 1,617) от -50°C до +150°C	51,34	1300	
	151,67	2000	
	-58,83	700	

10.6.1 Провести соединения приборов по схеме рисунка А.4(приложение А). Установить на модуле режим измерения сигналов термопреобразователей сопротивления для

всех каналов. Калибратор установить в режим формирования сигналов термопреобразователей сопротивления (сопротивления постоянному току).

10.6.2 Подключить выход калибратора на вход проверяемого измерительного канала модуля.

10.6.3 Подать напряжение питания на контроллер. В тестовом проекте выбрать проверяемый модуль и перейти на закладку «Соотнесение входов/выходов».

10.6.4 Установить на калибраторе значение сигнала термопреобразователей сопротивления (эквивалентного сопротивления постоянному току)  $T_{эт}$ , равное первой проверяемой точке. На выбранной закладке «Соотнесение входов/выходов» считать полученные значения величины измеренного сигнала проверяемого канала. За значение измеренного сигнала  $T_{изм}$  принять значение показания с наибольшим отклонением от проверяемой точки.

10.6.5 Рассчитать значение абсолютной погрешности измерений сигналов термопар по формуле (6):

$$\Delta_{abc} = (T_{изм} - T_{эт}), ^\circ C \quad (6)$$

где  $T_{эт}$  – значение сигнала термопреобразователей сопротивления, воспроизводимое калибратором,  $^\circ C$ ;

$T_{изм}$  – значение сигнала термопреобразователей сопротивления, измеренное контроллером,  $^\circ C$ .

10.6.6 Провести определение погрешности измерений сигналов термопреобразователей сопротивления для остальных проверяемых точек.

10.6.7 Провести определение погрешности для остальных каналов модуля.

10.6.8 Результаты проверки считаются удовлетворительными, если погрешность контроллера, определенная по формуле 6 в каждой проверяемой точке и для каждого канала модуля не превышает пределы основной допускаемой абсолютной погрешности преобразований сигналов термопреобразователей сопротивления, приведенные в таблице 8.

10.7 Контроллер считаются удовлетворяющим метрологическим требованиям, если в процессе поверки были получены положительные результаты всех проверок, предусмотренных таблицей 1 настоящей методики поверки.

## 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

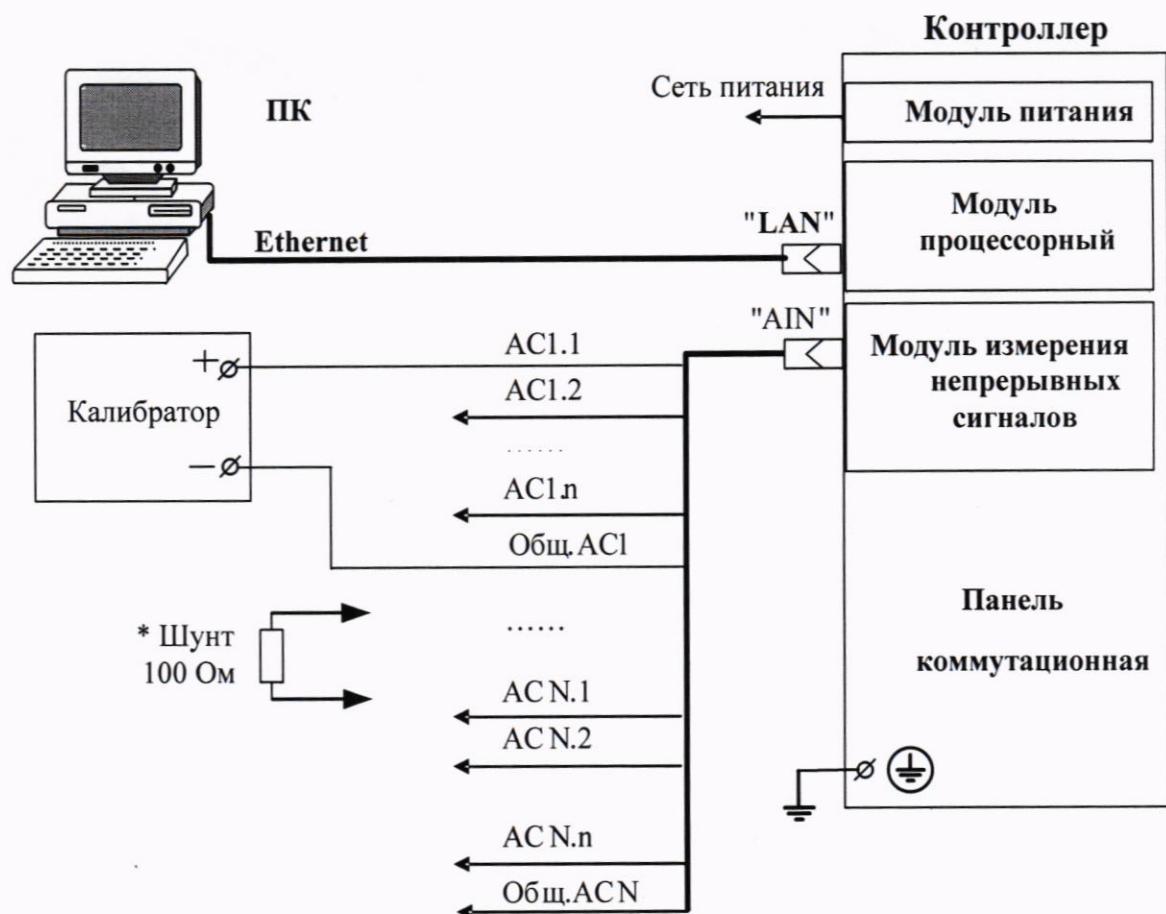
11.1 Результаты поверки подтверждаются сведениями,ключенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

11.2 По заявлению владельца или лица, представившего контроллер на поверку, положительные результаты поверки (в случае соответствия метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

11.3 По заявлению владельца или лица, представившего контроллер на поверку, отрицательные результаты поверки (в случае не соответствия метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме.

11.4 Протоколы поверки ЭЛСИ-МКС оформляются по произвольной форме.

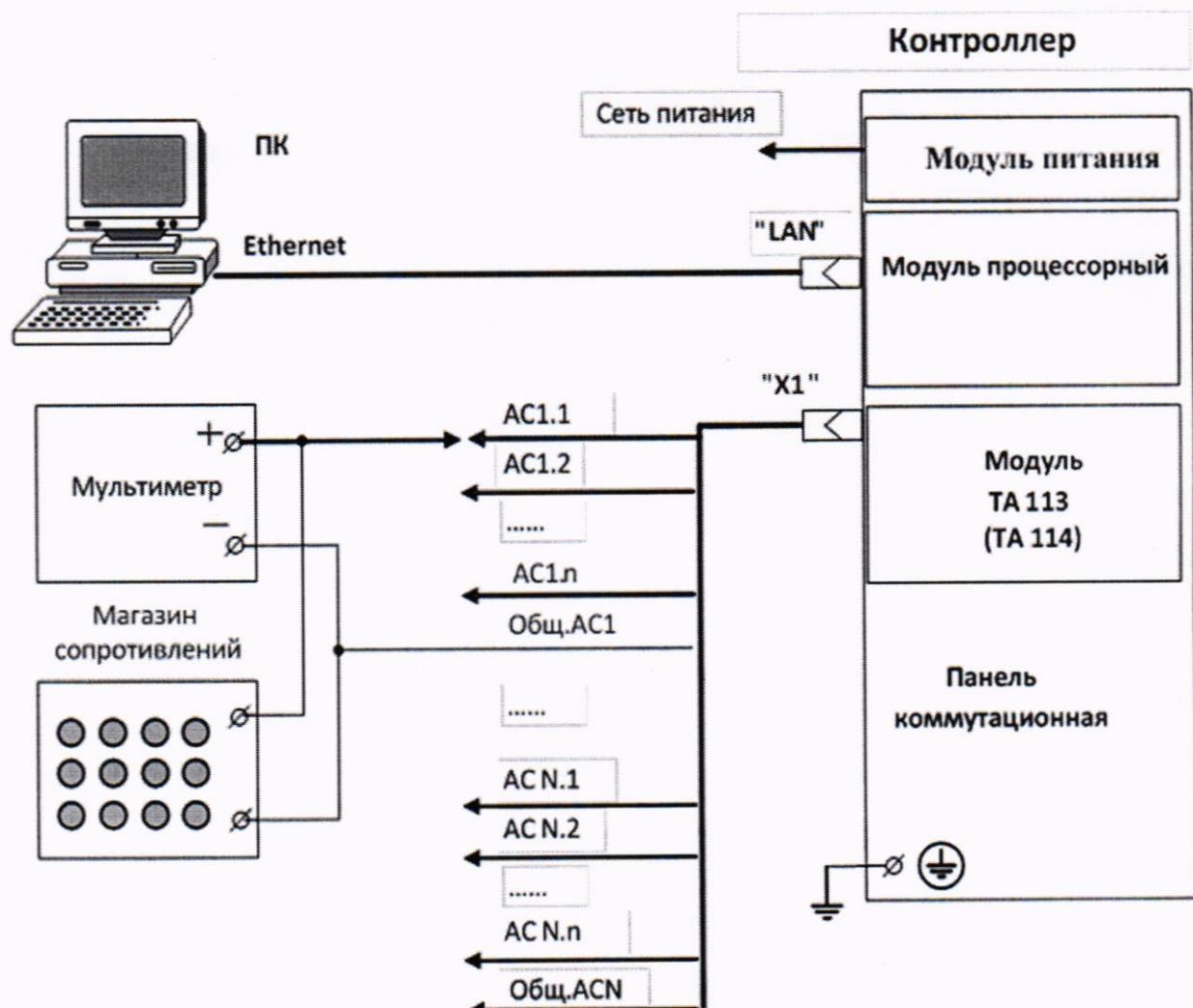
11.5 Пломбирование ЭЛСИ-МКС не предусмотрено.



AC N.1– AC N.n – входные сигналы электрически изолированного измерительного канала N  
Общ.ACN – общая цепь сигналов измерительного канала N

\* Для модуля TA 112 при проверке в режиме ввода сигнала постоянного тока параллельно входу модуля подключить шунт 100 Ом±0,1% из комплекта поставки модуля

Рисунок А.1– Схема определения погрешностей измерений силы постоянного тока и напряжения постоянного тока



ACN.1-AC N.п – выходные сигналы электрически изолированного канала

Общ.ACN – общая цепь сигналов канала

На магазине сопротивлений установить:

$R_h = 2,0 \text{ к}\Omega$  при работе с выходом по напряжению

$R_h = 750 \text{ Ом}$  при работе с выходом по току

Рисунок А.2– Схема определения погрешностей формирований силы постоянного тока и напряжения постоянного тока для модулей TA 113, TA 114

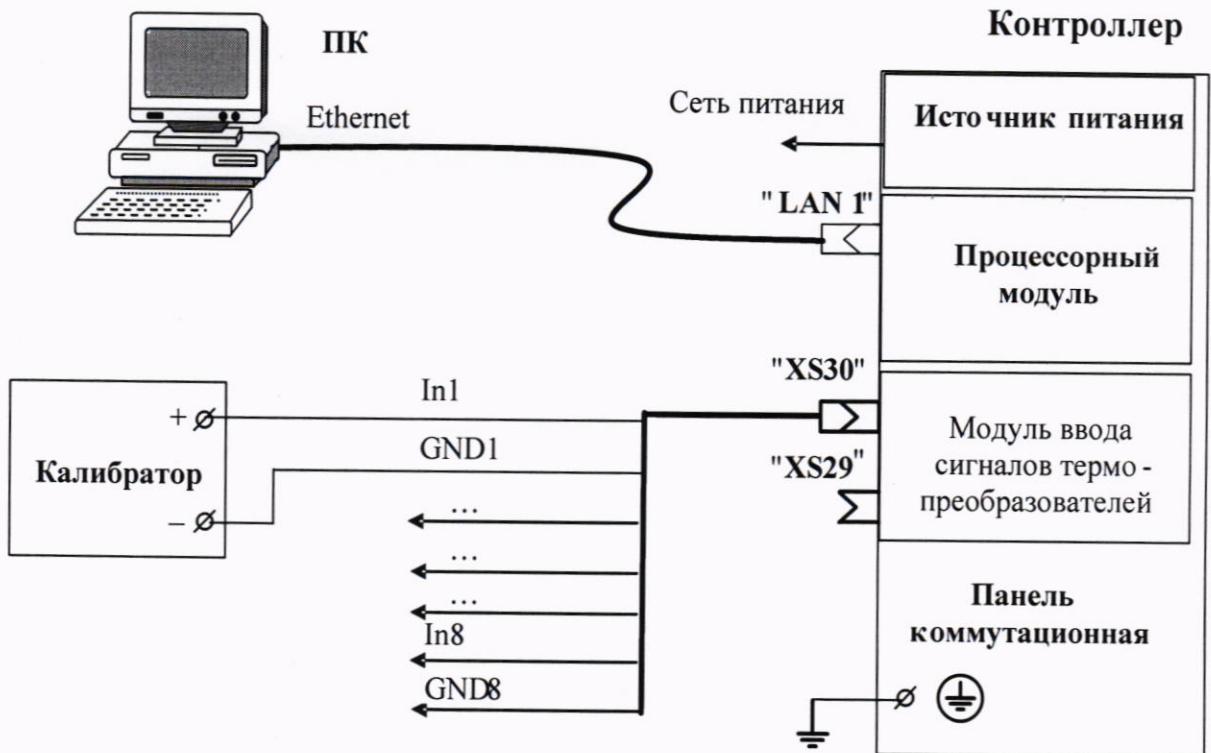
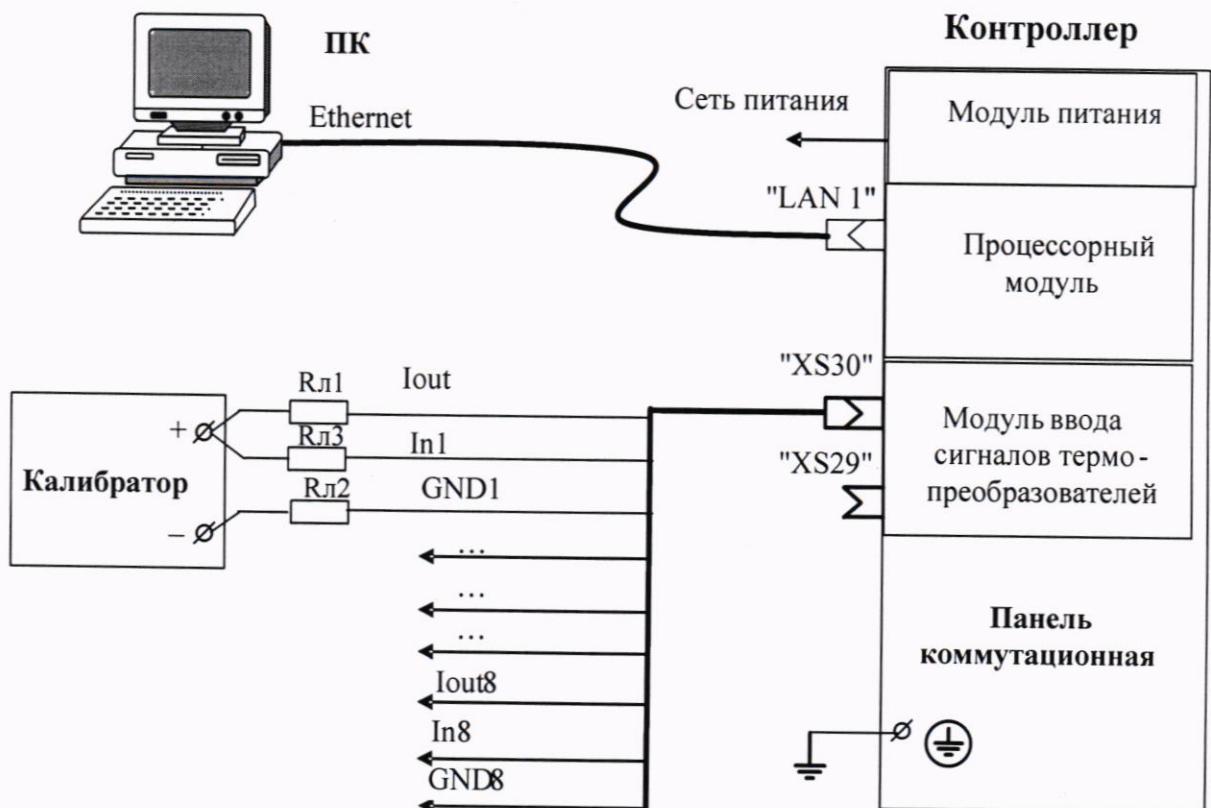


Рисунок А.3 – Схема определения погрешностей измерений сигналов термопар (термоэлектрических преобразователей)



Rl1, Rl2 – резистор 30 Ом 0,02 % , мощность не менее 0,01 Вт

Rl 3 – два последовательно соединенных резистора MRS 16 T 15 Ом, 1%, 0,4 Вт

Рисунок А.4 – Схема определения погрешностей измерений сигналов термопреобразователей сопротивления