ОКПД2 26.20.13.000

Утвержден

ЛЯЮИ.468154.017РЭ-ЛУ

МОДУЛЬ АНАЛОГОВОГО ВВОДА ТЕРМОПАР МАВ-17ТП

Руководство по эксплуатации

ЛЯЮИ.468154.017РЭ

Версия 2.1

Перв. прим.

ЛЯЮИ.468154.017 Литера О

2024 год

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Содержание

Обозначения и сокращения 4
1 Описание и работа 5
1.1 Назначение изделия 5
1.2 Технические характеристики 5
1.3 Состав изделия 6
1.4 Устройство и работа 7
1.5 Маркировка и пломбирование 21
1.6 Упаковка 22
2 Использование по назначению 23
2.1 Эксплуатационные ограничения 23
2.2 Подготовка изделия к использованию 23
2.3 Использование изделия 39
3 Техническое обслуживание 55
3.1 Техническое обслуживание изделия 55
4 Текущий ремонт 56
4.1 Текущий ремонт изделия 56
5 Хранение 57
5.1 Общие требования 57
6 Транспортирование 58
7 Утилизация 59
Ссылочные нормативные документы 60

Листов 61

Настоящее руководство по эксплуатации (далее по тексту – РЭ) устанавливает состав, устройство, технические характеристики, правила эксплуатации модуля аналогового ввода термопар МАВ17-ТП ЛЯЮИ.468154.017 (далее по тексту – модуль или изделие).

При работе с модулем, кроме настоящего документа, необходимо пользоваться следующими документами:

– прикладное программное обеспечение «Интегрированная среда разработки программ на языках стандарта МЭК 61131-3 ELPLC-LOGIC». Руководство программиста ЛЯЮИ.00707-01 33 01;

– контроллер промышленный программируемый ПЛК-ЭЛЬБРУС. Диагностическая программа ELPLC-REMOTE-APP. Тестовое программное обеспечение. Руководство по техническому обслуживанию ТЕГР.00003-01 46 01;

– паспорт ЛЯЮИ.468154.017ПС.

К эксплуатации модуля допускается технический персонал, лица, изучившие требования эксплуатационной документации, правила техники безопасности при работе с модулем, аттестованные на знание Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей напряжением до 1000 В.

В РЭ используются условные обозначения и предупреждающие слова:

ВНИМАНИЕ



Слово «ВНИМАНИЕ» используется, когда нужно привлечь внимание персонала к способам и приемам, которые следует точно выполнять во избежание ошибок при эксплуатации и ремонте изделия или когда требуется повышенная осторожность в обращении с изделием или материалами.

Обозначения и сокращения

В настоящем руководстве по эксплуатации применяют следующие обозначения и сокращения:

АЦП	–	аналого-цифровой преобразователь сигналов
МК	–	микроконтроллер
ОП	–	объединительная панель
ОТК	–	отдел технического контроля
ПК	–	персональный компьютер
ПЛК	–	программируемый логический контроллер
ПО	–	программное обеспечение
ПС	–	паспорт
РЭ	–	руководство по эксплуатации
ТП	–	термоэлектрический преобразователь
TC-	–	отрицательный входной сигнал термопары
TC+	–	положительный входной сигнал термопары
УСО	–	устройство связи с объектом
ХС	–	холодный спай
RTD	–	входной сигнал датчика холодного спая

1 Описание и работа

1.1 Назначение изделия

1.1.1 Модуль предназначен для работы в составе контролирующих пунктов промышленных распределенных систем контроля и управления, осуществляющих непосредственное взаимодействие с датчиками и исполнительными устройствами системы с помощью модулей связи с объектом контроля и управления (далее по тексту – УСО).

1.1.2 Модуль предназначен для ввода сигналов термоэлектрических преобразователей (далее по тексту – термопара, ТП) или сигналов напряжения от минус 0,05 до плюс 1,25 В в составе Контроллера промышленного программируемого ПЛК-Эльбрус.

1.1.3 Условия эксплуатации модуля:

– рабочая температура окружающей среды от минус 40 ºС до плюс 50 ºС;

– повышенная рабочая температура окружающей среды – плюс 50 ºС;

– пониженная рабочая температура окружающей среды – минус 40 ºС;

– относительная влажность воздуха – до 80 % при температуре 30 ºС без конденсации;

– атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);

– синусоидальная вибрация – от 5 до 500 Гц, амплитуда виброускорения 1 g.

1.1.4 По электромагнитной совместимости модуль удовлетворяет нормам индустриальных радиопомех, установленным для оборудования класса «А» по ГОСТ 30805.22-2013.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Основные технические характеристики модуля приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Основные технические характеристики модуля

Наименование параметра	Значение параметра	Примечание
Системный интерфейс	ELPLC-BUS	
Количество каналов	16	
Тип канала	Термопары, напряжение от минус 0,05 до плюс 1,25 В	
Типы термоэлектрических преобразователей	B, J, K, N, E, R, S, T, L	
Разрядность АЦП, бит	24	
Частота дискретизации, Гц	4	
Основная приведенная погрешность преобразования, %, не более	± 0,1	
Дополнительная температурная приведенная погрешность преобразования при изменении температуры на 10 ºС, %, не более	± 0,05	
Типичное время преобразования по одному каналу, мс	255	
Напряжение групповой гальванической изоляции между входными каналами и корпусом, В, не менее	1500 в течение 1 мин	
Потребляемая мощность, Вт, не более	5	
Время готовности к работе, с, не более	10	
Габаритные размеры (В×Г×Ш), мм	189,0×141,0×24,8	
Масса, кг, не более	0,17	

1.2.2 Показатели надежности:

– среднее время наработки на отказ – 505999 ч (58 лет).

1.3 Состав изделия

1.3.1 Состав модуля представлен в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Состав модуля

Обозначение изделия	Наименование изделия	Количество	Место расположения	Примечание
ЛЯЮИ.468154.017	Модуль аналогового ввода термопар МАВ17-ТП	1		
ТЕГР.323384.002	Упаковка*	1		

Обозначение изделия	Наименование изделия	Количество	Место расположения	Примечание
Эксплуатационная документация				
ЛЯЮИ.468154.017ПС	Паспорт	1		
ЛЯЮИ.468154.017РЭ	Руководство по эксплуатации	1		
* При поставке в составе ПЛК упаковка не поставляется.				

1.4 Устройство и работа

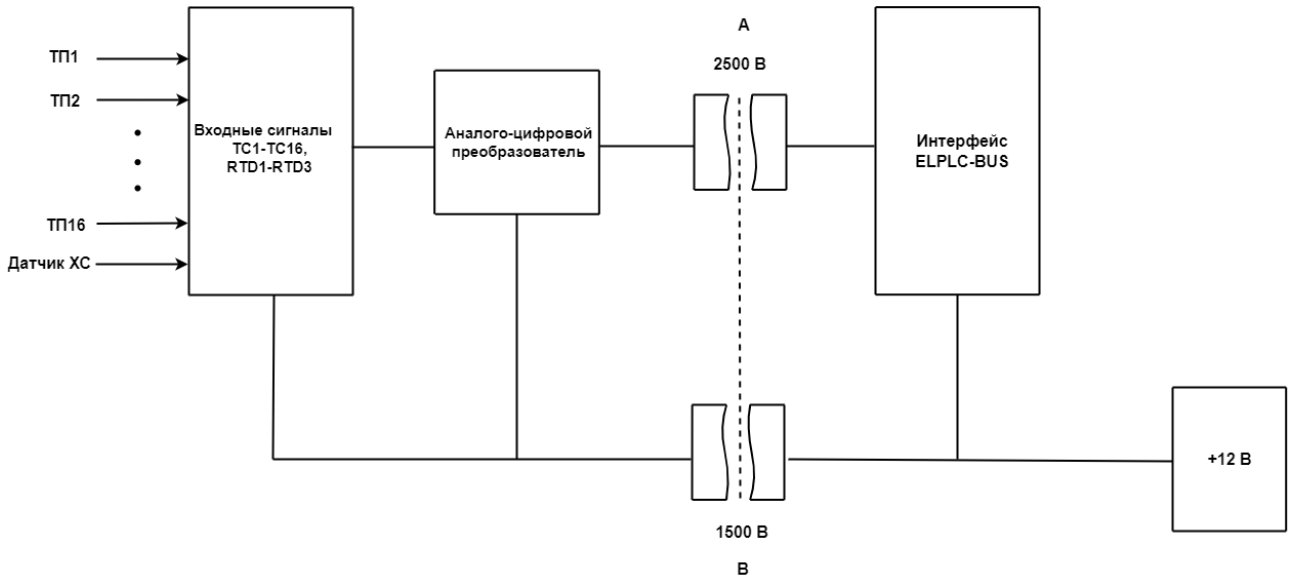
1.4.1 Внешний вид модуля показан на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 − Внешний вид модуля

1.4.2 Изоляция узлов модуля

Схема гальванической изоляции узлов модуля, представлена на рисунке 1.2.



А – изоляция сигналов данных и управления;

В – изоляция источника питания.

Рисунок 1.2 − Схема гальванической изоляции узлов модуля

1.4.3 Модуль состоит из следующих узлов:

– аналого-цифровой преобразователь сигналов ТП (далее по тексту – АЦП ТП);

– микроконтроллер (далее по тексту – МК).

Канал связи – дублированный системный интерфейс ELPLC-BUS.

Структурная схема модуля приведена на рисунке 1.3.

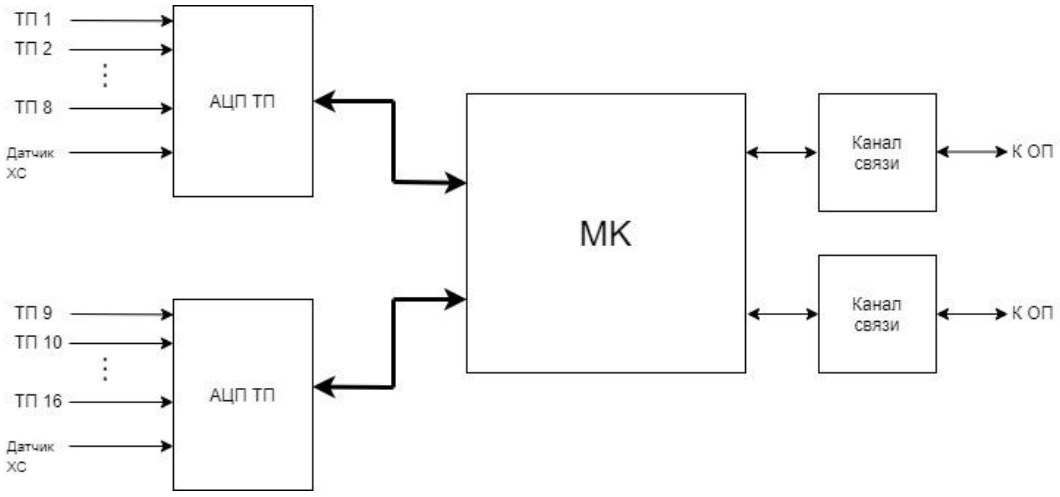


Рисунок 1.3 − Структурная схема модуля

1.4.4 АЦП ТП предназначен для преобразования величины выходного сигнала ТП по восьми гальванически связанным входам в двоичный код. На изделии установлено два независимых АЦП.

Поддерживаются следующие типы ТП: B, J, K, N, E, R, S, T, L.

Модулем осуществляется ввод сигнала от датчика «компенсации холодного спая» (далее по тексту − ХС). Для каждого АЦП предусмотрен индивидуальный канал компенсации холодного спая. В качестве датчика может использоваться либо термометр сопротивления, либо измерительный диод (p-n переход (база-эмиттер)) транзистора 2N3904.

В качестве датчика ХС поддерживаются следующие термометры сопротивления: PT-10, PT-50, PT-100, PT-200, PT-500, PT-1000, PT-1000 (α = 0,00375), NI-120, Cu50 (α = 0,00428), Cu100 (α = 0,00428), Cu1000 (α = 0,00428).

Программное обеспечение модуля позволяет установить для каждого канала источник компенсации ХС: аппаратный датчик или программная компенсация. В случае выбора программной компенсации необходимо, чтобы информация о компенсации была записана в соответствующий регистр модуля.

При выборе компенсации ХС через измерительный диод 2N3904 необходимо установить значение подстроечного коэффициента (diode ideality factor). Этот коэффициент может быть получен от производителя измерительного диода. Для ряда производителей диодов известны типичные значения коэффициента. Они перечислены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Коэффициенты измерительных диодов

Производитель	Типичное значение коэффициента
ROHM Semiconductor	1,0038
Diodes Incorporated	1,0044
NXP	1,0049
STMicroelectronics	1,0045
On Semiconductor	1,0046
Chenmko CO. LTD	1,0040
Infineon Technologies AG	1,0044

Производитель	Типичное значение коэффициента
Fairchild Semiconductor	1,0046
National Semiconductor	1,0047

По умолчанию установлен универсальный коэффициент: 1,00270939.

Модуль также поддерживает режим прямого измерения напряжения. В этом режиме входной сигнал подается на входы, предназначенные для подключения ТП. Диапазон измеряемых значений от минус 0,05 до плюс 1,25 В. Режим измерения напряжения устанавливается с помощью программного обеспечения модуля.

Результат преобразования передается в виде последовательного двоичного кода в МК для последующего предоставления данных через системный интерфейс ELPLC-BUS.

1.4.5 Микроконтроллер предназначен для:

– формирования команд управления АЦП, считывание результатов преобразования;

– обмена информацией с центральным процессором по шине Контроллера промышленного программируемого ПЛК-Эльбрус (далее по тексту – ПЛК);

– диагностики работоспособности и формирования сигналов индикации.

Измеренное значение входного сигнала в формате чисел с плавающей точкой по шине ПЛК передается в модуль центрального процессора.

1.4.6 Программное обеспечение модуля размещается во встроенной Flash-памяти микроконтроллера.

Программное обеспечение отвечает за обмен информацией по шине ПЛК ELPLC-BUS с процессорными модулями в составе ПЛК. С точки зрения прикладного программного обеспечения, исполняемого на процессорном модуле, модуль имеет адресное пространство, доступ к которому обеспечивается через службу шины или библиотеку доступа к шине ELPLC-BUS.

Обмен данными через по шине ELPLC-BUS ведется, в соответствии со спецификацией интерфейса, на основе чтения и записи регистров памяти

устройств. Каждый модуль имеет общую часть адресного пространства, единую для всех модулей на интерфейсе, а также специфическую часть, описывающую регистры конкретного устройства.

Адресное пространство модуля представлено в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Адресное пространство модуля

Адрес	Наименование	Длина (байт)	Чтение/Запись	Описание
0×0000	VENDOR_ID	2	R	Идентификатор производителя. Для изделий ИНЭУМ всегда: 0×0000
0×0002	DEVICE_ID	2	R	Идентификатор устройства. Для МАВ17-ТП: 0×0009
0×0004	COMMAND	2	R	Для отладки код команды
0×0006	COMMAND_STATUS	2	R	Статус команды (для отладки)
0×0008	REVISION_ID	1	R	Версия устройства
0×0009	FIRMWARE_VER	2	R	Версия прошивки устройства
0×000B	CLASS_CODE	1	R	Класс устройства
0×000C	PROTOCOL_VER	1	R	Версия поддерживаемого протокола
0×000D	MAX_BAUD_RATE	1	R	Максимально поддерживаемая скорость передачи данных. 1 – 1 Мбит/с 2 – 2 Мбит/с 4 – 4 Мбит/с 8 – 8 Мбит/с 12 – 12 Мбит/с 16 – 16 Мбит/с
0×000E	CURR_BAUDRATE_1	1	R	Текущая скорость обмена по интерфейсу (в соответствии с таблицей для MAX_BAUD_RATE) по каналу 1 0 – ошибки при инициализации UART
0×000F	CURR_BAUDRATE_2	1	R	Текущая скорость обмена по интерфейсу (в соответствии с таблицей для MAX_BAUD_RATE) по каналу 2 0 – ошибки при инициализации UART
0×0010	UPTIME_SEC	4	R	Время работы после запуска в секундах
0×0014	BOOTS_COUNT	4	R	Счетчик запусков

Адрес	Наименование	Длина (байт)	Чтение/Запись	Описание
0×0018	DEVICE_STATUS	4	R	Формируется по адресу C4
0×001C	INT_STATUS	4	R	Статус прерываний
Статистика соединения по каналу 1				
0×0020	INTS	4	R	Количество прерываний по приему
0×0024	PACKETS_RECEIVE	4	R	Принято корректных пакетов
0×0028	PACKETS_SENT	4	R	Отправлено пакетов
0×002C	FOREIGN_ADDRESS	4	R	Принято чужих пакетов
0×0030	CRC_ERRORS	4	R	Ошибок контрольной суммы
0×0034	FRAME_ERRORS	4	R	Ошибок кадра UART
0×0038	RESERVED	4		
0×003C	RESERVED	4		
0×0040	PROTOCOL_ERRORS	4	R	Ошибок протокола (формата пакета)
Статистика соединения по каналу 2				
0×0044	INTS	4	R	Количество прерываний по приему
0×0048	PACKETS_RECEIVE	4	R	Принято корректных пакетов
0×004C	PACKETS_SENT	4	R	Отправлено пакетов
0×0050	FOREIGN_ADDRESS	4	R	Принято чужих пакетов
0×0054	CRC_ERRORS	4	R	Ошибок контрольной суммы
0×0058	FRAME_ERRORS	4	R	Ошибок кадра UART
0×005C	RESERVED	4		
0×0060	RESERVED	4		
0×0064	PROTOCOL_ERRORS	4	R	Ошибок протокола (формата пакета)
Зарезервировано				
0×0068		24	R	Зарезервировано
Адресное пространство, специфичное для модуля Результаты аналого-цифрового преобразования				
0×0080	DATA[1-8]	64	R	Результат измерений восьми каналов термопар с признаками статуса. Каждый канал занимает 4 байта, из них старший байт – признак качества, 3 младших – данные,

Адрес	Наименование	Длина (байт)	Чтение/Запись	Описание
				в соответствии со спецификацией LTC2983[1)]
0×00C0	T_CJ_ADC0	4	R	Измеренная температура холодного спая термопар каналов 1-8[2)]
0×00C4	T_CJ_ADC1	4	R	Измеренная температура холодного спая термопар каналов 9-16[3)]
0×00C8	DEVICE_STATUS	4	R/W	Текущий статус устройства: 0 – нет ошибок B0 – ошибка интерфейса 1 B1 – ошибка интерфейса 2 B2 – ошибка АЦП1 B3 – ошибка АЦП2 B4 – ошибка датчика ХС АЦП1 B5 – ошибка датчика ХС АЦП2 B6-13 – зарезервированы B14 – АЦП1 не инициализировано B15 – АЦП2 не инициализировано B16-31 - зарезервированы Регистр формируется в режиме накопления. Биты 0 - 7 активируются модулем, а сбрасываются только по команде интерфейса. Биты 8-15 устанавливаются и сбрасываются модулем
0×00CC	DATA_TIME[1-16]	64	R	Временная отметка преобразования по каждому каналу (по 4 байта на канал). Внутреннее, несинхронизированное время модуля, в тиках по 1 мкс
Конфигурационное пространство контроллера АЦП для каналов ТП (1-8)				
0×200	TC_TYPES[1-8]	8	R/W	Выбранные градуировки каналов термопар, задаются поканально, по 1 байту на канал. 0×0 – канал отключен 0×1E – режим прямого АЦП[4)] 0×1 – J 0×2 – K 0×3 – E 0×4 – N 0×5 – R

Адрес	Наименование	Длина (байт)	Чтение/Запись	Описание
				0×6 – S 0×7 – T 0×8 – B 0×9 – L (установка по умолчанию)
0×208	HW_CJ_TYPE	2	R/W	Тип датчика холодного спая: 0 – без датчика 1 – диод (установка по умолчанию) 2 – термометр сопротивления
0×20A	HW_CJ_SENSE	2	R/W	Тип термометра сопротивления, если HW_CJ_TYPE == 2: 0×A – PT10 0×B – PT50 0×C – PT100 0×D – PT200 0×E – PT500 0×F – PT1000 0×10 – PT1000_375 (α=0,00375) 0×11 – NI120 0×13 – CU50 (α = 0,00428) 0×14 – CU100 (α = 0,00428) (default) 0×15 – CU1000 (α = 0,00428)
0×20C	TC_CJ_CONF[1-8]	8	R/W	Настройка каналов термопар (контроль датчика, датчик холодного спая) B0 - 0 без контроля, 1 с контролем (по умолчанию) B1 - 0 – программная компенсация ХС по регистру SW_CJ [1-8], 01 – компенсация от встроенного датчика (по умолчанию)
0×214	SW_CJ_TEMP[1-8]	16	R/W	Регистры программной компенсации ХС. Значение по умолчанию: 0. В регистр может быть записано значение температуры холодного спая. В случае установки бита B1 = 0 регистра TC_CONF для N-го канала, температура холодного спая будет считываться из этой области для соответствующего канала. Используется по 2 байта на канал. Записывается знаковое

Адрес	Наименование	Длина (байт)	Чтение/Запись	Описание
				целое число, температура в градусах Цельсия, умноженная на 10. Т.е. для записи значения 22,1 градуса необходимо записать 221. Для режима канала прямого АЦП температура ХС не применяется
0×224	DIODE_FACTOR	4	R/W	Подстроечный коэффициент диода в канале холодного спая, в соответствии с руководством на LTC2983
Конфигурационное пространство контроллера АЦП для каналов ТП (9-16)				
0×228	TC_TYPES[1-8]	8	R/W	Выбранные градуировки каналов термопар, задаются поканально, по 1 байту на канал. 0×0 – канал отключен 0×1E – режим прямого АЦП[5)] 0×1 – J 0×2 – K 0×3 – E 0×4 – N 0×5 – R 0×6 – S 0×7 – T 0×8 – B 0×9 – L (установка по умолчанию)
0×230	HW_CJ_TYPE	2	R/W	Тип датчика холодного спая: 0 – без датчика 1 – диод (установка по умолчанию) 2 – термометр сопротивления
0×232	HW_CJ_SENSE	2	R/W	Тип термометра сопротивления, если HW_CJ_TYPE == 2: 0×A – PT10 0×B – PT50 0×C – PT100 0×D – PT200 0×E – PT500 0×F – PT1000 0×10 – PT1000_375 (α=0,00375) 0×11 – NI120 0×13 – CU50 (α =0,00428) 0×14 – CU100 (α =0,00428) (default)

Адрес	Наименование	Длина (байт)	Чтение/Запись	Описание
				0×15 – CU1000 (α =0,00428)
0×234	TC_CJ_CONF[1-8]	8	R/W	Настройка каналов термопар (контроль датчика, датчик холодного спая) B0 - 0 без контроля, 1 с контролем (по умолчанию) B1 - 0 – программная компенсация ХС по регистру SW_CJ[1-8], 01 – компенсация от встроенного датчика (по умолчанию)
0×23C	SW_CJ_TEMP[1-8]	16	R/W	Регистры программной компенсации ХС. Значение по умолчанию: 0. В регистр может быть записано значение температуры холодного спая. В случае установки бита B1 = 0 регистра TC_CONF для N-го канала, температура холодного спая будет считываться из этой области для соответствующего канала. Используется по 2 байта на канал. Записывается знаковое целое число, температура в градусах Цельсия, умноженная на 10. Т.е. для записи значения 22,1 градуса необходимо записать 221. Для режима канала прямого АЦП температура ХС не применяется
0×24C	DIODE_FACTOR	4	R/W	Подстроечный коэффициент диода в канале холодного спая, в соответствии с руководством на LTC2983
Регистр контроля				
0×x250	CONF_CRC	4	R	Контрольная сумма по конфигурационным данным 0×200 – 0×24F. Формируется для экспресс-контроля идентичности настроек
Управляющие регистры				
0×254	CTRL_CONF	4	W	Регистр управления конфигурацией.

Адрес	Наименование	Длина (байт)	Чтение/Запись	Описание
				B0 – Применить и запустить измерения по каналам 1-8 (ТП) B1 – Применить и запустить измерения по каналам 9-16 (ТС) B8 – Сохранить настройки в EEPROM перед запуском Регистр доступен только для индивидуальной записи. Команда исполняется в асинхронном режиме. Фактическое время исполнения команды сохранения занимает 1 с. **Внимание!** В процессе сохранения модуль не будет отвечать по шине
0×258	CTRL_DEFAULT	1	W	При записи 1 в этот регистр будет загружена конфигурация по умолчанию. Для ее применения необходимо выполнить запись в CTRL_CONF. Регистр доступен только для индивидуальной записи. Команда исполняется в асинхронном режиме. Фактическое время исполнения может быть отсрочено до 1 с
0×25C	CTRL_RESET	1	W	При записи 1 в этот регистр будет выполнена перезагрузка модуля. Регистр доступен только для индивидуальной записи. Команда исполняется в асинхронном режиме. Фактическое время исполнения может быть отсрочено до 1 с

[1), 4), 5)] Данные передаются 32 разрядным числом, содержащим 8 бит статуса (старшие 8 бит) и 24 бита данных. Код для преобразования в температуру и статус приведен на рисунке 1.4 (функция adc_convertion_result). Для каналов, настроенных на измерение термопар следует выполнять преобразование в режиме TEMPERATURE. Для каналов, настроенных на измерение прямого напряжения следует выполнять преобразование в режиме VOLTAGE.

[2), 3)] Компенсация ХС выполняется собственным датчиком для каждого АЦП. Не допускается компенсация ХС каналов 9-16 датчиком от АЦП0 и наоборот. Температура

Адрес	Наименование	Длина (байт)	Чтение/Запись	Описание
компенсации ХС передается 32 разрядным числом, содержащим 8 бит статуса (старшие 8 бит) и 24 бита данных. Кода для преобразования в температуру и статус приведен на рисунке 1.4 (функция adc_convertion_result). Тип преобразования: TEMPERATURE.				

Адресное пространство модуля реализовано в управляющей программе в виде структуры, описывающий различные регионы. Часть регионов доступна со стороны системного интерфейса только на чтение, часть на чтение и запись, часть только на запись.

Информационная и статистическая часть адресного пространства модуля (0 – 0×80) доступна только для чтения. Данные формируются модулем. Статистическая часть открывает доступ к счетчикам каналов системного интерфейса и дает представление о качестве канала связи системного интерфейса.

С адреса 0×80 следует регион данных, специфичный для модуля. В этом регионе отображаются текущие данные измерений, коды качества каждого канала. Также, с целью оптимизации обмена через системный интерфейс, этот регион содержит поле с обобщенным статусом устройства, содержащим коды ошибок различных подсистем модуля. Поле работает в режиме накопления. Т.е. изделие, по части флагов этого поля, может только активировать признаки ошибок. Снимать эти признаки можно только со стороны системного интерфейса, выполняя команду WRITE строго по адресу этого регистра.

С учетом того, что модуль является многофункциональным и поддерживает множество градуировок по каждому измерительному каналу, существует возможность поканальной настройки градуировок. Это конфигурирование выполняется через конфигурационное пространство модуля. При этом, настройки записываются в конфигурационную область, а их применение происходит по факту записи в управляющие регистры (CTRL_CONF). Также возможно выполнить сохранение настроек в EEPROM модуля с целью последующей автоматической загрузки.

С целью оптимизации трафика и времени инициализации модуля, адресное

пространство содержит контрольный регистр CONF_CRC, позволяющий оценить идентичность конфигурации.

Для преобразования полученных данных из цифрового кода в температуру предлагается применять следующие функции, представленные на рисунке 1.4.

```
/**
 * sign_extend32 - sign extend a 32-bit value using specified bit as sign-bit
 * @value: value to sign extend
 * @index: 0 based bit index (0<=index<32) to sign bit
 *
 * This is safe to use for 16- and 8-bit types as well.
 */
static __inline int32_t sign_extend32(uint32_t value, int index)
{
uint8_t shift = 31 - index;
return (int32_t)(value << shift) >> shift;
}

static int32_t __inline raw_data_swap(uint32_t adc_data, uint8_t *status)
{
uint32_t value;
int32_t signed_data;

value = (uint32_t)(adc_data & 0xFF000000) >> 24 |
                                (uint32_t)(adc_data & 0xFF0000) >> 8 |
                                (uint32_t)(adc_data & 0xFF00) << 8 |
                                (uint32_t)(adc_data & 0xFF) << 24;

*status = (uint8_t)(value >> 24);
value &= 0xFFFFFF;

signed_data = sign_extend32(value, LTC2983_DATA_SIGN_BIT);

return signed_data;
}

float adc_conversion_result(uint32_t adc_data,

uint8_t channel_type,

uint8_t *status)
{
int32_t signed_data;
float scaled_result;

signed_data = raw_data_swap(adc_data, status);

/* Translate and print result */
if(channel_type == TEMPERATURE)
{
        scaled_result = (float)signed_data / 1024.0;
}
else if (channel_type == VOLTAGE)
 {
   scaled_result = (float)signed_data / (float)(1<< 21);//2097152.0;
 }
return scaled_result;
}
```

Рисунок 1.4 − Пример кода преобразования результатов

Для преобразования подстроечного коэффициента измерительного диода можно использовать следующий метод преобразования представленного на рисунке 1.5.

```
double mav17tp::diode_factor_to_dbl(uint32_t diode_data)
{
   return double((diode_data & 0x3FFFFF)) / double((0x1 << 20));
}

uint32_t mav17tp::diode_factor_from_dbl(double dbl_diode_data)
{
   return uint32_t(dbl_diode_data * double((0x1 << 20)));
}
```

Рисунок 1.5 − Метод преобразования подстроечного коэффициента измерительного диода

1.4.7 Конструкция модуля унифицирована и состоит из печатной платы и лицевой панели. Для фиксации модуля в монтажном каркасе в лицевой панели модуля установлены невыпадающие винты.

На лицевой панели модуля (см. рисунок 1.1) расположены разъемы для подсоединения входных цепей, а также индикатор режимов работы и состояния модуля. Тип разъема для подсоединения входных цепей – DS1037-01-25FNAKSI74 в количестве двух штук, ответная часть – DCS-025.

На задней части модуля расположен разъем для подключения к объединительной панели в каркасе.

Входные разъемы модуля (вид со стороны подключения) представлены на рисунке 1.6.

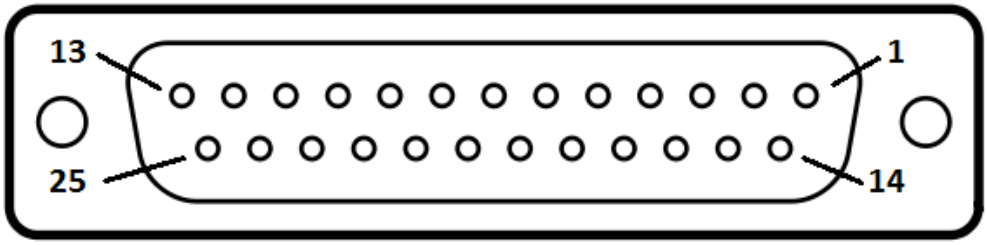


Рисунок 1.6 − Входные разъемы модуля (вид со стороны подключения)

1.5 Маркировка и пломбирование

1.5.1 На крышке коробки нанесены следующие надписи:

– наименование предприятия-изготовителя;

– название и децимальный номер модуля;

– заводской номер.

Маркировка упаковки отвечает требованиям ГОСТ 14192-96.

1.5.2 Упаковка пломбируется путем наклеивания двух бумажных пломб на коробку согласно сборочному чертежу на упаковку ТЕГР.323384.002СБ и защищена прозрачной липкой лентой.

Пломба имеет размер 14×60 мм и содержит:

– оттиск печати ОТК;

– подпись представителя ОТК и дату.

1.5.3 Модуль промаркирован.

1.5.4 Модуль имеет пломбу, защищающую элементы, содержащие метрологически значимые данные. Место пломбы показано стрелкой в соответствии с рисунком 1.7. Пломба устанавливается при первичной поверке модуля, как средства измерения, в аккредитованной организации. В случае, если поставка модуля выполняется без первичной поверки, пломба не устанавливается. Необходимость проведения первичной поверки на модуль определяется заказом (договором).

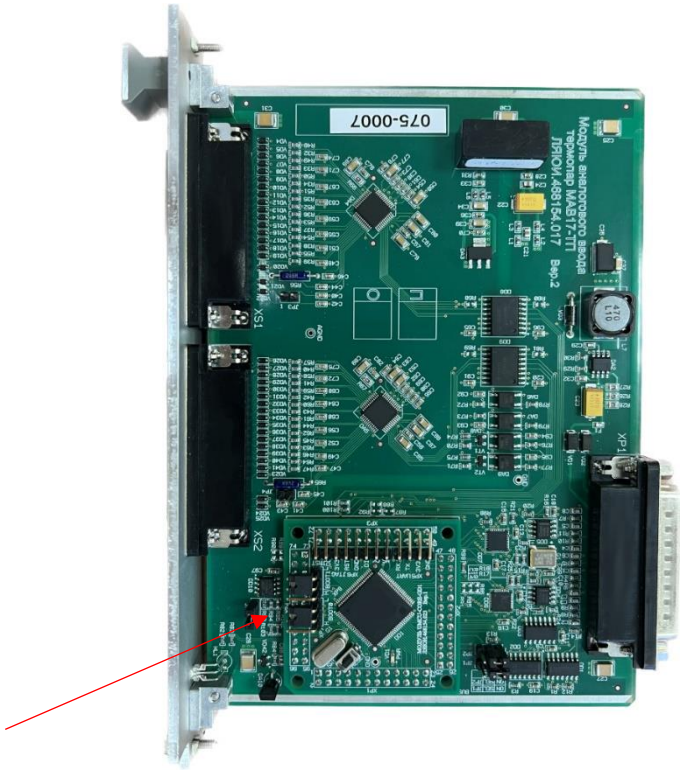


Рисунок 1.7 – Место расположения пломбы

1.6 Упаковка

1.6.1 Упаковка состоит из индивидуального антистатического пакета и картонной коробки.

Антистатический пакет с модулем, силикагелем, эксплуатационной документацией и упаковочным листом размещают в упаковке согласно инструкции по упаковыванию ТЕГР.300503.003И1 и сборочному чертежу на упаковку ТЕГР.323384.002СБ.

Перед распломбированием упаковки с модулем необходимо убедиться в целостности пломб.

2 Использование по назначению

2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Изделие эксплуатируется в следующих условиях:

– рабочая температура окружающей среды от минус 40 ºС до плюс 50 ºС;

– повышенная рабочая температура окружающей среды – плюс 50 ºС;

– пониженная рабочая температура окружающей среды – минус 40 ºС;

– относительная влажность воздуха – до 80 % при температуре 30 ºС без конденсации;

– атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);

– синусоидальная вибрация – от 5 до 500 Гц, амплитуда виброускорения 1 g.

2.2 Подготовка изделия к использованию

2.2.1 Меры безопасности при подготовке изделия

К эксплуатации модуля допускается технический персонал, лица, изучившие требования эксплуатационной документации, правила техники безопасности при работе с модулем, аттестованные на знание Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей напряжением до 1000 В.

Перед началом эксплуатации обслуживающий персонал должен ознакомиться с особенностями работы на объекте и выполнить все требования по технике безопасности, предусмотренные инструкциями, действующими на данном объекте.

Эксплуатация изделия должна производиться в соответствии с Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей.

Для обеспечения безопасной работы при эксплуатации изделия обслуживающий персонал обязан:

– надежно заземлить изделие, сопротивление цепи заземления не должно превышать 0,1 Ом;

– не производить подключение и отключение сетевых кабелей, а также не

проводить ремонтно-восстановительные работы при включенном электропитании.

Изделие не предназначено для использования во взрывоопасной зоне.

Изделие поддерживает «горячую замену». Изделие необходимо вставлять в монтажный каркас ровно, без перекосов, одним быстрым, плавным движением без приложения значительных усилий.

ВНИМАНИЕ



Запрещается размещение упакованных изделий вблизи источника тепла.

Запрещается эксплуатация изделия без подключенного защитного заземления.

Запрещается эксплуатировать изделие со снятыми или имеющими повреждения корпусными деталями.

Запрещается эксплуатировать изделие в помещениях с химически агрессивной средой.

Все работы в процессе эксплуатации необходимо проводить с применением мер защиты от статического электричества, не допуская ударов и приложения больших усилий при стыковке разъемов.

Электростатические разряды могут привести к повреждению внутренних схем или самого изделия.

ВНИМАНИЕ



Изделие чувствительно к электростатическому разряду, который может вызвать внутренние повреждения и повлиять на нормальную работу. Следуйте этим правилам при работе с таким оборудованием:

- **дотроньтесь до заземленного предмета для снятия статического заряда;**
- **наденьте проверенный заземляющий антистатический браслет на запястье;**
- **не дотрагивайтесь до контактов или штырьков на плате;**
- **не дотрагивайтесь до элементов схемы внутри оборудования;**
- **если возможно, используйте антистатичное рабочее место;**
- **храните неиспользуемое оборудование в соответствующей антистатической упаковке.**

При эксплуатации, техническом обслуживании и текущем ремонте изделия должны использоваться средства защиты от статического электричества (коврики из диэлектрического материала, инструмент с диэлектрическими ручками, антистатические браслеты) и электрозащитные средства.

2.2.2 Объем и последовательность внешнего осмотра изделия

Внешний осмотр проводится на предмет соответствия комплектации, отсутствия повреждений, коррозии и правильности установки и подключения модуля в монтажный каркас в соответствии с необходимой конфигурацией.

Распаковку модуля, находившегося при температуре ниже 0 °С, необходимо производить в отапливаемом помещении, предварительно выдержав его в нераспакованном виде в нормальных климатических условиях в течение 24 ч.

При распаковке модуля необходимо соблюдать все меры предосторожности, обеспечивающие их сохранность, а также товарный вид потребительской тары предприятия-изготовителя.

При распаковывании модуля выполнить следующие действия:

– произвести внешний осмотр тары, упаковка не должны иметь повреждений;

– в случае обнаружения повреждений должен быть составлен акт о состоянии упаковки модуля;

– проверить целостность и наличие пломб. В случае отсутствия или нарушения целостности тары составить акт;

– снять пломбы с транспортной тары, вскрыть коробку и проверить соответствие его содержимого листу упаковки;

– вскрыть упаковку, где помещается комплект эксплуатационных документов, извлечь ПС;

– вскрыть антистатический пакет с модулем путем среза сварного шва, тем самым обеспечив использование пакета для повторной герметизации.

Проверить комплектность модуля на соответствие комплектности, указанной в паспорте ЛЯЮИ.468154.017ПС.

Осмотреть модуль на предмет отсутствия механических повреждений.

Упаковочную тару и средства, поступившие вместе с модулем, сохранить на случай транспортирования изделия.

2.2.3 Порядок подготовки изделия к использованию

2.2.3.1 Порядок установки:

– установить модуль в монтажный каркас в соответствии с необходимой конфигурацией;

– зафиксировать в каркасе винтами на лицевой панели модуля;

– подключить термопары и датчикам компенсации ХС (диод или термометр сопротивления) к модулю.

2.2.3.2 Подключение термопары должно быть произведено в соответствии с рисунком 2.1 и таблицей 2.1.



Рисунок 2.1 – Подключение термопары к модулю

Подключение термопары к модулю должно быть произведено с соблюдением полярности.

2.2.3.3 Подключение сигналов напряжения осуществляется к тем же контактам, что и термопары с соблюдением полярности в соответствии с рисунком 2.2 и таблицей 2.1.

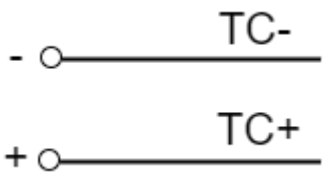


Рисунок 2.2 – Подключение напряжения к модулю

2.2.3.4 Для компенсации ХС может использоваться термометр сопротивления и измерительный диод.

Подключение термометра сопротивления к каналу компенсации ХС в соответствии с рисунком 2.3 и таблицей 2.1.

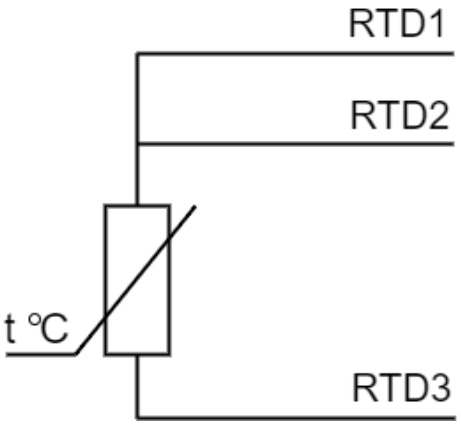


Рисунок 2.3 – Подключение термометра сопротивления к каналу компенсации ХС

Подключение диода к каналу компенсации ХС в соответствии с рисунком 2.4 и таблицей 2.1.

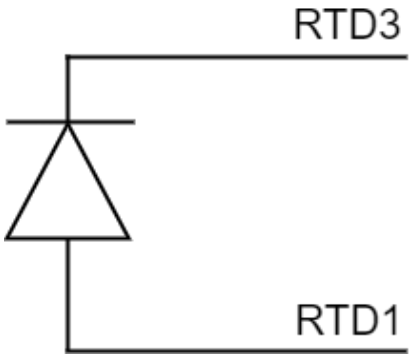


Рисунок 2.4 – Подключение диода к модулю

При подключении диода необходимо:

– (p-n переход (база-эмиттер)) транзистора 2N3904 к модулю необходимо соединить:

1) RTD3 – эмиттер;

2) RTD1 – база;

– установить на плате модуля перемычку JP3 для каналов 1-8 (разъем XS1) и/или JP4 для каналов 9-16 (разъем XS2).

2.2.3.5 Обозначение контактов входных разъемов модуля представлено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Обозначение контактов входных разъемов модуля

Контакт	Назначение		Контакт
	разъем XS1	разъем XS2	
1	RTD3	2RTD3	1
2	RTD1	2RTD1	2
3	NC	NC	3
4	NC	NC	4
5	NC	NC	5
6	8TC-	16TC-	6
7	7TC-	15TC-	7
8	6TC-	14TC-	8
9	5TC-	13TC-	9
10	4TC-	12TC-	10

Контакт	Назначение		Контакт
	разъем XS1	разъем XS2	
11	3TC-	11TC-	11
12	2TC-	10TC-	12
13	1TC-	9TC-	13
14	RTD2	2RTD2	14
15	AGND	AGND	15
16	AGND	AGND	16
17	NC	NC	17
18	8TC+	16TC+	18
19	7TC+	15TC+	19
20	6TC+	14TC+	20
21	5TC+	13TC+	21
22	4TC+	12TC+	22
23	3TC+	11TC+	23
24	2TC+	10TC+	24
25	1TC+	9TC+	25

2.2.3.6 Модуль имеет в своем составе два независимых АЦП. АЦП1 обслуживает каналы 1-8 (разъем XS1), АЦП2 – каналы 9-16 (разъем XS2). Каналы компенсации ХС имеются в каждом разъеме. Для корректной работы модуля необходимо, чтобы компенсация ХС выполнялась для каждого АЦП. Т.е. датчики ХС должны быть подключены и к разъему XS1 и к разъему XS2. Подключения только одного датчика недостаточно.

Обозначение контактов входных разъемов модуля представлено на рисунке 2.5.

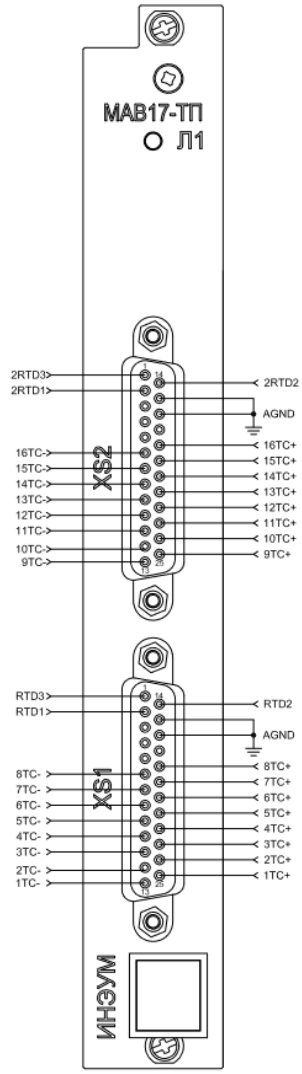


Рисунок 2.5 – Обозначения контактов входных разъемов модуля

2.2.3.7 Подключение термопар и термометров сопротивления к входным разъемам модуля в соответствии с рисунком 2.6.

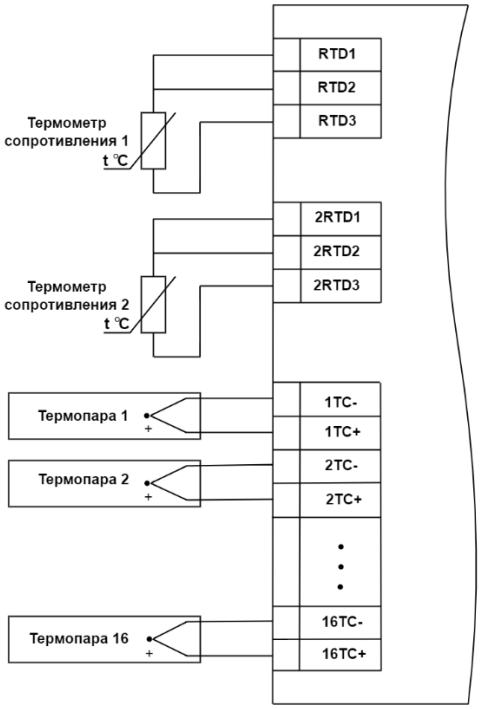


Рисунок 2.6 – Подключение термопар и термометров сопротивления к входным разъемам модуля

2.2.3.8 Подключение термопар и диодов к входным разъемам модуля в соответствии с рисунком 2.7.

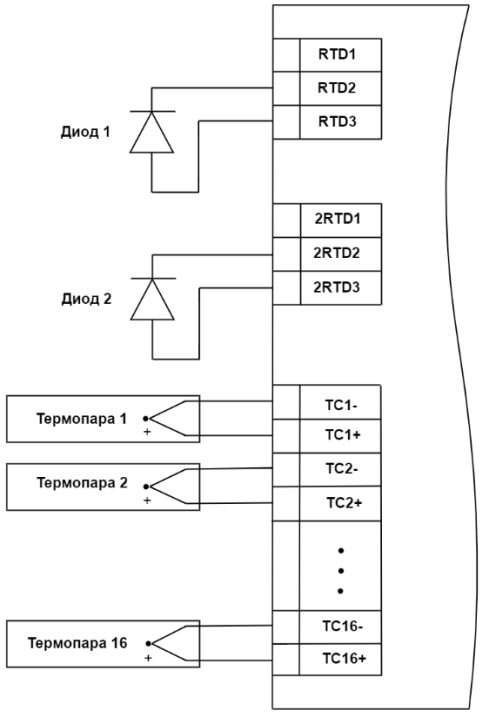


Рисунок 2.7 – Подключение термопар и диодов к входным разъемам модуля

2.2.3.9 Для подключения входных сигналов к модулю рекомендуется использовать модуль кроссовый аналогового ввода МКАВ17-ТП ЛЯЮИ.469546.112 (далее по тексту – модуль кроссовый МКАВ17-ТП) на восемь каналов или модуль кроссовый аналогового ввода МКАВ17-ТП16 ТЕГР.469546.003 (далее по тексту – модуль кроссовый МКАВ17-ТП16) на 16 каналов, кабель кроссовый 25-25 ТЕГР.685611.003 (далее по тексту – кабель кроссовый 25-25).

Примечание – Модуль кроссовый аналогового ввода МКАВ17-ТП ЛЯЮИ.469546.112, модуль кроссовый аналогового ввода МКАВ17-ТП16 ТЕГР.469546.003, кабель кроссовый 25-25 ТЕГР.685611.003 поставляются по отдельному заказу.

Модуль кроссовый МКАВ17-ТП (рисунок 2.8) и модуль кроссовый МКАВ17-ТП16 (рисунок 2.9) имеют в своем составе колодку для подключения термопар, а также колодку для подключения датчика компенсации ХС (диод или термометр сопротивления). Подключение сигналов напряжения осуществляется к тем же контактам, что и термопары с соблюдением полярности (см. рисунок 2.5).



Рисунок 2.8 – Модуль кроссовый МКАВ17-ТП и кабель кроссовый 25-25, подключенные к модулю

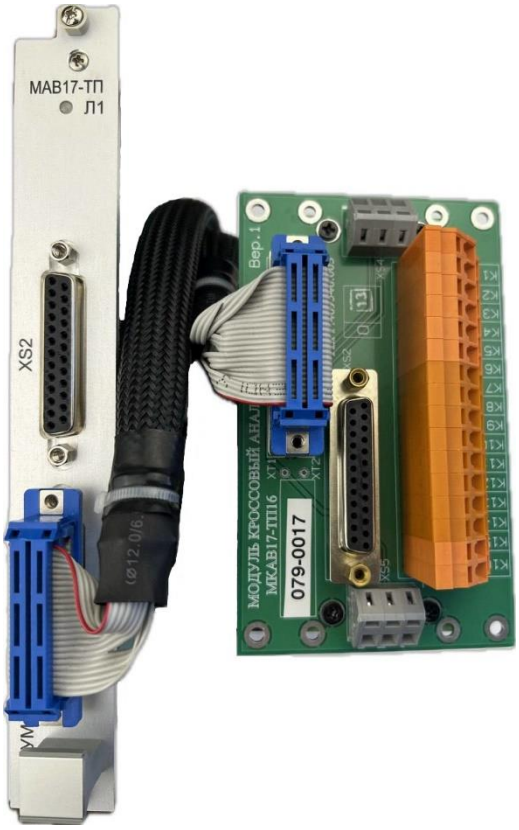


Рисунок 2.9 – Модуль кроссовый МКАВ17-ТП16 и кабель кроссовый 25-25, подключенные к модулю

Сборочный чертеж модуля кроссового МКАВ17-ТП представлен на рисунке 2.10.

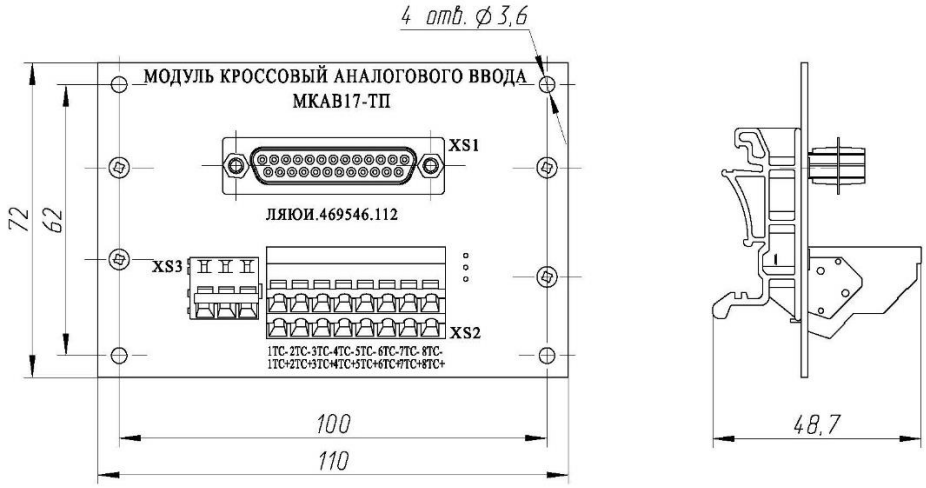


Рисунок 2.10 – Сборочный чертеж модуля кроссового МКАВ17-ТП

Сборочный чертеж модуля кроссового МКАВ17-ТП16 представлен на рисунке 2.11.

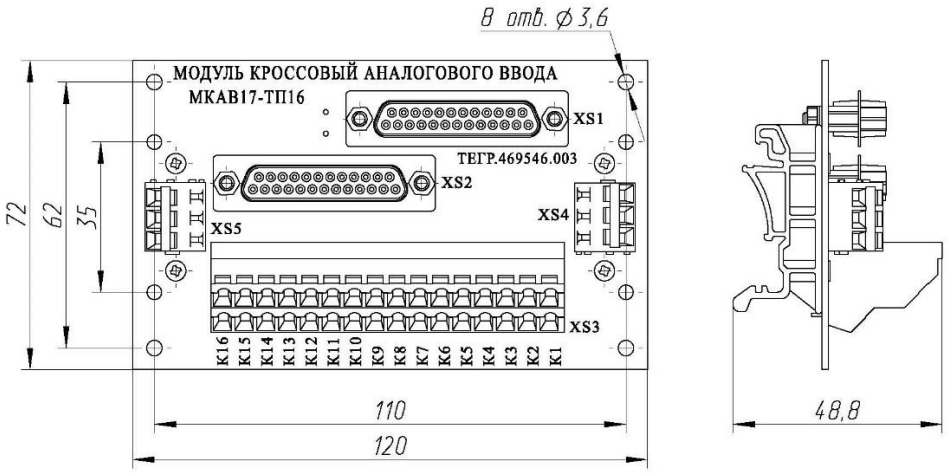
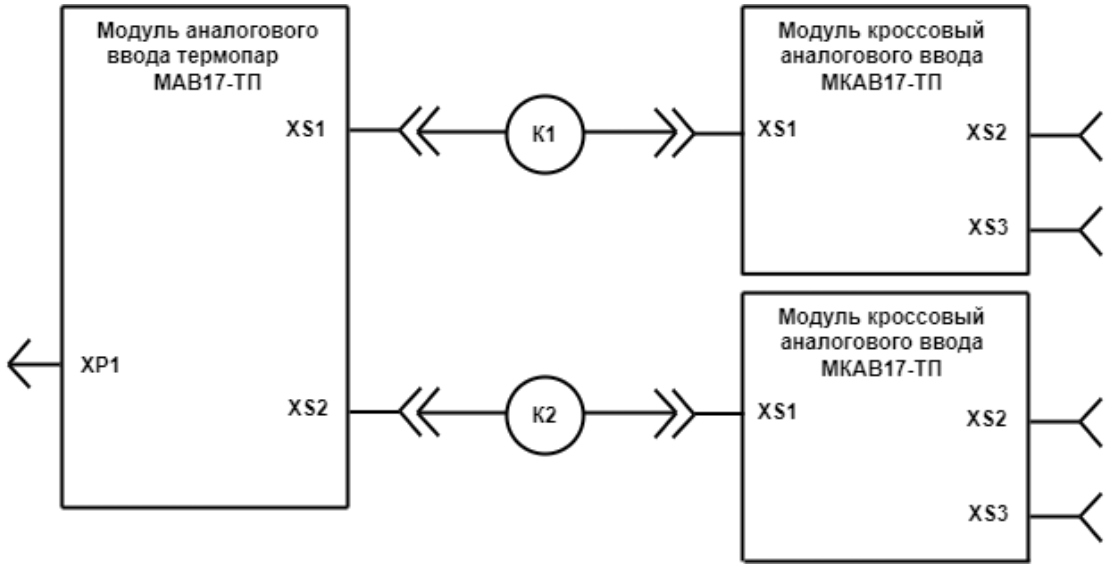


Рисунок 2.11 – Сборочный чертеж модуля кроссового МКАВ17-ТП16

2.2.3.10 Подключение входных разъемов модуля к модулю кроссовому МКАВ17-ТП кабелем кроссовым 25-25 должно быть в соответствии с таблицей 2.1 и рисунками 2.5, 2.12.



К1, К2 – кабель кроссовый 25-25.

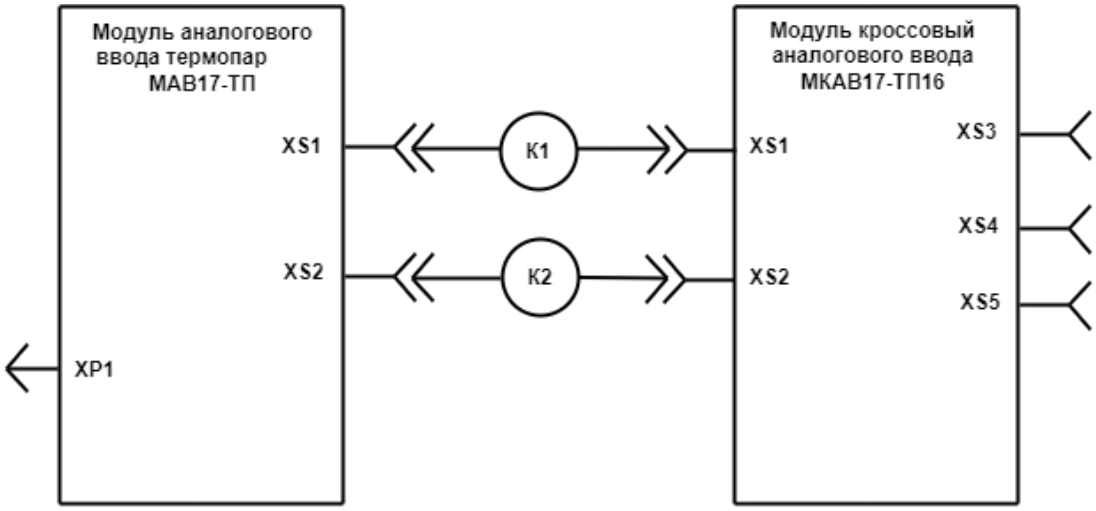
Рисунок 2.12 – Схема подключения входных разъемов модуля к модулю кроссовому МКАВ17-ТП

2.2.3.11 Подключение выходных разъемов модуля кроссового МКАВ17-ТП к термопарам и датчику компенсации ХС (диод или термометр сопротивления) должно быть в соответствии с таблицей 2.2.

Таблица 2.2 – Обозначения контактов выходных разъемов модуля кроссового МКАВ17-ТП

Контакт	Назначение	
	разъем XS2	разъем XS3
1	1ТС+	RTD1
2	1ТС –	RTD1
3	2ТС +	RTD2
4	2ТС –	RTD2
5	3ТС +	RTD3
6	3ТС –	RTD3
7	4ТС +	
8	4ТС –	
9	5ТС +	
10	5ТС –	
11	6ТС +	
12	6ТС –	
13	7ТС +	
14	7ТС –	
15	8ТС +	
16	8ТС –	

2.2.3.12 Подключение входных разъемов модуля к модулю кроссовому МКАВ17-ТП16 кабелем кроссовым 25-25 должно быть в соответствии с таблицей 2.1 и рисунком 2.13.



К1, К2 – кабель кроссовый 25-25.

Рисунок 2.13 – Схема подключения входных разъемов модуля к модулю кроссовому МКАВ17-ТП16

2.2.3.13 Подключение выходных разъемов модуля кроссового МКАВ17-ТП16 к термопарам и датчику компенсации ХС (диод или термометр сопротивления) должно быть в соответствии с таблицей 2.3.

Таблица 2.3 – Обозначения контактов выходных разъемов модуля кроссового МКАВ17-ТП16

Контакт	Назначение		
	разъем XS3	разъем XS4	разъем XS5
1	TC1 +	RTD1	2RTD1
2	TC1 –	RTD1	2RTD1
3	TC2 +	RTD2	2RTD2
4	TC2 –	RTD2	2RTD2
5	TC3 +	RTD3	2RTD3
6	TC3 –	RTD3	2RTD3
7	TC4 +		
8	TC4 –		
9	TC5 +		
10	TC5 –		

Контакт	Назначение		
	разъем XS3	разъем XS4	разъем XS5
11	TC6 +		
12	TC6 –		
13	TC7 +		
14	TC7 –		
15	TC8 +		
16	TC8 –		
17	TC9 +		
18	TC9 –		
19	TC10 +		
20	TC10 –		
21	TC11 +		
22	TC11 –		
23	TC12 +		
24	TC12 –		
25	TC13 +		
26	TC13 –		
27	TC14 +		
28	TC14 –		
29	TC15 +		
30	TC15 –		
31	TC16 +		
32	TC16 –		

2.2.3.14 При осуществлении «горячей замены» модуля необходимо соблюдать следующий порядок действий:

– отключить кабели, соединенные с разъемами на лицевой панели модуля, который необходимо заменить;

– открутить крепежные винты модуля и вынуть его из каркаса;

– вставить новый модуль на место заменяемого и закрепить его винтами

на лицевой панели;

– подключить кабели к разъемам на лицевой панели модуля.

ВНИМАНИЕ



В процессе горячей замены, после вставки модуля в работающий ПЛК и до подключения кабелей датчиков модуль может выдавать в систему измерения, не соответствующие действительности. Также, после подключения кабелей датчиков модуль производит измерение каждого канала в течении 255 мс. Таким образом, полное обновление данных произойдет не ранее чем через 2 с после подключения кабелей с датчиками. Для предотвращения ситуаций с ложными срабатываниями алгоритмов контроля и управления ПЛК необходимо на уровне программы ПЛК предусмотреть процедуру маскирования модуля, подлежащего замене. Выполнять горячую замену и подключение только на замаскированных модулях, с целью введения в систему корректных данных.

2.2.4 Указания по включению и опробованию работы изделия

После включения электропитания работоспособность изделия определяется состоянием индикации на передней панели модуля.

Индикация модуля состоит из светодиода зеленого и красного цветов свечения.

Соответствие состояния индикации и режимов работы модуля представлено в таблице 2.4.

Таблица 2.4 − Соответствие состояния индикации и режимов работы модуля

Состояние индикации	Режим работы модуля
Мигает зеленый, длинная вспышка	Нормальная работа, обмен по каналам связи не ведется.
Мигает зеленый, короткая вспышка	Нормальная работа, модуль используется хотя бы по одному каналу связи.
Мигает красный	Аппаратная ошибка одного или двух каналов связи или иные аппаратные ошибки модуля.
Горит желтый (красный + зеленый)	Модуль в состоянии инициализации.

Горит красный	Модуль не загрузился или произошел сбой.
Не горит	На модуле отсутствует электропитание или программа повреждена.

2.3 Использование изделия

2.3.1 Модуль может функционировать в различных режимах и иметь ряд настроек для каждого канала: выбор градуировки канала, выбор режима контроля линии связи, выбор способа компенсации ХС. Конфигурация модуля может быть задана с помощью тестового программного обеспечения, а также в системе программирования ELPLC-LOGIC. С помощью тестового программного обеспечения конфигурация может быть также сохранена в модуле. После чего, при последующих запусках, повторная конфигурация модуля не потребуется.

2.3.2 Конфигурация модуля средствами системы программирования ELPLC-LOGIC

Измерение значения входного сигнала, его преобразование в цифровой код производится автоматически по заложенной в модуле программе. Параметры работы модуля (режимы работы и измерения для входных каналов) задаются процессорным модулем при инициализации модуля.

Выходные данные модуля передаются в процессорный модуль по интерфейсу контроллера. Значения измеренной величины выдаются в формате числа с плавающей точкой. Конфигурация модуля обеспечивается посредством системы программирования ELPLC-LOGIC, путем добавления соответствующего модуля в программу.

Плагин модуля обеспечивает функционирование 16 каналов измерения и реализует следующие функции:

– настройку типа датчика холодного спая;

– настройку типа термометра сопротивления;

– настройку подстроечного коэффициента диода в канале холодного спая;

– настройку каналов термопар;

– настройку регистров программной компенсации ХС;

– настройку градуировок каналов термопар и обеспечение связи с переменными системы программирования ELPLC-LOGIC;

– установку сигналов качества каналов и обеспечение связи с переменными системы программирования ELPLC-LOGIC;

– установку сигналов статуса устройства.

На вкладке «Общие настройки» пользователь задает сетевой адрес (слот) модуля в корзине контроллера, а также конфигурирует режимы компенсации ХС групп каналов (1-8 канал, 9-16 канал) модуля в соответствии с рисунком 2.14.

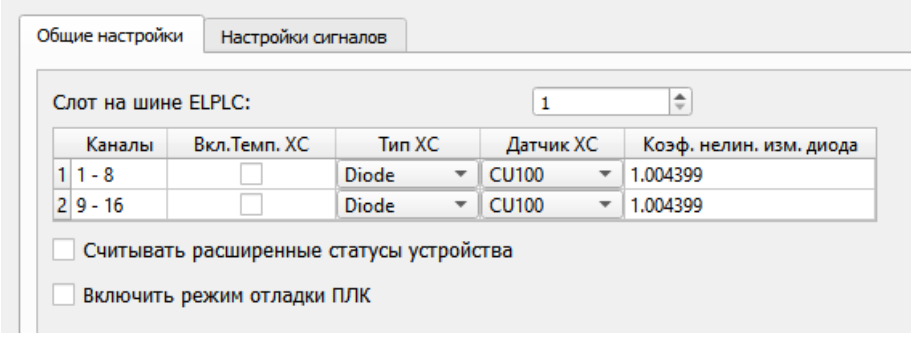


Рисунок 2.14 − Вкладка «Общие настройки»

Модуль имеет в своем составе два АЦП по восемь каналов в каждом. Для каждой группы должен быть установлен способ компенсации холодного спая.

Общие настройки позволяют конфигурировать следующие параметры:

– расчет температуры холодного спая термопар. Данная настройка позволяет пользователю получать измеренное значение температуры холодного спая по каналам 1-8 и/или 9-16. Значение температуры холодного спая для выбранной группы отображается в соответствующей переменной t_cj_value_ADC_x_y в группе «Read T_CJ values», где x – номер группы каналов (1 соответствует группе каналов 1-8, 2 – группе каналов 9-16), y – адрес модуля в проекте (рисунок 2.15). Также для каждой температуры холодного спая термопар создается соответствующая статусная переменная t_cj_value_ADC_status_x_y, где x – номер группы каналов (1 соответствует группе каналов 1-8, 2 – группе каналов 9-16), y – адрес модуля в проекте. В эту переменную считывается признак статуса измеренной температуры холодного

спая термопар каналов 1-8 и/или 9-16. Значение «1» соответствует корректным данным датчика ХС. Прочие значения содержат код ошибки в соответствии с Таблицей 2.5. Если группа каналов не выбрана для считывания температуры холодного спая термопар (не отмечен соответствующий элемент), то значения переменных температуры и статуса в соответствующей группе каналов не будут отображаться;

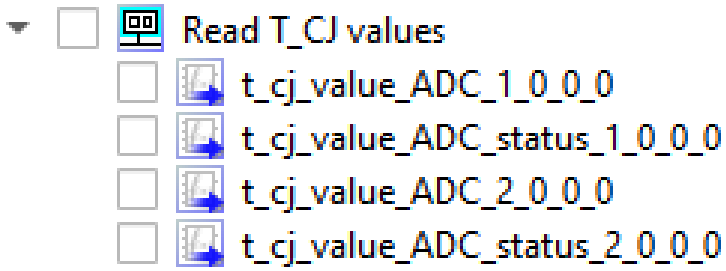


Рисунок 2.15 − Переменные для считывания измеренной температуры холодного спая для групп каналов 1-8 и 9-16 с соответствующими статусными переменными

– установку типа холодного спая. Доступные варианты: без датчика, диод, термометр сопротивления;

– выбор датчика холодного спая. Данная настройка применяется, если выбран тип холодного спая «термометр сопротивления». Если выбран тип холодного спая «термометр сопротивления», то доступны следующие настройки датчика холодного спая: PT10, PT50, PT100, PT200, PT500, PT1000, NI120, CU50, CU100 и CU1000;

– установку коэффициента нелинейности измерительного диода.

Пользователь может активировать настройку «Считывать расширенные статусы устройства», что позволит получать в соответствующие переменные, находящиеся в группе «Device Status Error», следующие статусы (рисунок 2.16).

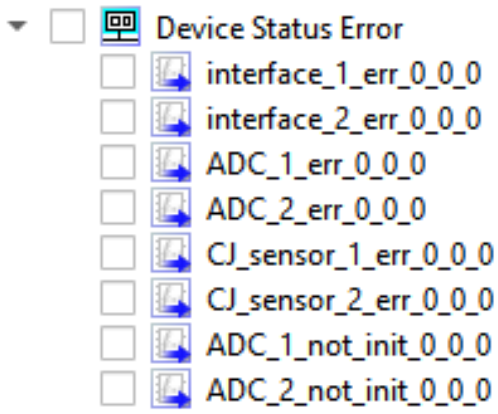


Рисунок 2.16 − Переменные расширенного статуса устройства

Переменные расширенного статуса устройства, где:

– Interface_1_err_x – ошибка интерфейса 1;

– Interface_2_err_x – ошибка интерфейса 2;

– ADC_1_err_x – ошибка АЦП1;

– ADC_2_err_x – ошибка АЦП2;

– CJ_sensor_1_err_x – ошибка датчика холодного спая АЦП1;

– CJ_sensor_2_err_x – ошибка датчика холодного спая АЦП2;

– ADC_1_not_init_x – АЦП1 не инициализировано;

– ADC_2_not_init_x – АЦП2 не инициализировано.

Все указанные переменные имеют тип BOOL и будут принимать значение True в случае наличия ошибки и False в случае ее отсутствия.

Если не активированы расширенные статусы устройства (не отмечен соответствующий элемент), то значения в переменных расширенного статуса устройства не будут отображаться.

Режим отладки позволяет выводить диагностическую информацию в консоль среды исполнения.

Добавление модуля в проект (рисунок 2.17) осуществляется из соответствующего меню в дереве проекта по клику правой кнопки мыши на подпункте «Local board» элемента «Hardware». Пользователю необходимо выбрать требуемый модуль. Левый клик по соответствующему пункту меню добавит модуль в проект.

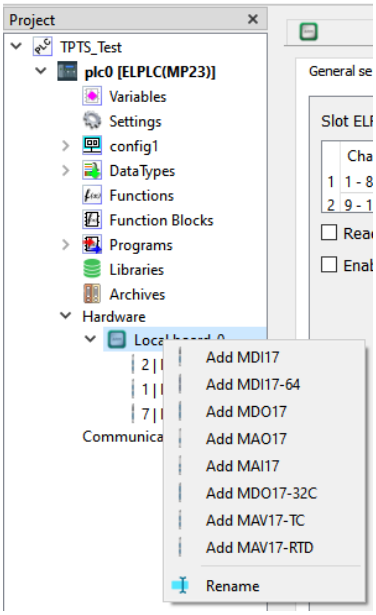
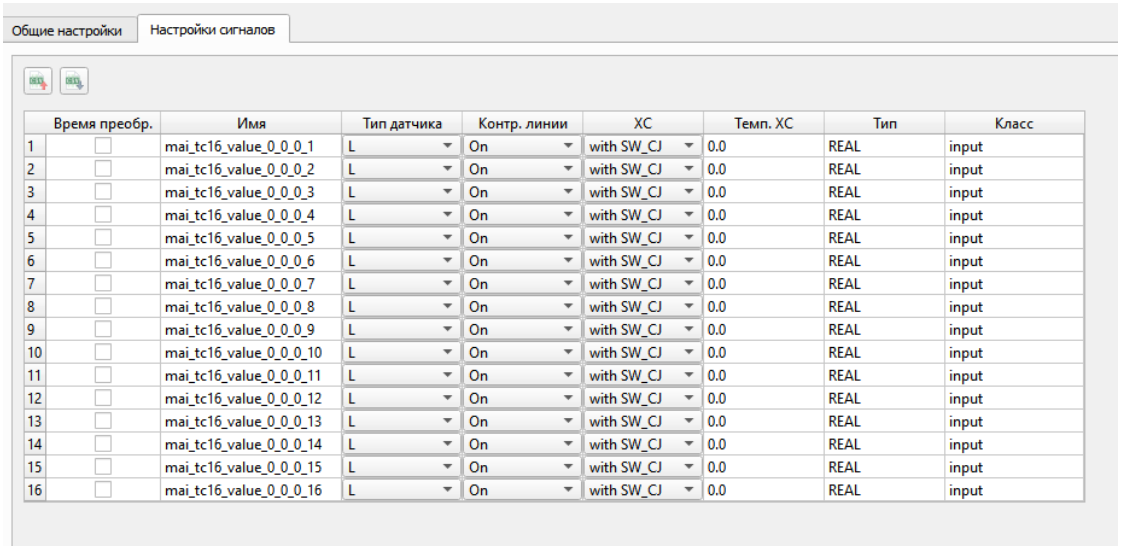


Рисунок 2.17 – Процедура добавления модуля в проект

2.3.3 Описание каналов ввода с установлением связи с переменными системы программирования ELPLC-LOGIC и настройкой градуировок

Вкладка "Настройка сигналов" отображает полный список каналов аналогового ввода в соответствии с рисунком 2.18.



	Время преобр.	Имя	Тип датчика	Контр. линии	ХС	Темп. ХС	Тип	Класс
1		mai_tc16_value_0_0_0_1	L	On	with SW_CJ	0.0	REAL	input
2		mai_tc16_value_0_0_0_2	L	On	with SW_CJ	0.0	REAL	input
3		mai_tc16_value_0_0_0_3	L	On	with SW_CJ	0.0	REAL	input
4		mai_tc16_value_0_0_0_4	L	On	with SW_CJ	0.0	REAL	input
5		mai_tc16_value_0_0_0_5	L	On	with SW_CJ	0.0	REAL	input
6		mai_tc16_value_0_0_0_6	L	On	with SW_CJ	0.0	REAL	input
7		mai_tc16_value_0_0_0_7	L	On	with SW_CJ	0.0	REAL	input
8		mai_tc16_value_0_0_0_8	L	On	with SW_CJ	0.0	REAL	input
9		mai_tc16_value_0_0_0_9	L	On	with SW_CJ	0.0	REAL	input
10		mai_tc16_value_0_0_0_10	L	On	with SW_CJ	0.0	REAL	input
11		mai_tc16_value_0_0_0_11	L	On	with SW_CJ	0.0	REAL	input
12		mai_tc16_value_0_0_0_12	L	On	with SW_CJ	0.0	REAL	input
13		mai_tc16_value_0_0_0_13	L	On	with SW_CJ	0.0	REAL	input
14		mai_tc16_value_0_0_0_14	L	On	with SW_CJ	0.0	REAL	input
15		mai_tc16_value_0_0_0_15	L	On	with SW_CJ	0.0	REAL	input
16		mai_tc16_value_0_0_0_16	L	On	with SW_CJ	0.0	REAL	input

Рисунок 2.18 – Вкладка настройки сигналов

Каждому каналу аналогового ввода по умолчанию присваивается автоматически сгенерированное имя, которое может быть изменено пользователем. Тип данных сигнала аналогового ввода – REAL. Переменные,

соответствующие результатам измерений по каналам термопар имеют вид name_x_n, где name – имя сигнала, заданное пользователем или установленное по умолчанию системой программирования ELPLC-LOGIC, x – адрес модуля в проекте, n – номер канала. Переменные находятся в группе «Variables» и представлены в системе программирования следующим образом (рисунок 2.19):

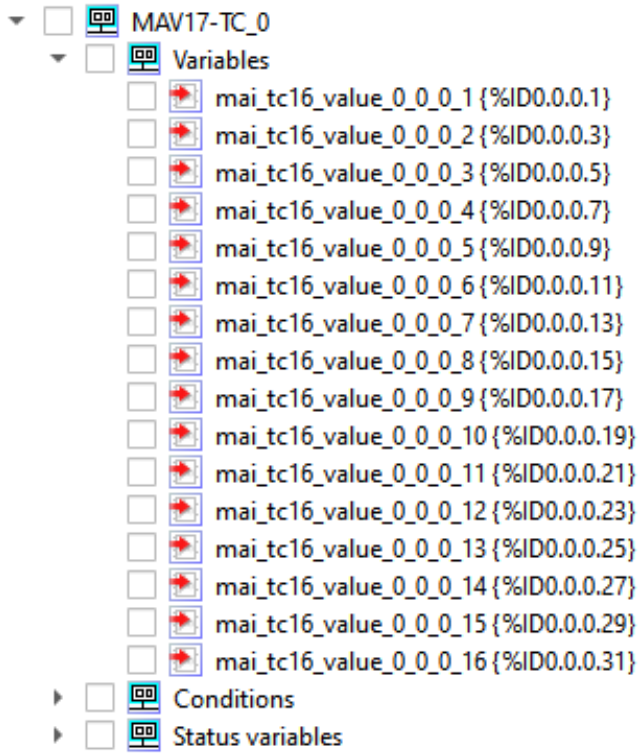


Рисунок 2.19 − Переменные результата измерений каналов термопар

Каждому каналу соответствует дополнительный сигнал качества, отражающий текущий статус переменной аналогового ввода. Тип данных сигнала качества – DINT. Переменная статуса имеет вид name_x_n_condition, где name – имя сигнала, заданное пользователем или установленное по умолчанию системой программирования ELPLC-LOGIC, x – адрес модуля в проекте, n – номер канала. Переменные находятся в группе «Conditions» и представлены в системе программирования следующим образом (рисунок 2.20).

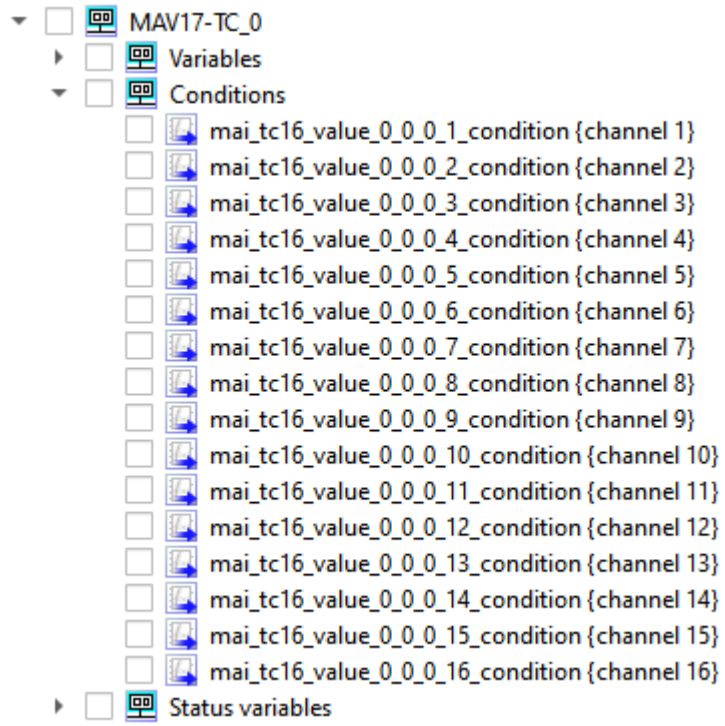


Рисунок 2.20 − Переменные статуса результата измерений каналов термопар

Коды возможных ошибок перечислены в таблице 2.5.

Дополнительно, каждый канал модуля имеет следующие настройки термопар:

– тип датчика термопары. Доступные градуировки для каналов термопар: канал отключен, режим прямого АЦП, J, K, E, N, R, S, T, B, L;

– контроль линии датчика термопары. Доступные значения – вкл\выкл;

– программная компенсация ХС. Доступные значения – программная компенсация ХС от встроенного датчика модуля или заданная компенсация ХС;

– температура холодного спая. В данное поле может быть записано значение температуры холодного спая. Если активирована программная компенсация ХС по значению, заданному пользователем, то температура холодного спая будет считываться из этой области для соответствующего канала. Если температура холодного спая рассчитывается модулем в соответствии с внутренними алгоритмами управляющей программы, то значения температур поступают на модуль в соответствующую переменную mai_tc_tCJ_ch_x_y в группе «tCJ», где x – адрес канала, y – адрес модуля в

проекте (рисунок 2.21). Тип данных переменных температуры холодного спая – REAL;

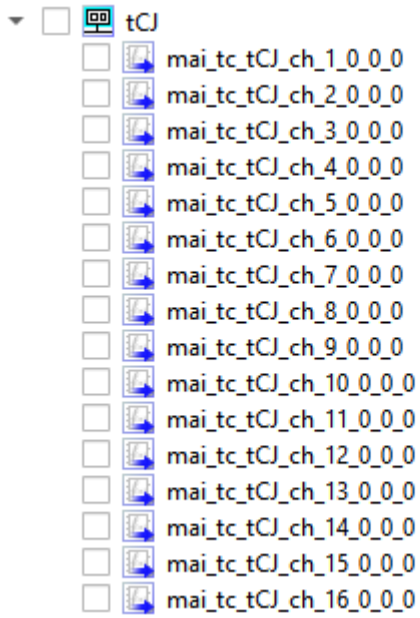


Рисунок 2.21 − Переменные температуры холодного спая, поступающие с модуля

– считывание времени преобразования. Данная настройка позволяет пользователю получать значение временной отметки преобразования по выбранному каналу в соответствующую переменную mai_tc_convertion_time_x_y в группе «Convertion time», где x – адрес канала, y – адрес модуля в проекте (рисунок 2.22). Если канал не выбран для считывания времени преобразования, то значения в переменной на соответствующем канале не будут отображаться. Тип данных – UDINT. Указанная метка времени относительная, в микросекундах, по внутреннему счетчику модуля.

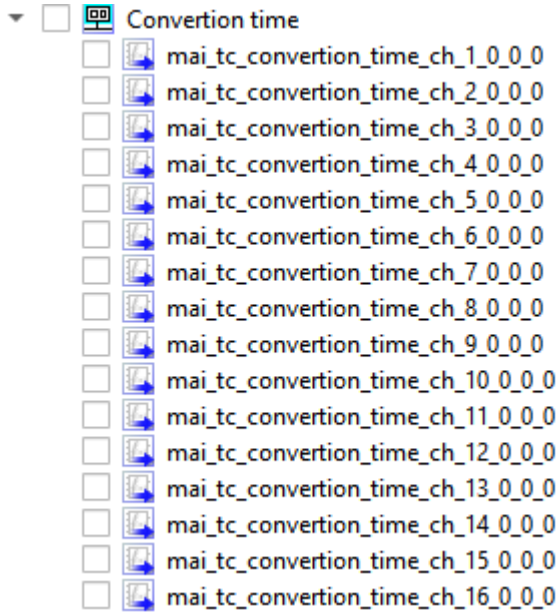


Рисунок 2.22 − Переменные времени преобразования, поступающие с модуля

Для отладки и взаимодействия с сигналами аналогового ввода, а также получения статусных сигналов необходимо добавить сигналы в программный модуль системы программирования ELPLC-LOGIC.

Подробнее о работе с системой программирования ELPLC-LOGIC описано в прикладном программном обеспечении «Интегрированная среда разработки программ на языках стандарта МЭК 61131-3 ELPLC-LOGIC». Руководство программиста ЛЯЮИ.00707-01 33 01.

2.3.4 Конфигурация модуля с использованием тестового ПО

Конфигурация и использование модуля возможна с использованием тестового программного обеспечения ELPLC-REMOTE-APP ТЕГР.00003-01.

Диагностическая программа ELPLC-REMOTE-APP ТЕГР.00003-01 предназначена для проверки и калибровки модуля, поддерживающих интерфейс ELPLC-BUS.

Для работы модуля с программой ELPLC-REMOTE-APP необходимо собрать схему стенда в соответствии с рисунком 2.23.



Рисунок 2.23 − Схема стенда с эмулятором интерфейса

Подключение модуля к ПК осуществляется через эмулятор интерфейса ЛЯЮИ.468265.002. Настройка теста ELPLC-REMOTE-APP производится в соответствии с руководством по техническому обслуживанию ТЕГР.00003-01 46 01.

Примечание – Эмулятор интерфейса EPLC-BUS ЛЯЮИ.468265.002 поставляется по отдельному заказу.

После включения питания и запуска теста необходимо выбрать в меню пункт: USB-ELPLC -> MAV17-TP. Откроется окно модуля с отображением текущих настроек каналов, данных измерений, а также статистики соединения. При успешном соединении счетчики пакетов в разделе статистики будут меняться. Пример окна приведен на рисунке 2.24. Окно содержит четыре основные области:

– область данных и настроек режимов каналов;
– область информации об устройстве;
– область статистики соединения ELPLC-BUS;
– область управления модулем.

В области данных и настроек представлены объекты контроля и управления каналом. Предоставлена информация о текущих измерениях, статусе канала, а также о доступных настройках градуировок, режима компенсации ХС и т.д.

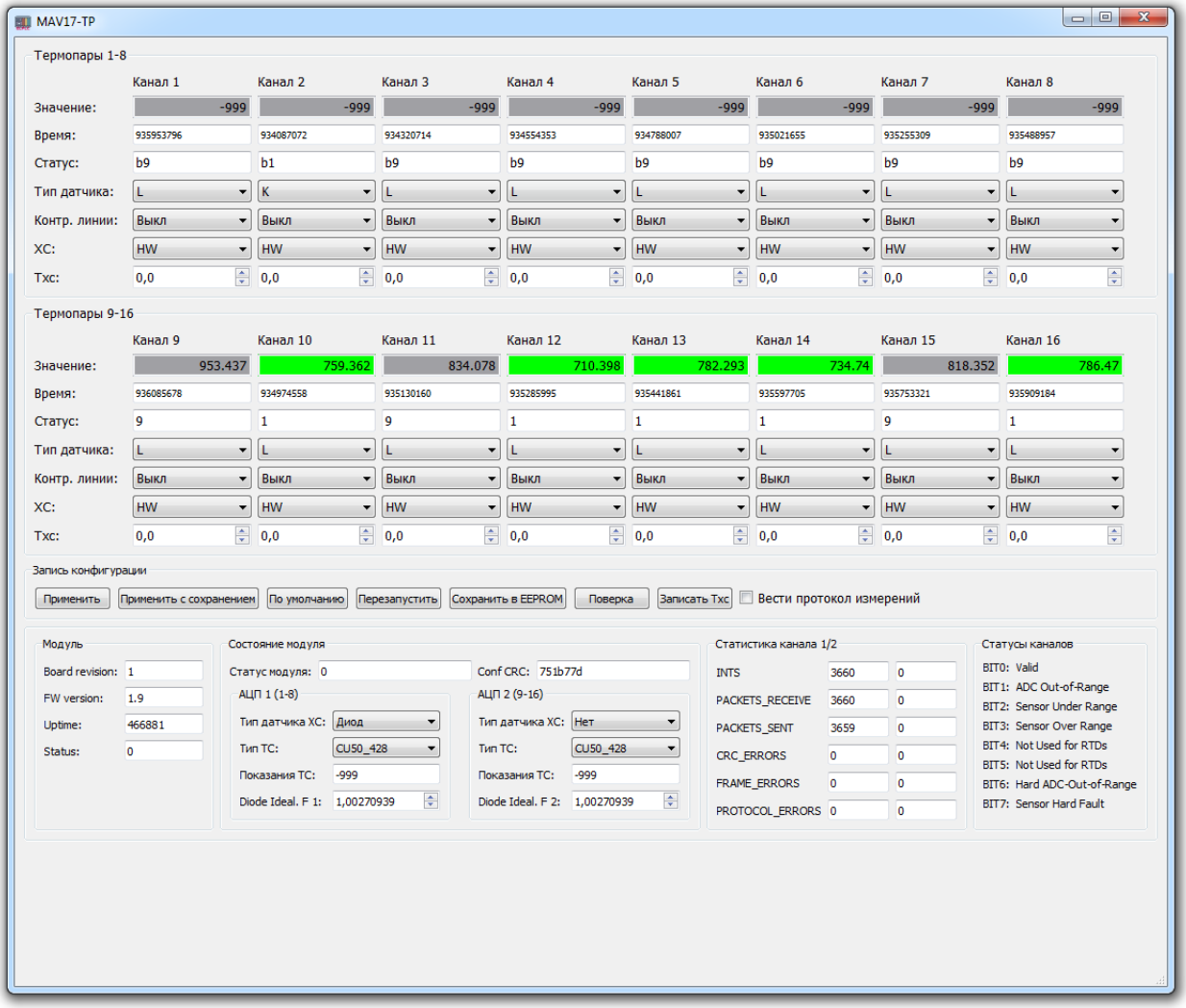


Рисунок 2.24 – Окно модуля

Поле «Статус» на панели «Термопары» содержит информацию о достоверности измерений в каждом канале. Достоверные измерения соответствуют статусу «1». Все прочие значения содержат битовую маску возможных ошибок. Возможные ошибки перечислены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 − Коды ошибок каналов

Бит	Ошибка
7	Аппаратная ошибка датчика или датчик не подключен
6	Аппаратная ошибка измерения (повышенный шум)
5	Аппаратная ошибка датчика ХС
4	Измерения датчика ХС некорректны
3	Измерение термопары выше верхней границы
2	Измерение термопары ниже нижней границы
1	АЦП вышло за границы измерений
0	Корректный результат. Значение должно быть 1

Для настройки модуля задайте необходимую конфигурацию каналов и выполните одно из следующих действий:

– нажмите кнопку «Применить» для применения выбранной конфигурации без сохранения в памяти модуля;

– нажмите кнопку «Применить с сохранением» для применения выбранной конфигурации с сохранением в памяти модуля.

Настройки модуля могут быть сброшены к заводским с помощью кнопки «По умолчанию». После восстановления требуется выполнить сохранение.

Также, в случае выбора программной компенсации ХС существует возможность установить только значение компенсации для каждого канала и применить эти значения кнопкой «Записать Тхс».

Область информации об устройстве содержит данные о текущей ревизии аппаратуры, версии внутреннего программного обеспечения, времени, прошедшего с момента запуска модуля (Uptime), текущий статус модуля, а также значение CRC32, определяющее комбинацию текущих настроек.

Поле Status содержит текущий статус модуля, отображаемый в шестнадцатеричном формате.

Статусный регистр содержит информацию о состоянии модуля в виде битовой маски. Значения указаны в таблице регистров.

Признаки ошибок не очищаются, даже если сама ошибка уже не имеет места. Регистр очищается только командой записи (кнопка «Сброс ошибок»).

2.3.5 Поверка модуля

2.3.5.1 Диагностическая программа ELPLC-REMOTE-APP ТЕГР.00003-01 предназначена для поверки модуля, поддерживающая интерфейс ELPLC-BUS.

Для работы модуля с программой ELPLC-REMOTE-APP необходимо собрать схему стенда в соответствии с рисунком 2.25.

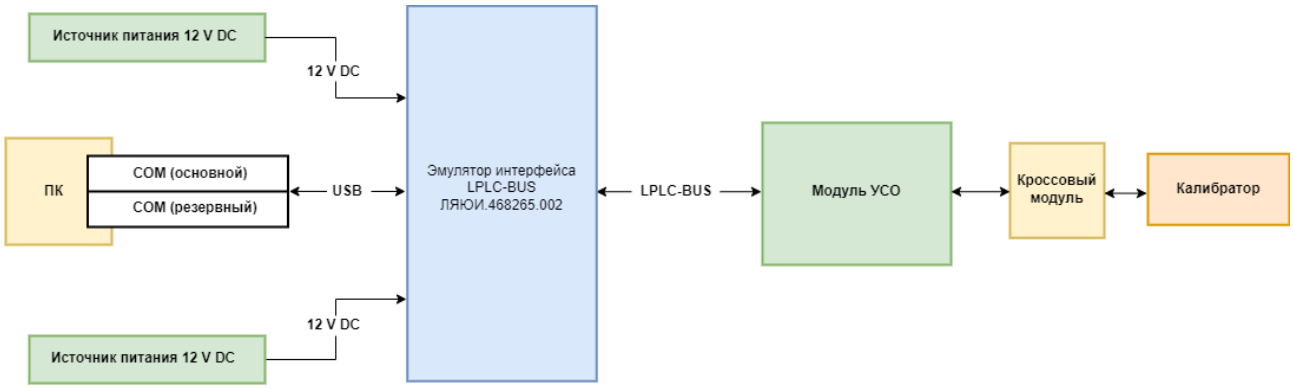


Рисунок 2.25 − Схема стенда поверки

На ПК необходимо запустить диагностическую программу ELPLC-REMOTE-APP ТЕГР.00003-01 «ElplcRemoteApp.exe».

Подключение модуля к ПК осуществляется через эмулятор интерфейса ЛЯЮИ.468265.002. Настройка теста ELPLC-REMOTE-APP производится в соответствии с руководством по техническому обслуживанию ТЕГР.00003-01 46 01.

Электропитание на эмулятор интерфейса подается с двух источников. При этом должна существовать возможность включения как двух источников одновременно, так и каждого в отдельности.

2.3.5.2 Поверка измерительных каналов модуля

Поверка проводится на включенном модуле, в соответствующем окне теста.

Подключить кроссовый модуль к разъему XS1 модуля, а к каналам кроссового модуля калибратор.

В окне изделия, в блоке «Модуль» открыть окно «Поверка ТП», нажав соответствующую кнопку. Откроется окно поверки в соответствии с рисунком 2.26.

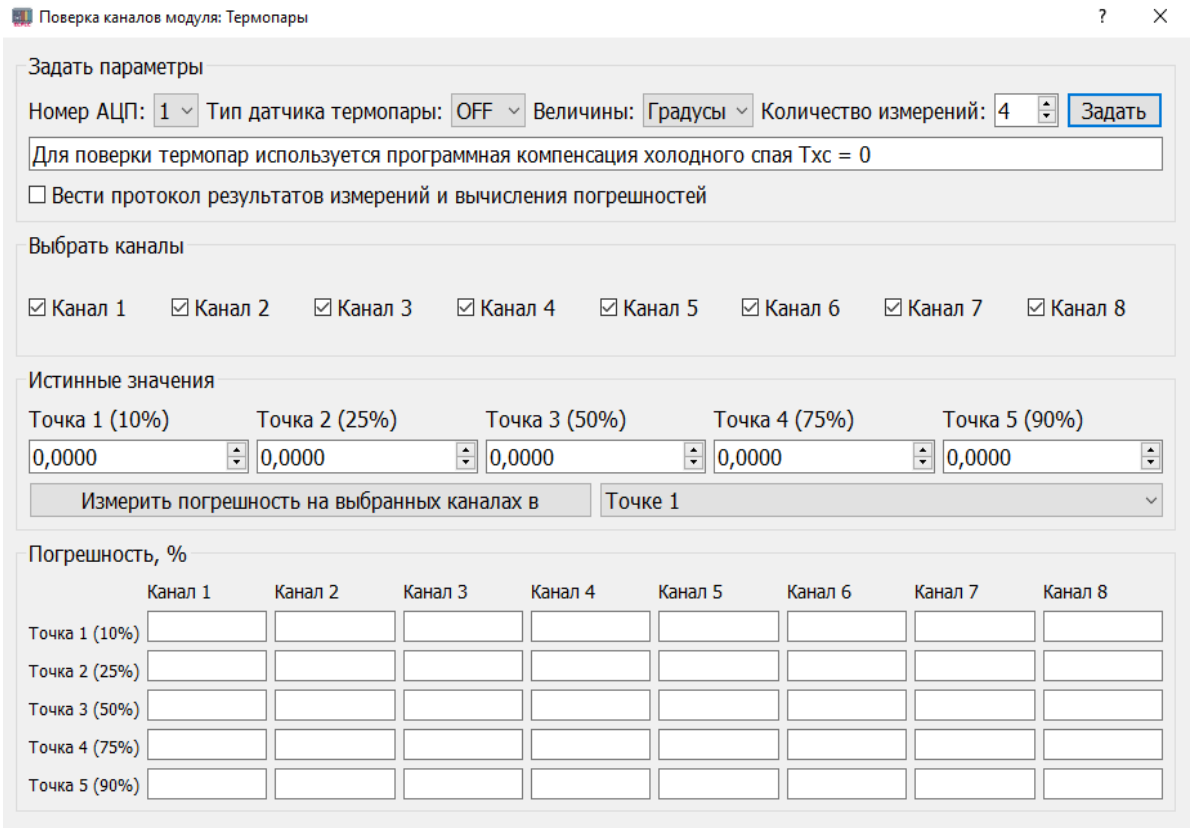


Рисунок 2.26 – Окно поверки термопар модуля

В окне поверки выбрать номер АЦП (соответствует номеру входа XS), установить Градуировку – «K», указать величины в соответствии с подаваемыми с калибратора значениями, установить количество измерений и нажать кнопку «Задать». Убедится, что в поле «Выбрать каналы» выбраны все каналы.

В поле истинные значения будут выведены соответствующие для диапазона значений, однако есть возможность установить свои значения. На калибраторе следует установить соответствующее поверяемой точке значение и нажать кнопку «Измерить погрешность на выбранных каналах». В поле «Погрешность» будет выведена погрешность измерений.

Поверка считается пройденной, если по всем исследуемым каналам погрешность измерений не превышает 0,1 %.

2.3.5.3 Поверка каналов подключения датчиков холодного спая

Поверка проводится на включенном модуле, в соответствующем окне теста.

Подключить кроссовый модуль к разъему XS1 модуля, а к каналам холодного спая кроссового модуля калибратор.

В окне изделия, в блоке «Модуль» открыть окно «Поверка ТС», нажав соответствующую кнопку. Откроется окно поверки в соответствии с рисунком 2.27.

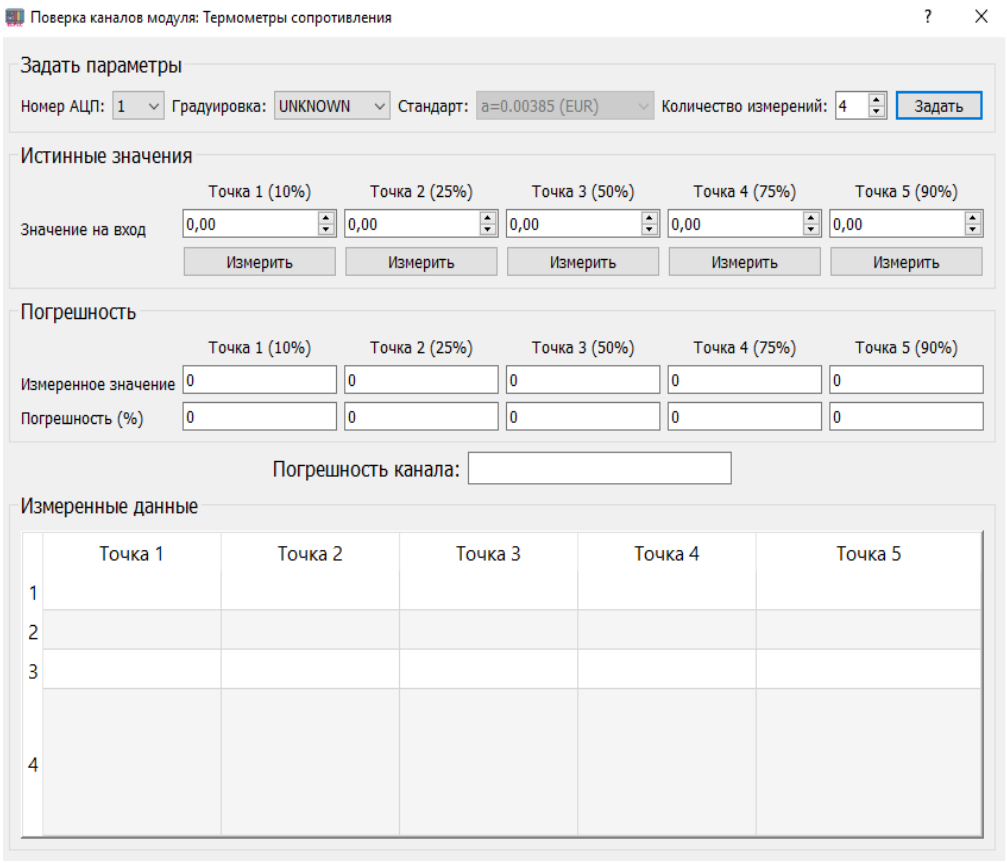


Рисунок 2.27 − Окно поверки термометров сопротивления модуля

В окне поверки выбрать проверяемый канал, установить Градуировку – «РТ 100», установить количество измерений и нажать кнопку «Задать».

В поле истинные значения будут выведены соответствующие для диапазона температуры, однако есть возможность установить свои значения температуры. На калибраторе следует установить соответствующее поверяемой точке значение и нажать кнопку «Измерить». В поле «Погрешность» будет выведена погрешность измерений.

Поверка считается пройденной, если по всем исследуемым каналам погрешность измерений не превышает 0,1 %.

2.3.6 Калибровка модуля

Калибровка модуля выполняется по методике Поверки (2.3.5).

3 Техническое обслуживание

3.1 Техническое обслуживание изделия

3.1.1 Модуль предназначен для непрерывной круглосуточной работы в составе ПЛК с системным интерфейсом ELPLC-BUS.

4 Текущий ремонт

4.1 Текущий ремонт изделия

4.1.1 Общие указания

Изделие ремонту не подлежит, передается предприятию-изготовителю.

5 Хранение

5.1 Общие требования

5.1.1 Изделие в упакованном виде должно храниться в отапливаемых и не отапливаемых закрытых помещениях в соответствии с ГОСТ 15150-69 (условия хранения − 2(С)), при отсутствии в окружающем воздухе паров кислот, щелочей или других агрессивных примесей других химически активных веществ, пары или газы которых могут вызвать коррозию, при температуре окружающего воздуха от минус 40 °С до плюс 50 °С и относительной влажности не более 98 % при температуре плюс 25 °С.

Регламентные работы во время хранения не проводятся.

Срок хранения изделия – 5 лет.

6 Транспортирование

Изделие должно допускать транспортирование в отдельной упаковке предприятия-изготовителя в закрытом транспорте (автомобильном, железнодорожном, авиационном в отапливаемом и герметизированном отсеке).

Изделие в упаковке должно транспортироваться в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на каждом виде транспорта.

Во время погрузочно-разгрузочных работ и транспортирования, упакованные изделия не должны подвергаться толчкам, падениям, ударам и воздействию атмосферных осадков.

В транспортных средствах, где перевозятся изделия и складских помещениях, где они хранятся, не должно быть паров кислот, щелочей или других химически активных веществ.

7 Утилизация

Утилизации подлежит изделие, списанное эксплуатирующей организацией по акту технического состояния или инспекторскому свидетельству.

Порядок утилизации определяет организация, эксплуатирующая изделие.

Ссылочные нормативные документы

Обозначение документа, на который дана ссылка	Номер раздела, приложения документа, в котором дана ссылка
ГОСТ 14192-96	1
ГОСТ 15150-69	5
ГОСТ 30805.22-2013	1

Лист регистрации изменений									
Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	Номер документа	Входящий номер сопроводи-тельного документа и дата	Подпись	Дата
	изме-нен-ных	заме-ненных	но-вых	аннули-рован-ных					