

**УТВЕРЖДАЮ**

Генеральный директор  
ООО "ЭлМетро Групп"



А.В. Жестков

« 02 » июня 2015 г.



**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель директора

ФГУП «ВНИИМС»



В.Н. Яншин

« 02 » июня 2015 г.

**Модули ввода-вывода  
ЭЛМЕТРО-МВВ, Метран-970**

Методика поверки

3095.000 МП

г.р.61628-15

## Содержание

1	Операции поверки .....	3
2	Средства поверки .....	4
3	Условия поверки и подготовка к ней .....	5
4	Проведение поверки .....	5
5	Оформление результатов поверки .....	18
	ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	19

Настоящая методика распространяется на модули ввода-вывода ЭЛМЕТРО-МВВ, Метран-970 (далее по тексту модули), выпускаемые из производства или после ремонта, а также находящиеся в применении, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки.

Модули предназначены для измерений и преобразований сигналов различных датчиков распределенных систем сбора данных (силы и напряжения постоянного тока, сопротивления, термопар, термопреобразователей сопротивления, пирометров), для вычисления расхода сред, а также для сбора и передачи полученной информации в систему управления производственными процессами по каналам интерфейсов RS-485, CAN, Ethernet или беспроводному интерфейсу.

Интервал между поверками – 3 года.

## 1 Операции поверки

1.1 Операции и объем поверки приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование Операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	4.1	да	да
Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции	4.2	да	нет
Опробование	4.3	да	да
Проверка погрешности измерения напряжения, силы постоянного тока и сопротивления постоянному току.	4.4	да	да
Проверка погрешности преобразования сигналов термопар и термопреобразователей сопротивления	4.5, 4.6	да	да
Проверка погрешности преобразования сигналов пирометров.	4.7	да	да
Проверка погрешности преобразования кода в сигналы силы постоянного тока	4.8	да	да
Проверка погрешности счета импульсов, измерения частоты и длительности временных интервалов	4.9	да	да
Определение основной погрешности алгоритма вычисления расхода	4.10	да *	да *

\* – поверка проводится для модулей с функцией вычисления расхода сред (указывается при заказе)

**Примечание** – Поверку модулей, используемых для работы на меньшем количестве диапазонов измерений, допускается производить по применяемым диапазонам измерений.

## 2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений и вспомогательное оборудование, приведенные в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Наименование	Тип	Требуемые технические характеристики
Калибратор многофункциональный портативный	МЕТРАН 510-ПКМ (Класс А)	Основная погрешность генерации в диапазонах: (0 – 100) мВ $\pm(0,0075\%TB+5 \text{ мкВ})$ , (0,1 – 1,0) В $\pm(0,0075\%TB+0,05 \text{ мВ})$ , (0 – 23) мА $\pm(0,0075\%TB+1 \text{ мкА})$ ; Основная погрешность измерений в диапазоне (0 – 22) мА $\pm(0,0075\%TB+1 \text{ мкА})$ , где TB – значение текущей величины
Многофункциональный калибратор	MC2-R	Основная погрешность воспроизведения сигналов напряжения постоянного тока в диапазоне (-3 – 12) В $\pm (0,02 \% \text{ показ.} + 0,1 \text{ мВ})$
Магазин сопротивления	P4831	Диапазон показаний сопротивления от 0 до 400 Ом. Класс точности 0,02
Генератор сигналов	Agilent 33210	Диапазон: 0,01 Гц... 13 кГц, Погрешность задания частоты: 0,005% Генерация заданного количества импульсов.
Термопара	К (ТХА)	Термопара с индивидуальной градуировкой в диапазоне температур от 0 до 30 °С, основная погрешность $\pm 0,2 \text{ °С}$ .
Термометр	ТЛ-4	Диапазон измерения от 0 до 55 °С, с ценой деления $\pm 0,1 \text{ °С}$ .
Программный комплекс	«Расходомер-ИСО»	
Источник питания постоянного тока	Элметро-ИПТ	Выходное напряжение (24,0 $\pm$ 1,0)В. Выходная мощность не менее 20 Вт.
Персональный компьютер		Операционная система Windows. Наличие стандартной утилиты связи "Терминал". Наличие свободного порта USB.
Преобразователь интерфейсов USB/RS-485	ЭЛМЕТРО-Конвертер-USB-RS-485	
Резистор	МЛТ	0,5 Вт, 470 Ом $\pm 5\%$
<b>Примечания</b>		
1 Допускается применять другие эталонные средства измерений и вспомогательное оборудование, с техническими характеристиками не хуже указанных выше.		
2 Конкретный набор оборудования определяется конфигурацией модуля		

2.2 Все средства измерений должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке (аттестации) или оттиски поверительных клейм.

2.3 При проведении поверки следует соблюдать требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», указаниями по технике безопасности, приведенными в эксплуатационной документации на поверяемый модуль и на эталонные средства измерений.

2.4 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику и эксплуатационную документацию на модуль и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

### **3 Условия поверки и подготовка к ней**

3.1 При проведении поверки модуля должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха  $25 \pm 10$  °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 к Па (от 630 до 800 мм рт. ст.);
- отсутствие тряски, ударов и вибрации.

3.2 При проведении поверки модуля должны соблюдаться следующие требования:

- при работе и измерениях, связанных с контролем малых уровней и приращений напряжения, необходимо соблюдать меры, обеспечивающие минимизацию термоконтактных ЭДС;

- не подвергать модуль воздействию тепловых потоков воздуха и тепловых ударов;

3.3 Перед проведением периодической поверки необходимо:

- проверить наличие в паспорте необходимых записей, подписей и удостоверяющих печатей;

- проверить наличие действующих свидетельств о метрологической поверке средств измерений, используемых при поверке модуля;

- подготовить средства измерений к работе в соответствии с их эксплуатационной документацией.

3.4 Определение метрологических характеристик модуля проводить не ранее, чем через 30 сек после его включения.

### **4 Проведение поверки**

#### **4.1 Внешний осмотр**

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие маркировки (обозначение и зав. №) эксплуатационной документации (паспорту);

- отсутствие механических повреждений (вмятин, трещин и других повреждений);

- наличие пломб и клейм.

#### **4.2 Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции**

4.2.1 Проверку электрической прочности изоляции между электрическими цепями и корпусом при НКУ проводить между клеммой корпуса "Земля" и замкнутыми между собой остальными выводами модуля. Проверку проводить с помощью установки, позволяющей плавно повышать испытательное напряжение от нуля до значения, указанного в руководстве по эксплуатации, со скоростью, допускающей возможность отсчета показаний вольтметра, но не более чем за 30 с.

Изоляцию выдерживают под воздействием испытательного напряжения в течении 1 мин. Затем напряжение снижают до нуля, после чего испытательную установку отключают.

**Примечание** – Относительная погрешность измерения испытательного напряжения не должна превышать  $\pm 5\%$ .

Модуль считается выдержавшим испытание, если во время испытания не произошло пробоя или перекрытия изоляции.

4.2.2 Проверку электрического сопротивления изоляции между электрическими цепями и корпусом при НКУ проводить между клеммой корпуса "Земля" и замкнутыми между собой остальными выводами модуля. Проверку проводить с помощью мегомметра (или любого другого аналогичного устройства) с напряжением постоянного тока 500 В.

Отсчёт показаний производится по истечении 1 минуты после подачи напряжения.

Модуль считается выдержавшим испытание, если величина измеренного сопротивления не менее 20 МОм.

#### 4.3 Опробование

4.3.1 Опробование модуля в режиме измерения совмещается с процедурой проверки погрешности измерительных каналов.

4.3.2 Подключить модуль к ПК в соответствии со схемой, приведенной в Приложении А.

4.3.3 На ПК запустить утилиту связи "Terminal", входящую в состав ОС Windows.

4.3.4 Настроить утилиту связи "Terminal" и включить модуль в режим конфигурирования согласно пункту 2.5 руководства по эксплуатации. Убедиться, что на экране ПК отображается меню конфигурирования модуля.

Примечание — В качестве инструментального ПО для проведения работ по проверке модулей допускается использование программы конфигурирования «MConfig», входящей в комплект поставки модулей. При этом настройка каналов на измерение заданной величины осуществляется в соответствии с описанием на программу, контроль значений осуществляется в режиме «Измерение».

4.3.5 Подтверждение идентификации ПО.

В меню конфигурирования модуля выбрать пункт "Информация".

При этом в программе связи должна отобразиться информация о приборе и его программном обеспечении.

4.3.6 Результат проверки считается положительным, если отображаемые идентификационные данные соответствуют указанным значениям:

Номер версии (идентификационный номер ПО): 1.3  
Цифровой идентификатор ПО: 2F30D28E

#### 4.4 Проверка погрешности измерения напряжения, силы постоянного тока и сопротивления постоянному току.

4.4.1 Проверка погрешности измерения проводится в контрольных точках, приведенных в таблице 4.1 для измерительных каналов АВ и таблице 4.2 для измерительных каналов АВП модуля

4.4.2 Подключить модуль по схеме, приведенной в приложении А (рис. А1...А5) в зависимости от типа измерительного канала и контролируемого сигнала.

4.4.3 В меню «Проверка» выбрать диапазон измерения контролируемого параметра в соответствии с таблицами 4.1 и 4.2:

«Поверка» → «20 мА»  
 «1 В»  
 «100 мВ»  
 «10 В»  
 «325 Ом»

4.4.4 На выходе эталонного прибора последовательно установить значения сигнала в контрольных точках выбранного диапазона в соответствии с таблицами 4.1 и 4.2.

4.4.5 Зафиксировать значения, измеряемые модулем в контрольных точках.

4.4.6 Повторить операции по проверке погрешности на остальных измерительных каналах АВ, АВП.

4.4.7 Результат считается положительным, если измеренные значения находятся в пределах, указанных в таблицах 4.1 и 4.2.

Если это условие не выполняется хотя бы в одной точке, поверяемый модуль бракуют.

Таблица 4.1 Расчетные значения погрешности каналов АВ

Диапазоны измерений каналов АВ	Обозначение диапазона в модуле	Значение на эталонном приборе	Пределы допустимых значений		
			Мин.	Макс.	Ед.
от -110 до 110 мВ	«100 мВ»	-110,00 мВ	-110,08	-109,93	мВ
		-50,00 мВ	-50,05	-49,96	мВ
		-25,00 мВ	-25,03	-24,97	мВ
		0,00 мВ	-0,02	0,02	мВ
		25,00 мВ	24,97	25,03	мВ
		50,00 мВ	49,96	50,05	мВ
		110,00 мВ	109,93	110,08	мВ
от -1,1 до 1,1 В	«1 В»	-1,1000 В	-1,1010	-1,0991	В
		-0,5000 В	-0,5007	-0,4994	В
		-0,2500 В	-0,2505	-0,2495	В
		0,0000 В	-0,0004	0,0004	В
		0,2500 В	0,2495	0,2505	В
		0,5000 В	0,4994	0,5007	В
0...325 Ом	«325 Ом»	0,00 Ом	-0,13	0,13	Ом
		50,00 Ом	99,82	100,18	Ом
		100,00 Ом	199,77	200,23	Ом
		200,00 Ом	299,72	300,28	Ом
		325,00 Ом	324,71	325,29	Ом
от -23 до 23 мА	«20 мА»	-23,000 мА	-23,020	-22,981	мА
		-10,000 мА	-10,013	-9,987	мА
		-5,000 мА	-5,011	-4,990	мА
		0,000 мА	-0,008	0,008	мА
		5,000 мА	4,990	5,011	мА
		10,000 мА	9,987	10,013	мА
		23,000 мА	22,981	23,020	мА

Таблица 4.2 Расчетные значения погрешности каналов АВП

Диапазоны измерений каналов АВП	Обозначение диапазона в модуле	Значение на эталонном приборе	Пределы допустимых значений		
			Мин.	Макс	Ед.
от -1 до 11 В	«10 В»	-1,0000 В	-1,0045	-0,9955	В
		0,0000 В	-0,0040	0,0040	В
		2,0000 В	1,9950	2,0050	В
		5,0000 В	4,9935	5,0065	В
		7,0000 В	6,9925	7,0075	В
		11,0000 В	10,9905	11,0095	В
от -2 до 23 мА	«20 мА»	-2,000 мА	-2,009	-1,991	мА
		0,000 мА	-0,008	0,008	мА
		5,000 мА	4,990	5,011	мА
		10,000 мА	9,987	10,013	мА
		15,000 мА	14,985	15,016	мА
		23,000 мА	22,981	23,020	мА

#### 4.5 Проверка погрешности преобразования сигналов термопар

4.5.1 Проверка погрешности преобразования сигналов термопар проводится в режиме  $T_{хс}=0$  °С на измерительных каналах АВ модуля.

4.5.2 Подключить модуль в соответствии со схемой, приведенной на рисунке А.1 приложения А.

4.5.3 В меню «Поверка» выбрать режим измерения ТП типа «ТХА (К)»:

«Поверка» → «ТП» → «ТХА (К)».

**Примечание** – При периодической поверке допускается выполнять проверку погрешности преобразования сигналов только того типа первичного преобразователя, который используется при эксплуатации.

4.5.4 Установить на эталонном приборе значение напряжения, соответствующее первой контрольной точке по таблице 4.3 для заданного типа ТП.

4.5.5 Зафиксировать значение, измеряемое модулем.

4.5.6 Результат считается положительным, если измеренное значение находится в пределах, указанных в таблице 4.3.

4.5.7 Выполнить операции по пунктам 4.5.4 – 4.5.6 для остальных контрольных точек заданного типа ТП.

4.5.8 Повторить операции по проверке погрешности на остальных измерительных каналах АВ.

4.5.9 Проверка погрешности канала компенсации температуры холодного спая.

4.5.9.1 Подключить к каналу АВ4 модуля термопару с индивидуальной градуировкой в соответствии со схемой, приведенной на рисунке А.8 приложения А.

4.5.9.2 В меню «Поверка» выбрать режим измерения «Датчик Тхс»:

«Поверка» → «Датчик Тхс».

4.5.9.3 Выдержать схему в течение 15-20 мин. Зафиксировать измеренное значение температуры каналом «АВ4».

4.5.9.4 Измерить эталонным термометром температуру воздуха в непосредственной близости от рабочего спая подключенной термопары.

**Примечание** – Зона измерения и подключения выводов ТП должна быть изолирована от воздействия воздушных потоков.

4.5.9.5 Вычислить абсолютную погрешность канала компенсации значения температуры холодного спая как разность показаний эталонного термометра и модуля.

Результат считается положительным, если погрешность не превышает 2°С.



#### **4.6 Проверка погрешности преобразования сигналов термопреобразователей сопротивления.**

4.6.1 Операции по проверки погрешности преобразования сигналов ТС проводятся на измерительных каналах АВ модуля.

4.6.2 Подключить модуль в соответствии со схемой, приведенной на рисунке А.2 приложения А.

4.6.3 В меню «Проверка» выбрать пункты меню в следующей последовательности:

«Проверка» → «ТС» → «Pt 1.391 (П)».

В появившемся меню «Номинал ТС, Ом» ввести значение 50 (номинальное значение сопротивления ТС равное 50 Ом при 0 °С).

**Примечание** – При периодической поверке допускается выполнять проверку погрешности преобразования сигналов только того типа первичного преобразователя, который используется при эксплуатации.

4.6.4 Установить на эталонном приборе значение сопротивления, соответствующее первой контрольной точке по таблице 4.4 для заданного типа ТС и его номинального сопротивления.

4.6.5 Зафиксировать значение, измеряемое модулем.

4.6.6 Результат считается положительным, если измеренное значение находится в пределах, указанных в таблице 4.4.

4.6.7 Выполнить операции по пунктам 4.6.4 – 4.6.6 для остальных контрольных точек заданного типа ТС.

4.6.8 В соответствии с пунктом 4.6.3 ввести значение 100 (номинальное значение сопротивления ТС равное 100 Ом при 0 °С). Провести проверку аналогично пунктам 4.6.4 – 4.6.6.

4.6.9 Повторить операции по определению погрешности на остальных измерительных каналах АВ.

Таблица 4.3 Расчетные значения погрешности преобразования сигналов ТП

Тип ТП	Значение по НСХ на эталонном приборе		Пределы допустимых значений, °С	
	Температуры, °С	Напряжения, мВ	Мин.	Макс.
А-1 (ТВР)	3	0,037	0,4	5,6
	200	2,872	198,0	202,0
	500	7,908	498,5	501,6
	1000	16,128	997,7	1002,3
	2195	31,096	2190,9	2199,1
А-2 (ТВР)	3	0,035	0,2	5,8
	200	2,902	198,2	201,8
	500	7,998	498,4	501,6
	1000	16,289	997,8	1002,2
	1796	27,187	1792,8	1799,2
А-3 (ТВР)	3	0,035	0,4	5,6
	200	2,842	198,2	201,8
	500	7,827	498,4	501,6
	1000	15,980	997,8	1002,2
	1796	26,728	1792,8	1799,2
J (ТЖК)	-198	-7,846	-199,2	-196,8
	0	0,000	-0,4	0,4
	100	5,269	99,6	100,5
	500	27,393	499,4	500,7
	998	57,835	997,1	998,9
R (ТПП 13)	-44	-0,204	-49,6	-38,4
	0	0,000	-5,0	5,0
	200	1,469	197,6	202,4
	1000	10,506	997,6	1002,4
	1767	21,089	1764,6	1769,4
S (ТПП 10)	-44	-0,211	-49,2	-38,8
	0	0,000	-4,7	4,7
	200	1,441	197,6	202,4
	1000	9,587	997,4	1002,6
	1696	17,901	1693,3	1698,7
B (ТПР)	505	1,267	500,9	509,1
	800	3,154	796,9	803,1
	1000	4,834	997,5	1002,5
	1500	10,099	1497,5	1502,5
	1815	13,763	1812,5	1817,5
E (ТХКН)	-198	-8,774	-199,2	-196,8
	0	0,000	-0,4	0,4
	100	6,319	99,6	100,5
	500	37,005	499,4	500,7
	998	76,223	997,1	998,9
N (ТНН)	-197	-3,960	-199,2	-194,8
	0	0,000	-0,8	0,8
	100	2,774	99,2	100,8
	600	20,613	599,0	601,0
	1298	47,441	1296,7	1299,3

Продолжение таблицы 4.3

Тип ТП	Значение по НСХ на эталонном приборе		Пределы допустимых значений, °С	
	Температуры, °С	Напряжения, мВ	Мин.	Макс.
К (ТХА)	-198	-5,861	-199,5	-196,5
	0	0,000	-0,6	0,6
	100	4,096	99,4	100,6
	600	24,905	599,0	601,0
	1298	52,340	1296,5	1299,5
М (ТМК)	-198	-6,120	-199,4	-196,6
	-100	-3,715	-100,8	-99,3
	-50	-2,000	-50,7	-49,3
	0	0,000	-0,6	0,6
	99	4,671	98,5	99,5
Т (ТМКн)	-198	-5,571	-199,5	-196,5
	-50	-1,819	-50,8	-49,2
	100	4,279	99,5	100,6
	200	9,288	199,5	200,6
	399	20,810	398,5	399,6
L (ТХК)	-198	-9,433	-198,9	-197,1
	0	0,000	-0,4	0,4
	100	6,862	99,6	100,4
	300	22,843	299,5	300,5
	788	65,452	787,3	788,7

Таблица 4.4 Расчетные значения погрешности преобразования сигналов ТС

Тип ТС	Значение по НСХ на эталонном приборе		Пределы допустимых значений, °С	
	Температуры, °С	Сопротивления, Ом	Мин.	Макс.
46П (Град 21) $\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ по ГОСТ 6651-78	-199	8,15	-199,4	-198,6
	0	46,00	-0,5	0,5
	100	63,99	99,4	100,6
	500	130,55	499,2	500,9
	648	153,00	647,0	649,0
50П $\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$	-199	8,84	-199,6	-198,4
	0	50,00	-0,8	0,8
	100	69,56	99,1	100,9
	500	141,93	498,8	501,3
	848	197,22	846,4	849,6
100П $\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$	-198	18,12	-198,4	-197,6
	0	100,00	-0,5	0,5
	100	139,11	99,4	100,6
	400	249,44	399,2	400,8
	618	322,91	617,1	618,9
Pt – 50 $\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$	-194	10,55	-194,6	-193,4
	0	50,00	-0,8	0,8
	100	69,25	99,1	100,9
	500	140,49	498,8	501,3
	844	194,36	842,4	845,6
Pt – 100 $\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$	-194	21,11	-194,6	-193,4
	0	100,00	-0,5	0,5
	100	138,51	99,4	100,6
	400	247,09	399,2	400,8
	628	322,67	627,1	628,9
50M $\alpha=0,00428\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$	-179	10,50	-179,7	-178,3
	-100	28,27	-100,8	-99,3
	0	50,00	-0,8	0,8
	100	71,40	99,2	100,9
	199	92,59	198,1	199,9
53M $\alpha=0,00426\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ по ГОСТ 6651-78	-48	42,16	-48,5	-47,5
	0	53,00	-0,5	0,5
	50	64,29	49,5	50,5
	100	75,58	99,5	100,6
	178	93,18	177,4	178,6
100M $\alpha=0,00428\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$	-179	20,99	-179,4	-178,6
	-100	56,54	-100,5	-99,6
	0	100,00	-0,5	0,5
	100	142,80	99,5	100,6
	199	185,17	198,4	199,6
Cu – 50 $\alpha=0,00426\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$	-48	39,78	-48,8	-47,2
	0	50,00	-0,8	0,8
	50	60,65	49,2	50,8
	100	71,30	99,2	100,9
	198	92,17	197,1	198,9
Cu – 100 $\alpha=0,00426\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$	-48	79,552	-48,5	-47,5
	0	100,00	-0,5	0,5
	50	121,30	49,5	50,5
	100	142,60	99,5	100,6
	198	184,348	197,4	198,6
Никель 100Н, Ni - 100 $\alpha=0,00617\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$	-59	69,92	-59,4	-58,6
	0	100,00	-0,4	0,4
	50	129,17	49,6	50,4
	100	161,72	99,6	100,4
	179	222,36	178,6	179,4

#### 4.7 Проверка погрешности преобразования сигналов пирометров.

4.7.1 Операции по проверке погрешности преобразования сигналов пирометров проводятся на измерительных каналах АВ модуля.

4.7.2 Подключить модуль в соответствии со схемой, приведенной на рисунке А.1 приложения А.

4.7.3 В меню «Поверка» выбрать режим измерения сигналов пирометра типа «РК-15»:

«Поверка» → «пирометр» → «РК-15».

**Примечание** – При периодической поверке допускается выполнять проверку погрешности преобразования сигналов только того типа первичного преобразователя, который используется при эксплуатации.

4.7.4 Установить на эталонном приборе значение напряжения, соответствующее первой контрольной точке по таблице 4.5 для заданного типа пирометра.

4.7.5 Зафиксировать значение, измеряемое модулем.

4.7.6 Результат считается положительным, если измеренное значение находится в пределах, указанных в таблице 4.5.

4.7.7 Выполнить операции по пунктам 4.7.4 – 4.7.6 для остальных контрольных точек заданного типа пирометра.

4.7.8 Повторить операции по определению погрешности на остальных измерительных каналах АВ.

Таблица 4.5

Тип пирометра	Значение на эталонном приборе, °С	Пределы допустимых значений, °С		Значение на эталонном приборе, мВ
		Мин.	Макс.	
РК-15	415	403,5	426,6	0,190
	600	594,0	606,0	0,820
	800	797,4	802,6	2,790
	1100	1098,3	1101,7	10,310
	1498	1497,5	1498,5	33,582
РК-20	607	602,3	611,7	0,833
	800	797,0	803,0	2,650
	1100	1098,1	1101,9	9,830
	1500	1498,5	1501,5	32,220
	1998	1997,0	1999,0	88,906
РС-20	905	902,8	907,2	2,366
	1200	1198,3	1201,7	8,910
	1500	1498,8	1501,2	23,480
	1760	1757,0	1763,0	44,880
	1996	1993,0	1999,0	74,133
РС-25	1205	1202,1	1207,9	3,106
	1600	1598,3	1601,7	10,710
	1800	1798,2	1801,8	17,550
	2200	2198,2	2201,8	39,230
	2447	2445,2	2448,8	58,972

#### 4.8 Проверка погрешности преобразования кода в сигналы силы постоянного тока

4.8.1 Операции по проверке погрешности преобразования кода в сигналы силы постоянного тока проводятся на измерительных каналах АЕ модуля в контрольных точках, приведенных в таблице 4.6.

4.8.2 Подключить модуль в соответствии со схемой, приведенной на рисунке А.6 приложения А.

4.8.3 В меню «Поверка» выбрать режим воспроизведения сигналов силы постоянного тока «АЕ»:

«Поверка» → «АЕ».

4.8.4 В появившемся поле ввести значение силы воспроизводимого тока в миллиамперах, соответствующее первой контрольной точке по таблице 4.6.

Примечание — ток воспроизводится одновременно на всех имеющихся каналах АЕ модуля.

4.8.5 На эталонном приборе зафиксировать значение измеряемого тока.

4.8.6 Результат считается положительным, если измеренное значение находится в пределах, указанных в таблице 4.6 для заданной контрольной точки.

4.8.7 Выполнить операции по пунктам 4.8.4 – 4.8.6 для остальных контрольных точек.

4.8.8 Повторить операции по определению погрешности на остальных измерительных каналах АЕ.

Таблица 4.6 Расчетные значения погрешности преобразования каналов АЕ

Диапазон преобразования	Воспроизводимое модулем значение, мА	Пределы допустимых значений, мА	
от 0 до 22 мА	0,0000	-0,008	0,008
	5,0000	4,990	5,011
	10,0000	9,987	10,013
	15,0000	14,985	15,016
	22,0000	20,981	21,019

#### 4.9 Проверка погрешности счета импульсов, измерения частоты и длительности временных интервалов

4.9.1 Подключить модуль в соответствии со схемой, приведенной на рисунке А.7 приложения А.

4.9.2 На эталонном генераторе задать параметры выходного сигнала:

- тип сигнала: прямоугольные импульсы;
- амплитуда импульсов:  $(10 \pm 1)$  В;
- коэффициент заполнения:  $(50 \pm 10)$  %.

4.9.3 В меню «Поверка» выбрать режим подсчета количества импульсов:

«Поверка» → «импульс».

Примечание — В режиме «Поверка» период счета импульсов фиксирован и составляет 30 с.

4.9.4 Установить на эталонном генераторе:

- режим работы «Пакетный/Burst» (генерация заданного количества импульсов);
- количество подаваемых импульсов:  $N=10000$

4.9.5 Установить значение частоты следования подаваемых импульсов, соответствующее первой контрольной точке по таблице 4.7.

4.9.6 Перед началом измерения выполнить синхронизацию подачи импульсов и начала счета следующим образом:

- подать на вход поверяемого канала последовательность импульсов от эталонного генератора;

- дождаться момента обнуления показаний поверяемого канала ДВ, что соответствует началу нового периода счета;

Примечание — Время обновления данных на экране соответствует периоду счета – 30 сек.

Не позднее 10 сек. после момента обнуления выполнить запуск генерации последовательности импульсов от эталонного генератора.

4.9.7 Зафиксировать значение, измеренное модулем.

Таблица 4.7 Расчетные значения погрешности счета импульсов

Частота следования импульсов, Гц	Пределы допустимых значений количества импульсов	
	Мин.	Макс.
500	9999	10001
1000		

4.9.8 Результат считается положительным, если измеренное значение количества импульсов находится в пределах, указанных в таблице 4.7 для заданной контрольной точки.

4.9.9 Выполнить операции по пунктам 4.9.5 – 4.9.7 для остальных контрольных точек.

4.9.10 В меню «Поверка» выбрать режим измерения частоты:

«Поверка» → «частота».

4.9.11 Установить на эталонном генераторе значение частоты, соответствующее первой контрольной точке по таблице 4.8.

Таблица 4.8 Расчетные значения погрешности измерения частоты

Диапазон измерений	Значение на эталонном приборе, Гц	Пределы допустимых значений частоты, Гц	
		Мин.	Макс.
1 Гц...11 кГц	1,1	1,0995	1,1006
	500	499,75	500,25
	2000	1999,00	2001,00
	11000	10994,50	11000,50

4.9.12 Зафиксировать значение, измеряемое модулем.

4.9.13 Результат считается положительным, если измеренное значение частоты находится в пределах, указанных в таблице 4.8 для заданной контрольной точки.

4.9.14 Выполнить операции по пунктам 4.9.11 – 4.9.13 для остальных контрольных точек.

4.9.15 Повторить операции по определению погрешности измерения частоты на остальных каналах ДВ в контрольной точке соответствующей максимуму диапазона.

4.9.16 В меню «Поверка» выбрать режим измерения временных интервалов:

«Поверка» → «период».

4.9.17 Установить на эталонном генераторе значение периода импульсов, соответствующее первой контрольной точке по таблице 4.9.

Таблица 4.9 Определение погрешности измерения временных интервалов

Период импульсов, сек	Пределы допустимых значений временных интервалов, сек	
	Мин.	Макс.
1	0,9995	1,0005
33,333	33,316	33,349
111,111	111,055	111,166

4.9.18 Зафиксировать значение, измеряемое модулем.

4.9.19 Результат считается положительным, если измеренное значение периода находится в пределах, указанных в таблице 4.9 для заданной контрольной точки.

4.9.20 Выполнить операции по пунктам 4.9.17 – 4.9.19 для остальных контрольных точек.

#### 4.10 Определение основной погрешности алгоритма вычисления расхода

Определение погрешности проводится в нескольких точках для каждого типа среды. При определении основной погрешности алгоритма вычисления расхода проводить следующие операции:

1) с помощью программы конфигурирования (входит в комплект поставки) сконфигурировать модуль следующим образом:

- Канал АВ1 (значение температуры):
  - сигнал: 20 мА;
  - функция: пользовательская; НПИ: -50,000; ВПИ: 400,000;
  - выражение: значение из колонки t, °С;
  - фильтр: нет;
- Канал АВ2 (значение абсолютного давления):
  - сигнал: 20 мА;
  - функция: пользовательская; НПИ: 0,000; ВПИ: 20,000;
  - выражение: значение из колонки P, МПа;
  - фильтр: нет;
- Канал АВ3 (значение перепада давления):
  - сигнал: 20 мА;
  - функция: пользовательская; НПИ: 0,000; ВПИ: 10,000;
  - выражение: значение из колонки dP, МПа;
  - фильтр: нет;
- Канал МВ1 (вычисление расхода):
  - сигнал: расход;
  - НПИ: 0,0000; ВПИ: 99,0000;
  - фильтр: нет;
- Параметры расхода: в соответствии с таблицами 4.10 – 4.15.

2) установить в эталонной программе «Расходомер-ИСО» значения в соответствии с таблицами 4.10 – 4.15, зафиксировать эталонное значение;

3) зафиксировать показание модуля;

4) определить основную погрешность по формуле 4.1;



$$\delta = \frac{x_{алл} - x_{эт}}{x_{эт}} \cdot 100\% \quad (4.1)$$

где  $x_{алл}$  – значение, рассчитанное с помощью алгоритма;  
 $x_{эт}$  – значение, рассчитанное с помощью эталонного ПО.

Результат считается положительным, если основная погрешность алгоритма вычисления расхода находится в допуске, приведенном в таблицах 4.11...4.15 для соответствующей среды. Если это условие не выполняется хотя бы в одной точке, то модуль бракуется.

Таблица 4.10

Параметр	Значение	Описание
сужающее устройство	диафрагма (угловой способ отбора давления)	
материал СУ	сталь 12Х18Н9Т	
материал трубопровода	сталь 20	
d20, мм	100	Внутренний диаметр СУ при 20°C
D20, мм	200	Внутренний диаметр трубопровода при 20°C
Rш, мм	0,15	Эквивалентная шероховатость
rn, мм	0,04	Радиус закругления входной кромки
ty, год	3	Период поверки
Xa, %	5	Содержание азота в природном газе
Xy, %	1	Содержание двуокиси углерода в природном газе
ρс, кг/м <sup>3</sup>	0,694	Плотность природного газа в стандартных условиях
χ, кг/кг	См. табл. 4.11– 4.15	Степень сухости насыщенного водяного пара
t, °C		температура
P, МПа		Абсолютное давление
dP, МПа		Перепад давления
qvcэт, м <sup>3</sup> /с		Эталонное значение объемного расхода в стандартных условиях
qmэт, кг/с		Эталонное значение массового расхода
qvc, м <sup>3</sup> /с	Заполняется при поверке	Измеренное значение объемного расхода в стандартных условиях
qm, кг/с		Измеренное значение массового расхода
стандартные условия	20°C, 101,325 кПа	

Таблица 4.11 – Среда: природный газ

t, °C	P, МПа	dP, МПа	qvcэт, м <sup>3</sup> /с		qvc, м <sup>3</sup> /с		Допуск бдоп, %
			GERG-91 мод.	NX19 мод.	GERG-91 мод.	NX19 мод.	
-23	1	0,063	7,08952	7,09159			0,01
0	5	0,63	49,1392	49,1895			0,01
66	10	2	107,276	107,307			0,01

Таблица 4.12 – Среда: воздух

t, °C	P, МПа	dP, МПа	qvcэт, м <sup>3</sup> /с	qvc, м <sup>3</sup> /с	Допуск бдоп, %
0	0,1	0,02	0,8734		0,01
100	3	0,63	22,8993		0,01
127	10	2	71,5444		0,01

Таблица 4.13 – Среда: перегретый пар

t, °C	P, МПа	dP, МПа	qmэт, кг/с	qm, кг/с	Допуск δдоп, %
110	0,1	0,02	0,70537		0,05
200	1,5	0,3	9,91275		0,05
350	10	2	62,48166		0,05

Таблица 4.14 – Среда: насыщенный водяной пар

χ, кг/кг	t, °C	P, МПа	dP, МПа	qmэт, кг/с	qm, кг/с	Допуск δдоп, %
1	150	0,4839	0,12	3,54912		0,05
1	300	8,734	2	61,96005		0,05
0,71	200	1,5811	0,3	11,90085		0,05
0,71	300	8,7	2	72,127		0,05

Таблица 4.15 – Среда: вода

t, °C	P, МПа	dP, МПа	qmэт, кг/с	qm, кг/с	Допуск δдоп, %
50	0,05	0,01	21,9436		0,05
100	0,5	0,1	68,3008		0,05
200	2	0,3	112,716		0,05

## 5 Оформление результатов поверки

5.1 Положительные результаты первичной поверки модулей оформляют записью в паспорте, заверенной поверителем и удостоверенной оттиском клейма.

5.2 Положительные результаты периодической поверки модулей оформляют свидетельством о поверке, а в паспорте делается запись результатов поверки.

5.3 При отрицательных результатах поверки, модули не допускаются к применению до выяснения причин неисправностей и их устранения.

После устранения обнаруженных неисправностей проводят повторную поверку, результаты повторной поверки – окончательные.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Схемы подключения модулей при проверке

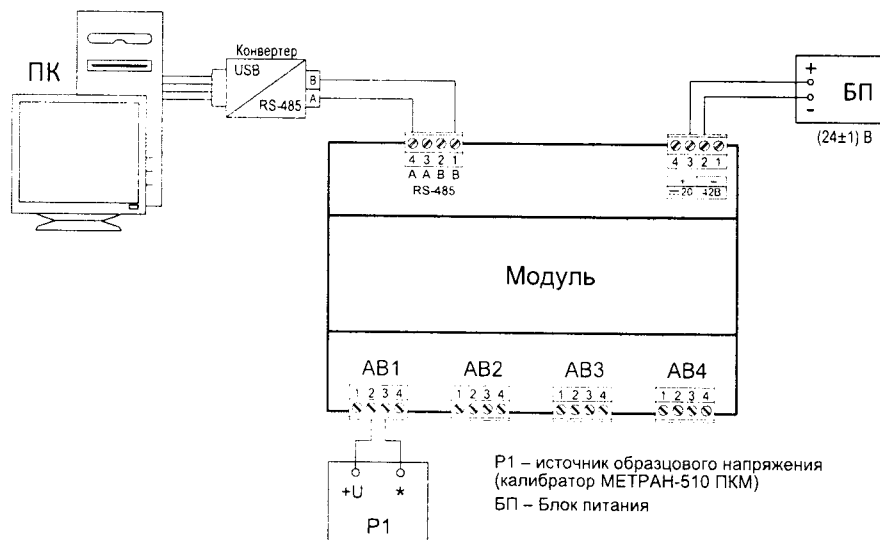


Рисунок А.1 – Схема подключения модуля при определении основной погрешности измерения напряжения и преобразования сигналов ТП и пирометров (для измерительных каналов АВ).

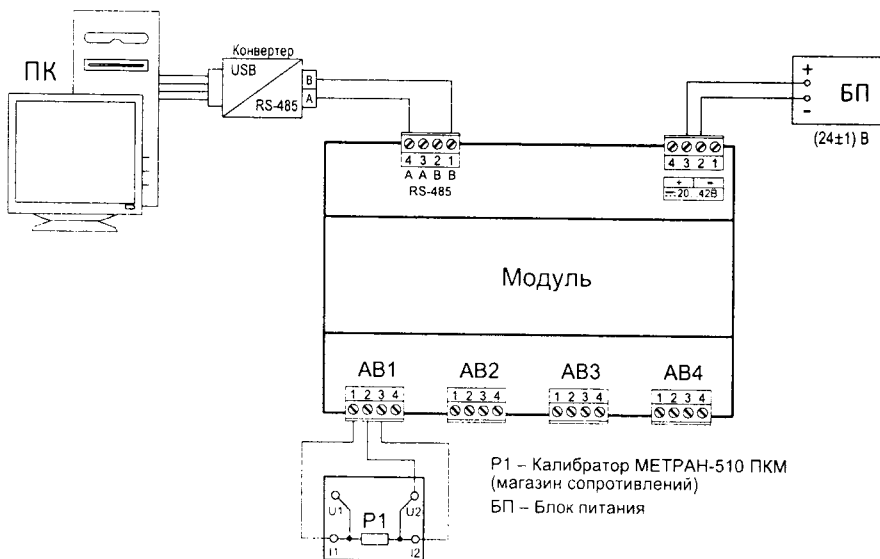


Рисунок А.2 – Схема подключения модуля при определении основной погрешности измерения сопротивления и преобразования сигналов ТС (для измерительных каналов АВ).

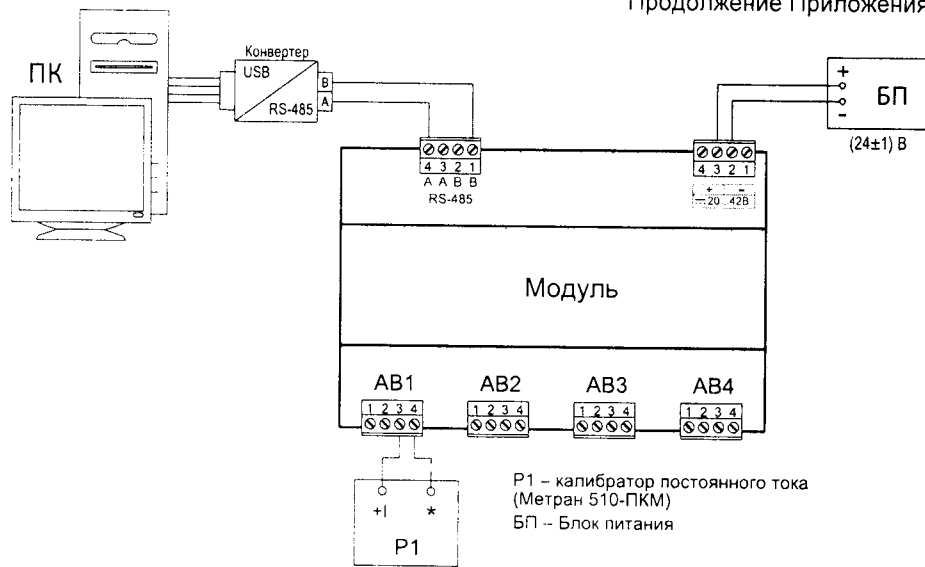


Рисунок А.3 – Схема подключения модуля при определении основной погрешности измерения силы постоянного тока (для измерительных каналов АВ).

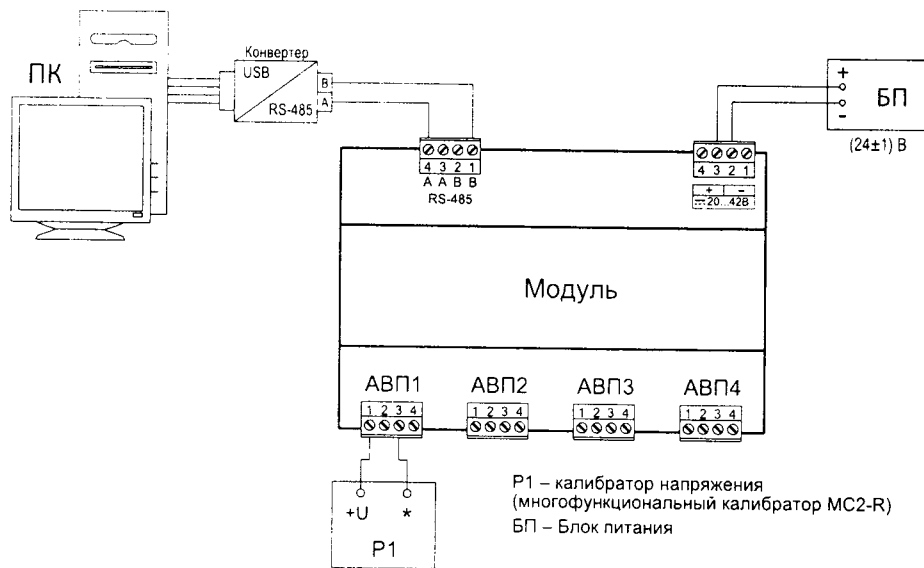


Рисунок А.4 – Схема подключения модуля при определении основной погрешности измерения напряжения (для измерительных каналов АВП).

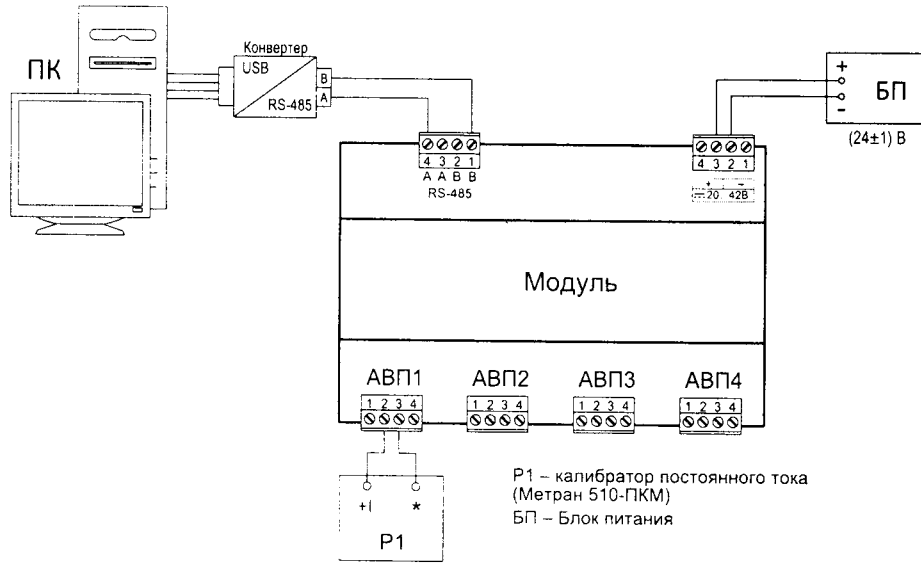


Рисунок А.5 – Схема подключения модуля при определении основной погрешности измерения силы постоянного тока (для измерительных каналов АВП).

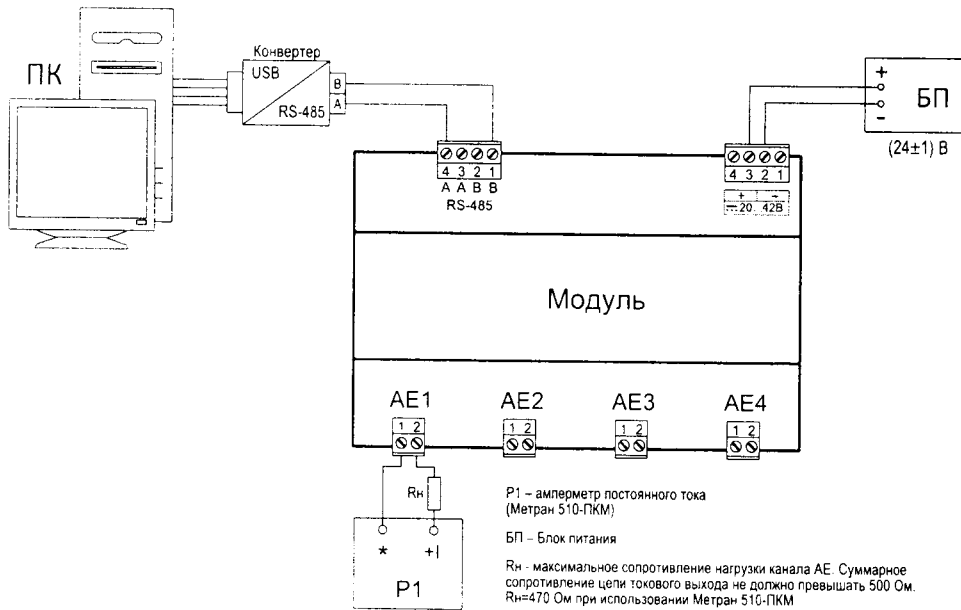


Рисунок А.6 Схема подключения модуля при определении основной погрешности преобразования кода в сигналы силы постоянного тока (для измерительных каналов АЕ).

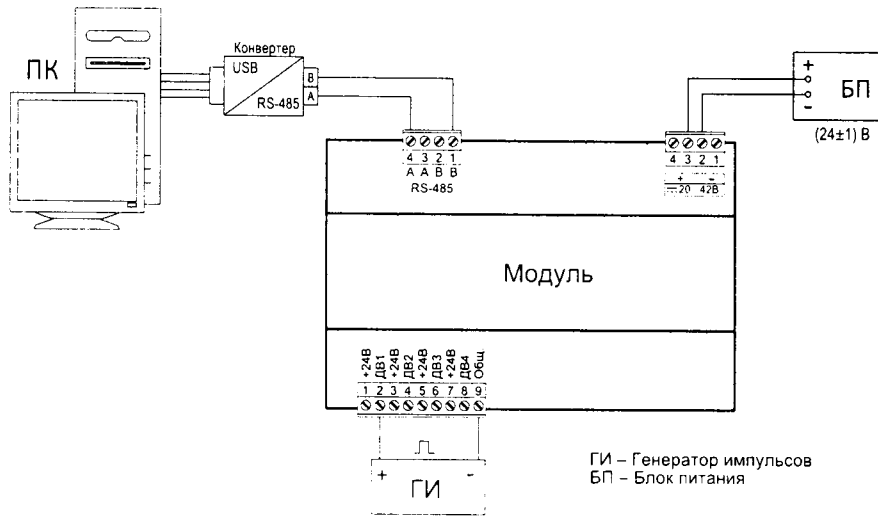


Рисунок А.7 – Схема подключения модуля при определении погрешности счета импульсов, измерения частоты и длительности временных интервалов.

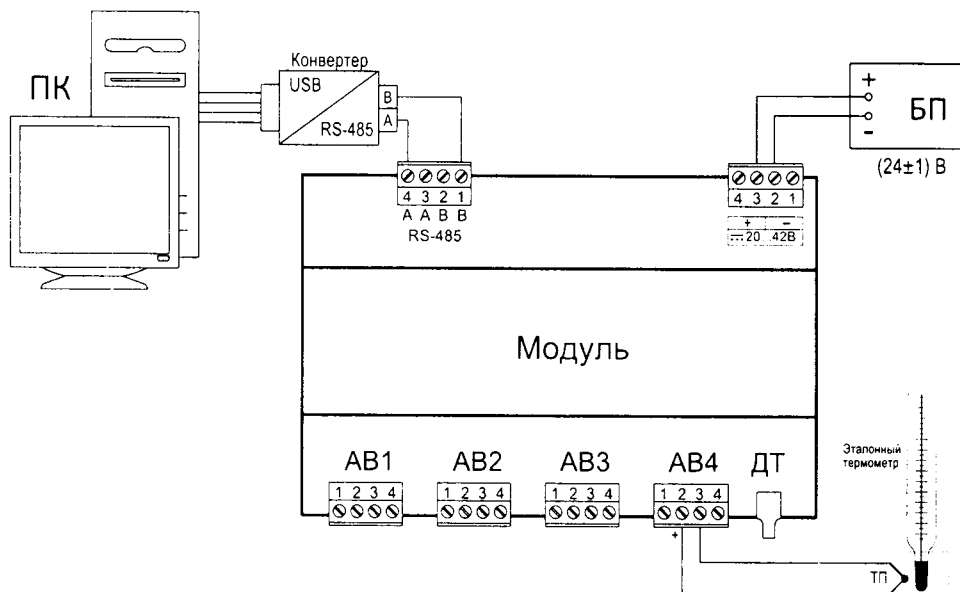


Рисунок А.8 – Схема подключения модуля при определении погрешности канала компенсации значения термо-ЭДС.