

**Федеральное государственное бюджетное учреждение  
Всероссийский научно-исследовательский институт  
метрологической службы (ФГБУ «ВНИИМС»)**

**СОГЛАСОВАНО**

Заместитель директора  
по производственной метрологии  
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

09

2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Система измерительно-управляющая АСУ ТП  
Автовской ТЭЦ (ТЭЦ-15) Невский ПАО «ТГК-1»  
Методика поверки

МП 201-019-2022

г. Москва  
2022

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика устанавливает объем, средства и методы первичной и периодической проверок системы измерительно-управляющей АСУ ТП Автовской ТЭЦ (ТЭЦ-15) Невский ПАО «ТГК-1» (далее по тексту – система или АСУ ТП).

1.2 АСУ ТП предназначена для измерений и контроля технологических параметров в реальном масштабе времени (температуры, давления технологических жидкостей и газов, уровня, частоты вращения, вибрации, расхода), формирования сигналов управления и регулирования, обеспечения сигнализации и противоаварийной защиты, а также визуализации, накопления, регистрации и хранения информации о состоянии технологических параметров.

1.3 Производство единичное, заводской № 012 Система размещена на Автовской ТЭЦ (ТЭЦ-15) Невский ПАО «ТГК-1», г. Санкт-Петербург.

1.4 Измерительные каналы (ИК) системы состоят из:

- первичных измерительных преобразователей (ПИП), осуществляющих преобразование измеряемых величин в электрические сигналы;

- вторичной части ИК (ВИК), включающей в себя измерительные и вычислительные компоненты, установленные в приборных стойках, средства обработки, хранения и отображения измерительной информации.

ПИП и ВИК соединяются проводными линиями связи.

1.5 Система подлежит покомпонентной (поэлементной) проверке:

1) ИК системы условно подразделяют на ПИП и ВИК;

2) проверяют наличие действующих сведений о положительных результатах проверки ПИП;

3) проводят экспериментальное определение метрологических характеристик ВИК;

4) принимают решение о годности каждого отдельного ИК.

ИК соответствуют:

- Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3456 Об утверждении государственной поверочной схема для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока;

- Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3457 Об утверждении государственной поверочной схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы;

- Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 г. № 2091 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-16}$  до 100 А.

1.6 Результаты проверки каждого ИК системы считают положительными, если:

- ПИП имеют действующие сведения о положительных результатах проверки;

- экспериментально определенные метрологические характеристики ВИК не превышают допускаемых значений в условиях проверки.

1.7 Допускается проведение проверки отдельных ИК системы с обязательным указанием информации об объёме проведённой проверки при оформлении её результатов.

1.8 Допускается при первичной проверке при вводе системы в эксплуатацию использовать результаты испытаний по опробованию методики проверки в части ИК, прошедших опробование с положительным результатом.

1.9 ИК системы, прошедшие проверку с отрицательным результатом, выводятся из эксплуатации, и информация о таких ИК не указывается при оформлении результатов проверки.

1.10 Периодическую проверку системы выполняют в процессе ее эксплуатации.

1.11 После ремонта системы, аварий, если эти события могли повлиять на метрологические характеристики ИК, проводят первичную проверку. Допускается проводить проверку только тех ИК, которые подверглись указанным выше воздействиям.

1.12 ПИП и ПП, входящие в состав ИК системы, поверяют с интервалом между поверками, установленным при утверждении их типа. Если очередной срок поверки измерительного компонента наступает до очередного срока поверки системы, поверяется только этот компонент и поверка всей системы не проводится.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении первичной и периодической поверки системы должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность проведения операций поверки при		Номер раздела методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	6
Контроль условий поверки	Да	Да	7.2
Опробование	Да	Да	7.3
Определение метрологических характеристик	Да	Да	9
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Да	Да	10

## 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Экспериментальные работы по определению метрологических характеристик системы выполняют в следующих условиях:

- температура окружающей среды, °С от +22 до +30,
- относительная влажность (при +25 °С, без конденсации), % до 80,
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7.

3.2 Определение сложившихся климатических условий проводят по местам расположения измерительных компонентов системы непосредственно перед проведением экспериментальных работ и контролируют изменения условий в процессе выполнения работ.

3.3 Измеренные значения климатических условий заносят в протокол поверки и проверяют их соответствие условиям, указанным в п. 3.1. При обнаружении несоответствий дальнейшие работы приостанавливают до устранения причин, вызвавших несоответствия.

## 4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки системы должны применяться основные средства поверки (эталон), указанные в таблице 2.

4.2 Для определения условий проведения поверки используют вспомогательные средства поверки, указанные в таблице 3.

4.3 Допускается использовать иные средства поверки, не приведенные в таблицах 2 и 3, с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую

точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

4.4 Эталоны единиц величин, применяемые при поверке, должны быть утверждены приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии или средства измерений, применяемые при поверке в качестве эталонов единиц величин, должны быть поверены в качестве эталонов.

Таблица 2 – Рекомендуемые средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 7, п. 9 Контроль условий поверки	Диапазон измерений от минус 40 до 50 °С. Пределы допускаемой абсолютной погрешности: $\pm 1$ °С	Прибор комбинированный Testo 622 пер. № 53505-13
	Диапазон измерения от 10 до 95 % Пределы допускаемой абсолютной погрешности: $\pm 5$ %	Барометр метеорологический БАММ-1 пер. № 5738-76
п. 9 Определение метрологических характеристик	Пределы допускаемой погрешности при измерении силы постоянного тока в диапазоне $\pm 100$ мА: $\pm(0,02 \% I + 1,5 \text{ мкА})$ . Пределы допускаемой погрешности при измерении напряжения постоянного тока в диапазоне $\pm 250$ мВ: $\pm(0,02 \% U + 4 \text{ мкВ})$ . Пределы допускаемой погрешности при измерении: сопротивления в диапазоне от 0 до 4000 Ом: $\pm(0,02 \% R + 3,5 \text{ мОм})$ для 4-х проводной схемы	Калибратор многофункциональный и коммуникатор МС5-R (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 22237-06)
	Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении температуры в диапазоне от -50 до 199,99 °С: $\pm 0,05$ °С	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300 пер. № 61806-15

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

При проведении поверки соблюдают требования безопасности, предусмотренные:

- ГОСТ 12.2.007.0-75;
- нормативными документами в области безопасности при эксплуатации электроустановок;
- принятыми к использованию на объекте нормативными документами в области обеспечения безопасности;
- технической документацией на систему, её компоненты, применяемые средства поверки и вспомогательное оборудование.

## 6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

### 6.1 Внешний осмотр

6.1.1 Проверяют целостность корпусов и отсутствие видимых повреждений компонентов системы.

6.1.2 Проверяют отсутствие следов коррозии и нагрева в местах подключения проводных линий связи.

6.2 При обнаружении несоответствий по п. 6.1 дальнейшие операции по поверке ИК прекращают до устранения выявленных несоответствий.

## 7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

7.1 Перед проведением поверки проверяют наличие и проводят ознакомление со следующими документами:

- руководства по эксплуатации на систему и компоненты ВИК, входящие в состав системы;

- описание типа на систему.

7.2 На месте эксплуатации системы выполняют следующие подготовительные работы:

- подготавливают к работе средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией на них;

- измеряют и заносят в протокол поверки результаты измерений температуры и влажности окружающего воздуха, атмосферного давления.

### 7.3 Опробование

7.3.1 Проводят проверки функционирования визуализации измеряемых параметров на дисплеях автоматизированных рабочих мест операторов (АРМ).

7.3.2 Проверяют наличие индикации об отсутствии сигнала при отключении линий связи ПИП от клемм соответствующих ВИК.

7.3.3 Проводят проверки работоспособности измерительных функций системы, которые совмещают с проведением экспериментальных работ по п. 9 настоящей методики.

## 8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

8.1 Проверяют соответствие наименования программного обеспечения и номера версии данным, приведённым в описании типа.

8.2 Систему признают прошедшей проверку программного обеспечения с положительным результатом, если полученные при проверке идентификационные данные соответствуют данным, приведённым в описании типа.

## 9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

9.1 Проверяют наличие действующих сведений о положительных результатах поверки на ПИП, входящих в состав поверяемого ИК системы.

9.2 Проводят определение метрологических характеристик ВИК поверяемого ИК в соответствии с пп. 9.2.1 - 9.2.4 настоящей методики (в зависимости от типа ИК).

9.2.1 Определение метрологических характеристик ВИК преобразования сигналов силы постоянного электрического тока в диапазоне от 4 до 20 мА проводят в следующей последовательности:

В поверяемом ВИК отсоединяют линии связи (ЛС) от клемм ПИП (или промежуточного преобразователя из состава ПИП, от другого оборудования); подключают к ЛС средства поверки (эталон =I) в соответствии с рисунком 1.

Примечание - допускается подключать средства поверки к клеммам приборной стойки с компонентами ВИК вместо линии связи.

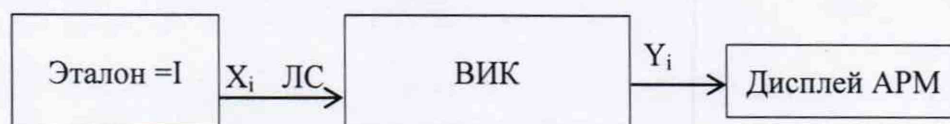


Рисунок 1 - Схема подключений при определении метрологических характеристик ВИК преобразования сигналов силы постоянного электрического тока

Выбирают 5 контрольных точек  $Z_i$ ,  $i = 1, 2, 3, 4, 5$  в единицах измерений технологического параметра, равномерно распределенных по диапазону измерений технологического параметра (например, 0-5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95-100 % от диапазона) и заносят их в протокол проверки.

Для каждой точки  $Z_i$  проводят операции в следующей последовательности:

- находят значение силы постоянного электрического тока  $X_i$  в миллиамперах на входе ВИК, соответствующее выбранному значению технологического параметра  $Z_i$ , по формуле:

$$X_i = X_{\text{диап.н}} + \frac{(Z_i - Z_{\text{диап.н}})}{(Z_{\text{диап.в}} - Z_{\text{диап.н}})} \cdot (X_{\text{диап.в}} - X_{\text{диап.н}}) \quad (1)$$

где  $Z_{\text{диап.в}}$  и  $Z_{\text{диап.н}}$  - соответственно значения верхней и нижней границ диапазона измерений технологического параметра, соответствующего диапазону силы постоянного электрического тока на входе ВИК,

$X_{\text{диап.в}}$  и  $X_{\text{диап.н}}$  - соответственно значения верхней и нижней границ диапазона силы постоянного электрического тока на входе ВИК;

- устанавливают от эталона значение сигнала  $X_i$ ;
- считывают на выходе ВИК на дисплее АРМ оператора значение выходного сигнала  $Y_i$  в единицах измерений технологического параметра;
- заносят в протокол поверки значения  $X_i$ ,  $Y_i$

9.2.2 Определение метрологических характеристик ВИК преобразования сигналов сопротивления постоянному электрическому току от термопреобразователей сопротивления с НСХ по ГОСТ 6651-2009 проводят в следующей последовательности:

В проверяемом ВИК отсоединяют ЛС от клемм термопреобразователя сопротивления; подключают к ЛС средства поверки (эталон R ко входу ВИК) в соответствии с рисунком 2.

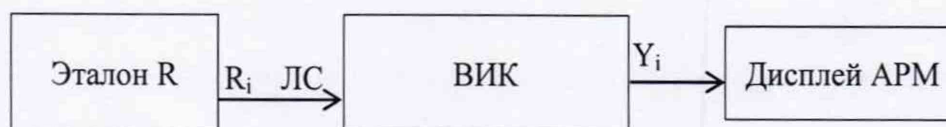


Рисунок 2 - Схема подключений при определении метрологических характеристик ВИК сигналов от термопреобразователей сопротивления

Выбирают 5 контрольных точек  $Z_i$ ,  $i = 1, 2, 3, 4, 5$  равномерно распределенных по диапазону измеряемой температуры (например, 0 - 5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 - 100 % от диапазона измерений) и заносят их в протокол проверки.

Для каждой точки  $Z_i$  проводят операции в следующей последовательности:

- по таблицам ГОСТ 6651-2009 для номинальной статистической характеристики термопреобразователя сопротивления находят значение сопротивления электрическому току  $R_i$  в омах на входе ВИК, соответствующее выбранному значению температуры  $Z_i$ ;
- устанавливают от эталона R значение входного сигнала  $R_i$ ;
- считывают на выходе ВИК на дисплее АРМ оператора значение сигнала  $Y_i$  в градусах Цельсия;
- заносят в протокол поверки значения  $R_i$ ,  $Y_i$ ,

9.2.3 Определение метрологических характеристик ВИК преобразования сигналов термоэДС от термопар с НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001 проводят в следующей последовательности:

В проверяемом ВИК отсоединяют ЛС от клемм термопары; подключают к ЛС средства проверки (эталон  $=U$  ко входу ВИК) в соответствии с рисунком 3.

Выбирают 5 контрольных точек  $Z_i$ ,  $i = 1, 2, 3, 4, 5$ , равномерно распределенных по диапазону измеряемой температуры (например, 0 - 5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 - 100 % от диапазона измерений) и заносят их в протокол поверки.

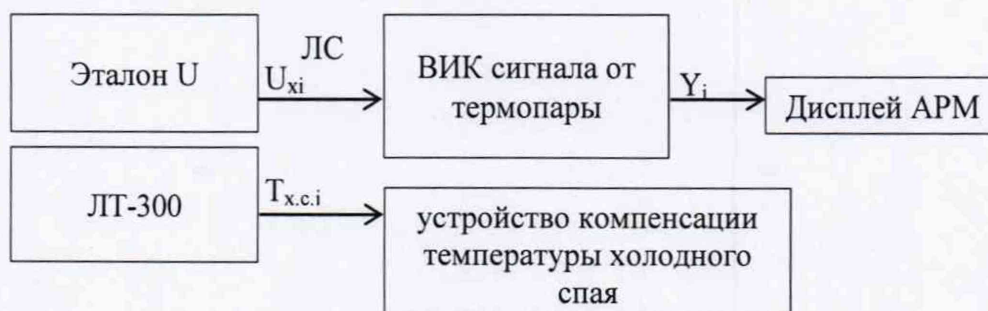


Рисунок 3 - Схема подключений при определении метрологических характеристик ВИК сигналов от термоэлектрических преобразователей (термопар)

Для каждой точки  $Z_i$  проводят операции в следующей последовательности:

- по таблицам ГОСТ Р 8.585-2001 для номинальной статистической характеристики термопары находят значение напряжения постоянного электрического тока  $U_i$  в милливольтгах, соответствующее выбранному значению температуры  $Z_i$ ;
- измеряют значение  $T_{х.с.i}$ , °С, в месте расположения клемм холодного спая эталонным термометром;
- вычисляют значение входного сигнала  $U_{xi}$  в милливольтгах с учетом температуры холодного спая по формуле 2:

$$U_{xi} = U_i - U_{тх.с.} \quad (2)$$

где  $U_{тх.с.}$  - значение напряжения постоянного электрического тока, соответствующее установленному значению температуры холодного спая  $T_{х.с.i}$  (по таблицам ГОСТ Р 8.585-2001);

- устанавливают от эталона  $U$  значение входного сигнала  $U_{xi}$ ;
- считывают на выходе ВИК на дисплее АРМ оператора значение сигнала  $Y_i$  в градусах Цельсия;
- заносят в протокол поверки значения  $T_{х.с.i}$ ,  $U_{тх.с.}$ ,  $U_i$ ,  $U_{xi}$ ,  $Y_i$ ,

## 10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Проводят обработку результатов экспериментального определения метрологических характеристик ВИК преобразования сигналов силы постоянного электрического тока в диапазоне от 4 до 20 мА

10.1.1 По результатам, полученным в п. 9.2.1, для каждой точки  $Z_i$  проводят операции в следующей последовательности:

- вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_i$  проверяемого ВИК в единицах измерений технологического параметра по формуле:

$$\Delta_i = Y_i - Z_i \quad (3)$$

где  $Y_i$  - измеренное системой значение технологического параметра в единицах измерений технологического параметра, считанное с дисплея АРМ оператора при проведении экспериментальных исследований;

$Z_i$  - номинальное значение (контрольная точка) в единицах измерений технологического параметра, соответствующее значению силы или напряжения постоянного электрического тока, установленному на входе ВИК при проведении экспериментальных исследований;

- вычисляют приведенную погрешность  $\gamma_i$  проверяемого ВИК в процентах от диапазона измерений по формуле:

$$\gamma_i = \frac{\Delta_i}{(Z_{\text{диап.в}} - Z_{\text{диап.н}})} \cdot 100 \quad (4)$$

где  $Z_{\text{диап.в}}$  и  $Z_{\text{диап.н}}$  - соответственно значения верхней и нижней границ диапазона измерений технологического параметра;

10.1.2 Результаты экспериментального определения метрологических характеристик ВИК считают положительными, если в каждой из проверенных точек  $Z_i$  выполняются неравенства  $|\gamma_i| < |\gamma|$ , где  $\gamma$  – пределы допускаемой приведенной погрешности структуры ВИК преобразования сигналов силы постоянного электрического тока с цифровым выходом, указанные в описании типа.

10.2 Проводят обработку результатов экспериментального определения метрологических характеристик ВИК преобразования сигналов сопротивления постоянному электрическому току от термопреобразователей сопротивления с НСХ по ГОСТ 6651-2009 и ВИК преобразования сигналов термоэдс от термопар с НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001.

10.2.1 По результатам, полученным в п. 9.2.2 или в п. 9.2.3, для каждой точки  $Z_i$  проводят операции в следующей последовательности:

- вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_i$  ВИК в градусах Цельсия в проверяемой точке по формуле (3);

- рассчитывают значения приведенной погрешности  $\gamma_i$ :

$$\gamma_i = \frac{\Delta_i}{D} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где  $D$  – значение диапазона измерения, °С;

10.2.2 Результаты экспериментального определения метрологических характеристик ВИК считают положительными, если в каждой из проверенных точек  $Z_i$  выполняются неравенства  $|\gamma_i| < |\gamma|$ , где  $\gamma$  – пределы допускаемой приведенной погрешности структуры ВИК преобразования сигналов от ТС или ТП с цифровым выходом, указанные в описании типа.

10.3 Если в процессе проверки сведений о результатах поверки по п. 9.1 обнаруживают ПИП, не имеющий действующих сведений о поверке или имеющий отрицательный результат поверки, то ИК, в состав которого входит такой компонент, признают прошедшим поверку с отрицательным результатом до устранения выявленного несоответствия.

10.4 Если ВИК или ИК прошел обработку результатов экспериментальных исследований по любому из пп. 10.1 - 10.2 с отрицательным результатом, то такой ИК признают прошедшим поверку с отрицательным результатом до устранения выявленного несоответствия.



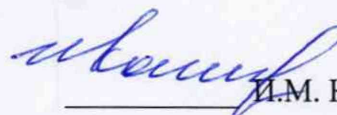
## 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки (положительные или отрицательные) оформляются в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

11.2 Результаты поверки (положительные или отрицательные) вносятся в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

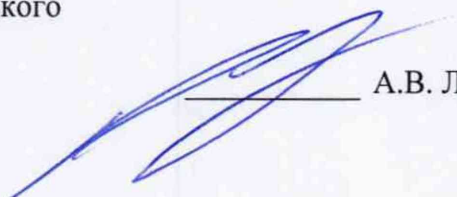
11.3 Нанесение знака поверки на систему не предусмотрено.

Начальник отдела 201 «Отдел метрологического обеспечения измерительных систем»  
ФГБУ «ВНИИМС»



И.М. Каширкина

Разработал:  
Инженер 2 кат. отдела 201 «Отдел метрологического обеспечения измерительных систем»  
ФГБУ «ВНИИМС»



А.В. Лапин