

СОГЛАСОВАНО



Начальник технического отдела
ФБУ «Кузбасский ЦСМ»

А.И. Тестов

09

2024 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений
Система измерительная автоматизированной системы контроля и
управления редуционно-охладительным устройством и котельными
измерениями УСТК-2 АО «ЕВРАЗ ЗСМК»**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП РИЦ302.00-2024

Новокузнецк
2024 г.

Содержание

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки средства измерений.....	3
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	4
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
7 Подготовка к поверке	5
8 Внешний осмотр средства измерений.....	5
9 Опробование средства измерений	6
10 Проверка программного обеспечения средства измерений.....	6
11 Определение метрологических характеристик средства измерений	8
12 Оформление результатов поверки.....	10

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на Систему измерительную автоматизированной системы контроля и управления редуционно-охладительным устройством и котельными измерениями УСТК-2 АО «ЕВРАЗ ЗСМК» (далее – ИС АСУТП) и устанавливает порядок проведения первичной и периодической поверки.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования в соответствии с перечнем измерительных каналов (ИК), приведенным в описании типа на систему и паспорте поверяемой системы.

Поверяемая система должна быть прослеживаема к следующим государственным первичным эталонам:

– ГЭТ 4-91 и соответствовать требованиям к средству измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденной приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091;

– ГЭТ 13-2023 и соответствовать требованиям к средству измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520.

Первичная поверка проводится после монтажа на месте эксплуатации и выполнения пуско-наладочных работ.

В случае выполнения ремонтных работ по восстановлению ИК системы, необходимо проведение поверки только ИК, подвергшихся ремонту в объеме операций, предусмотренных для первичной поверки. Поверка проводится на основании письменного заявления с приложенным перечнем ИК. При этом, срок действия поверки в части данных ИК устанавливается до окончания срока действия поверки основного свидетельства о поверке системы.

Периодическую поверку выполняют в процессе эксплуатации через установленный межповерочный интервал (МПИ).

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняются операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	8	да	да
Опробование средства измерений	9	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	10	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	да	да

Если при проведении какой-либо операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают.

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия, контроль которых проводится в процессе выполнения поверки:

- | | |
|--|------------------|
| – температура окружающего воздуха, °С | от +15 до +25; |
| – относительная влажность воздуха, % | от 30 до 80; |
| – атмосферное давление, кПа | от 84 до 106; |
| – напряжение питания постоянного тока, В | от 21,6 до 26,4. |

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

Поверка ИС выполняется специалистами, аттестованными в качестве поверителей СИ, ознакомившимися с технической и эксплуатационной документацией и настоящей методикой поверки, имеющие удостоверение на право работы с напряжением до 1000 В (квалификационная группа по электробезопасности не ниже третьей).

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяются средства поверки, указанные в таблице 2. Допускается применять другие средства поверки с аналогичными или лучшими метрологическими характеристиками, обеспечивающие требуемую точность передачи единиц величин поверяемому СИ.

Все применяемые средства поверки должны быть исправны и иметь действующую поверку.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения работ	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 7, 9, 11 Контроль условий поверки	Температура окружающей среды в диапазоне измерений от -20 до +60 °С с абсолютной погрешностью $\pm 0,3$ °С; Относительная влажность воздуха в диапазоне от 10 до 90% с погрешностью ± 2 %;	Термогигрометр ИВА-6, модификация ИВА-6Н-Д (регистрационный № 46434-11)
п. 7, 9, 11 Контроль условий поверки	Атмосферное давление в диапазоне от 700 до 1100 гПа с абсолютной погрешностью $\pm 2,5$ гПа Напряжение постоянного тока в диапазоне от 0 до 100 В с абсолютной погрешностью $\pm 0,01$ В	Термогигрометр ИВА-6, модификация ИВА-6Н-Д (регистрационный № 46434-11) Мультиметр цифровой АРРА 505 (регистрационный № 49266-12)

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п. 11 Определение метрологических характеристик	Воспроизведение силы постоянного тока в диапазоне от 0 до 20 мА с приведенной погрешностью $\pm 0,1$ %; Приказ № 2091 от 01.10.2018 г. Воспроизведение напряжения постоянного тока в диапазоне от 0 до 10 В с приведённой погрешностью $\pm 0,1$ %; Приказ № 1520 от 28.07.2023 г. Предел допускаемой абсолютной погрешности хранения формируемой шкалы времени за сутки, ± 200 мс Приказ № 2360 от 26.09.2022 г.	Калибратор многофункциональный АОIP модификация Calys 150R (регистрационный № 70814-18) Калибратор многофункциональный АОIP модификация Calys 150R (регистрационный № 70814-18) Блок коррекции времени ЭНКС-2, модификация ЭНКС-2Т (регистрационный № 37328-15)

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в эксплуатационной документации на системы и применяемые средства поверки, а также соблюдать правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности процессов получения или применения металлов», инструкции по технике безопасности и пожарной безопасности, действующие на предприятии.

7 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- проводят организационно-технические мероприятия по доступу поверителей к местам установки компонентов системы;
- проводят организационно-технические мероприятия по обеспечению безопасности поверочных работ в соответствии с действующими правилами и руководствами по эксплуатации применяемого оборудования;
- подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8 Внешний осмотр средства измерений

Перед проведением поверки необходимо изучить следующие документы:

- описание типа средства измерений;
- инструкция по эксплуатации для технологического персонала;
- инструкция по эксплуатации для обслуживающего персонала;
- паспорт.

Внешний вид системы и комплектность проверяют путем визуального осмотра.

При осмотре должно быть установлено соответствие системы нижеследующим требованиям:

- комплектность системы должна соответствовать перечню СИ и оборудования, приведенному в паспорте;
- на элементах системы не должно быть механических повреждений и дефектов, ухудшающих внешний вид и препятствующих применению;

– надписи и обозначения на элементах системы должны быть четкими и соответствовать эксплуатационной документации;

– должны отсутствовать следы коррозии, влияющие на работоспособность системы, отсоединившиеся или слабо закрепленные элементы схемы.

При обнаружении видимых дефектов проводят их устранение, при невозможности устранить дефект принимают решение о целесообразности проведения дальнейшей поверки.

Результат выполнения операции считают положительным, если состав компонентов соответствует формуляру, механические повреждения отсутствуют, надписи и маркировки соответствуют технической документации.

9 Опробование средства измерений

Опробование проводят в соответствии с эксплуатационной документацией на ИС АСУТП.

Проверка производится при функционировании системы в рабочем режиме средствами прикладного ПО.

Проверяют отображение текущих значений технологических параметров и информации о ходе технологического процесса, текущих значений даты и времени.

Проверяют отсутствие сообщений об ошибках и неисправностях в ИК.

Проверяют регистрацию измеренных данных, ведение архива данных по всем ИК.

Результат проверки положительный, если выполняются все условия.

10 Проверка программного обеспечения средства измерений

10.1 Проверку идентификационных данных ПО проводят в процессе штатного функционирования. Прикладное ПО включает в свой состав программное обеспечение, функционирующее в ССОД и в процессорном модуле сбора и обработки данных программируемого контроллера (ПЛК).

10.2 Идентификационные данные метрологически значимой части ПО – контрольные суммы файлов конфигурации проектов ПЛК и ССОД.

10.3 Определение значений контрольных сумм для файлов метрологически значимой части ПО проводится при помощи программатора с предустановленной утилитой HashCalc (допускается использование другой сторонней утилиты, реализующей расчет контрольной суммы по алгоритму MD5).

Определение значений контрольных сумм проводится следующим образом:

- запустить Hashcalc.exe;
- в выпадающем списке «Data Format» необходимо выбрать «File»;
- в текстовом поле «Data» указать путь до файла конфигурации проекта ПЛК;
- флажок «MD5» установить в положение включен;
- нажать кнопку «Calculate» и сравнить полученные данные с указанными в таблице 3 в соответствии с рисунком 1.

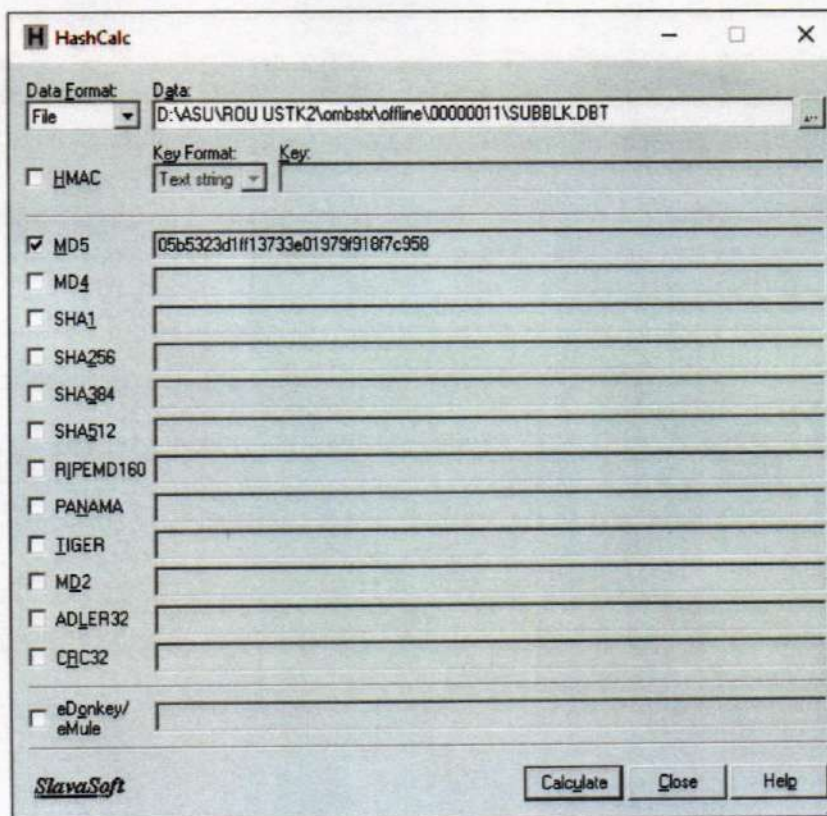


Рисунок 1 – Расчет контрольной суммы MD5 файла конфигурации проекта ПЛК

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Проект контроллера ПЛК: «ROU USTK2» Проект WinCC подсистемы визуализации: «USTK_2»
Номер версии (идентификационный номер ПО)	—
Цифровой идентификатор ПО	Для файла конфигурации проекта ПЛК «ROU USTK2»: \\ROU USTK2\ombstx\offline\00000011\SUBBLK.DBT 05b5323d1ff13733e01979f918f7c958 Для файла конфигурации проекта WinCC «USTK_2»: \\USTK_2\USTK_2.mcp cc49e498d5161d648eca93f2bfcbe790
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	MD5

- в текстовом поле «Data» указать путь до файла конфигурации проекта WinCC ССОД;
- нажать кнопку «Calculate» в соответствии с рисунком 2 и сравнить полученные данные с указанными в таблице 3.

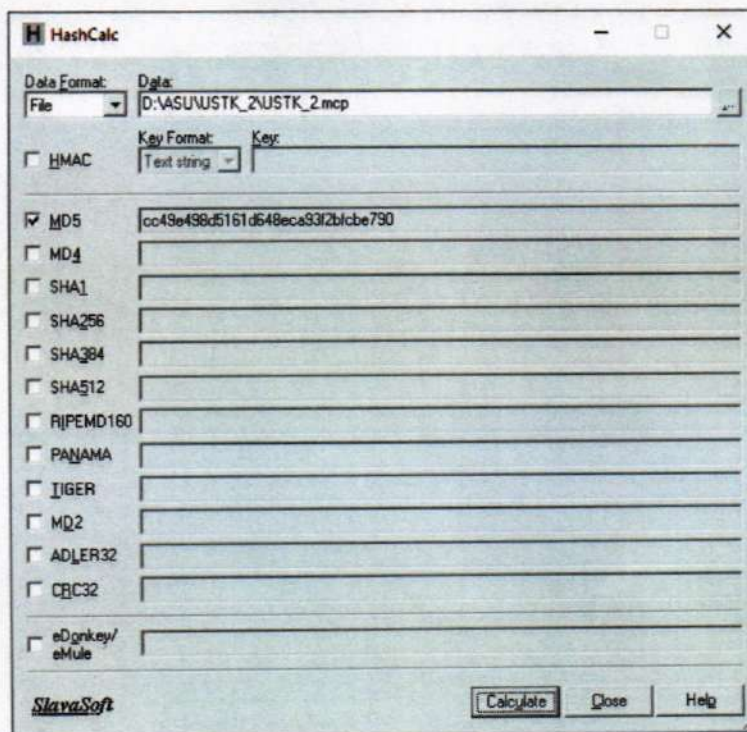


Рисунок 2 – расчет контрольной суммы MD5 файла конфигурации ССОД

10.4 Результат проверки положительный, если контрольные суммы файлов конфигурации проектов совпадают с приведенными в описании типа на ИС АСУТП.

11 Определение метрологических характеристик средства измерений

11.1 Определение погрешности хода времени встроенных часов ИС АСУТП

В начале испытаний фиксируют значения времени эталонных часов и часов ИС АСУТП, вычисляют значение начальной поправки часов ИС АСУТП $\Delta t_{\text{нач}}$, с, как разность показаний внешних эталонных часов и часов ИС АСУТП.

Ожидают в течение периода времени $t_{\text{норм}}$, большего или равного 24 ч (86400 с).

По окончании периода времени $t_{\text{норм}}$ определяют поправку часов ИС АСУТП $\Delta t_{\text{норм}}$, с, как разность показаний внешних эталонных часов и часов ИС АСУТП, а затем вычисляют ход часов ИС АСУТП $\Delta \Delta t_{\text{норм}}$, с/сут, по формуле

$$\Delta \Delta t_{\text{норм}} = 86400 \cdot (\Delta t_{\text{норм}} - \Delta t_{\text{нач}}) / t_{\text{норм}}$$

Результат проверки считают положительным, если значение хода часов $\Delta \Delta t_{\text{норм}}$ не превышает $\pm 60,0$ с за сутки.

11.2 Определение МХ ИК ИС АСУТП

11.2.1 Определение погрешности ИК ИС АСУТП в рабочих условиях эксплуатации осуществляют сквозным инструментальным методом.

11.2.2 Определение погрешности ИК преобразования электрических сигналов силы постоянного тока 4-20 мА, проводят в следующей последовательности:

- выбирают 5 точек X_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$ равномерно распределенных по диапазону измеряемого параметра ИК (0-5%, 25%, 50%, 75%, 95-100%) от диапазона измерений;
- для каждой точки X_i рассчитывают пределы допускаемой абсолютной погрешности, выраженной в единицах измеряемого физического параметра по формуле

$$\pm \Delta_{\text{ИК}(1)} = \left(\frac{0,7}{100} \cdot (X_{\text{max}} - X_{\text{min}}) \right) \quad (1)$$

где X_{max} - максимальное значение диапазона измеряемой физической величины;
 X_{min} - минимальное значение диапазона измеряемой физической величины.

– на вход ИК через линию связи, для каждой проверяемой точки, подают от калибратора значение сигнала Z_i , соответствующее значению X_i и вычисленного по формуле:

- для ИК преобразования электрических сигналов силы постоянного тока 4-20 мА с началом шкалы измерения от нуля

$$Z_i = 16 \cdot \frac{X_i}{(X_{\text{max}} - X_{\text{min}})} + 4 \quad (2)$$

- в случае если значение X_{min} отличное от нуля, тогда значение сигнала Z_i рассчитывают по формуле

$$Z_i = 16 \cdot \frac{(X_i - X_{\text{min}})}{(X_{\text{max}} - X_{\text{min}})} + 4 \quad (3)$$

– считывают с экрана компьютера значение выходного сигнала Y_i , в единицах измеряемого физического параметра;

– вычисляют абсолютную погрешность Δ_i ИК в проверяемой точке по формуле

$$\Delta_i = Y_i - X_i \quad (4)$$

– проверяемые точки, рассчитанные значения и результаты проверки погрешности ИК заносят в таблицу, составленную по форме таблицы 4;

– результаты поверки считают удовлетворительными, если в каждой точке X_i значение Δ_i не превышает расчетного значения по формуле (1).

Таблица 4 – Форма таблицы протокола

Наименование ИК	X_{min} , в ед. изм. физ. параметра	X_{max} , в ед. изм. физ. параметра	i	Проверяемая точка		Y_i , в ед. изм. физ. параметра	Δ_i , в ед. изм. физ. параметра	$\Delta_{\text{ик}}$, в ед. изм. физ. параметра	Заклучение
				X_i , в ед. изм. физ. параметра	Z_i , в ед. вход. сигнала ИК				
			1						
			2						
			3						
			4						
			5						

11.2.3 Определение погрешности ИК преобразования сигналов напряжения постоянного тока от термоэлектрических преобразователей (термопар) с номинальными статическими характеристиками по ГОСТ Р 8.585.

Проверка погрешности ИК приема сигналов от ТС проводят в следующей последовательности:

– выбирают 5 точек X_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$ равномерно распределенных по диапазону измеряемого параметра (значения выбираемых точек должны быть целыми числами кратными 5);

– находят для соответствующего типа термопары, по таблицам ГОСТ Р 8.585, значения напряжения постоянного тока Z_i в мВ для каждой точки X_i ;

– на вход ИК через линию связи, для каждой точки, подают от калибратора значение сигнала Z_i ;

– считывают значение выходного сигнала Y_i , выраженное в °C;

– вычисляют абсолютную погрешность Δ_i ИК в проверяемой точке по формуле 4;

- проверяемые точки, рассчитанные значения и результаты проверки погрешности ИК заносят в таблицу, составленную по форме таблицы 4;
- результаты проверки считают удовлетворительными, если в каждой точке X_i значение Δ_i не превышает значения погрешности, приведенной в описании типа.

11.2.4 Определение погрешности ИК расхода измеренного с помощью стандартного сужающего устройства, по перепаду давления на диафрагме в магистральном трубопроводе.

Проверку погрешности ИК проводят в следующей последовательности:

- выбирают 5 точек X_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$ равномерно распределенных по диапазону измеряемого параметра ИК (0-5%, 25%, 50%, 75%, 95-100%) от диапазона измерений;
- для каждой точки X_i рассчитывают пределы допускаемой абсолютной погрешности, выраженной в единицах измеряемого физического параметра по формуле 1;
- для выбранного канала измерения расхода, во вкладке «Аналоговые сигналы», отключают параметр настройки «Корректировать расход по Р и Т»;
- на вход ИК через линию связи, для каждой проверяемой точки, подают от калибратора значение сигнала Z_i , соответствующее значению X_i и вычисленного по формуле:

$$Z_i = 16 \cdot \sqrt{\frac{(X_i - X_{min})}{(X_{max} - X_{min})}} + 4 \quad (5)$$

- считывают с экрана компьютера значение выходного сигнала измеряемого расхода, в единицах измеряемого физического параметра;
- вычисляют абсолютную погрешность Δ_i ИК в проверяемой точке по формуле 4;
- проверяемые точки, рассчитанные значения и результаты проверки погрешности ИК заносят в таблицу, составленную по форме таблицы 4;
- включают параметр настройки «Корректировать расход по Р и Т», для выбранного канала измерения расхода;
- результаты проверки считают удовлетворительными, если в каждой точке X_i значение Δ_i не превышает расчетного значения по формуле (1).

11.3 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

В процессе выполнения поверки специалист проводит расчет погрешностей, в соответствии с формулами, приведенными в методике поверки. Конечные результаты расчетов должны быть представлены с соблюдением правил округления и обязательным указанием единиц измерений, вычисленной физической величины. Результаты считают удовлетворительными, если полученные (рассчитанные) значения погрешностей не превышают значений, приведенных в Приложении А настоящей методике поверки и описании типа.

12 Оформление результатов поверки

12.1 При проведении поверки оформляют протокол результатов поверки. Форма протокола поверки приведена в Таблице 4, данной методики поверки.

12.2 ИС АСУТП, удовлетворяющую требованиям настоящей методики поверки, признают пригодной к применению, вносят результаты поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, на основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, предоставившего его на поверку, выдают свидетельство о поверке установленной формы, оформленное на бумажном носителе.

12.3 При отрицательных результатах поверки ИС АСУТП признается непригодной к дальнейшей эксплуатации, результаты поверки вносят в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, на основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, предоставившего его на поверку, выдают извещение о непригодности установленной формы, с указанием причин непригодности.

Метрологические и технические характеристики

Таблица А.1 – Перечень измерительных каналов

№ ИК	Наименование ИК	Диапазон измерений	Единица измерения	Тип входного сигнала	Тип ИК
1	Энергоучет. Расход азота	от 0 до 2000	м³/ч	от 4 до 20 мА	СТ
2	Энергоучет. Расход химически очищенной воды	от 0 до 160	т/ч	от 4 до 20 мА	СТ
3	Энергоучет. Расход воздуха	от 0 до 32000	м³/ч	от 4 до 20 мА	СТ
4	Энергоучет. Расход пара с комбината на КХП 3 нитка	от 0 до 250	т/ч	от 4 до 20 мА	СТ
5	Уровень воды в баке деаэраторе	от -800 до 800	мм	от 4 до 20 мА	СТ
6	Уровень в баке технической воды	от 0 до 2500	мм	от 4 до 20 мА	СТ
7	Энергоучет. Давление пара с комбината на КХП 3 нитка	от 0 до 10	кгс/см²	от 4 до 20 мА	СТ
8	Энергоучет. Давление редуцированного пара после РОУ1	от 0 до 16	кгс/см²	от 4 до 20 мА	СТ
9	Энергоучет. Давление редуцированного пара после РОУ2	от 0 до 16	кгс/см²	от 4 до 20 мА	СТ
10	Энергоучет. Давление азота	от 0 до 4	кгс/см²	от 4 до 20 мА	СТ
11	Энергоучет. Давление химически очищенной воды	от 0 до 25	кгс/см²	от 4 до 20 мА	СТ
12	Энергоучет. Давление воздуха	от 0 до 10	кгс/см²	от 4 до 20 мА	СТ
13	Давление подпорного пара в баке деаэраторе	от 0 до 0,4	кгс/см²	от 4 до 20 мА	СТ
14	Разряжение на ПОС	от -0,4 до 0	кгс/см²	от 4 до 20 мА	СТ
15	Давление технической воды	от 0 до 16	кгс/см²	от 4 до 20 мА	СТ
16	Энергоучет. Температура азота	от -50 до 50	°С	от 4 до 20 мА	СТ
17	Энергоучет. Температура химически очищенной воды	от 0 до 180	°С	от 4 до 20 мА	СТ
18	Энергоучет. Температура воздуха	от 0 до 100	°С	от 4 до 20 мА	СТ
19	Температура в шкафу PLC (t холодного спая)	от 0 до 100	°С	от 4 до 20 мА	СТ
20	Энергоучет. Температура редуцированного пара после РОУ1	от 0 до 600	°С	по ГОСТ Р 8.585-2001	СТп
21	Энергоучет. Температура редуцированного пара после РОУ2	от 0 до 600	°С	по ГОСТ Р 8.585-2001	СТп
22	Энергоучет. Температура пара с комбината на КХП 3 нитка	от 0 до 600	°С	по ГОСТ Р 8.585-2001	СТп

Примечания

1 СТп – сигналы с термоэлектрических преобразователей (термопар) с номинальной статической характеристикой по ГОСТ Р 8.585-2001.

2 СТ – унифицированный аналоговый сигнал силы постоянного тока от 4 до 20 мА.

Таблица А.2 – Показатели точности измерительных каналов

Тип ИК	Предел допускаемой основной абсолютной погрешности *	Предел допускаемой абсолютной погрешности в рабочих условиях эксплуатации *
СТп	$\pm 1,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 2,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$
СТ	$\pm \left(\frac{0,5}{100} \cdot (X_{\max} - X_{\min}) \right)$	$\pm \left(\frac{0,7}{100} \cdot (X_{\max} - X_{\min}) \right)$

Примечания

1 $X_{\max}$ и $X_{\min}$ - максимальное и минимальное значение диапазона измеряемой физической величины.

2 * - абсолютная погрешность в единице измерения, соответствующая измеряемой физической величине.