

УТВЕРЖДАЮ



Временно и.о.директора
ФБУ «Томский ЦСМ»

_____ Л.А. Хустенко

» _____ 07 2016 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
**Система измерительно-управляющая технологическим процессом
нагрева заготовок в нагревательной печи № 1А стана 250-2
сортопрокатного цеха АО «ЕВРАЗ ЗСМК»**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 254-16

Содержание

1 Общие положения.....	3
2 Операции поверки	4
3 Средства поверки.....	5
4 Требования к квалификации поверителей	5
5 Требования безопасности	5
6 Условия поверки.....	6
7 Подготовка к поверке.....	6
8 Проведение поверки.....	6
9 Оформление результатов поверки	12
Приложение А (обязательное) Метрологические характеристики измерительных каналов ИУС ..	14
Приложение Б Образец оформления протокола поверки.....	21
Приложение В Образец приложения к свидетельству о поверке.....	22
Приложение Г Перечень ссылочных нормативных документов.....	23

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на систему измерительно-управляющую технологическим процессом нагрева заготовок в нагревательной печи № 1А стана 250-2 сортопрокатного цеха АО «ЕВРАЗ ЗСМК» (далее – ИУС) и устанавливает методы и средства ее первичной и периодической поверок.

1.1 Поверке подлежит ИУС в соответствии с перечнем измерительных каналов (ИК), приведенным в приложении А настоящей методики поверки (далее – МП).

1.2 Первичную поверку ИУС выполняют перед вводом в эксплуатацию и после ремонта.

1.3 Периодическую поверку ИУС выполняют в процессе эксплуатации через установленный интервал между поверками.

1.4 Периодичность поверки (интервал между поверками) ИУС – 1 год.

1.5 Измерительные компоненты ИУС поверяют с интервалом между поверками, установленным при утверждении их типа. Если очередной срок поверки измерительного компонента наступает до очередного срока поверки ИУС, поверяется только этот компонент и поверка ИУС не проводится.

1.6 При замене измерительных компонентов на однотипные, прошедшие испытания в целях утверждения типа, с аналогичными техническими и метрологическими характеристиками поверке подвергают только те ИК, в которых проведена замена измерительных компонентов. В этом случае собственником ИУС должен быть оформлен акт об изменениях, внесенных в ИУС, являющийся неотъемлемой частью паспорта, в которых указаны компоненты ИК.

1.7 При модернизации ИУС путем введения новых измерительных каналов должны быть проведены их испытания в целях утверждения типа.

1.8 В случае замены отдельных компонентов АРМ оператора (за исключением жесткого диска) проводят проверку функционирования ИУС в объеме 8.5 настоящей методики поверки.

1.9 В случае обновления программного обеспечения ИУС, расширении/модификации его функций проводится анализ изменений, внесенных в программное обеспечение. Если внесенные изменения могут повлиять на метрологически значимую часть программного обеспечения, то проводят испытания ИУС в целях утверждения типа.

В тексте приняты следующие сокращения:

АРМ оператора – автоматизированное рабочее место;

ИК – измерительный канал;

ИУС – измерительная управляющая система;

МП – методика поверки;

МХ – метрологические характеристики;

ПО – программное обеспечение;

СИ – средство измерений;

ФВ – физическая величина.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при поверке					периодической
		первичной		после ремонта ИК	после переустановки ПО или замены компьютера АРМ		
		при вводе в эксплуатацию	при вводе нового ПК				
1 Рассмотрение документации	8.1	да	да*	да*	да*	да*	
2 Внешний осмотр	8.2	да	нет	да	да*	да	
3 Проверка условий эксплуатации компонентов ИС	8.3	да	да*	нет	нет	да	
5 Опробование	8.4	да	да	да	да	да	
6 Подтверждение соответствия программного обеспечения ИУС	8.5	да	да*	нет	да	да	
7 Проверка обеспечения синхронизации времени	8.6	да	нет	нет	да*	да	
8 Проверка метрологических характеристик измерительных каналов ИУС	8.7	да	да*	да*	да	да	
* В объеме вносимых изменений							

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки применяют основные и вспомогательные средства поверки, перечень которых приведен в таблице 2.

3.2 Средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке или оттиски поверительных клейм.

Таблица 1 – Средства поверки

Наименование средства поверки	Основные метрологические характеристики	
	диапазон измерений (воспроизведений)	погрешность
Термогигрометр ИВА-6А-Д	– Диапазон измерений температуры от 0 до 60 °С; – диапазон измерений влажности от 0 до 98 %; – диапазон измерений атмосферного давления от 86 до 106 кПа	$\Delta = \pm 0,3 \text{ } ^\circ\text{C}$; $\Delta = \pm 3 \text{ } \%$; $\Delta = \pm 2,5 \text{ кПа}$
Мультиметр цифровой АРРА-107	– Диапазон измерений напряжения переменного тока U_{\sim} от 0,1 до 750 В; – диапазон измерений частоты f от 1 до 200 Гц; – диапазон измерений напряжения постоянного тока $U_{\text{п}}$ от 1 до 200 В	$\Delta = \pm(0,007 \cdot U_{\sim} + 5 \text{ В})$; $\Delta = \pm(0,0001 \cdot f + 0,1 \text{ Гц})$; $\Delta = \pm(0,0006 \cdot U_{\text{п}} + 0,1 \text{ В})$
Калибратор электрических сигналов СА71	– Диапазон воспроизведения сигналов силы постоянного тока от 0 до 24 мА; – диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 110 мВ;	$\Delta = \pm (0,025\% \cdot X + 3 \text{ мкА})$; $\Delta = \pm (0,02 \% \cdot X + 15 \text{ мкВ})$
Радиочасы МИР РЧ-02	Период формирования импульса PPS и последовательного временного кода 1 с, пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации переднего фронта выходного импульса PPS со шкалой координированного времени UTC $\pm 1 \text{ мкс}$	
Примечания		
1) В таблице приняты следующие обозначения: Δ – абсолютная погрешность, единица величины; X – значение воспроизводимой величины, деленное на 100 %.		
2) Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.		

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

Поверка ИУС должна выполняться специалистами, аттестованными в качестве поверителей средств измерений, имеющими удостоверение на право работы с напряжением до 1000 В (квалификационная группа по электробезопасности не ниже третьей) и освоившими работу с ИУС.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в следующих документах:

- ГОСТ Р МЭК 60950-2002 Безопасность оборудования информационных технологий;
- Правила устройств электроустановок, раздел I, III, IV;
- Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок СТО ИСМ 3-10-2011 ПОТ Р М-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00
- СНиП 3.05.07-85 Системы автоматизации;

– эксплуатационная документация на СИ и компоненты ИУС.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Средствам измерений, используемым при проведении поверки, должны быть обеспечены следующие условия:

- диапазон температуры окружающего воздуха, °С от 15 до 25;
- относительная влажность окружающего воздуха при 25 °С, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7;
- напряжение питающей сети переменного тока, В от 198 до 242;
- частота питающей сети, Гц от 49 до 51.

Условия эксплуатации:

1) для измерительных и связующих компонентов ИУС:

- температура окружающего воздуха для преобразователей давления измерительных, °С от 0 до 40;
- температура окружающего воздуха для преобразователей температуры, °С от 0 до 60;
- относительная влажность воздуха при 25 °С, % от 40 до 90;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7;

2) для комплексных и вычислительных компонентов ИУС:

- температура окружающего воздуха, °С от 5 до 30;
- относительная влажность воздуха при 25 °С, % от 40 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 На поверку ИУС представляют следующие документы:

– ИЦ064.ТПР.01-ИЭ-00 ОАО «ЗСМК». Прокатное производство. Автоматизированная система управления технологическим процессом нагрева заготовок в нагревательной печи № 1А стана 250-2». Инструкция по эксплуатации подсистемы «Нагрев» для нагревательного металла (далее – инструкция по эксплуатации);

– МП 254-16 ГСИ. Система измерительно-управляющая технологическим процессом нагрева заготовок в нагревательной печи № 1А стана 250-2 сортопрокатного цеха АО «ЕВРАЗ ЗСМК». Методика поверки (проект).

– документы, удостоверяющие поверку средств измерений, входящих в состав измерительных каналов ИУС;

– свидетельство о предыдущей поверке ИУС (при выполнении периодической поверки);

– эксплуатационную документацию на ИУС и ее компоненты;

– эксплуатационную документацию на средства измерений, применяемые при поверке ИУС.

7.2 Перед выполнением операций поверки необходимо изучить настоящий документ, эксплуатационную документацию на поверяемую ИУС и её компоненты.

7.3 Непосредственно перед проведением поверки необходимо подготовить средства поверки к работе в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Рассмотрение документации

8.1.1 Проверяют наличие следующей документации:

- инструкция по эксплуатации;
- свидетельство о предыдущей поверке ИУС (при проведении периодической поверки);
- документы, удостоверяющие поверку средств измерений, входящих в состав ИУС;

- эксплуатационная документация на ИУС и ее компоненты ИУС;
- эксплуатационная документация на средства измерений, применяемые при поверке ИУС.

8.1.2 Проверяют перечень ИК, представленных на поверку, в соответствии с перечнем, приведенным в инструкции по эксплуатации на ИУС и в приложении А настоящей МП. Эксплуатационная документация на средства измерений, применяемые при поверке ИУС, должна содержать информацию о порядке работы, их технических и метрологических характеристиках.

Результат проверки положительный, если вся вышеперечисленная документация в наличии, перечень ИК соответствует перечню, приведенному в инструкции по эксплуатации на ИУС и в приложении А настоящей МП, все средства поверки имеют документально подтвержденную пригодность для использования в операциях поверки, все средства измерений ИК ИУС имеют действующие свидетельства и (или) знаки поверки.

8.2 Внешний осмотр

8.2.1 При внешнем осмотре проверяют соответствие ИУС нижеследующим требованиям:

- соответствие комплектности ИК ИУС перечню, приведенному в паспорте и в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки;
- отсутствие механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид и препятствующих применению;
- отсутствие обрывов и нарушения изоляции кабелей и жгутов, влияющих на функционирование ИУС;
- наличие и прочность крепления разъёмов и органов управления;
- отсутствие следов коррозии, отсоединившихся или слабо закрепленных элементов схемы.

8.2.2 Внешним осмотром проверяют соответствие количества и месторасположения АРМ оператора и ПЛК, приведенным в эксплуатационной документации.

Результат проверки положительный, если выполняются все вышеперечисленные требования. При оперативном устранении недостатков, замеченных при внешнем осмотре, поверка продолжается по следующим операциям.

8.3 Проверка условий эксплуатации компонентов ИУС

8.3.1 Проводят сравнение фактических климатических условий в помещениях, где размещены компоненты ИУС, а также параметров сети их питания с условиями, приведенными в разделе 6 настоящей МП и в эксплуатационной документации на эти компоненты.

Результат проверки положительный, если фактические условия эксплуатации каждого компонента ИУС удовлетворяют рабочим условиям применения, приведенным в разделе 6 настоящей МП и в эксплуатационной документации.

8.4 Опробование

8.4.1 Перед выполнением экспериментальных исследований необходимо подготовить ИУС и средства измерений к работе в соответствии с указаниями эксплуатационной документации.

8.4.2 Перед опробованием ИУС в целом, необходимо выполнить проверку функционирования отдельных компонентов измерительных каналов ИУС.

8.4.3 При проверке функционирования измерительных и комплексных компонентов ИУС проверяют работоспособность индикаторов, отсутствие кодов ошибок или предупреждений об авариях.

8.4.4 При опробовании связующих компонентов ИУС проверяют:

- наличие сигнализации о включении в сеть технических средств ИУС;

- поступление по линиям связи информации об измеряемых параметрах технологического процесса и состоянии технических средств ИУС;
- наличие сигнализации об обрыве линий связи.

8.4.5 При опробовании вычислительных компонентов ИУС:

- проверяют правильность функционирования АРМ оператора: мониторы должны быть включены, исправность клавиатуры и манипулятора «Мышь» оценивают, выполнив переключение между экранными формами ПО, установленного на компьютерах АРМ оператора;
- проверяют отображение главной мнемосхемы и возможность вызова через неё остальных экранных форм программного обеспечения (рисунок 1);
- выполняют первичное тестирование программного обеспечения ИУС АРМ оператора: опрос измерительных преобразователей и приборов, модулей ввода аналоговых сигналов ПЛК, установление связи с оборудованием ИУС и т.д.

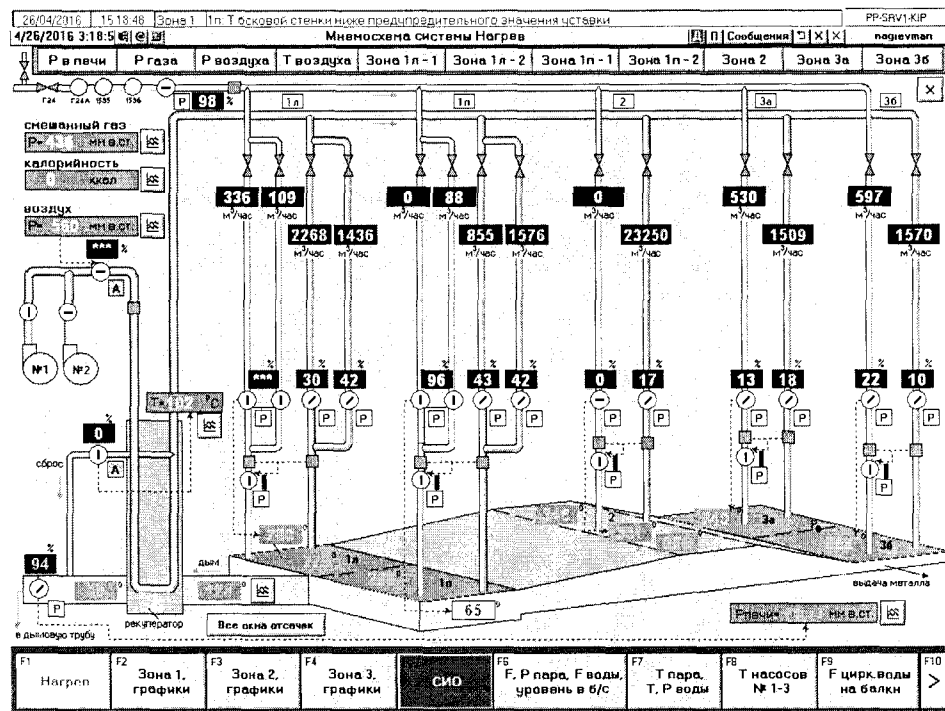


Рисунок 1 – Отображение значений технологических параметров на экранной форме «Нагрев»

8.4.6 Опробование измерительных каналов ИУС в целом, проводят средствами программного обеспечения АРМ оператора. Выполняют ряд тестов или операций, обеспечивающих проверку работы ПО ИУС в каждом из предусмотренных режимов. При каждом выполнении теста или операции проводят сравнение полученных результатов с описанием, приведённым в руководстве пользователя.

С АРМ оператора проверяют выполнение следующих функций:

- отображение значений параметров технологического процесса, текущей даты и времени;
- отображение архивных данных за семь суток;
- отображение журнала сообщений;
- отображение сигналов предупредительной и аварийной сигнализации при выходе параметров за установленные пределы;
- диагностика оборудования ИУС.

Результаты проверки положительные, если в журнале отсутствуют сообщения об авариях, по всем измерительным каналам ИУС на экранных формах программного обеспечения

АРМ оператора отображаются значения параметров технологического процесса в установленных единицах и диапазонах измерений.

8.5 Подтверждение соответствия программного обеспечения ИУС

8.5.1 Проверка идентификационных данных ПО

8.5.1.1 Проверку идентификационных данных программного обеспечения проводят в процессе штатного функционирования ИУС. Прикладное ПО ИУС включает программное обеспечение, функционирующее на АРМ оператора, и программное обеспечение ПЛК, являющееся метрологически значимой частью ПО ИУС.

8.5.1.2 К идентификационным данным метрологически значимой части программного обеспечения ИУС относится идентификационное наименование проекта ПО ПЛК: «КipP1a».

8.5.1.3 Проверку идентификационного наименования ПО ПЛК проводят с помощью АРМ оператора под правами доступа пользователя «администратор», получив доступ к системе программирования встроенного ПО ПЛК – STEP 7.

Результаты проверки положительные, если идентификационное наименование проекта метрологически значимой части ПО ИУС соответствует данным, приведённым в 8.6.1.3 настоящей методики поверки и описанию типа средства измерений.

8.5.2 Проверка защиты ПО ИУС и данных от преднамеренных и непреднамеренных изменений

8.5.2.1 Проверку защиты ПО ИУС от несанкционированного доступа на аппаратном уровне проводят проверкой ограничения доступа к запоминающим устройствам ИУС и наличие средств механической защиты – замков на дверях шкафов, в которых установлены модули ПЛК и системные блоки АРМ оператора.

Результаты проверки положительные, если защита программного обеспечения и данных обеспечивается конструкцией ИУС, на дверях шкафов имеются замки.

8.5.2.2 Проверку защиты ПО ИУС и данных от преднамеренных и непреднамеренных изменений на программном уровне проводят на АРМ оператора проверкой наличия и правильности:

- реализации алгоритма авторизации пользователя ПО АРМ оператора (отсутствие доступа к ПО ИУС и данным при вводе неверного пароля);
- функционирования средств обнаружения и фиксации событий, подлежащих регистрации в журнале сообщений;
- реализации разграничения полномочий пользователей, имеющих различные права доступа к программному обеспечению ИУС и данным.

Результаты проверки положительные, если осуществляется авторизованный доступ к выполнению функций ПО АРМ оператора, в журнале сообщений фиксируются события и аварии.

8.6 Определение погрешности измерений и синхронизации времени

8.6.1 Проверку системы обеспечения единого времени ИС проводят с использованием радиочасов МИР РЧ-02, хранящих шкалу времени, синхронизированную с метками шкалы координированного времени государственного первичного эталона Российской Федерации UTC (SU). В соответствии с эксплуатационной документацией радиочасы МИР РЧ-02

подключают к компьютеру и выполняют настройку с использованием программы «Конфигуратор радиочасов МИР РЧ-02» (конфигуратор).

8.6.2 Проверку расхождения между шкалами времени внутренних часов компьютеров АРМ оператора и радиочасов проводят следующим образом:

- * ПО АРМ оператора переводят в режим отображения текущего времени;
- * одновременно фиксируют показания «ВРЕМЯ UTC» во вкладке «Синхронизация» конфигуратора и текущее время, отображаемое на компьютере АРМ оператора;

* определяют разницу (без учёта количества часов) между шкалами времени часов компьютера АРМ оператора и временем UTC (SU).

Результаты проверки положительные, если расхождение между шкалами времени внутренних часов компьютеров АРМ оператора и радиочасов, привязанных к шкале координированного времени UTC (SU), не превышает 5 с.

8.7 Проверка метрологических характеристик измерительных каналов ИУС

8.7.1 Метрологические характеристики (МХ) ИК ИУС определяют расчётно-экспериментальным способом (согласно МИ 2439). Проверку метрологических характеристик измерительных и комплексных компонентов ИК ИУС (измерительных преобразователей и приборов, модулей ввода аналоговых сигналов ПЛК) выполняют экспериментально в соответствии с утверждёнными методиками поверки на каждый тип средства измерений. Метрологические характеристики ИК рассчитывают по МХ компонентов ИУС в соответствии с методикой, приведённой в 8.8.4 настоящей методики поверки. Допускается не проводить расчет фактической погрешности ИК ИУС при условии, что подтверждены метрологические характеристики компонентов ИК ИУС. Результаты проверки МХ ИК ИУС заносят в таблицу по форме таблицы А.1 приложения А настоящей методики поверки.

8.7.2 Проверка метрологических характеристик компонентов ИК ИУС

8.7.2.1 Метрологические характеристики измерительных и комплексных компонентов ИУС принимают равными значениям, приведенным в эксплуатационной документации (паспорт, формуляр и др.) на средства измерений при наличии на них свидетельств и (или) знаков поверки.

8.7.2.2 Для термоэлектрических преобразователей ТХА, ТПП классов допуска 2, пределы допускаемого отклонения сопротивления от НСХ выбирают в соответствии с ГОСТ 6616.

8.7.2.3 Значения основной погрешности компонента ИК ИУС заносят в таблицу по форме таблицы А.1 приложения А настоящей методики поверки.

8.7.3 Исходные допущения для определения погрешности измерительных каналов ИУС

Погрешности компонентов ИУС относятся к инструментальным погрешностям.

Факторы, определяющие погрешность, – независимы.

Погрешности компонентов ИУС – не коррелированы между собой.

Законы распределения погрешностей компонентов ИУС – равномерные.

8.7.4 Методика расчета основной погрешности ИК ИУС

8.7.4.1 Погрешности ИК температуры нормированы в абсолютной форме. Погрешности ИК давления и разрежения, в состав которых входят датчики давления, нормированы в приведённой форме. Погрешности ИК расхода нормированы в относительной форме.

8.7.4.2 Границы основной абсолютной погрешности ИК температуры $\Delta_{ИК_осн}$, °С, определяют, исходя из состава ИК ИУС, по формуле:

$$\Delta_{ИК_осн} = \Delta_{ИИТ} + \Delta_{ПЛК}, \quad (1)$$

где $\Delta_{ИИТ}$ – основная абсолютная погрешность преобразователя температуры, °С;

$\Delta_{ПЛК}$ – основная абсолютная погрешность модуля ввода аналоговых сигналов ПЛК, °С.

Для расчёта погрешности измерительного канала по формуле (1) погрешность компонента ИК ИУС переводят в абсолютную форму Δ , единица величины, для случая её представления в приведённой форме γ , %, по формуле:

$$\Delta = \gamma \cdot \frac{X_B - X_H}{100}, \quad (2)$$

где $X_{\text{В}}$ и $X_{\text{Н}}$ – верхний и нижний пределы измерений компонента ИК ИУС, единица величины.

8.7.4.3 Границы основной относительной погрешности ИК объемного расхода $\delta_{\text{ИК_осн}}$, %, определяют, исходя из состава ИК ИУС (в соответствии с РМГ 62), по формуле:

$$\delta_{\text{ИК_осн}} = K \cdot \sqrt{\delta_{\text{ПИИ}}^2 + \delta_{\text{ПЛК}}^2 + \delta_{\text{алг}}^2 + \delta_{\text{ЛС}}^2}, \quad (3)$$

где $K = 1, 2$;

$\delta_{\text{ПИИ}}$ – основная относительная погрешность измерительных преобразователей, %;

$\delta_{\text{ПЛК}}$ – основная относительная погрешность модуля ввода аналоговых сигналов ПЛК, %;

$\delta_{\text{алг}}$ – относительная погрешность алгоритма (при наличии), %;

$\delta_{\text{ЛС}}$ – относительная погрешность линии связи, %.

Примечание – Погрешность линии связи определяется потерями в линиях связи. Между измерительными и комплексными компонентами линии связи построены из кабелей контрольных и (или) кабелей управления. Параметры линий связи удовлетворяют требованиям ГОСТ 18404.0 и ГОСТ 26411. Длина линий связи небольшая, входное сопротивление модулей ПЛК велико, поэтому потери в линиях связи пренебрежимо малы. Между комплексными и вычислительными компонентами построен цифровой канал связи. Применены сетевые технологии Ethernet, Profibus DP. Передача данных по каналам связи Ethernet, Profibus DP имеет класс достоверности II и относится к S1 классу организации передачи (в соответствии с ГОСТ Р МЭК 870-5-1). Принимаем погрешность линии связи во всех ИК ИУС равной нулю.

Для расчёта погрешности ИК ИУС по формуле (3) погрешность компонента ИК ИУС переводят в относительную форму δ , %, для случая её представления в абсолютной или приведённой формах по формуле:

$$\delta = \frac{\Delta}{X_{\text{ном}}} \cdot 100 = \gamma \cdot \frac{X_{\text{В}} - X_{\text{Н}}}{X_{\text{ном}}}, \quad (4)$$

где Δ – пределы допускаемой абсолютной погрешности компонента ИК ИУС, единица величины;

γ – пределы допускаемой приведённой погрешности компонента ИК ИУС, нормированной для диапазона измерений;

$X_{\text{В}}$ и $X_{\text{Н}}$ – верхний и нижний пределы диапазона измерений компонента ИК ИУС (в тех же единицах, что и $X_{\text{ном}}$);

Примечание – Если приведённая погрешность γ нормирована для верхнего предела диапазона измерений, то $X_{\text{Н}} = 0$.

$X_{\text{ном}}$ – номинальное значение измеряемой величины, для которой рассчитывают границы относительной погрешности измерений, единица величины.

В соответствии с ГОСТ 8.508 относительную погрешность измерений вычисляют в точках $X_{\text{ном}i}$, соответствующих 5, 25, 50, 75 и 95 % от диапазона измерений, и выбирают максимальное значение ($i = 1, \dots, 5$).

Для модулей ввода аналоговых сигналов ПЛК, погрешность которых нормирована в приведённой форме, необходимо определить значение силы тока, соответствующее номинальному значению. Расчёт значения силы тока $I_{\text{ном}i}$, мА, соответствующего номинальному значению измеряемой величины $X_{\text{ном}i}$, единица измерений, проводят для диапазона входного сигнала модуля (4–20) мА по формуле:

$$I_{\text{ном}i} = \frac{D_{\text{сигнала}} \cdot X_{\text{ном}i}}{D_{\text{ПИИ}}} + 4, \quad (5)$$

где $D_{\text{сигнала}}$ – разница между верхним и нижним пределами диапазона измерений входного сигнала модуля, мА;

$D_{\text{ПИП}}$ – разница между верхним и нижним пределами диапазона измерений ПИП (в тех же единицах, что и $X_{\text{ном}i}$).

Примечание – Числовые значения пределов диапазонов измерений преобразователей приведены в эксплуатационной документации (паспорт, руководство). Значение напряжения постоянного тока на выходе преобразователей термоэлектрических – в соответствии с ГОСТ Р 8.585.

8.7.4.4 Границы основной приведённой погрешности ИК давления и разрежения, $\gamma_{\text{ИК}_{\text{осн}}}$, %, определяют следующим образом:

а) переводят погрешность компонентов ИК ИУС из приведённой формы в относительную по формуле (4) согласно ГОСТ 8.508 в точках $X_{\text{ном}i}$, соответствующих 5, 25, 50, 75 и 95 % от диапазона измерений;

б) вычисляют по формуле (3) основную относительную погрешность ИК ИУС для каждой i -ой точки диапазона измерений $\delta_{\text{ИК}_{\text{осн}i}}$, %;

в) переводят значения основной погрешности ИК ИУС, соответствующие i -ым точкам диапазона, из относительной формы в приведённую по формуле:

$$\gamma_{\text{ИК}_{\text{осн}i}} = \frac{\delta_{\text{ИК}_{\text{осн}i}} \cdot X_{\text{ИК}_{\text{ном}i}}}{X_{\text{В}} - X_{\text{Н}}}, \quad (6)$$

где $X_{\text{В}}$ и $X_{\text{Н}}$ – верхний и нижний пределы измерений ИК ИУС (в тех же единицах, что и $X_{\text{ИК}_{\text{ном}i}}$);

$X_{\text{ИК}_{\text{ном}i}}$ – номинальное значение ИК ИУС, соответствующее i -ой точке диапазона измерений;

г) выбирают из пяти значений, полученных по формуле (6), максимальное и приписывают его основной приведённой погрешности ИК ИУС.

Рассчитанные (фактические) значения погрешности ИК ИУС заносят в таблицу по форме таблицы А.1 приложения А настоящей методики поверки.

Результаты проверки положительные, если фактические значения погрешностей измерительных каналов не превышают границ допускаемых погрешностей, приведённых в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки оформляют протоколом по форме, приведенной в приложении Б настоящей методики поверки.

9.2 При положительных результатах поверки ИУС оформляют свидетельство о поверке. Состав и метрологические характеристики измерительных каналов ИУС приводят в Приложении к свидетельству о поверке по форме, приведенной в приложении В настоящей методики поверки. Каждая страница Приложения к свидетельству о поверке должна быть заверена подписью поверителя. Знак поверки наносят на свидетельство о поверке.

9.3 При положительных результатах первичной поверки (после ремонта или замены компонентов ИК ИУС на однотипные поверенные), проведённой в объёме проверки в части вносимых изменений, оформляют новое свидетельство о поверке ИУС при сохранении без изменений даты очередной поверки.

9.4 Допускается на основании письменного заявления собственника ИУС проведение поверки отдельных измерительных каналов из перечня, приведённого в описании типа ИУС, с обязательным указанием в Приложении к свидетельству о поверке информации о количестве и составе поверенных каналов.

9.5 Отрицательные результаты поверки оформляют извещением о непригодности. Измерительные каналы ИУС, прошедшие поверку с отрицательным результатом, не допускаются к использованию.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)
МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ ИУС

Но- мер ИК ИУС	Наименование ИК ИУС	Диапазон измерений физической величины, единица измерений	СИ, входящие в состав ИК ИУС			Основная погрешность ИК ИУС	
			Наименование, тип СИ	Регистра- ционный номер*	Пределы допускаемой основной погрешности СИ	фактическая	границы допускаемой погрешности
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Температура дымовых газов в зоне Iа свод	от 0 до +1300 °С	Преобразователь термоэлектрический типа ТПП- 0192	32632-11	$\Delta = \pm 2,4 \text{ }^\circ\text{C}$ от 0 до +600 °С включ., $\Delta = \pm 0,004 \cdot t \text{ }^\circ\text{C}$ св.+600 до +1300 °С		$\Delta = \pm 5,0 \text{ }^\circ\text{C}$ от 0 до +600 °С включ., $\Delta = \pm (2,5 + 0,004 \cdot t) \text{ }^\circ\text{C}$ св. -600 до +1300 °С
			Модуль ввода аналоговых сигналов 6ES7 431-7Q11Q01- 0AB0 контроллера программируемого SIMATIC S7-400 (далее – Модуль 6ES7 431-7Q11Q01-0AB0)	15773-11	$\gamma = \pm 0,19 \%$		
2	Температура дымовых газов в зоне Iв свод	от 0 до +1300 °С	Преобразователь термоэлектрический типа ТПП- 0192	32632-11	$\Delta = +2,4 \text{ }^\circ\text{C}$ от 0 до -600 °С включ., $\Delta = \pm 0,004 \cdot t \text{ }^\circ\text{C}$ св.+600 до +1300 °С		$\Delta = \pm 5,0 \text{ }^\circ\text{C}$ от 0 до +600 °С включ., $\Delta = \pm (2,5 + 0,004 \cdot t) \text{ }^\circ\text{C}$ св. +600 до +1300 °С
			Модуль 6ES7 431-7Q11Q01-0AB0	15773-11	$\gamma = +0,19 \%$		

1	2	3	4	5	6	7	8
3	Температура дыма перед рекуператором	от 0 до +1000 °С	Преобразователь термоэлектрический типа ТХА- 1192	31930-07	$\Delta = \pm 2,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ от 0 до +333 °С включ., $\Delta = \pm 0,0075 \text{ t } ^\circ\text{C}$ св. +333 до 1000 °С		$\Delta = \pm 9,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ от 0 до +333 °С, $\Delta = \pm (6,5 - 0,0075 \text{ t}) \text{ } ^\circ\text{C}$ св. +333 до +1000 °С
			Модуль 6ES7 431-7QH01-0AB0	15772-11	$\Delta = \pm 3,4 \text{ } ^\circ\text{C}$		
4	Температура дыма после рекуператора	от 0 до +1000 °С	Преобразователь термоэлектрический типа ТХА- 1192	31930-07	$\Delta = \pm 2,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ от 0 до +333 °С включ., $\Delta = \pm 0,0075 \text{ t } ^\circ\text{C}$ св. +333 до 1000 °С		$\Delta = \pm 9,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ от 0 до +333 °С, $\Delta = \pm (6,5 - 0,0075 \text{ t}) \text{ } ^\circ\text{C}$ св. +333 до +1000 °С
			Модуль 6ES7 431-7QH01-0AB0	15773-11	$\Delta = \pm 3,4 \text{ } ^\circ\text{C}$		
5	Температура дымовых газов зоне 2 левый свод	от 0 до +1300 °С	Преобразователь термоэлектрический типа ТПП- 0192	32632-11	$\Delta = \pm 2,4 \text{ } ^\circ\text{C}$ от 0 до +600 °С включ., $\Delta = \pm 0,004 \text{ t } ^\circ\text{C}$ св. -600 до +1300 °С		$\Delta = \pm 7,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ от 0 до +600 °С включ., $\Delta = \pm (4,5 - 0,004 \text{ t}) \text{ } ^\circ\text{C}$ св. -600 до +1300 °С
			Модуль 6ES7 431-7QH01-0AB0	15773-11	$\gamma = \pm 0,19 \text{ } ^\circ\text{C}$		
6	Температура дымовых газов зоне 2 правый свод	от 0 до +1300 °С	Преобразователь термоэлектрический типа ТПП- 0192	32632-11	$\Delta = \pm 2,4 \text{ } ^\circ\text{C}$ от 0 до +600 °С включ., $\Delta = \pm 0,004 \text{ t } ^\circ\text{C}$ св. +600 до +1300 °С		$\Delta = \pm 7,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ от 0 до +600 °С включ., $\Delta = \pm (4,5 + 0,004 \text{ t}) \text{ } ^\circ\text{C}$ св. +600 до +1300 °С
			Модуль 6ES7 431-7QH01-0AB0	15773-11	$\gamma = \pm 0,19 \text{ } \%$		

Система измерительно-управляющая технологическим процессом нагрева заготовок в нагревательной печи № 1а стана 250-2 сортопрокатного цеха АО «ЕВРАЗ ЗСМК». Методика поверки

1	2	3	4	5	6	7	8
7	Температура воздуха на печь	от 0 до +1000 °С	Преобразователь термоэлектрический типа ТХА- 0292	31930-07	$\Delta = \pm 2,5 \text{ }^\circ\text{C}$ от 0 до +333 °С включ., $\Delta = \pm 0,0075 \cdot t \text{ }^\circ\text{C}$ св. +333 до 1000 °С		$\Delta = \pm 6,0 \text{ }^\circ\text{C}$ от 0 до +333 °С, $\Delta = \pm (3,5 + 0,0075 \cdot t) \text{ }^\circ\text{C}$ св. +333 до +1000 °С
			Модуль 6ES7 431-7HQ01-0AB0	15772-11	$\gamma = \pm 0,19 \%$		
8	Температура боковой стенки печи зона III	от 0 до +1300 °С	Преобразователь термоэлектрический типа ТПП- 0192	32632-11	$\Delta = \pm 2,4 \text{ }^\circ\text{C}$ от 0 до +600 °С включ., $\Delta = \pm 0,004 \cdot t \text{ }^\circ\text{C}$ св. -600 до +1300 °С		$\Delta = \pm 5,0 \text{ }^\circ\text{C}$ от 0 до +600 °С включ., $\Delta = \pm (2,5 + 0,004 \cdot t) \text{ }^\circ\text{C}$ св. -600 до +1300 °С
			Модуль 6ES7 431-7HQ01-0AB0	15772-11	$\gamma = \pm 0,19 \%$		
9	Температура боковой стенки печи зона II	от 0 до +1300 °С	Преобразователь термоэлектрический типа ТПП- 0192	32632-11	$\Delta = \pm 2,4 \text{ }^\circ\text{C}$ от 0 до +600 °С включ., $\Delta = \pm 0,004 \cdot t \text{ }^\circ\text{C}$ св. +600 до +1300 °С		$\Delta = \pm 5,0 \text{ }^\circ\text{C}$ от 0 до +600 °С включ., $\Delta = \pm (2,5 + 0,004 \cdot t) \text{ }^\circ\text{C}$ св. -600 до +1300 °С
			Модуль 6ES7 431-7HQ01-0AB0	15773-11	$\gamma = \pm 0,19 \%$		
10	Температура свода печи зона 2	от 0 до +1300 °С	Преобразователь термоэлектрический типа ТПП- 0192	32632-11	$\Delta = \pm 2,4 \text{ }^\circ\text{C}$ от 0 до +600 °С включ., $\Delta = \pm 0,004 \cdot t \text{ }^\circ\text{C}$ св. +600 до +1300 °С		$\Delta = \pm 5,0 \text{ }^\circ\text{C}$ от 0 до +600 °С включ., $\Delta = \pm (2,5 + 0,004 \cdot t) \text{ }^\circ\text{C}$ св. -600 до +1300 °С
			Модуль 6ES7 431-7HQ01-0AB0	15773-11	$\gamma = \pm 0,19 \%$		

Система измерительно-управляющая технологическим процессом нагрева заготовок в нагревательной печи № 1а стана 250-2 сортопрокатного пеха АО «ЕВРАЗ ЗСМК». Методика поверки

1	2	3	4	5	6	7	8
11	Температура свода печи зона 3А	от 0 до -1300 °С	Преобразователь термоэлектрический типа ТПП- 0192	32632-11	$\Delta = \pm 2,4 \text{ } ^\circ\text{C}$ от 0 до +600 °С включ., $\Delta = \pm 0,004 \cdot t \text{ } ^\circ\text{C}$ св. -600 до +1300 °С		$\Delta = \pm 5,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ от 0 до +600 °С включ., $\Delta = \pm (2,5 \cdot 0,004 \cdot t) \text{ } ^\circ\text{C}$ св. +600 до +1300 °С
			Модуль 6ES7 431-7HQ01-0AB0	15773-11	$\gamma = \pm 0,19 \%$		
12	Температура свода печи зона 3Б	от 0 до +1300 °С	Преобразователь термоэлектрический типа ТПП- 0192	32632-11	$\Delta = \pm 2,4 \text{ } ^\circ\text{C}$ от 0 до +600 °С включ., $\Delta = \pm 0,004 \cdot t \text{ } ^\circ\text{C}$ св. -600 до +1300 °С		$\Delta = \pm 5,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ от 0 до +600 °С включ., $\Delta = \pm (2,5 \cdot 0,004 \cdot t) \text{ } ^\circ\text{C}$ св. -600 до +1300 °С
			Модуль 6ES7 431-7HQ01-0AB0		$\gamma = \pm 0,19 \%$		
13	Расход воздуха зона 1л1	от 315 до 6300 м ³ /ч	Преобразователь измерительный взрывозащищенный Сапфир – 22 ДД-ВИ	33932-08	$\gamma = \pm 0,5 \%$		$\delta = \pm 1,2 \%$
			Модуль 6ES7 455-1VS00-0AE0	15773-11	$\gamma = \pm 0,6 \%$		
14	Расход газа зона 1л1	от 80 до 1600 м ³ /ч	Преобразователь измерительный взрывозащищенный Сапфир – 22 ДД-ВИ	33932-08	$\gamma = \pm 0,5 \%$		$\delta = \pm 1,2 \%$
			Модуль 6ES7 455-1VS00-0AE0	15773-11	$\gamma = \pm 0,6 \%$		

Система измерительно-управляющая технологическим процессом нагрева заготовок в нагревательной печи № 1а стана 250-2 сортировочного цеха АО «ВРАЗ ЗСМК». Методика поверки

1	2	3	4	5	6	7	8
15	Расход воздуха зона 1л2	от 160 до 3200 м ³ /ч	Преобразователь измерительный взрывозащищенный Сапфир – 22 ДД-ВИ	33932-08	$\gamma = \pm 0,5 \%$		$\delta = \pm 12 \%$
			Модуль 6ES7 455-1VS00-0AE0	15773-11	$\gamma = \pm 0,6 \%$		
16	Расход газа зона 1л2	от 40 до 800 м ³ /ч	Преобразователь измерительный взрывозащищенный Сапфир – 22 ДД-ВИ	45743-10	$\gamma = \pm 0,5 \%$		$\delta = \pm 12 \%$
			Модуль 6ES7 455-1VS00-0AE0	15773-11	$\gamma = \pm 0,6 \%$		
17	Расход воздуха зона 1л1	от 315 до 6300 м ³ /ч	Преобразователь измерительный взрывозащищенный Сапфир – 22 ДД-ВИ	33932-08	$\gamma = \pm 0,5 \%$		$\delta = \pm 12 \%$
			Модуль 6ES7 455-1VS00-0AE0	15773-11	$\gamma = \pm 0,6 \%$		
18	Расход газа зона 1л1	от 80 до 1600 м ³ /ч	Преобразователь измерительный взрывозащищенный Сапфир – 22 ДД-ВИ	33932-08	$\gamma = \pm 0,5 \%$		$\delta = \pm 12 \%$
			Модуль 6ES7 455-1VS00-0AE0	15773-11	$\gamma = \pm 0,6 \%$		
19	Расход воздуха зона 1л2	от 160 до 3200 м ³ /ч	Преобразователь измерительный взрывозащищенный Сапфир – 22 ДД-ВИ	33932-08	$\gamma = \pm 0,5 \%$		$\delta = \pm 12 \%$
			Модуль 6ES7 455-1VS00-0AE0	15773-11	$\gamma = \pm 0,6 \%$		

Система измерительно-управляющая технологическим процессом нагрева заготовок в нагревательной печи № 1а стана 250-2 сортопрокатного цеха АО «ЕВРАЗ ЗСМК». Методика проверки

1	2	3	4	5	6	7	8
20	Расход газа зона 1п2	от 40 до 800 м ³ /ч	Преобразователь давления измерительный SITRANS P DSIII 7MF4433 – 1DA02	45743-10	$\gamma = \pm(0,07) - +0,0045 \cdot P_{\max}/P_n$ %		$\delta = \pm 3,0$ %
			Модуль 6ES7 455-1VS00-0AE0	15773-11	$\gamma = \pm 0,6$ %		
21	Расход воздуха зона 2	от 2500 до 50000 м ³ /ч	Преобразователь измерительный взрывозащищенный Сапфир – 22 ДД-ВИ	45743-10	$\gamma = \pm 0,5$ %		$\delta = \pm 12$ %
			Модуль 6ES7 455-1VS00-0AE0	15773-11	$\gamma = \pm 0,6$ %		
22	Расход газа зона 2	от 625 до 12500 м ³ /ч	Преобразователь давления измерительный SITRANS P DSIII 7MF4433 - 1BA02	45743-10	$\gamma = \pm 0,5$ %		$\delta = \pm 3$ %
			Модуль 6ES7 455-1VS00-0AE0	15773-11	$\gamma = \pm 0,6$ %		
23	Расход воздуха зона 3А	от 500 до 10000 м ³ /ч	Преобразователь давления измерительный SITRANS P DSIII 7MF4433 – 1CA02	45743-10	$\gamma = \pm 0,5$ %		$\delta = \pm 3$ %
			Модуль 6ES7 455-1VS00-0AE0	15773-11	$\gamma = \pm 0,6$ %		
24	Расход газа зона 3А	от 125 до 2500 м ³ /ч	Преобразователь давления измерительный SITRANS P DSIII 7MF4433 – 1CA02	45743-10	$\gamma = \pm 0,5$ %		$\delta = \pm 4$ %
			Модуль 6ES7 455-1VS00-0AE0	15773-11	$\gamma = \pm 0,6$ %		

Система измерительно-управляющая технологическим процессом нагрева заготовок в нагревательной печи № 1а стана 250-2 сортопрокатного цеха АО «ЕВРАЗ ЗСМК». Методика поверки

1	2	3	4	5	6	7	8
25	Расход воздуха зона ЗБ	от 625 до 12500 м ³ /ч	Преобразователь давления измерительный SITRANS P DSHH 7MF4433 – 1DA02	45743-10	$\gamma = \pm 0,5 \%$		$\delta = \pm 4 \%$
			Модуль 6ES7 455-1VS00-0AE0	15773-11	$\gamma = \pm 0,6 \%$		
26	Расход газа зона ЗБ	от 160 до 3200 м ³ /ч	Преобразователь давления измерительный SITRANS P DSHH 7MF4433 – 1CA02	45743-10	$\gamma = \pm 0,5 \%$		$\delta = \pm 4,0 \%$
			Модуль 6ES7 455-1VS00-0AE0	15773-11	$\gamma = \pm 0,6 \%$		
27	Давление воздуха на входе в рекуператор	от 80 до 1600 мм вод. ст.	Преобразователь давления измерительный SITRANS P 7MF 1564 – 3AB00	45743-10	$\gamma = \pm 0,5 \%$		$\gamma = \pm 0,8 \%$
			Модуль 6ES7 455-1VS00-0AE0	15773-11	$\gamma = \pm 0,6 \%$		
28	Давление – разряжение дымовых газов в печи	от - 3,15 до +3,15 мм вод. ст.	Датчик давления низкопределный Метран 45-ДИВ	32854-09	$\gamma = \pm 0,5 \%$		$\gamma = \pm 2,2 \%$
			Модуль 6ES7 455-1VS00-0AE0	15773-11	$\gamma = \pm 0,6 \%$		
29	Давление газа на печь	от 0 до 1000 мм вод. ст.	Преобразователь давления измерительный SITRANS P 7MF 1563-3AA00	45743-10	$\gamma = \pm 0,25 \%$		$\gamma = \pm 0,8 \%$
			Модуль 6ES7 455-1VS00-0AE0	15773-11	$\gamma = \pm 0,6 \%$		

Примечание – В таблице приняты следующие сокращения и обозначения: * - регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений, Δ – абсолютная погрешность, единица измерений, δ – относительная погрешность, %, γ – приведенная погрешность, %, t – измеренная температура, °С, P_{max} – максимальный верхний предел измерений давления, P_c – верхний предел измерений давления датчика

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(рекомендуемое)
ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

№ _____ от « _____ » _____ 20__ г.

Средство измерений (СИ) _____
наименование, тип

заводской номер (номера) _____

принадлежащее _____
наименование юридического (физического) лица

поверено в соответствии с _____
наименование и номер документа на методику поверки

с применением эталонов: _____
наименование, заводской номер, разряд, класс или погрешность

при следующих значениях влияющих факторов:

- температура окружающего воздуха _____ °С;
- атмосферное давление _____ кПа%;
- относительная влажность _____ %;
- напряжение питания _____ В;
- частота _____ Гц.

Результаты операций поверки

1 Рассмотрение документации _____

2 Внешний осмотр _____

3 Проверка электрического сопротивления цепи защитного заземления _____

4 Проверка условий эксплуатации компонентов ИУС _____

5 Опробование _____

6 Подтверждение соответствия программного обеспечения ИУС _____

7 Проверка обеспечения синхронизации времени _____

8 Проверка метрологических характеристик измерительных каналов ИУС _____

Результаты проверки метрологических характеристик измерительных каналов ИУС приведены в таблице ____ (форма таблицы в Приложении А настоящей методики поверки).

Заключение СИ (не) соответствует метрологическим требованиям _____

Руководитель отдела (группы) _____
подпись инициалы, фамилия

Поверитель _____
подпись инициалы, фамилия

Приложение В
Образец приложения к свидетельству о поверке

(рекомендуемое)

Номер ИК	Наименование ИК ИУС	Диапазон измерений ИК ИС, единица измерений	Средства измерений, входящие в состав ИК ИУС			Основная погрешность ИК ИУС	
			наименование, тип СИ, заводской номер	Регистрационный номер в ФИФ ОЕИ	пределы допускаемой основной погрешности	фактическая	границы допускаемой погрешности

Приложение Г
Перечень ссылочных нормативных документов

(справочное)

ГОСТ 8.508-84 ГСИ. Метрологические характеристики средств измерений и точностные характеристики средств автоматизации ГСП. Общие методы оценки и контроля.

ГОСТ Р 8.585-2001 ГСИ. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования.

ГОСТ 18404.0-78 Кабели управления. Общие технические условия.

ГОСТ 26411-85 Кабели контрольные. Общие технические условия.

ГОСТ Р МЭК 870-5-1-95 Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 1. Форматы передаваемых кадров.

РМГ 62-2003 ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Оценивание погрешности измерений при ограниченной исходной информации.

МИ 2439-97 ГСИ. Метрологические характеристики измерительных систем. Номенклатура. Принципы регламентации, определения и контроля.

ГОСТ 6616-94 Преобразователи термоэлектрические. Общие технические условия