

УТВЕРЖДАЮ



Временно и.о.директора  
ФБУ «Томский ЦСМ»

\_\_\_\_\_ Л.А. Хустенко

\_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 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, расширения/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 ИК				
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: $\Delta$ – 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.

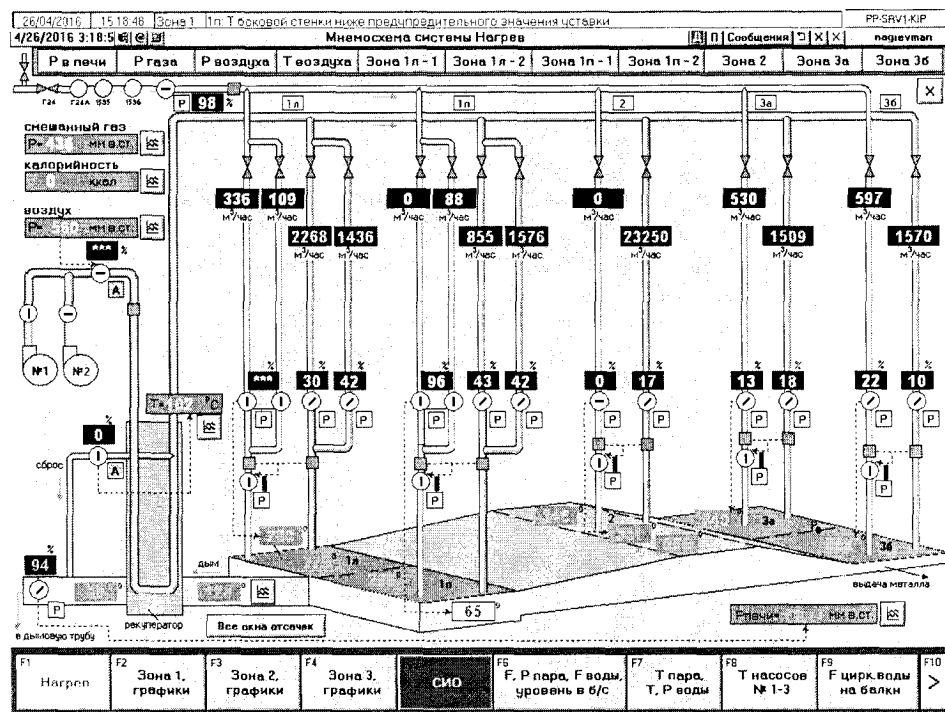


Рисунок 1 – Отображение значений технологических параметров на экранной форме «Нагрев»

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» конфигулятора 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  $\Delta_{\text{ИК}_\text{осн}}$ , °С, определяют, исходя из состава ИК ИУС, по формуле:

$$\Delta_{\text{ИК}_\text{осн}} = \Delta_{\text{ИИТ}} + \Delta_{\text{ПЛК}}, \quad (1)$$

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

$\Delta_{\text{ПЛК}}$  – 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  $\Delta$ , единица величины, для случая её представления в приведённой форме  $\gamma$ , %, по формуле:

$$\Delta = \gamma \cdot \frac{X_{\text{В}} - X_{\text{Н}}}{100}, \quad (2)$$

где  $X_B$  и  $X_{II}$  – 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  $\delta$ , %, для случая её представления в абсолютной или приведённой формах по формуле:

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

где  $\Delta$  – пределы допускаемой абсолютной погрешности компонента ИК ИУС, единица величины;

$\gamma$  – пределы допускаемой приведённой погрешности компонента ИК ИУС, нормированной для диапазона измерений;

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

Примечание – Если приведённая погрешность  $\gamma$  нормирована для верхнего предела диапазона измерений, то  $X_H = 0$ .

$X_{\text{ном}}$  – 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  $\delta_{\text{ИК}_{\text{осн}}}$ , %;

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

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

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, приведённой 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, приведённой 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 Iл 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., $\Delta = \pm (2,5 \cdot 0,004 \cdot t) \text{ }^\circ\text{C}$ св. -600 до +1300 °С
			Модуль ввода аналоговых сигналов 6ES7 431-7Q1Q01- 0AB0 контроллера программируемого SIMATIC S7-400 (далее – Модуль 6ES7 431-7Q1Q01-0AB0)	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	$\Delta = \pm 2,4 \text{ }^\circ\text{C}$ 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 431-7Q1Q01-0AB0	15773-11	$\gamma = \pm 0,19 \%$		

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., $\Delta = \pm 0,0075 \cdot t \text{ } ^\circ\text{C}$ св. +333 до 1000 °С		$\Delta = \pm 9,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ от 0 до +333 °С, $\Delta = \pm (6,5 + 0,0075 \cdot t) \text{ } ^\circ\text{C}$ 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., $\Delta = \pm 0,0075 \cdot t \text{ } ^\circ\text{C}$ св. +333 до 1000 °С		$\Delta = \pm 9,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ от 0 до +333 °С, $\Delta = \pm (6,5 + 0,0075 \cdot t) \text{ } ^\circ\text{C}$ 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., $\Delta = \pm 0,004 \cdot t \text{ } ^\circ\text{C}$ св. -600 до -1300 °С		$\Delta = \pm 7,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ от 0 до +600 °С включ., $\Delta = \pm (4,5 + 0,004 \cdot t) \text{ } ^\circ\text{C}$ 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., $\Delta = \pm 0,004 \cdot t \text{ } ^\circ\text{C}$ св. +600 до +1300 °С		$\Delta = \pm 7,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ от 0 до +600 °С включ., $\Delta = \pm (4,5 + 0,004 \cdot t) \text{ } ^\circ\text{C}$ св. +600 до +1300 °С
			Модуль 6ES7 431-7QH01-0AB0	15773-11	$\gamma = \pm 0,19 \text{ } \%$		

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 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	15772-11	$\gamma = \pm 0,19 \%$		
9	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	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	$\gamma = \pm 0,19 \%$		



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., $\Delta = \pm (2,5 + -0,004 \cdot t) \text{ }^\circ\text{C}$ св. -600 до +1300 °С
			Модуль 6ES7 431-7HQ01-0AB0		$\gamma = \pm 0,19 \%$		
13	Расход воздуха зона 1д1	от 315 до 6300 м <sup>3</sup> /ч	Преобразователь измерительный взрывозащищенный Сапфир – 22 ДЦ-ВИ	33932-08	$\gamma = \pm 0,5 \%$		$\delta = \pm 12 \%$
			Модуль 6ES7 455-1VS00-0AE0	15773-11	$\gamma = \pm 0,6 \%$		
14	Расход газа зона 1д1	от 80 до 1600 м <sup>3</sup> /ч	Преобразователь измерительный взрывозащищенный Сапфир – 22 ДЦ-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 сортипрокатного цеха АО «ЕВРАЗ ЗСМК». Методика поверки

1	2	3	4	5	6	7	8
15	Расход воздуха зона Iл2	от 160 до 3200 м <sup>3</sup> /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 Iл2	от 40 до 800 м <sup>3</sup> /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 Iл1	от 315 до 6300 м <sup>3</sup> /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 Iл1	от 80 до 1600 м <sup>3</sup> /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 Iл2	от 160 до 3200 м <sup>3</sup> /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 «ВРАЗ ЗСМК». Методика проверки

1	2	3	4	5	6	7	8
20	Расход газа зона 1п2	от 40 до 800 м <sup>3</sup> /ч	Преобразователь давления измерительный SITRANS P DSH1 7MF4433 – 1DA02	45743-10	$\gamma = \pm(0,071 + 0,0045 \cdot P_{\max} / P_b) \%$		$\delta = \pm 3,0 \%$
			Модуль 6ES7 455-1VS00-0AE0	15773-11	$\gamma = \pm 0,6 \%$		
21	Расход воздуха зона 2	от 2500 до 50000 м <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /ч	Преобразователь давления измерительный SITRANS P DSH1 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 <sup>3</sup> /ч	Преобразователь давления измерительный SITRANS P DSH1 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 <sup>3</sup> /ч	Преобразователь давления измерительный SITRANS P DSH1 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 <sup>3</sup> /ч	Преобразователь давления измерительный SITRANS P DSIH 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 <sup>3</sup> /ч	Преобразователь давления измерительный SITRANS P DSIH 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,  $\Delta$  – абсолютная погрешность, единица измерений,  $\delta$  – относительная погрешность, %,  $\gamma$  – приведенная погрешность, %,  $t$  – измеренная температура, °С,  $P_{max}$  – максимальный верхний предел измерений давления,  $P_v$  – 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

поверсно 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