
Метрологическое обеспечение современных АСУ ТП

Основные понятия и определения

Метрология – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

(РМГ 29-99 «Рекомендация. Метрология. Основные термины и определения»)



Современная метрология

Законодательная метрология

Теоретическая (фундаментальная)
метрология

Практическая (прикладная) метрология

Законодательная метрология – раздел метрологии, предметом которого является установление обязательных технических и юридических требований по применению единиц физических величин, эталонов, методов и средств измерений, направленных на обеспечение единства и необходимости точности измерений в интересах общества (РМГ 29-99 «Рекомендация. Метрология. Основные термины и определения»)



Метрологического обеспечения. Нормативная база

Статья 71
Конституции Российской Федерации

Законодательство РФ
«Об обеспечении единства измерений»

Законодательство РФ
«О техническом регулировании»

Документы Федерального Агентства по
техническому регулированию и
метрологии

ГОСТ

МИ

ПР



Единство измерений – состояние измерений, характеризующееся тем, что их результаты выражаются в узаконенных единицах, размеры которых в установленных пределах равны размерам единиц, воспроизводимых первичными эталонами, а погрешности результатов измерений известны и с заданной вероятностью не выходят за установленные пределы

(РМГ 29-99 «Рекомендация. Метрология. Основные термины и определения»)



Единство измерений – состояние измерений, при котором их результаты выражены в допущенных к применению в РФ единицах величин, а показатели точности измерений не выходят за установленные пределы

(Закон РФ «Об обеспечении единства измерений»)

Средство измерений – техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее и (или) хранящее единицу физической величины, размер которой принимают неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени.

(РМГ 29-99 «Рекомендация. Метрология. Основные термины и определения»)

Средство измерений – техническое средство, предназначенное для измерений

(Закон РФ «Об обеспечении единства измерений»)



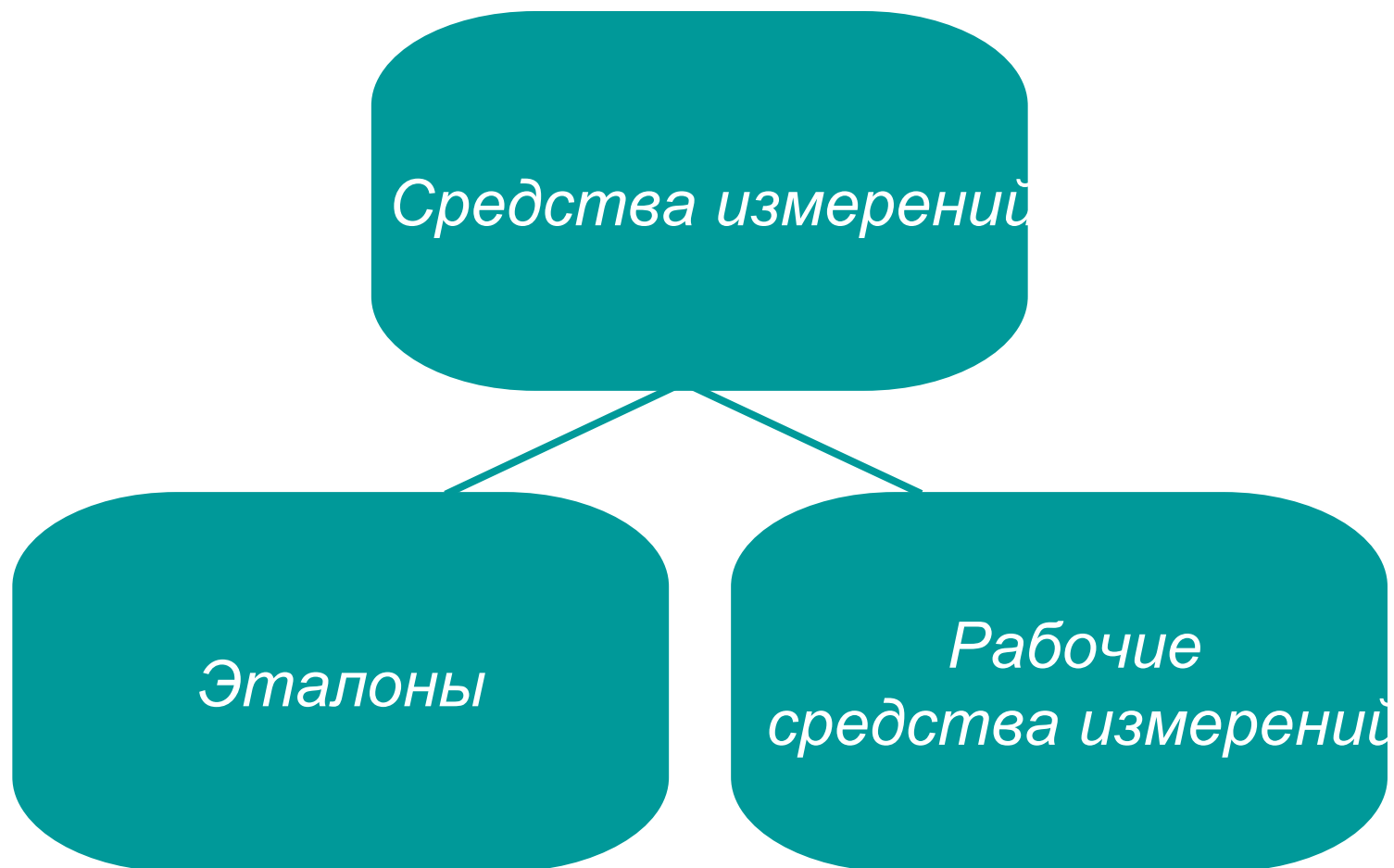
Измерительная система – совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, вычислительных преобразователей, ЭВМ и других технических средств, размещенных в разных точках контролируемого объекта и т.п. с целью измерений одной или нескольких физических величин, свойственных этому объекту, и выработки измерительных сигналов в разных целях
(РМГ 29-99 «Рекомендация. Метрология.

Основные термины и определения»)

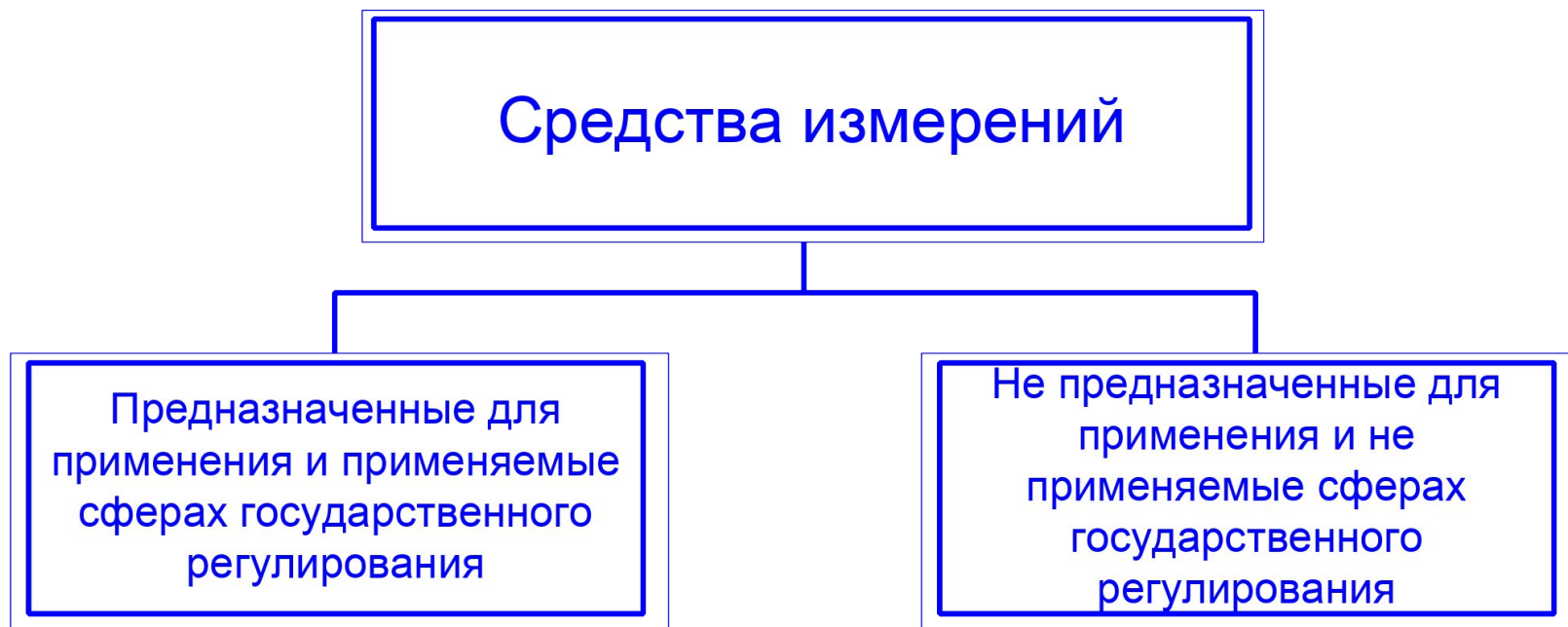
Измерительные системы обладают основными признаками средств измерений и являются их разновидностью
(ГОСТ 8.596-2002)

Технические системы и устройства с измерительными функциями – технические системы и устройства, которые наряду с их основными функциями выполняют измерительные функции.

(Закон РФ «Об обеспечении единства измерений»)



Государственное регулирование в области обеспечения единства измерений



Формы государственного регулирования в области обеспечения единства измерений



- утверждение типа стандартных образцов или типа средств измерений;
- поверка средств измерений;
- метрологическая экспертиза;
- государственный метрологический надзор;
- аттестация методик (методов) измерений;
- аккредитация юридических лиц и индивидуальных предпринимателей на выполнение работ и (или) оказание услуг в области обеспечения единства измерений

Сферы распространения государственного регулирования



При

- осуществлении деятельности в области охраны окружающей среды;
- осуществлении деятельности по обеспечению безопасности при чрезвычайных ситуациях;
- выполнении работ по обеспечению безопасных условий труда;
- осуществлении производственного контроля за соблюдением установленных законодательством РФ требований промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта;
- выполнении работ по оценке соответствия промышленной продукции и продукции других видов, а также иных объектов установленным законодательством РФ требованиям;
- осуществлении мероприятий государственного контроля (надзора).

Сферы распространения государственного регулирования

К сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений относится также измерения предусмотренные законодательством о техническом регулировании.

Сфера государственного регулирования обеспечения единства измерений распространяется на единицы величин, эталоны единиц величин, стандартные образцы и СИ, к которым устанавливаются обязательные требования.

Обязательные требования к измерениям , эталонам единиц величин, стандартным образцам и СИ устанавливаются законодательством РФ об обеспечении единства измерений и законодательством РФ о техническом регулировании. Обязательные требования к единицам величин, выполнению работ и (или) оказанию услуг по обеспечению единства измерений устанавливаются законодательством РФ об обеспечении единства измерений.

Поверка и калибровка

- **Поверка СИ** – установление органом государственной метрологической службы (или другим официально уполномоченным органом, организацией) пригодности средства измерений к применению на основании экспериментально определяемых метрологических характеристик и подтверждения их соответствия установленным обязательным требованиям
- **Калибровка СИ** – совокупность операций, устанавливающих соотношение между значением величины, полученным с помощью данного средства измерений и соответствующим значением величины, определенным с помощью эталона с целью определения действительных метрологических характеристик этого средства измерений
(ФГУП «29-99» «Рекомендация. Метрология. Основные термины и определения»)
- **Поверка СИ** – совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия СИ метрологическим требованиям.
- **Калибровка СИ** – совокупность операций, выполняемых в целях обеспечения единства измерений метрологических характеристик СИ

Метрологическое обеспечение АСУ ТП. Нормативная база

ГОСТ 8.596-2002. ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения

- нормирование метрологических характеристик;
- метрологическая экспертиза технической документации;
- испытания, утверждение типа, сертификация;
- поверка и калибровка;
- метрологический надзор.



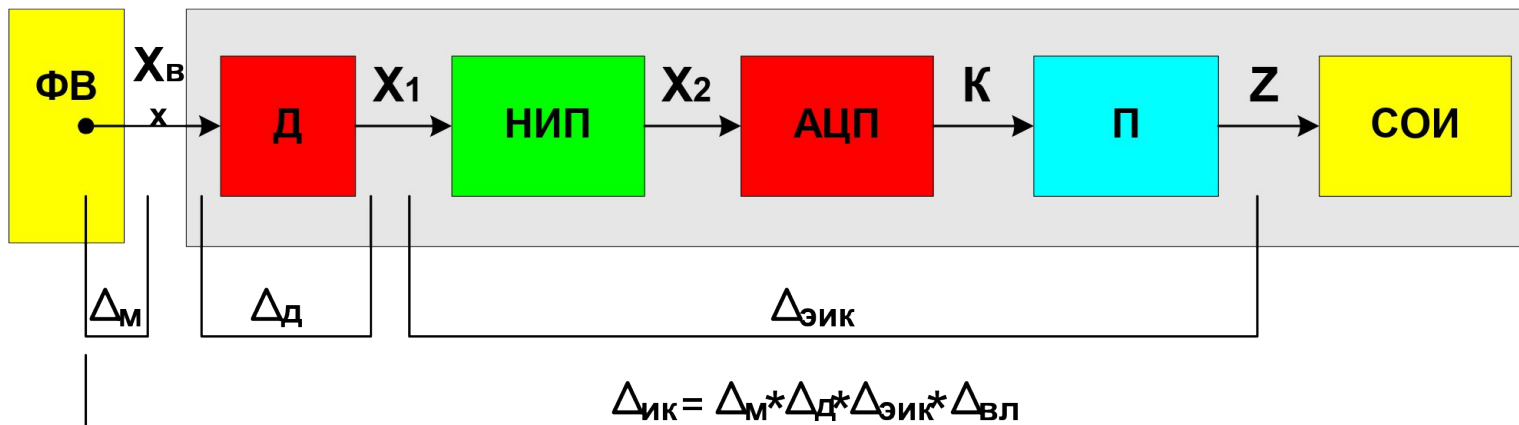
Особенности метрологического обеспечения АСУТП на объектах электроэнергетики.

СО 153-34.20.501-2003 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации

- До ввода в промышленную эксплуатацию оборудования энергообъектов ИК ИИС подлежат метрологической аттестации или (и) утверждению типа (для измерительных каналов, подлежащих государственному контролю и надзору) в соответствии с государственными и отраслевыми документами.
- В процессе промышленной эксплуатации оборудования энергообъектов ИК ИИС подвергаются периодической поверке и (или) калибровке в установленном порядке.
Использование в работе не поверенных или некалиброванных ИИС не допускается.
Периодичность поверки (калибровки) СИ устанавливается МС энергообъекта по согласованию с технологическими подразделениями и утверждается техническим руководителем энергообъекта.

Методика поверки (калибровки) ИК и алгоритм сбора и обработки измерительной информации

ТОУ Процессорное измерительное средство (измерительный канал)



Оценки:

- класс точности ПрИС;
- основная приведенная погрешность;
- погрешность измерения физической величины в технологическом процессе конкретным ПрИС.

$$\bar{x}_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{ij}$$

$$s_j = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}$$

$$D_{cuctj} = \bar{x}_j - a_j - t_p \sqrt{\frac{s_j^2}{N}}$$

$$D_{cuctj}^+ = \bar{x}_j - a_j + t_p \sqrt{\frac{s_j^2}{N}}$$

$$D_j = \max(|D_j^+|, |D_j|) + k_p * s_j$$

Метрологическое обеспечение АСУ ТП

$$D_{эм} = \max(D_j)$$

$$d_{эм} = \frac{D_{эм}}{x_{\max} - x_{\min}} \times 100 \%$$

$$D_{ук} = K_p \times \sqrt{\frac{D_{эм}^2}{K_p^2} + \frac{D_{датч}^2}{K^2}}$$

$$d_{ук} = \frac{D_{ук}}{x_{\max} - x_{\min}} \times 100 \%$$

$$d_{ук} < 0,8 \times KT$$

Создание АСУ ТП

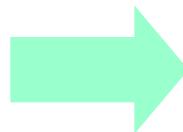


Метрологическое обеспечение на стадии проектирования АСУТП

Наименование этапа

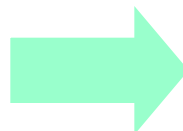
Виды метрологических работ

Техническое
задание



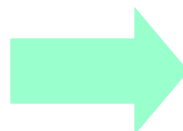
*Формирование
требований к МО*

Технический
проект



*Разработка перечня ИК.
Требования к точности
измерений. Выбор средств
измерений и рабочих эталонов*

Рабочая
документация



*Методики поверки.
Согласование методик
с Госстандартом*

Метрологическое обеспечение на стадии ввода АСУТП в действие

Наименование этапа

Виды метрологических работ

Пусконаладочные
работы



*Монтаж и наладка
измерительных каналов (ИК)*

Предварительные
испытания



*Приемка ИК из наладки
в опытную эксплуатацию*

Опытная
эксплуатация



*Первичная поверка и
калибровка ИК*

Приемочные
испытания



*Испытания с целью
«сертификации
соответствия» ИК*

Промышленная
эксплуатация



*Периодическая поверка и
калибровка*

Метрологическое обеспечение на стадии ввода АСУТП в действие

Нормирование метрологических характеристик ИК

Приемка ИК из наладки в опытную эксплуатацию

Поверка и калибровка ИК

Испытания с целью «сертификации соответствия» ИК

Утверждение типа средств измерения

Поверка и калибровка

Измерительные каналы АСУТП

ИК, применяемые в сфере
гос. метрологического
контроля и надзора

Утверждение типа
средства измерения

Поверка

Добровольная
"сертификация соответствия"

Калибровка



Проблемы метрологического обеспечения АСУ ТП. Предложение ЗАО «МСТ»



Решение вопросов МО АСУ ТП на стадиях проектирования, изготовления, наладки, опытной эксплуатации

Согласованные с Госстандартом методики поверки ИК АСУ ТП и их составляющих

Специализированное ПО «АРМ метролога»

Первичная калибровка измерительных модулей ПТК метрологической службой ЗАО «МСТ»

Сертификация оборудования

Методика поверки (калибровки) ИК

- 4252-001-50756329-05 ПМ Комплексы программно-технические «TORNADO» («ТОРНАДО»). Комплексы телемеханики «ТОНАДО-ТМ». Измерительные каналы. Методика поверки и калибровки.
- 4252-001-50756329-01 МП Измерительные каналы АСУ ТП на базе комплекса программно-технического «TORNADO» («ТОРНАДО»). Методика поверки и калибровки.

Сертификация



**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ И МЕТРОЛОГИИ
(ГОССТАНДАРТ РОССИИ)**

СЕРТИФИКАТ
об утверждении типа средств измерений
**PATTERN APPROVAL CERTIFICATE
OF MEASURING INSTRUMENTS**
RU.C.34.004.A № 11234

Действителен до
" 01 " декабря 2006 г.

Настоящий сертификат удостоверяет, что на основании положительных результатов испытаний утвержден тип
"TORNADO" ("ТОРНАДО")
ЗАО "МСТ", г.Новосибирск
наименование средства измерений
наименование предприятия-изготовителя

который зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 22154-01 и допущен к применению в Российской Федерации.

Описание типа средства измерений приведено в приложении к настоящему сертификату.

Заместитель Председателя
Госстандарта России В.Н.Крутиков
Продлен до 2007 г.
" " 200 г.
" " 200 г.

Заместитель Председателя
Госстандарта России

101234

**СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р
ГОССТАНДАРТ РОССИИ**

СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ РОСС RU.МЕ24.В00475
Срок действия с 23.10.2001г. по 23.10.2004г.
№4566774 *

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ РОСС RU.0001.11МЕ24
ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ ЭЛЕКТРОБОРУДОВАНИЯ НОВОСИБИРСКОГО ЦСМ
630015, г. Новосибирск, пр. Дзержинского 2/1, тел. (383-2) 79-52-05, факс (383-2) 100-900

ПРОДУКЦИЯ Программно - технический комплекс "TORNADO"
выпускаемая по ТУ 4252-001-50756329-01
серийный выпуск код ОК 005 (ОКП):
42 5200

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ
ГОСТ Р 50377-92, ГОСТ Р 51318.22-99, ГОСТ Р 51318.24-99
код ТН ВЭД СНГ:

ИЗГОТОВИТЕЛЬ ЗАО "МСТ"
630090, г. Новосибирск, пр-т ак. Коптюга, 1А - адрес фактический

СЕРТИФИКАТ ВЫДАН ЗАО "МСТ". Код-ОКПО:50756329
630090, г. Новосибирск, пр-т ак. Коптюга, 1А - адрес фактический

НА ОСНОВАНИИ протоколов испытаний: № ИЛ 20-10 от 12.10.2001 Испытательной лаборатории электронной аппаратуры и продукции электроприборостроения Новосибирского ЦСМ № РОСС RU.0001.21МЮ02, № ИЛ - 4/300 от 04.10.2001 Испытательного центра СибНИА № РОСС RU.0001.21МЕ85; акта о результатах анализа состояния производства № 460 от 18.10.2001

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ Схема № 3а, маркировка производится знаком соответствия по ГОСТ Р 50460-92 на каждое изделие, его тару, упаковку, товарно-транспортную и эксплуатационную документацию вблизи товарного знака изготовителя

Руководитель органа Е.И. Филатов
Эксперт Н.И. Семенников

Сертификат имеет юридическую силу на всей территории Российской Федерации

© ОПЦИОН

Подготовлены:

- Калибровщики;
- Библиотека НД;
- Парк эталонных приборов.

Согласовано с НЦСМ:

- Положение о МС;
- Паспорт МС;
- Руководство по качеству организации и выполнения калибровочных работ.

Метрологическая служба ЗАО «МСТ»



РОССИЙСКАЯ СИСТЕМА КАЛИБРОВКИ

НОВОСИБИРСКИЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ

наименование аккредитующего органа

А Т Т Е С Т А Т

АККРЕДИТАЦИИ НА ПРАВО ПРОВЕДЕНИЯ

КАЛИБРОВОЧНЫХ РАБОТ

CERTIFICATE OF ACCREDITATION

Реестр № 023018
Внесен "26" июля 2001 г.
Действителен до "01" августа 2005 г.
Шифр калибровочного клейма БХЭ

Настоящий аттестат удостоверяет, что метрологическая служба
ЗАО "МСТ"
соответствует "Требованиям к выполнению калибровочных работ",
утвержденным постановлением Госстандарта России от 21. 09. 1994 г.
№ 17 и зарегистрированными Министром России 24. 01. 1995 г. под
№ 782 и аккредитована на право проведения калибровочных работ.

Область аккредитации приведена в приложении, являющемся
неотъемлемой частью настоящего аттестата.

Руководитель
аккредитующего органа



Ю.А. Петров

Место печати

Метрологическая служба ЗАО «МСТ».

Эталонная база



3

Калибровка																																																																																	
Калибровка модуля		Калибровка канала		Журнал		Настройки																																																																											
Модуль		Процесс калибровки																																																																															
MIRage-FTHERM		MIRage-FTHERM																																																																															
Серийный номер: 45		Сечения: (всего 6) -49; 100; 400; 500; 900; 9																																																																															
Описание: Модуль измерения сигналов термопар		Измерений на сечении: 10																																																																															
		Каналы: (всего 8) 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8																																																																															
		Последовательность переключения: по сечениям																																																																															
		Период опроса: 1400 мс																																																																															
Количество каналов: 8																																																																																	
Пределы измерений: -50 .. 1000 °C																																																																																	
Единицы измерений: °C																																																																																	
Класс точности: 0,2 %																																																																																	
Межкалибровочный интервал: 4 года																																																																																	
Окружающая среда		Холодный спай																																																																															
Температура: 20 °C		<input checked="" type="checkbox"/> Делать поправку на ТХС																																																																															
Относительная влажность: 75 %		Температура: 20,0 °C																																																																															
Атмосферное давление: 760 мм рт. ст.		<input type="checkbox"/> получать автоматически																																																																															
Калибратор/измеритель: ИКСУ-2000 Серийный номер: 23-0374 Описание: Калибратор-измеритель унифицированных сигналов Пределы генерации: -210 .. 1300 °C Единицы генерации: °C Погрешность: 0,3 °C Межповерочный интервал: - [Старт] [Стоп]																																																																																	
Коммутация Каналов: Автоматическая Полярности: Автоматическая																																																																																	
Приведённые погрешности (%) <table border="1"> <thead> <tr> <th>Сечение</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-49 °C</td> <td>0,011662</td> <td>0,01231</td> <td>0,012176</td> <td>0,012321</td> <td>0,012306</td> <td>0,00981</td> <td>0,013879</td> <td>0,014376</td> </tr> <tr> <td>100 °C</td> <td>0,030123</td> <td>0,025738</td> <td>0,01959</td> <td>0,026139</td> <td>0,024203</td> <td>0,030806</td> <td>0,027115</td> <td>0,018817</td> </tr> <tr> <td>400 °C</td> <td>0,080422</td> <td>0,120281</td> <td>0,108604</td> <td>0,097767</td> <td>0,08919</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>500 °C</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>900 °C</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>999 °C</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Общие</td> <td>0,080422</td> <td>0,120281</td> <td>0,108604</td> <td>0,097767</td> <td>0,08919</td> <td>0,030806</td> <td>0,027115</td> <td>0,018817</td> </tr> </tbody> </table>										Сечение	1	2	3	4	5	6	7	8	-49 °C	0,011662	0,01231	0,012176	0,012321	0,012306	0,00981	0,013879	0,014376	100 °C	0,030123	0,025738	0,01959	0,026139	0,024203	0,030806	0,027115	0,018817	400 °C	0,080422	0,120281	0,108604	0,097767	0,08919				500 °C									900 °C									999 °C									Общие	0,080422	0,120281	0,108604	0,097767	0,08919	0,030806	0,027115	0,018817
Сечение	1	2	3	4	5	6	7	8																																																																									
-49 °C	0,011662	0,01231	0,012176	0,012321	0,012306	0,00981	0,013879	0,014376																																																																									
100 °C	0,030123	0,025738	0,01959	0,026139	0,024203	0,030806	0,027115	0,018817																																																																									
400 °C	0,080422	0,120281	0,108604	0,097767	0,08919																																																																												
500 °C																																																																																	
900 °C																																																																																	
999 °C																																																																																	
Общие	0,080422	0,120281	0,108604	0,097767	0,08919	0,030806	0,027115	0,018817																																																																									
<p>Погрешности: текущий канал</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Абсолютная</th> <th>Относительная</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,936499 °C</td> <td>0,089190 %</td> </tr> </tbody> </table> <p>Погрешности: общие</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Абсолютная</th> <th>Относительная</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,262949 °C</td> <td>0,120281 %</td> </tr> </tbody> </table>										Абсолютная	Относительная	0,936499 °C	0,089190 %	Абсолютная	Относительная	1,262949 °C	0,120281 %																																																																
Абсолютная	Относительная																																																																																
0,936499 °C	0,089190 %																																																																																
Абсолютная	Относительная																																																																																
1,262949 °C	0,120281 %																																																																																
Прогресс ██																																																																																	
16 ноября 2005 г.																																																																																	

АРМ метролога. Калибровка ИК

Калибровка

Калибровка модуля

Калибровка канала

Журнал

Настройки

Имя канала

16HAL00CL001QXQ01

☐ Удалённое управление

Номер порта модема

1

Метод калибровки

IConfig

Калибратор/измеритель

ИКСУ-2000

Серийный номер: 23-0374

Описание: Калибратор-измеритель унифицированных сигналов

Пределы измерений: 0 .. 25 мА

Единицы измерений: мА

Погрешность: 0,003 мА

Межповерочный интервал: -

Старт

Стоп

Окружающая среда

Температура: 20 °C

Относительная влажность: 75 %

Атмосферное давление: 760 мм рт. ст.

Холодный спай

☐ Делать поправку на ТХС

Температура: 20,0 °C

☐ получать автоматически

Коммутация

Каналов: Автоматическая

Полярности: Автоматическая

Приведённые погрешности (%)

Сечение	16HAL00CL001QXQ01
0 %	0,475565
10 %	0,523829
50 %	
90 %	
100 %	
Общие	0,523829

Погрешности: текущий канал

Абсолютная 3,300120 мм

Относительная 0,523829 %

Погрешности: общие

Абсолютная 3,300120 мм

Относительная 0,523829 %

0,001

0,0005

0

-0,0005

-0,001

0

10

20

Прогресс

16 ноября 2005 г.

Метрологическая служба ЗАО «МСТ»

ГОСТАНДАРТ РОССИИ
НОВОСИБИРСКИЙ ЦЕНТР
СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ

Метрологическая служба ЗАО «МСТ»

Сертификат № 9
о калибровке средства измерений

Дата следующей калибровки
и 30.07.2003 г.

Наименование Модуль преобразования сигналов термопар

Тип: PB-THERM Зав. № UC002397

Принадлежит ПТК АСУ ТП Инв. №
котлоагрегата №1 Читинской ТЭЦ-1

Пределы измерения: ~~мВ~~ 0000,00 - 100000,00

Класс точности: 0,15

Межкалибровочный интервал: два года

Дата проведения калибровки: 30.07.2001

Условия проведения калибровки: в протоколах

Действительное значение основной погрешности
абсолютной: 56,26 мкВ
приведенной к диапазону: 0,03 %

Сведения о поканальной калибровке

№ канала	Погрешность		№ протокола
	абсолютная	приведенная	
1	20,0142	0,01	9-1
2	23,2669	0,01	9-2
3	23,2601	0,01	9-3
4	31,9529	0,02	9-4
5	47,8879	0,02	9-5
6	56,2629	0,03	9-6
7	50,9195	0,03	9-7
8	53,5154	0,03	9-8

Заключение: модуль годен

Калибровщик _____ Паригин С.В.

Калибровочный знак

Метрологическая служба ЗАО «МСТ» аккредитована
на право выполнения калибровочных работ и
зарегистрирована в Реестре под № 025018.
Шифр калибровочного знака: КСЗ

ЗАО "МСТ"

Россия, 630090, г. Новосибирск, а/я 763, тел./факс: (383-2) 399 352

E-mail: info@tornado.nsk.ru, www.tornado.nsk.ru

Сокращение трудозатрат на выполнение калибровки каналов АСУТП

Оптимизация процесса калибровки измерительных модулей из состава ПТК

Автоматизация формирования перечней ИК и ведения паспортов каналов

Доработка методик поверки (калибровки)

Совершенствование ПО «АРМ метролога»

Использование новых эталонных приборов

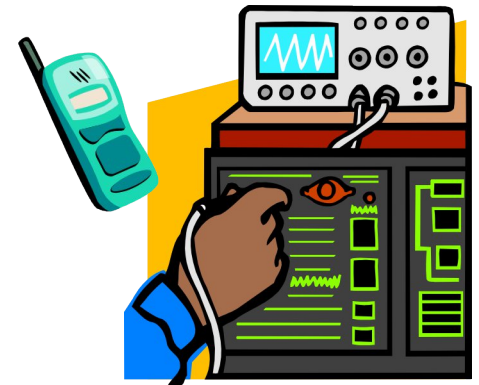
Разработка базы данных «Метролог ТЭС»

.....

Существующий метод калибровки ИК АСУТП на ТЭС



Стационарный АРМ
метролога



Калибровщик
с генератором
эталонного сигнала
у СК или клеммника



Метод калибровки ИК с использованием беспроводной связи

