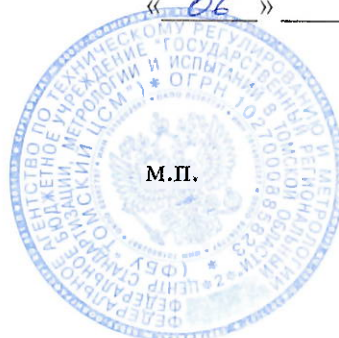


СОГЛАСОВАНО

Директор ФБУ «Томский ЦСМ»

  
\_\_\_\_\_ М.М. Чухланцева

« 06 » 07 2021 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

**Система измерительная автоматизированная системы управления  
технологическим процессом мазутного хозяйства Теплоэлектроцентрали  
АО «Алтай-Кокс»**

Методика поверки

МП 437-2021

Томск  
2021

## 1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на систему измерительную автоматизированную системы управления технологическим процессом мазутного хозяйства Теплоэлектроцентрали АО «Алтай-Кокс» и устанавливает методы и средства ее первичной и периодической поверки.

В тексте приняты следующие сокращения и обозначения:

АРМ	– автоматизированное рабочее место;
ИС	– Система измерительная автоматизированная системы управления технологическим процессом мазутного хозяйства Теплоэлектроцентрали АО «Алтай-Кокс», зав. № 1;
ИК	– измерительный канал;
ПЛК	– системы Modicon M580;
ПО	– программное обеспечение;
СИ	– средство измерений;
ФИФОЕИ	– Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Поверке подлежит ИС в соответствии с перечнем ИК, приведенным в описании типа на ИС. На основании письменного заявления собственника ИС допускается проведение поверки отдельных ИК из перечня, приведенного в описании типа ИС.

Периодичность поверки (интервал между поверками) ИС – 1 год.

Определение метрологических характеристик измерительных каналов проводят покомпонентным (поэлементным) или комплектным способом.

ИС подвергают покомпонентной поверке согласно ГОСТ Р 8.596-2002. СИ, входящие в состав ИС, поверяют согласно утвержденным методикам поверки с интервалом, установленным при утверждении их типа. Если очередной срок поверки СИ наступает до очередного срока поверки ИС, поверяется только этот компонент и поверка ИС не проводится.

Поверяемая ИС соответствует требованиям по обеспечению прослеживаемости к следующим государственным первичным эталонам единиц величин:

- государственный первичный эталон единицы давления;
- государственный первичный эталон единицы температуры;
- государственный первичный эталон единицы силы электрического тока.

В случае непригодности СИ входящих в ИС, допускается их замена на аналогичные утвержденных типов с метрологическими характеристиками не хуже, чем у приведенных в описании типа ИС. Замена оформляется актом.

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Проведение операции при	
	первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр СИ	да	да
Подготовка к поверке и опробование СИ	да	да
Проверка программного обеспечения СИ	да	да
Определение метрологических характеристик СИ	да	да

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

## 3 Требования к условиям проведения поверки

### 3.1 Требования к условиям проведения поверки

Условия поверки должны соответствовать рабочим условиям эксплуатации ИС, приведенным в эксплуатационной документации, и не выходить за нормированные условия применения средств поверки.

#### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

Поверка ИС должна выполняться специалистами, имеющими группу допуска по электробезопасности не ниже второй, удостоверение на право работы на электроустановках до 1000 В, прошедшими инструктаж по технике безопасности и пожарной безопасности, изучившими эксплуатационную документацию на ИС.

#### 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Все применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений должны быть поверены и иметь действующий срок поверки.

Таблица 2 - Средства поверки

Средства измерений	Основные метрологические характеристики	
	диапазон измерений, номинальное значение	погрешность
Термогигрометр ИВА-6А-Д	относительной влажности от 0 до 98 %	$\Delta = \pm 3 \%$
	температуры от 0 до +60 °С	$\Delta = \pm 0,3 \text{ } ^\circ\text{C}$
	атмосферного давления от 86 до 106 кПа	$\Delta = \pm 2,5 \text{ кПа}$
Мультиметр цифровой АРРА-99П	напряжения переменного тока от 40 до 400 В	$\Delta = \pm (0,013 \cdot U_{\text{изм}} + 0,5 \text{ В})$
	частоты от 0 до 4 кГц	$\Delta = \pm (0,0001 \cdot f_{\text{изм}} + 1 \text{ Гц})$
Калибратор электрических сигналов СА	силы постоянного тока от 0 до 24 мА	$\Delta = \pm (0,025 \% \cdot X + 3 \text{ мкА})$
	сопротивления постоянного тока от 0 до 400 Ом	$\Delta = \pm (0,025 \% \cdot X + 0,1) \text{ Ом}$

Примечание – В таблице приняты следующие обозначения и сокращения:  $\delta$  – относительная погрешность измерений;  $\Delta$  – абсолютная погрешность измерений;  $U_{\text{изм}}$  – измеренное значение напряжения переменного тока, В;  $f_{\text{изм}}$  – измеренное значение частоты, Гц,  $X$  – значение воспроизводимой величины, деленное на 100 %

#### 6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в эксплуатационной документации на ИС и применяемые средства поверки, а также соблюдать инструкции по технике безопасности и пожарной безопасности, действующие в АО «Алтай-Кокс».

#### 7 Внешний осмотр средства измерений

Внешний вид ИС и комплектность проверяют путем визуального осмотра.

При осмотре должно быть установлено соответствие ИС нижеследующим требованиям:

- комплектность ИС должна соответствовать перечню СИ и оборудования, приведенному в формуляре;
- на элементах ИС не должно быть механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид и препятствующих применению;
- надписи и обозначения на элементах ИС должны быть четкими и соответствовать эксплуатационной документации;
- должны отсутствовать следы коррозии, отсоединившиеся или слабо закрепленные элементы схемы.

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

## **8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

8.1 На поверку ИС представляют следующие документы:

- описание типа ИС;
- инструкция пользователя;
- паспорт;
- эксплуатационная документация на средства измерений, входящие в состав ИС.
- действующие документы, подтверждающие поверку всех СИ, входящих в состав ИС. Документы на поверку СИ в соответствии с утвержденными методиками поверки и внесенными в описание типа на СИ.

8.2 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- проверяют соблюдение условий поверки, установленных в разделе 3;
- подготавливают к работе средства поверки, приведенные в таблице 2, в соответствии с распространяющейся на них эксплуатационной документацией;
- изучают документацию, приведенную в 8.1.

Результаты проверки положительные, если документация в наличии, средства поверки имеют документально подтвержденную пригодность для использования в операциях поверки, все средства измерений ИС имеют действующие свидетельства и (или) знаки поверки.

### **8.3 Опробование**

8.3.1 Непосредственно перед выполнением экспериментальных исследований необходимо подготовить ИС и СИ к работе в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8.3.2 Перед опробованием ИС в целом необходимо выполнить проверку функционирования её компонентов.

8.3.2.1 При проверке функционирования измерительных и комплексных компонентов ИС проверяют работоспособность индикаторов, отсутствие кодов ошибок или предупреждений об ошибках, авариях.

8.3.2.2 При опробовании линий связи проверяют:

- наличие сигнализации о включении в сеть технических средств ИС;
- поступление информации по линиям связи;
- наличие сигнализации об обрыве линий.

8.3.2.3 При опробовании ИС проводят первичное тестирование ИС средствами программного обеспечения АРМ оператора (опрос первичных измерительных преобразователей, ПЛК, установление связи с компонентами и оборудованием ИС и т.д.).

8.3.2.4 АРМ оператора должны быть включены. Исправность клавиатуры и манипулятора мышь оценивают, выполнив переключение между экранными формами ИС. Проверяют отображение на АРМ оператора главной мнемосхемы и возможность вызова через нее остальных экранов.

8.3.2.5 При проверке функционирования ИС с АРМ оператора проверяют выполнение следующих функций:

- измерение и отображение значений параметров технологического процесса;
- измерение и отображение текущих значений даты и времени.

8.3.3 Проверка функционирования ИС с АРМ оператора

На АРМ оператора проверяют наличие экранных форм согласно инструкции пользователя. Проверяют отображение текущих значений технологических параметров и

информации о ходе технологического процесса, текущих значений даты и времени, возможность отображения в реальном масштабе времени технологических параметров в виде исторического тренда.

Результат проверки положительный, если по всем ИК ИС (перечень ИК приведён в описании типа) на экранных формах отображаются текущие значения параметров технологического процесса в установленных единицах, даты и времени, и результаты измерений находятся в заданных диапазонах.

## 9 Проверка программного обеспечения средства измерений

### 9.1 Проверка идентификационных данных программного обеспечения

Проверку идентификационных данных ПО ИС проводят в процессе функционирования. Прикладное ПО ИС включает программное обеспечение, функционирующее на АРМ оператора, и программное обеспечение ПЛК, являющееся метрологически значимой частью ПО ИС. С АРМ оператора получают доступ к встроенному ПО ИС. Проверяют следующие идентификационные данные метрологически значимой части ПО ИС (ПО ПЛК).

### 9.2 К идентификационным данным ПО ПЛК относятся:

- идентификационное наименование ПО;
- номер версии ПО;
- значения цифровых идентификаторов метрологически значимой части ПО ПЛК.

Идентификационные данные ПО ПЛК приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Идентификационные данные метрологически значимой части ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Unity Pro
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 11.0
Цифровой идентификатор ПО	-

Результаты проверки положительные, если наименование, номер версии и значения цифровых идентификаторов метрологически значимой части ПО ПЛК соответствуют данным, указанным в таблице 3 настоящей МП.

## 10 Определение метрологических характеристик средства измерений

### 10.1 Определение метрологических характеристик

Метрологические характеристики ИК ИС определяют расчётно-экспериментальным способом (согласно МИ 2439-97). Определение метрологических характеристик измерительных и комплексных компонентов ИК ИС (ПИП, модулей ввода аналоговых сигналов ПЛК) выполняют экспериментально в соответствии с утверждёнными методиками поверки на каждый тип СИ. МХ ИК рассчитывают по МХ компонентов ИС в соответствии с методикой, приведённой в 10.1.1.3 настоящей МП.

#### 10.1.1 Определение метрологических характеристик компонентов ИК ИС

Метрологические характеристики измерительных и комплексных компонентов ИС принимают равными значениям, приведённым в эксплуатационной документации (паспорт, формуляр и др.) СИ при наличии на них действующей поверки.

Значения основной и дополнительной погрешности компонента ИК ИС берут из описания типа ИС.

#### 10.1.2 Исходные допущения для определения погрешности ИК ИС

Погрешности компонентов ИС относятся к инструментальным погрешностям. Факторы, определяющие погрешность, независимы. Погрешности компонентов ИС – не корре-

лированы между собой. Законы распределения погрешностей компонентов ИС – равномерные.

### 10.1.3 Методика расчёта метрологических характеристик ИК ИС

10.1.3.1 Погрешности ИК температуры, уровня и концентрации паров нормированы в абсолютной форме. Погрешности ИК расхода и концентрации паров нормированы в относительной форме. Погрешности ИК давления и уровня нормированы в приведённой форме.

10.1.3.2 Абсолютную погрешность ИК  $\Delta_{\text{ИК\_осн}}$ , определяют, исходя из состава ИК ИС, по формуле

$$\Delta_{\text{ИК\_осн}} = \Delta_{\text{ПИП}} + \Delta_{\text{ПЛК}} + \Delta_{\text{ЛС}}, \quad (1)$$

где  $\Delta_{\text{ПИП}}$  – абсолютная погрешность ПИП;

$\Delta_{\text{ПЛК}}$  – абсолютная погрешность модуля ввода аналоговых сигналов ПЛК;

$\Delta_{\text{ЛС}}$  – абсолютная погрешность линии связи.

Примечание – Погрешность линии связи определяется потерями в линиях связи. Между измерительными и комплексными компонентами линии связи (ЛС) 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 ПЛК велико, поэтому потери в ЛС пренебрежимо малы. Информационный обмен между комплексными и вычислительными компонентами осуществляется посредством промышленной информационной сети по интерфейсу RS – 485, 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 равной нулю.

Для расчёта погрешности измерительного канала по формуле (1) погрешность компонента ИК ИС 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  $X_{\text{В}}$  и  $X_{\text{Н}}$  – верхний и нижний пределы измерений компонента ИК ИС, единица величины.

Для модулей ввода аналоговых сигналов ПЛК, погрешность которых нормирована в приведённой форме, необходимо определить значение силы тока, соответствующей номинальному значению. Расчёт значения силы тока  $I_{\text{номи}}$ , мА, соответствующей номинальному значению измеряемой величины  $X_{\text{номи}}$ , единица величины, проводят:

а) для диапазона входного сигнала модуля ПЛК (0–5) мА по формуле

$$I_{\text{номи}} = \frac{D_{\text{сигнала}} \cdot X_{\text{номи}}}{D_{\text{ПИП}}}, \quad (3)$$

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

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

б) для диапазона входного сигнала модуля ПЛК (4–20) мА по формуле

$$I_{\text{номи}} = \frac{D_{\text{сигнала}} \cdot X_{\text{номи}}}{D_{\text{ПИП}}} + 4, \quad (4)$$

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

10.1.3.3 Относительную погрешность ИК  $\delta_{\text{ИК\_осн}}$ , %, определяют, исходя из состава ИК ИС (в соответствии с РМГ 62), по формуле

$$\delta_{\text{ИК\_осн}} = K \cdot \sqrt{\delta_{\text{ПИП}}^2 + \delta_{\text{ПЛК}}^2 + \delta_{\text{алг}}^2 + \delta_{\text{ЛС}}^2}, \quad (5)$$

где  $K = 1,2$ ;

$\delta_{\text{ПИП}}$  - относительная погрешность ПИП, %;

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

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

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

Для расчёта погрешности ИК ИС по формуле (5) погрешность компонента ИК ИС переводят в относительную форму  $\delta$ , %, для случая её представления в абсолютной или приведённой формах по формуле

$$\delta = \frac{\Delta}{X_{\text{ном}}} \cdot 100 = \gamma \cdot \frac{X_{\text{В}} - X_{\text{Н}}}{X_{\text{ном}}}, \quad (6)$$

где  $\Delta$  - пределы допускаемой абсолютной погрешности компонента ИК ИС, единица величины;

$\gamma$  - пределы допускаемой приведённой погрешности компонента ИК ИС, нормированной для диапазона измерений;

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

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

$X_{\text{ном}}$  - номинальное значение измеряемой величины, для которой рассчитывают пределы 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 ( $i = 1, \dots, 5$ ).

10.1.3.4 Приведённую погрешность ИК, исходя из состава ИК ИС  $\gamma_{\text{ИК\_осн}}$ , %, определяют следующим образом:

а) переводят погрешность компонентов ИК ИС из приведённой формы в относительную по формуле (6) согласно ГОСТ 8.508 в точках  $X_{\text{ном}i}$ , соответствующих 5, 25, 50, 75 и 95 % от диапазона измерений;

б) вычисляют по формуле (5) основную относительную погрешность ИК ИС для каждой  $i$ -ой точки диапазона измерений  $\delta_{\text{ИК\_осн}i}$ , %;

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

$$\gamma_{\text{ИК\_осн}i} = \frac{\delta_{\text{ИК\_осн}i} \cdot X_{\text{ИК\_ном}i}}{X_{\text{В}} - X_{\text{Н}}}, \quad (7)$$

где  $X_{\text{В}}$  и  $X_{\text{Н}}$  - верхний и нижний пределы измерений ИК ИС (в тех же единицах, что и  $X_{\text{ИК\_ном}i}$ );

$X_{\text{ИК\_ном}i}$  - номинальное значение ИК ИС, соответствующее  $i$ -ой точке диапазона измерений;

г) выбирают из пяти значений, полученных по формуле (7), максимальное и приписывают его основной приведённой погрешности ИК ИС.

Рассчитывают (фактические) значения погрешности ИК ИС.

## 10.2 Комплексный способ определения погрешности ИК ИС

Комплектный способ определения погрешности ИК проводят калибратором электрических сигналов при отключенных первичных измерительных преобразователях. Результаты измерений фиксируют с АРМ оператора.

## 11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Рассчитывают (фактические) значения погрешности ИК ИС в соответствии с методикой, приведённой в 10.1.3 настоящей МП, или фиксируют значения с АРМ оператора при комплектном способе.

Результаты проверки положительные, если фактические значения погрешности измерительных каналов не превышают пределы допускаемой погрешности, установленные в таблице 4.

Таблица 4

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности ИК расхода	$\pm 0,4$ % со счетчиком-расходомером массовым кориолисовым ROTAMASS, $\delta = \pm 0,1$ %; $\pm 2,2$ % с расходомером-счетчиком вихревым объемным YEWFLOW DY, $\delta = \pm 1,0$ %
Пределы допускаемой приведенной погрешности ИК давления	$\pm 0,4$ % с датчиком давления Метран-150, $\gamma = \pm 0,2$ %
Пределы допускаемой приведенной или абсолютной погрешности ИК уровня	$\pm 2,1$ мм с уровнемером микроволновым бесконтактным VEGAPULS 6*, $\Delta = \pm 2,0$ мм; $\pm 0,3$ % с уровнемером ультразвуковым модификации SITRANS PROBE LU, $\gamma = \pm 0,15$ %; $\pm 0,6$ % с датчиком давления Метран-55, $\gamma = \pm 0,2$ %
Пределы допускаемой абсолютной погрешности ИК температуры	$\pm (2,6 + 0,005 \cdot t)$ °С с термопреобразователем сопротивления Метран-2000; $\pm (2,1 + 0,005 \cdot t)$ °С с термопреобразователем сопротивления из платины и меди ТС или с термопреобразователем сопротивления ТСМ-0193
Пределы допускаемой относительной или абсолютной погрешности ИК концентрации паров	$\pm 23,4$ % с газоанализатором КОЛИОН-1, $\delta = \pm 15$ %; $\pm 9,7$ % НКПР с датчиком-газоанализатором ДАК, $\Delta = \pm 7,5$ % НКПР
Примечание – В таблице приняты следующие обозначения: t – измеренное значение температуры среды, °С, $\Delta$ – абсолютная погрешность, $\delta$ – относительная погрешность, %, $\gamma$ – приведенная погрешность, %, НКПР – нижний концентрационный предел	

## 12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

12.2 При положительных результатах поверки ИС вносят сведения в ФИФОЕИ, может быть оформлено свидетельство о поверке.

12.3 При отрицательных результатах поверки ИС к эксплуатации не допускается и выписывается извещение о непригодности.

12.4 Особенности конструкции ИС препятствуют нанесению на нее знака поверки. Знак поверки наносят на свидетельство о поверке.