

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
по метрологии – директор Филиала
ООО «КЭР-Автоматика»
«Центр метрологического
обеспечения предприятий»



Д. Д. Погодин

2025 г.

« 31 »

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ
ИНСТРУКЦИЯ**

**Система автоматизированная коммерческого учёта технической воды
филиала «Костромская ГРЭС» АО «Интер РАО-Электрогенерация»**

Методика поверки

МП.У-0345-1.1

Казань
2025

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на систему автоматизированную коммерческого учёта технической воды филиала «Костромская ГРЭС» АО «Интер РАО-Электрогенерация» (далее – АСУТВ) и устанавливает порядок проведения первичной и периодической поверок.

Поверку АСУТВ проводят в диапазоне измерений, указанном в описании типа АСУТВ, или фактически обеспечиваемым при поверке диапазоне измерений с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведения поверки.

Прослеживаемость при поверке АСУТВ обеспечивается в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты», подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени», подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022 и в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2356 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости», подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2025.

Средства измерений (далее – СИ), входящие в состав АСУТВ, поверяют с интервалом между поверками, установленными при утверждении их типа. Если очередной срок поверки какого-либо СИ наступает до очередного срока поверки АСУТВ, поверяется только это СИ. При этом поверка АСУТВ (в том числе в части узла учета, в состав которого входит это СИ) не проводится.

При этом поверка АСУТВ (в том числе в части УУ, в состав которого входит это СИ) не проводится.

Допускается проведение поверки отдельных УУ из состава АСУТВ в соответствии с заявлением эксплуатирующей организации.

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняются операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9

Продолжение таблицы 1

Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Оформление результатов поверки	Да	Да	11

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C от +10 до +35;
- относительная влажность, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 70 до 106,7.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

Поверку АСУТВ осуществляют аккредитованные в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели изучившие настоящую методику поверки и руководство по эксплуатации на АСУТВ, имеющие стаж работы по данному виду измерений не менее 1 года.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 2 – Требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 3 Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от + 10 °C до +35 °C, с абсолютной погрешностью не более ± 1 °C; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с погрешностью не более ± 2 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 70 до 106,7 кПа, с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ кПа	Прибор комбинированный Testo 622 регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 53505-13

Продолжение таблицы 2

п. 10.1 Определение допускаемой абсолютной погрешности системного времени	Пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации фронта выходного импульсного сигнала 1 Гц к национальной шкале времени UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS ± 150 нс; Пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации переднего фронта кодовой последовательности формата IRIG-A(B) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS относительно национальной шкалы времени UTC(SU) ± 150 нс; Пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации формируемой шкалы времени с национальной шкалой времени UTC(SU) по протоколу NTP на интерфейсе Ethernet БКВ в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS ± 150 мкс; Пределы допускаемой абсолютной погрешности хранения формируемой шкалы времени за сутки ± 20 мс	Блоки коррекции времени ЭНКС-2, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 37328-15
10.2 Определение геометрических характеристик сечения трубопроводов и водоводов	Средства измерений длины: класс точности 2; Средства измерений толщины: Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm (0,05 + 0,01 \cdot S)$, где S – измеренное значение толщины, мм. Лазерный дальномер: Предел допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 1,0$ мм. (измерения расстояний до 10 м.)	Рулетка измерительная RGK R-23, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 75296-19; Толщиномер ультразвуковой ТЭМП-УТ1, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 38230-08; Лазерный дальномер Leica Disto D3, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 44938-10

5.1 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 2.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать требования:

- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденные приказом Минтруда № 903н от 15.12.2020г., «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии».

- ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические.

- ГОСТ 12.2.007.3-75 Система стандартов безопасности труда. Электротехнические устройства на напряжение свыше 1000 В.

- ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия (с Изм. № 1).

И указаниями по безопасности, оговоренными в технических документациях, руководствах по эксплуатации на средства измерения АСУТВ в соответствующей документации на эталоны и другие средства поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра системы проверяют:

- соответствие СИ описанию и составу, приведенному в описании типа;
- отсутствие механических повреждений СИ, входящих в состав АСУТВ;
- состояние линий связи, разъемов и соединительных клеммных колодок, при этом они должны соответствовать технической документации на АСУТВ и не иметь повреждений, деталей с ослабленным или отсутствующим креплением;

- наличие действующих пломб в установленных местах, соответствие заводских номеров технических компонентов АСУТВ номерам, указанным в эксплуатационной документации;

- наличие заземляющих клемм (или клемм на корпусах) шкафов с электрооборудованием, входящим в состав АСУТВ;

- соответствие комплектности АСУТВ паспортным данным.

7.2 Результаты осмотра считают удовлетворительными, если выполняются вышеуказанные требования.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Для проведения поверки представляют следующую документацию:

- руководство по эксплуатации на АСУТВ;
- описание типа;
- свидетельства о поверке СИ, входящих в УУ АСУТВ, и свидетельство о предыдущей поверке АСУТВ (при периодической и внеочередной поверке);

8.2 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- проводят организационно-технические мероприятия по доступу поверителей и персонала энергообъекта к местам установки СИ в составе АСУТВ;

- проводят организационно-технические мероприятия по обеспечению безопасности поверочных работ в соответствии с действующими правилами и руководствами по эксплуатации применяемого оборудования;

- средства поверки выдерживают в условиях и в течение времени, установленных в нормативных документах на средства поверки;

- все средства измерений, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены, подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение - после всех отсоединений.

8.3 Опробование средства измерений

8.3.1 Перед опробованием АСУТВ в целом необходимо выполнить проверку функционирования её компонентов.

8.3.2 Проверяют правильность функционирования АСУТВ в соответствии с его эксплуатационной документацией с помощью тестового программного обеспечения.

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

8.3.4 Результаты опробования считают положительными, если при работе АСУТВ и СИ, входящих в состав, отсутствуют сообщения об ошибках.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверка программного обеспечения (далее – ПО) в части идентификационного наименования и номера версии (идентификационного номера) ПО производится для метрологически значимой части ПО в составе АСУТВ, приведенном в таблице 3.

Таблица 3 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	ПК «Энергосфера», libpso_metr.so
Номер версии (идентификационный номер) ПО	-
Цифровой идентификатор ПО	01e3eae897f3ce5aa58ff2ea6b948061
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения	MD5

9.2 В соответствии с указаниями инструкции оператора считывают с сервера АСУТВ идентификационные наименования, номер версии ПО и сличают полученные данные с данными, приведенные в таблице 3.

Результат проверки считается положительным, если идентификационные наименования и номер версии ПО соответствуют указанным в таблице 3.

9.3 Проверка цифрового идентификатора (контрольной суммы исполняемого кода) ПО метрологически значимой части ПО и алгоритма вычисления цифрового идентификатора производится в следующем порядке: на сервере АСУТВ запускают программу расчета контрольной суммы по соответствующему алгоритму (MD5) и производят расчет контрольной суммы для файлов ПО, указанных в таблице 3.

Результат проверки считается положительными, если рассчитанные контрольные суммы ПО совпадают с приведенными в таблице 3.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Проверка наличия сведений в ФИФ ОЕИ об утверждении типа СИ, входящих в состав АСУТВ.

Проверяют наличия сведений в ФИФ ОЕИ об утверждении типа СИ, входящих в состав АСУТВ.

Проверяют наличие в ФИФ ОЕИ сведений о положительной поверке СИ, входящих в состав АСУТВ

Результаты поверки считают положительными, если все СИ, входящие в состав АСУТВ, имеют действующие сведения в ФИФ ОЕИ об утверждении типа СИ и сведения о положительной поверке в ФИФ ОЕИ.

10.2 Определение геометрических характеристик сечения трубопроводов и водоводов.

Определение геометрических характеристик внутреннего диаметра трубопровода для УУ 1-21.

Измерительной рулеткой измеряем длину окружности трубопровода $L_{окр}$, мм. Измерения повторять не менее трех раз на каждом трубопроводе.

Толщиномером ультразвуковым измеряем толщину стенки трубопровода S , мм. Измерения повторять не менее трех раз на каждом трубопроводе.

Рассчитываем средние значения длины окружности трубопровода и толщину стенки трубопровода для УУ 1-16, 19-21.

Внутренний диаметр $D_{\text{вн}}$ трубопровода рассчитывается по формуле

$$D_{\text{вн}} = \left(\frac{L_{\text{окр.ср}}}{\pi} \right) - 2 \cdot C_{\text{ср}} \quad (1)$$

где π – число Пи равный 3,14;

$L_{\text{окр.ср}}$ – средняя длина окружности трубы, измеренная рулеткой измерительной, мм;

$C_{\text{ср}}$ – средняя толщина стенки трубопровода измеренная ультразвуковым толщиномером, мм.

Результаты поверки считают положительными, если отклонение среднего значения $D_{\text{вн}}$, мм, для УУ 1-16, 19-21 не превышает ± 40 мм.

Рассчитываем средние значения внутреннего диаметра $D_{\text{вн}}$ трубопровода для УУ 17, 18.

Лазерным дальномером измеряем внутренний диаметр $D_{\text{вн}}$ трубопровода не менее чем в четырех точках.

Рассчитываем средние значения внутреннего диаметра $D_{\text{вн}}$ трубопровода для УУ 17, 18.

Результаты поверки считают положительными, если отклонение среднего значения $D_{\text{вн}}$, мм, для УУ 17, 18 не превышает ± 40 мм.

Определение геометрических характеристик внутреннего сечения водовода для УУ 22-24.

Внутреннее сечение водовода рассчитывается измерением высоты и ширины водовода с помощью рулетки измерительной.

Измерения повторять не менее трех раз на каждом водоводе.

Результаты поверки считают положительными, если отклонение среднего значения внутреннего сечения водовода для УУ 22-24 не превышает ± 20 мм.

10.3 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема технической воды.

10.3.1 Относительная погрешность измерений объема и объемного расхода технической воды, $\delta_{\text{нп}}$, %, для УУ 1-18 рассчитывается по формуле

$$\delta_{\text{нп}} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_Q^2 + \delta_S^2} \quad (2)$$

где δ_Q – предел допускаемой относительной погрешности измерений объема и объемного расхода, %;

δ_S – предел допускаемой относительной погрешности площади трубопровода, %.

Относительная погрешность при измерений объема и объемного расхода технической воды, δ_Q , %, рассчитывается по формуле

$$\delta_Q = 1,0 + 0,20/v \quad (3)$$

где v – скорость потока, м/с.

Скорость потока, v , м/с, рассчитывается по формуле

$$v = \frac{Q}{S \cdot 3600} \quad (4)$$

где Q – объемный расход, м³/ч.

Площадь сечения трубопроводов, S , м², рассчитывается по формуле

$$S = \frac{\pi D^2}{4} \quad (5)$$

где D – измеренный внутренний диаметр трубопровода, м.

Относительная погрешность при измерении площади трубопровода, δ_S , %, рассчитывается по формуле

$$\delta_S = 2 \cdot \left(\frac{\Delta_p + \Delta_T}{D \cdot 100} \right) \quad (6)$$

где Δ_p – предел допускаемой абсолютной погрешности измерительной рулетки, мм;

Δ_T – предел допускаемой абсолютной погрешности толщиномера, мм;

D – измеренный внутренний диаметр трубопровода, м.

Абсолютная погрешность измерительной рулетки, Δ_p , мм, рассчитывается по формуле

$$\Delta_p = \pm(0,30 + 0,15 \cdot (L - 1)) \quad (7)$$

где L – число полных и неполных метров, м.

Абсолютная погрешность толщиномера, Δ_T , мм, рассчитывается по формуле

$$\Delta_T = \pm(0,05 + 0,01 \cdot S) \quad (8)$$

где S – измеренное значение толщины, мм.

Результаты поверки считают положительными, если значение относительной погрешности измерений объема и объемного расхода технической воды $\delta_{\text{нп}}$, %, для УУ 1-18 не превышает $\pm 5,7$ %.

10.3.2 Относительная погрешность измерений объема и объемного расхода технической воды при безнапорном режиме течения по методике «площадь-скорость», $\delta_{\text{бн}}$, %, УУ 19-21 рассчитываются по формуле

$$\delta_{\text{бн}} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_Q^2 + \delta_S^2} \quad (9)$$

при полном заполнении измерительного канала

$$\delta_{\text{бн}} = \delta_Q \quad (10)$$

где δ_Q – предел допускаемой относительной погрешности измерений объема и объемного расхода, %;

δ_S – предел допускаемой относительной погрешности при измерении площади сечения потока каналов произвольного сечения, %.

Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объема и объемного расхода, δ_Q , %, для УУ 19-21 рассчитываются по формуле

$$\delta_Q = 1,0 + 0,10/v \quad (11)$$

где v – скорость потока, м/с.

Площадь сечения при неполном заполнении трубопроводов, S_h , м², для УУ 19-21 рассчитываются по формуле

$$S_h = \frac{D^2}{4} \arccos\left(1 - \frac{2h}{D}\right) - \left(\frac{D}{2} - h\right) \sqrt{h(D-h)} \quad (12)$$

где h – уровень заполнения трубопровода, м;

D – измеренный внутренний диаметр трубопровода, м.

Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении площади сечения потока каналов произвольного сечения, δ_S , %, для УУ 19-21 рассчитываются по формуле

$$\delta_S = \frac{\left(\frac{\partial S}{\partial h} \cdot \delta_h\right)}{S_h} \cdot 100 \quad (13)$$

где δ_h – пределы допускаемой относительной погрешности при измерении уровня жидкости, %.

Результаты поверки считают положительными, если значение относительной погрешности измерений объема и объемного расхода технической воды при безнапорном режиме течения по методике «площадь-скорость», $\delta_{\text{бн}}$, %, для УУ 19-21 не превышает $\pm 9,0$ %.

10.3.3 Относительная погрешность измерений объема и объемного расхода технической воды при безнапорном режиме течения по методике «площадь-скорость», $\delta_{\text{бн}}$, %, для УУ 22-24 рассчитываются по формуле

$$\delta_{\text{бн}} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_Q^2 + \delta_S^2} \quad (14)$$

где δ_Q – предел допускаемой относительной погрешности измерений объема и объемного расхода, %;

δ_S – предел допускаемой относительной погрешности при измерении площади сечения потока, %.

Пределы допускаемой относительной погрешности измерений скорости потока, δ_c , %, для УУ 22-24 рассчитываются по формуле

$$\delta_Q = 1,5 + 0,3/v \quad (15)$$

где v – скорость потока, м/с.

Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении площади сечения потока каналов прямоугольного сечения, δ_s , %, УУ 22-24 рассчитываются по формуле

$$\delta_s = \frac{\left(\frac{\partial s}{\partial h} \cdot \delta_h\right)}{h \cdot B} \cdot 100 \quad (16)$$

где δ_h – пределы допускаемой относительной погрешности при измерении уровня жидкости, %;

h – уровень заполнения прямоугольного канала, м;

B – измеренное значение ширины прямоугольного канала, м.

Результаты поверки считают положительными, если значение относительной погрешности измерений объема и объемного расхода технической воды при безнапорном режиме течения по методике «площадь-скорость», $\delta_{\text{бн}}$, %, для УУ 22-24 не превышает $\pm 8,3$ %.

10.3.4 Определение общего объемного расхода технической воды.

10.3.4.1 Общий объемный расход технической воды $Q_{\text{п}}$, м³/ч рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{п}} = \sum_{i=1}^{18} Q_i - \sum_{i=19}^{24} Q_i \quad (17)$$

где Q_i – значение объемного расхода технической воды, зарегистрированное i -м расходомером, установленном в i -м водоводе (трубопроводе), м³/ч;

i – номер узла учета.

10.3.4.2 Предел допускаемой относительной погрешности при измерении общего объемного расхода технической воды δ_Q , % рассчитывается по формуле

$$\delta_{Q_{\text{п}}} = \left(\sum_{i=1}^{18} Q_i \delta_i + \sum_{i=19}^{24} Q_i \delta_i \right) / \left(\sum_{i=1}^{18} Q_i - \sum_{i=19}^{24} Q_i \right) \quad (18)$$

где Q_i – значение объемного расхода технической воды, зарегистрированное i -м расходомером, установленном в i -м трубопроводе/водоводе, м³/ч;

δ_i – предел допускаемой относительной погрешности измерения объемного расхода технической воды, зарегистрированное i -м расходомером, установленном в i -м трубопроводе/водоводе, %.

Результаты поверки считают положительными, если значение относительной погрешности при измерении общего объемного расхода технической воды, $\delta_{Q_{\text{п}}}$, %, не превышает:

$\pm 2,5$ % при значении объемного расхода технической воды, потребляемой АСУТВ равной максимальному расходу для УУ 1-18 и максимальному расходу в УУ 19-24;

$\pm 22,3$ % при значении объемного расхода технической воды, потребляемой АСУТВ равной минимальному расходу для УУ 1-18 и минимальному расходу в УУ 19-24.

10.4 Определение допускаемой абсолютной погрешности системного времени.

Для проверки хода часов выполнить сличение показаний часов АСУТВ и сервера с показаниями блока коррекции времени ЭНКС-2. Через 24 часа повторить сличение и определить разницу показаний по формуле

$$\Delta t = t_2 - t_1 \quad (19)$$

где t_1 – показания блока коррекции времени ЭНКС-2;

t_2 – показания часов или сервера АСУТВ.

Результаты проверки считают положительными, если значение абсолютной погрешности показаний часов не превышает ± 5 с.

10.5 Проверка отсутствия ошибок информационного обмена.

10.5.1 На сервере АСУТВ распечатывают значения результатов измерений, зарегистрированные за полные предшествующие дню проверки сутки по всем УУ. Проверяют наличие данных, соответствующих каждому интервалу времени. Пропуск данных не допускается за исключением случаев, когда этот пропуск был обусловлен отключением УУ или устраненным отказом какого-либо компонента АСУТВ.

10.5.2 Распечатывают журнал событий и отмечают моменты нарушения связи между расходомерами ультразвуковыми и сервером. Проверяют сохранность измерительной информации сервера АСУТВ на тех интервалах времени, в течение которого была нарушена связь (если такое нарушение было).

Результаты проверки считают положительными, если результаты измерений сервера, не превышает единицы младшего разряда.

11 Оформление результатов поверки

Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

Аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, передает в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений сведения о результатах поверки установки в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510.

При наличии заявления владельца АСУТВ, случае положительных результатов поверки, выдают свидетельство о поверке с нанесением на него знаком поверки, оформленное на бумажном носителе.

При проведении поверки для части измеряемых величин, при оформлении протокола поверки и свидетельства о поверке (при необходимости), передаче сведений о результатах поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений указывают информацию о проведении поверки в сокращенном объеме, с указанием поверяемых величин.

В случае отрицательных результатов поверки выдают извещение о непригодности АСУТВ к применению.