

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ЗАО КИП «МЦЭ»



А. В. Федоров

2025 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Комплексы учета энергоносителей ЭМИС-ЭСКО 2210

Методика поверки

ЭЭ2210.000.000.00 МП

Челябинск
2025 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на комплексы учета энергоносителей ЭМИС-ЭСКО 2210 (в дальнейшем – комплексы), серийно изготавливаемые по ТУ 4218-040-14145564-2011, и устанавливает методику их обязательной первичной и периодической поверок (в дальнейшем - поверка).

Комплексы учета энергоносителей «ЭМИС-ЭСКО 2210» предназначены для измерения расхода, давления, температуры, массы и объема жидкостей, пара, газов и газовых смесей (среды), гелиевого концентрата, измерения тепловой энергии в закрытых и открытых системах теплоснабжения (в том числе в системах коммерческого учета), системах охлаждения и в отдельных трубопроводах при определении расхода методом переменного перепада давления на сужающих устройствах или расходомерами с токовыми, импульсными, частотными и цифровыми интерфейсными выходами, контроля измеряемых параметров среды, а также для измерения электрической энергии, в том числе по многотарифной схеме.

Первичную и периодическую поверку проводят органы Государственной метрологической службы или метрологические службы юридических лиц, аккредитованные на право поверки в соответствии с действующим законодательством.

Поверке подлежат только измерительные каналы (ИК), имеющиеся в комплексе, в соответствии с его составом, приведенном в формуляре на комплекс.

Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов из состава комплекса в соответствии с заявлением владельца, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке или формуляре информации об объеме проведенной поверки.

Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость комплекса к Государственному первичному эталону единицы объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017, в соответствии с ГПС для средств измерений согласно Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11.05.2022 № 1133 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа». Прослеживаемость подтверждается сведениями о положительных результатах поверки СИ, входящих в состав комплексов.

2 Перечень операций поверки

Поверку комплекса проводят поэлементно (расчетным методом).

Порядок и периодичность поверки первичных ИП и вычислителей определены в методиках поверки соответствующих средств измерений (в дальнейшем - СИ).

Первичную поверку проводят при выпуске из производства, а в процессе эксплуатации и после ремонта - периодическую поверку.

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операций	Номер пункта/раздела методики поверки	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Проверка программного обеспечения (ПО) средства измерений	9	да	да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	да	нет
Оформление результатов поверки	11	да	да

При получении отрицательных результатов на любой стадии, поверку прекращают, комплексы признают непригодным для эксплуатации.

3 Требования к условиям проведения поверки

Контроль условий поверки не требуется, так как поверка проводится расчетным методом.

Погрешность при промежуточных вычислениях должна быть выражена не более чем тремя значащими цифрами. Сохраняемую значащую цифру в погрешности оценки измеряемой величины при округлении увеличивают на единицу, если отбрасываемая цифра неукрываемого младшего разряда больше либо равна пяти, и не изменяют, если она меньше пяти.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К поверке допускают лиц, имеющих необходимую квалификацию и аттестованных в качестве поверителей в установленном порядке.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки комплекса используется расчетный метод.

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки соблюдают требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на комплекс, средства измерений, входящие в состав комплекса, и средства поверки.

При проведении поверки соблюдают требования безопасности в соответствии со следующими документами:

- правилами безопасности труда, действующими на объекте;
- правилами технической эксплуатации электроустановок (ПТЭ);
- правилами устройства электроустановок (ПУЭ).

Надписи и условные знаки, выполненные для обеспечения безопасной эксплуатации средств поверки должны быть четкими.

Доступ к средствам измерений и обслуживаемым при поверке элементам оборудования должен быть свободным.

ВНИМАНИЕ! Работы по монтажу и демонтажу комплексов необходимо проводить при отключенном напряжении.

7. Внешний осмотр

Внешний вид СИ, входящих в состав комплекса, должен соответствовать описанию и изображению, приведенным в описании типа соответствующих СИ.

При внешнем осмотре проверяют:

- комплектность и маркировку комплекса в соответствии с формуляром;
- наличие действующих свидетельств о поверке каждого СИ, входящего в состав комплекса и/или оттисков поверительных клейм либо наличие данных, подтверждающих факт поверки в федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений;
- наличие необходимых надписей на наружных панелях, наличие маркировки, отсутствие механических повреждений СИ, входящих в состав комплекса.

Комплекс считают прошедшим поверку, если комплектность, маркировка, внешний вид соответствуют данным, указанным в описании типа и ЭД комплекса.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

Проверяют наличие эксплуатационной, технической и нормативной документации, необходимой для организации и проведения работ по поверке комплекса:

- формуляр на комплекс;
- свидетельство о предыдущей поверке комплекса (при периодической поверке) и/или оттисков поверительных клейм либо наличие данных, подтверждающих факт поверки в федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений;

Выполняют организационные и технические мероприятия по технике безопасности и подготавливают рабочие места.

Подготавливают комплекс, оборудование и средства поверки для проведения работ в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

При опробовании проверяют исправность органов управления и индикации СИ, входящих в состав комплекса, соответствие диапазонов измерений СИ, используемых в составе комплекса, значениям, указанным в настройках вычислителей.

Опробование считают успешным, если корректно отображаются все названия и значения параметров, отсутствует индикация отказов, ошибок программирования и нештатных ситуаций; диапазоны измерений СИ, входящих в состав комплекса, соответствуют значениям, указанным в настройках вычислителей.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Комплексы работают с использованием программного обеспечения (ПО), входящего в состав средства обработки результатов измерений, применяемого в комплексе (преобразователи расчётно-измерительные, контроллеры / вычислители, корректоры, далее - вычислители).

Проверка соответствия, встроенного ПО, установленного в комплексе, требованиям технической документации производится при его поверке.

При проведении поверки комплекса это подтверждается наличием свидетельства о поверке вычислителя.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение погрешности ИК температуры

10.1.1 Абсолютную погрешность ИК температуры жидкостей, воды и пара ($\Delta(t)$), определяют при значениях верхнего, нижнего пределов и середины диапазона измерений ИК температуры (пределы указаны в формуляре на комплекс), по формулам:

- для термопреобразователей сопротивления с выходным сигналом по ГОСТ 6651 (НСХ)

для ТЭКОН-19, ТЭКОН-19Б

$$\Delta(t) = \sqrt{\Delta R_B(t)^2 + \Delta_{BT}(t)^2 + \Delta_{\Pi}(t)^2}, \quad (1)$$

для остальных вычислителей

$$\Delta(t) = \sqrt{\Delta_B(t)^2 + \Delta_{\Pi}(t)^2}, \quad (2)$$

где ΔR_B – предел допускаемой абсолютной погрешности вычислителя (указан в описании типа на ТЭКОН-19, ТЭКОН-19Б), пересчет сопротивления в температуру выполняется в соответствии с ГОСТ 6651-2009, °С;

$\Delta_{BT}(t)$ – предел допускаемой абсолютной погрешности расчета температуры вычислителем (указан в описании типа на ТЭКОН-19, ТЭКОН-19Б), для ТЭКОН-19 выполняется пересчет из приведенной формы в абсолютную, °С;

$\Delta_B(t)$ – предел допускаемой абсолютной погрешности преобразования и расчета температуры вычислителем (указано в описании типа на соответствующий вычислитель), °С;

$\Delta_{\Pi}(t)$ – предел допускаемой абсолютной погрешности ИП температуры, °С.

t – значение температуры, °С.

- для термопреобразователей с унифицированным выходным сигналом (если погрешность ИП нормирована в приведенной форме)

$$\Delta(t) = \sqrt{\left(\frac{t_{ДИ} \cdot \gamma_{\Pi}}{100}\right)^2 + \left(\frac{t_{ИК} \cdot \gamma_B}{100}\right)^2}, \quad (3)$$

где $t_{ДИ}$ – диапазон измерений ИП температуры, °С;

$t_{ИК}$ – диапазон измерений ИК температуры комплекса, °С;

γ_{Π} – предел допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности ИП температуры с учетом дополнительной погрешности от влияния температуры окружающей среды, %;

$\gamma_B = \sqrt{\gamma_{вп}^2 + \gamma_{вр}^2}$ – предел допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности преобразования ($\gamma_{вп}$) и расчета ($\gamma_{вр}$) температуры вычислителем, % ($\gamma_{вп}$, $\gamma_{вр}$ согласно описанию типа вычислителя. В случае отсутствия данных $\gamma_{вр}$ в ОТ вычислителя допускается принимать $\gamma_B = \gamma_{вп}$).

t – значение температуры, °С.

- для термопреобразователей с унифицированным выходным сигналом (если погрешность ИП нормирована в абсолютной форме)

$$\Delta(t) = \sqrt{\Delta t_{\Pi}^2 + \left(\frac{t_{ИК} \cdot \gamma_B}{100}\right)^2}, \quad (4)$$

где Δt_{Π} – предел допускаемой абсолютной погрешности ИП температуры, °С.

10.1.2 Результаты считают положительными, если для каждого ИК температуры вычисленные значения $\Delta(t)$ находятся в интервале, указанном в таблице А.1.

10.1.3 Относительную погрешность ИК термодинамической температуры газа (смеси газов) ($\delta(T)$), %, определяют по формуле

$$\delta(T) = \max\{|\Delta(t)/(t + 273.15)| \cdot 100\}, \quad (5)$$

где $\Delta(t)$ – абсолютная погрешность ИК температуры, определяемая по формулам (1-4) при значениях верхнего, нижнего пределов и середины диапазона измерений ИК температуры, диапазон измерений ИК температуры указан в формуляре на комплекс, °С;

t – значение температуры, °С.

10.1.4 Результаты считают положительными, если для каждого ИК температуры вычисленные значения $\delta(T)$ находятся в интервалах, приведенных в таблице А.2 для уровня точности измерений поверяемого ИК.

10.2 Определение погрешности ИК давления, разности давления

10.2.1 Приведенную к диапазону измерений погрешность ИК давления $\gamma(P)$ определяют по формуле:

$$\gamma(P) = \sqrt{\gamma_B(P)^2 + \gamma_{\Pi}(P)^2 + \gamma_D(P)^2}, \quad (6)$$

при измерении разности давления $\gamma(\Delta P)$ по формуле:

$$\gamma(\Delta P) = \sqrt{\gamma_B(P)^2 + \gamma_{\Pi}(\Delta P)^2 + \gamma_D(\Delta P)^2}, \quad (7)$$

где $\gamma_B(P)$ – предел допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности вычислителя при измерении давления и разности давления, %;

$\gamma_{\Pi}(P)$ – предел допускаемой основной приведенной к диапазону измерений погрешности ИП давления, %;

$\gamma_{\Pi}(\Delta P)$ – предел допускаемой основной приведенной к диапазону измерений погрешности ИП разности давления, %;

$\gamma_D(P)$ – предел допускаемой дополнительной приведенной к диапазону измерений погрешности ИП давления при изменении температуры окружающего воздуха в диапазоне условий эксплуатации ИП в месте его установки (температура окружающего воздуха в месте установки ИП давления указывается в формуляре на комплекс), %;

$\gamma_D(\Delta P)$ – предел допускаемой дополнительной приведенной к диапазону измерений погрешности ИП разности давления при изменении температуры окружающего воздуха в диапазоне условий эксплуатации ИП в месте его установки (температура окружающего воздуха в месте установки ИП разности давления указана в формуляре на комплекс), %.

10.2.2 Результаты считают положительными, если рассчитанные значения $\gamma(P)$ и $\gamma(\Delta P)$ для каждого ИК давления и разности давления жидкости, воды и пара находятся в интервалах, приведенных в таблице А.1.

10.2.3 Относительную погрешность ИК давления ($\delta(P)$) и разности давления ($\delta(\Delta P)$) газов и газовых смесей определяют при значении, соответствующем нижнему пределу диапазона измерения ИК давления и разности давления комплекса, так как при этом значении относительная погрешность является наибольшей, по формулам:

- погрешность ИК давления при использовании ИП абсолютного давления

$$\delta(P) = \frac{P_{max} - P_0}{P_{min}} \cdot \gamma(P) \quad (8)$$

- погрешность ИК давления при использовании ИП избыточного и атмосферного давления

$$\delta(P) = \frac{\sqrt{(P_{max}^{изб} + P_{max}^{атм})^2 \cdot \gamma_{в}(P)^2 + P_{max}^{изб}^2 \cdot (\gamma_{ПИ}(P)^2 + \gamma_{ДИ}(P)^2) + P_{max}^{атм}^2 \cdot (\gamma_{ПА}(P)^2 + \gamma_{ДА}(P)^2)}}{(P_{min}^{изб} + P_{min}^{атм})} \quad (9)$$

- погрешность ИК давления при использовании ИП избыточного давления и принятии атмосферного давления условно-постоянной величиной

$$\delta(P) = \frac{\sqrt{(P_{max}^{изб} + P_{max}^{атм})^2 \cdot \gamma_{в}(P)^2 + P_{max}^{изб}^2 \cdot (\gamma_{ПИ}(P)^2 + \gamma_{ДИ}(P)^2) + \frac{1}{6} P_{max}^{атм}^2 \cdot \left(\frac{P_{max}^{атм} - P_{min}^{атм}}{P_{max}^{атм} + P_{min}^{атм}} \cdot 100 \right)^2}}{(P_{min}^{изб} + P_{min}^{атм})} \quad (10)$$

- погрешность при измерении разности давления

$$\delta(\Delta P) = \frac{\Delta P_{max} - \Delta P_0}{\Delta P_{min}} \cdot \gamma(\Delta P) \quad (11)$$

- где P_0 – нижний предел диапазона измерений ИП давления (указан в формуляре на комплекс);
- ΔP_0 – нижний предел диапазона измерений ИП разности давления (указан в формуляре на комплекс);
- P_{max} – верхний предел диапазона измерений ИП давления (указано в формуляре на комплекс);
- P_{min} – нижний предел диапазона измерений ИК давления комплекса (указан в формуляре на комплекс);
- ΔP_{max} – верхний предел диапазона измерений ИП разности давления (указан в формуляре на комплекс);
- ΔP_{min} – нижний предел диапазона измерений ИК разности давления комплекса (указан в формуляре на комплекс);
- $\gamma(P)$ – приведенная к диапазону измерений погрешность ИК давления определяется по формуле (6), %;
- $\gamma_{в}(P)$ – предел допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности вычислителя при измерении давления, %;
- $\gamma_{ПИ}(P)$ – предел допускаемой основной приведенной к диапазону измерений погрешности ИП избыточного давления, %;
- $\gamma_{ПА}(P)$ – предел допускаемой основной приведенной к диапазону измерений погрешности ИП атмосферного давления, %;
- $\gamma_{ДИ}(P)$ – предел допускаемой дополнительной приведенной к диапазону измерений погрешности ИП избыточного давления при изменении температуры окружающего воздуха в диапазоне условий эксплуатации ИП в месте его установки (условия эксплуатации ИП давления указаны в формуляре на комплекс), %;
- $\gamma_{ДА}(P)$ – предел допускаемой дополнительной приведенной к диапазону измерений погрешности ИП атмосферного давления при изменении температуры окружающего воздуха в диапазоне условий эксплуатации ИП в месте его установки (условия эксплуатации ИП давления указаны в формуляре на комплекс), %;
- $P_{min}^{изб}, P_{max}^{изб}$ – нижний и верхний пределы диапазона измерений избыточного давления (указаны в формуляре на комплекс), кПа;

- $P_{min}^{атм}, P_{max}^{атм}$ – нижний и верхний пределы диапазона измерений атмосферного давления (указаны в формуляре на комплекс), кПа;
- $\gamma(\Delta P)$ – приведенная к диапазону измерений погрешность ИК разности давления определяется по формуле (7), %;

10.2.4 Результаты считают положительными, если рассчитанные значения $\delta(P)$ для каждого ИК давления газа (смеси газов) находятся в интервалах, приведенных в таблице А.2, для уровня точности измерений поверяемого ИК.

10.3 Определение относительной погрешности ИК расхода и объема газа (смеси газов).

10.3.1 Определение относительной погрешности ИК расхода (объема) газа (смеси газов) в рабочих условиях.

Относительная погрешность ИК расхода (объема) в рабочих условиях определяется по формулам:

– при измерении с помощью СУ

$$\delta(G) = 0,5 \cdot \delta(\Delta P) \quad (12)$$

– при измерении ИП расхода в диапазоне расхода, указанном в формуляре на комплекс

$$\delta(G) = \sqrt{\delta_B(G)^2 + \delta_{II}(G)^2} \quad (13)$$

- где $\delta(\Delta P)$ – относительная погрешность при измерении разности давления, определяемая по формуле (11), %;
- $\delta_B(G)$ – предел допускаемой относительной погрешности вычислителя при измерении расхода ИП расхода, %;
- $\delta_{II}(G)$ – предел допускаемой относительной погрешности ИП расхода (объема), %;

10.3.2 Результаты считают положительными, если для каждого ИК расхода и объема газа (смеси газов) рассчитанные значения $\delta(G)$ находятся в интервалах, приведенных в таблице А.2, согласно требуемому уровню точности.

10.3.3 Определение относительной погрешности ИК расхода и объема газа (смеси газов), приведенного к стандартным условиям ($\delta(V)$)

Относительную погрешность ИК расхода и объема газа (смеси газов), приведенного к стандартным условиям ($\delta(V)$), определяют по формуле

$$\delta(V) = \sqrt{\delta_B(V)^2 + \delta(T)^2 + \delta(P)^2 + \delta(G)^2 + \delta(K)^2 + \delta_{\tau}^2} \quad (14)$$

- где $\delta_B(V)$ – предел допускаемой относительной погрешности вычислителя при расчете объема газа, приведенного к стандартным условиям по измеренным значениям температуры, давления, объемного расхода в рабочих условиях или разности давления на СУ, %;
- $\delta(T)$ – относительная погрешность ИК термодинамической температуры газа (смеси газов), определяемая по формуле (5);
- $\delta(P)$ – относительная погрешность ИК абсолютного давления, определяемая:
- при измерении ИП абсолютного давления по формуле (8);
 - при измерении ИП избыточного и атмосферного давления по формуле (9);
 - при измерении ИП избыточного давления и принятии атмосферного давления условно-постоянной величиной по формуле (10).
- $\delta(G)$ – относительная погрешность ИК расхода (объема) в рабочих условиях, %, определяемая:
- при измерении с помощью СУ по формуле (12);
 - при измерении ИП расхода по формуле (13) в диапазоне расхода, указан-

	ном в формуляре на комплекс.
$\delta(K)$ –	предел допускаемой относительной погрешности коэффициента сжимаемости для требуемого уровня точности (указан в таблице А.2), %.
δ_τ –	предел допускаемой относительной погрешности определения времени вычислителем, %, указан в описании типа на вычислитель.

10.3.4 Результаты считают положительными, если:

- для каждого ИК расхода и объема газа (смеси газов) рассчитанные значения $\delta(V)$ находятся в интервалах, приведенных в таблице А.2, согласно требуемому уровню точности.

- для каждого ИК расхода и объема свободного нефтяного газа, приведенного к стандартным условиям в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.733, рассчитанные значения $\delta(V)$ находятся в интервалах, приведенных в таблице А.3, для СИКГ соответствующего класса и категории (производительности).

10.4 Определение относительной погрешности ИК массы (объема) жидкости, воды и массы пара

10.4.1 Относительную погрешность ИК объема жидкости, воды ($\delta(G)$) определяют:

– при измерении с помощью СУ по формуле (12);

– при измерении ИП расхода по формуле (13).

10.4.2 Относительную погрешность ИК массы жидкости, воды и пара ($\delta(M)$) определяют по формуле

– при использовании ИП объемного расхода

$$\delta(M) = \sqrt{\delta_B(M)^2 + \delta(G)^2} \quad (15)$$

где $\delta_B(M)$ – предел допускаемой относительной погрешности вычислителя при расчете массы, %;

$\delta(G)$ – относительная погрешность при измерении объемного расхода жидкости, воды, пара определяемая:

– при измерении с помощью СУ по формуле (12);

– при измерении ИП расхода по формуле (13).

– при использовании ИП массового расхода

$$\delta(M) = \sqrt{\delta_B^2 + \delta_p(M)^2} \quad (16)$$

где δ_B – предел допускаемой относительной погрешности измерения и преобразования расхода ИП массового расхода вычислителем, %, согласно описания типа вычислителя;

$\delta_p(M)$ – относительная погрешность ИП массового расхода, %.

10.4.3 Результаты считают положительными, если для каждого ИК массы (объема) жидкости, воды, массы пара рассчитанные значения $\delta(M)$, $\delta(G)$ находятся в интервалах, указанных в таблице А.1.

10.5 Определение относительной погрешности ИК тепловой энергии систем теплоснабжения

10.5.1 Относительную погрешность ИК тепловой энергии закрытых водяных систем теплоснабжения и отдельных трубопроводов ($\delta(Q_{звс})$) определяют в 3 значениях диапазона измерений согласно таблице 2 по формуле

$$\delta(Q_{звс}) = \sqrt{\delta_B(Q)^2 + \delta(\Delta t)^2 + \delta(M)^2} \quad (17)$$

где $\delta_B(Q)$ – предел допускаемой относительной погрешности вычислителя при расчете тепловой энергии (энтальпии) воды, %;

- $\delta(M)$ – относительная погрешность ИК расхода (массы), определяемая по формулам (15) или (16);
- $\delta(\Delta t)$ – относительная погрешность комплекса при измерении разности температуры %.

Относительная погрешность комплекса при измерении разности температуры ($\delta(\Delta t)$) определяется:

– в отдельном трубопроводе при значениях верхнего, нижнего пределов и середины диапазона измерений ИК температуры, относительно температуры холодного источника, заданной условно-постоянной величиной, по формуле

для ТЭКОН-19, ТЭКОН-19Б

$$\delta(\Delta t) = \sqrt{\left(\frac{\Delta R_B}{R_B(t_{ГВС})}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{ВТ}(t)}{t_{ГВС}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{П}(t_{ГВС})}{t_{ГВС}}\right)^2} \cdot 100 \quad (18)$$

для остальных вычислителей

$$\delta(\Delta t) = \sqrt{\left(\frac{\Delta_{В}(t)}{t_{ГВС}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{П}(t_{ГВС})}{t_{ГВС}}\right)^2} \cdot 100 \quad (19)$$

- где Δt – значение разности температуры относительно температуры холодного источника, °С;
- ΔR_B – предел допускаемой абсолютной погрешности ИК сопротивления вычислителя (указан в описании типа на ТЭКОН-19, ТЭКОН-19Б), Ом;
- $R_B(t_{ГВС})$ – значение сопротивления, соответствующее измеряемой температуре в трубопроводе ГВС (определяется по ГОСТ 6651-2009), Ом;
- $\Delta_{ВТ}(t)$ – предел допускаемой абсолютной погрешности расчета температуры вычислителем (указан в описании типа на ТЭКОН-19, ТЭКОН-19Б), для ТЭКОН-19 выполняется пересчет из приведенной формы в абсолютную, °С;
- $\Delta_{В}(t)$ – предел допускаемой абсолютной погрешности преобразования и расчета температуры вычислителем (указан в описании типа вычислителя), °С;
- $\Delta_{П}(t_{ГВС})$ – предел допускаемой абсолютной погрешности ИП температуры в трубопроводе ГВС, °С;
- $t_{ГВС}$ – значение температуры в трубопроводе ГВС, °С.

– в двух трубопроводах систем теплоснабжения по формуле для ТЭКОН-19, ТЭКОН-19Б

$$\delta(\Delta t) = \sqrt{\left(\frac{\Delta R_B}{R_{B1}(t_1)}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{ВТ}(t)}{t_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta R_B}{R_{B2}(t_2)}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{ВТ}(t)}{t_2}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{П}(\Delta t)}{\Delta t}\right)^2} \cdot 100 \quad (20)$$

для остальных вычислителей

$$\delta(\Delta t) = \sqrt{\left(\frac{\Delta_{В}(\Delta t)}{\Delta t}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{П}(\Delta t)}{\Delta t}\right)^2} \cdot 100 \quad (21)$$

- где ΔR_B – предел допускаемой абсолютной погрешности ИК сопротивления вычислителя (указан в описании типа на ТЭКОН-19, ТЭКОН-19Б), Ом;
- $R_{B1}(t_1)$ – значение сопротивления, соответствующее измеряемой температуре в подающем трубопроводе (определяется по ГОСТ 6651-2009), Ом;
- $R_{B2}(t_2)$ – значение сопротивления, соответствующее измеряемой температуре в обратном трубопроводе (определяется по ГОСТ 6651-2009), Ом;
- $\Delta_{ВТ}(t)$ – предел допускаемой абсолютной погрешности расчета температуры вычислителем (указан в описании типа на ТЭКОН-19, ТЭКОН-19Б), для ТЭКОН-19 выполняется пересчет из приведенной формы в абсолютную, °С;

- $\Delta_{\text{вТ}}(t)$ – предел допускаемой абсолютной погрешности расчета температуры вычислителем (указан в описании типа на ТЭКОН-19, ТЭКОН-19Б), для ТЭКОН-19 выполняется пересчет из приведенной формы в абсолютную, °С;
- $\Delta_{\text{в}}(\Delta t)$ – предел допускаемой абсолютной погрешности преобразования и расчета разности температуры вычислителем (указано в описании типа вычислителя), °С;
- t_1 – значение температуры в подающем трубопроводе (согласно таблице 2), °С;
- t_2 – значение температуры в обратном трубопроводе (согласно таблице 2), где $t_1 > \Delta t$, °С;
- Δt – значение разности температуры согласно таблице 2, °С;
- $\Delta_{\text{п}}(\Delta t)$ – предел допускаемой абсолютной погрешности первичных ИП температуры при измерении разности температуры, °С, определяемый при измерении:
- ИП разности температуры в соответствии с описанием типа на ИП,
 - двумя независимыми ИП температуры по формуле

$$\Delta_{\text{п}}(\Delta t) = \sqrt{\Delta_{\text{п}}(t_1)^2 + \Delta_{\text{п}}(t_2)^2} \quad (22)$$

где $\Delta_{\text{п}}(t_1)$ и $\Delta_{\text{п}}(t_2)$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности ИП температуры, °С.

Таблица 2- Данные для определения относительной погрешности ИК тепловой энергии закрытых водяных систем теплоснабжения и отдельных трубопроводов.

Значение температуры воды в подающем трубопроводе t_1 , °С	Значение температуры воды в обратном трубопроводе t_2 , °С	Значение разности температуры Δt , °С	Значение расхода воды G , м ³ /ч
$t_{\text{min}} + \Delta t$	t_{min}	$\Delta t_{\text{min}} \leq \Delta t \leq 1,2\Delta t_{\text{min}}$	$0,9G_{\text{max}} \leq G \leq G_{\text{max}}$
t_{max}	$t_{\text{max}} - \Delta t$	$10 \leq \Delta t \leq 20$	$0,1G_{\text{max}} \leq G \leq 0,11G_{\text{max}}$
t_{max}	$t_{\text{max}} - \Delta t$	$(\Delta t_{\text{max}} - 5) \leq \Delta t \leq \Delta t_{\text{max}}$	$G_{\text{min}} \leq G \leq 1,1G_{\text{min}}$

- где t_{min} – нижний предел диапазона измерений ИК температуры комплекса, °С;
- t_{max} – верхний предел диапазона измерений ИК температуры комплекса, °С;
- Δt_{min} – нижний предел диапазона измерений разности температуры комплекса, °С;
- Δt_{max} – верхний предел диапазона измерений разности температуры комплекса, °С;
- G_{max} – верхний предел диапазона измерений ИК расхода, м³/ч;
- G_{min} – нижний предел диапазона измерений ИК расхода, м³/ч;

Значения t_{min} , t_{max} , Δt_{min} , Δt_{max} , G_{max} , G_{min} указываются в формуляре на комплекс.

10.5.2 Относительную погрешность ИК тепловой энергии открытых водяных систем теплоснабжения ($\delta(Q_{\text{ОВС}})$) определяют по формуле (23):

– при измерении расхода в подающем (или обратном) трубопроводе и в трубопроводе ГВС (подпитки) в 3 значениях диапазона измерений разности температуры в подающем и обратном трубопроводе (согласно таблице 2) °С при отношении массы воды в трубопроводе ГВС и в контуре отопления $m_{\text{ГВС}}/m_{\text{от}} = 0,05$, при температуре воды в подающем трубопроводе $t_{\text{под}} = t_1$ согласно таблице 2, в трубопроводе ГВС $t_{\text{ГВС}} = 65$ °С; в трубопроводе подпитки $t_{\text{хп}} = 5$ °С;

– при измерении расхода в подающем и обратном трубопроводах для каждого диапазона измерений разности температуры в подающем и обратном трубопроводах (от 3 до 20) °С, (свыше 20 до t_{max}) °С; при значениях, выбранных в соответствии с таблицей 3; при этом значение массы воды в контуре отопления ($m_{\text{от}}$) принимают равным массе воды в подающем трубопроводе ($m_{\text{под}}$) (отбор воды на ГВС из обратного трубопровода); значение массы воды в трубопроводе ГВС ($m_{\text{ГВС}}$) принимают равным разности массы воды в подающем ($m_{\text{под}}$) и обратном ($m_{\text{обр}}$) трубопроводах.

Таблица 3 – Данные для определения относительной погрешности ИК тепловой энергии открытых водяных систем теплоснабжения

Диапазон измерений Δt , °C	$m_{ГВС}/m_{от}$	Δt , °C	$(t_{ГВС}-t_{хи})$, °C
от 3 до 20	0,5	3	30
	0,9	3	3
	0,5	10	40
	0,9	10	3
	0,5	20	60
	0,9	20	5
свыше 20 до t_{max}	0,1	40	60
	1,0	40	50
	0,1	$t_{max}/2$	40
	1,0	$t_{max}/2$	30
	0,1	$t_{max}-t_{min}$	10
	1,0	$t_{max}-t_{min}$	5

где t_{max} - верхний предел диапазона измерений ИК температуры комплекса, °C

где $\delta(Q_{ОВС}) = \sqrt{\delta_B(Q)^2 + k_{от}^2 \cdot (\delta(\Delta t)^2 + \delta(M_{от})^2) + k_{ГВС}^2 \cdot (\delta(\Delta t_{ГВС})^2 + \delta(M_{ГВС})^2)}$ (23)
 $k_{от}, k_{ГВС}$ – коэффициенты отбора тепловой энергии в контур отопления и на ГВС соответственно, определяемые по формулам:

$$k_{от} = \frac{\Delta t}{\frac{m_{ГВС} \cdot (t_{ГВС} - t_{хи})}{m_{от}} + \Delta t} \quad (24)$$

$$k_{ГВС} = \frac{\frac{m_{ГВС} \cdot (t_{ГВС} - t_{хи})}{m_{от}}}{\frac{m_{ГВС} \cdot (t_{ГВС} - t_{хи})}{m_{от}} + \Delta t} \quad (25)$$

где $m_{ГВС}/m_{от}$ – отношение массы воды в трубопроводе ГВС и в контуре отопления;
 Δt – разность температуры воды в подающем и обратном трубопроводе, °C;
 $(t_{ГВС} - t_{хи})$ – значение разности температуры воды в трубопроводе ГВС и трубопроводе холодного источника (трубопроводе подпитки) согласно таблице 3, °C;
 $\delta_B(Q)$ – предел допускаемой относительной погрешности вычислителя при расчете тепловой энергии (энтальпии) воды, %;
 $\delta(\Delta t)$ – относительная погрешность комплекса при измерении разности температуры в подающем и обратном трубопроводе, определяемая по формулам (20), (21);
 $\delta(M_{от})$ – относительная погрешность комплекса при измерении массы (расхода) воды на отопление в подающем или обратном трубопроводе (в зависимости от точки отбора воды на ГВС), %, определяемая по формулам (15), (16);
 $\delta(\Delta t_{ГВС})$ – относительная погрешность комплекса при измерении разности температуры воды в трубопроводе ГВС и трубопроводе подпитки (холодного источника), определяемая по формулам (20), (21), относительно температуры холодного источника, заданной условно-постоянной величиной, по формулам (18), (19);
 $\delta(M_{ГВС})$ – относительная погрешность комплекса при измерении массы (расхода) воды на ГВС, %, определяемая:
 – при измерении расхода в трубопроводе ГВС (подпитки) по формулам (15), (16);
 – при измерении расхода в подающем и обратном трубопроводах по формуле

$$\delta(M_{\text{ГВС}}) = \sqrt{\left(\frac{m_{\text{под}}}{m_{\text{ГВС}}}\right)^2 \cdot \delta(M_{\text{под}})^2 + \left(\frac{m_{\text{обр}}}{m_{\text{ГВС}}}\right)^2 \cdot \delta(M_{\text{обр}})^2} \quad (26)$$

- где $\delta(M_{\text{под}})$ – относительная погрешность комплекса при измерении массы (расхода) воды в подающем трубопроводе, %, определяемая по формуле (15), (16);
 $\delta(M_{\text{обр}})$ – относительная погрешность комплекса при измерении массы (расхода) воды в обратном трубопроводе, %, определяемая по формуле (15), (16);
 $m_{\text{под}}/m_{\text{ГВС}}$ – отношение массы воды подающем трубопроводе и в трубопроводе ГВС;
 $m_{\text{обр}}/m_{\text{ГВС}}$ – отношение массы воды в обратном трубопроводе и в трубопроводе ГВС.

10.5.3 Относительную погрешность ИК тепловой энергии паровых систем теплоснабжения ($\delta(Q_{\text{ПС}})$), определяют по формуле

$$\delta(Q_{\text{ПС}}) = \sqrt{\delta_{\text{в}}(Q)^2 + \delta(M_{\text{под}})^2} \quad (27)$$

- где $\delta_{\text{в}}(Q)$ – предел допускаемой относительной погрешности вычислителя при расчете тепловой энергии (энтальпии) пара, %;
 $\delta(M_{\text{под}})$ – относительная погрешность комплекса при измерении массы (массового расхода) пара в подающем трубопроводе, определяемая по формулам (15), (16).

10.5.4 Результаты считают положительными, если:

– для каждого ИК тепловой энергии открытых водяных систем теплоснабжения при измерении расхода в подающем и обратном трубопроводах рассчитанные значения $\delta(Q_{\text{ОВС}})$, находятся в интервалах, указанных в таблице А.1;

– для каждого ИК тепловой энергии открытых водяных систем теплоснабжения при измерении расхода в подающем (или обратном) трубопроводе и в трубопроводе ГВС (подпитки), а также закрытых водяных систем теплоснабжения и отдельных трубопроводов рассчитанные значения $\delta(Q_{\text{ЗВС}})$, $\delta(Q_{\text{ОВС}})$ находятся в интервалах, указанных в таблице А.1;

– для каждого ИК тепловой энергии паровых систем теплоснабжения рассчитанные значения $\delta(Q_{\text{ПС}})$ находятся в интервалах, указанных в таблице А.1;

10.6 Определение относительной погрешности ИК электроэнергии

10.6.1 Относительную погрешность ИК электроэнергии ($\delta(W)$), %, определяют по формуле

$$\delta(W) = \sqrt{\delta_{\text{в}}(W)^2 + \delta_{\text{п}}(W)^2} \quad (28)$$

- где $\delta_{\text{в}}(W)$ – предел допускаемой относительной погрешности вычислителя при расчете электроэнергии, %;
 $\delta_{\text{п}}(W)$ – предел допускаемой относительной погрешности счетчика электроэнергии, %.

10.6.2 Результаты считают положительными, если для каждого ИК электроэнергии рассчитанные значения $\delta(W)$ находятся в интервале, указанном в таблице А.1.

10.7 Определение суточного хода часов (относительной погрешности измерения текущего времени)

10.7.1 Суточный ход часов определяют при поверке ТЭКОН-19. Относительную погрешность измерения текущего времени определяют при поверке ТЭКОН-19Б, УВП-280, ИМ2300, СПТ944, СПТ961, СПТ962, СПГ742, СПГ761, СПГ762, СПГ763.

11 Оформление результатов поверки

При положительных результатах поверки комплекса делается запись с нанесением знака поверки в соответствующий раздел формуляра и/или по заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего средство измерений на поверку, выдается свидетельство о поверке, оформленное в соответствии приказом Минпромторга России от 31.07.2020г. №2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

При отрицательных результатах поверки комплекс к эксплуатации не допускается.

По заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего средство измерений на поверку, выдается извещение о непригодности, оформленное в соответствии приказом Минпромторга России от 31.07.2020г. №2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Сведения о результатах поверки комплекса передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020г. №2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Результаты поверки оформляют протоколом в произвольной форме.

Приложение А
(обязательное)
Метрологические характеристики комплекса учета энергоносителей
«ЭМИС-ЭСКО 2210»

Таблица А.1 – Пределы допускаемой погрешности измерительных каналов

Наименование характеристики	Значение
1	2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности ИК температуры жидкостей, воды и пара, °С	$\pm(0,6+0,004 \cdot t)$
Пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности ИК давления (ИК разности давления) пара, %	± 1
Пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности ИК давления (ИК разности давления) жидкости, воды, %	± 2
Пределы допускаемой относительной погрешности ИК массы (объема) жидкости в зависимости от пределов допускаемой относительной погрешности используемого ИП расхода, %: - при использовании ИП расхода с $\delta_n(G)$ от $\pm 0,1$ % до $\pm 0,5$ % - при использовании ИП расхода с $\delta_n(G)$ от $\pm 0,7$ % до $\pm 1,5$ %	$\pm 0,25$; $\pm 0,30$; $\pm 0,35$; $\pm 0,6$; $\pm 1,0$; $\pm 1,2$; $\pm 1,7$; $\pm 2,0$
Пределы допускаемой относительной погрешности ИК массы (объема) воды, при измерении тепловой энергии, % – в системах теплоснабжения – на источниках тепловой энергии	$\pm (2+0,02G_{\max}/G)$, но не более ± 5 %; $\pm (1+0,01G_{\max}/G)$, но не более $\pm 3,5$ %;
Пределы допускаемой относительной погрешности ИК массы водяного пара, в диапазоне от 10 до 100 % верхнего предела ИК расхода	± 3
Пределы допускаемой относительной погрешности ИК тепловой энергии открытых водяных систем теплоснабжения при измерении расхода в подающем и обратном трубопроводах, %: – при отношении $m_{\text{обр}}/m_{\text{под}} \leq 0,5$, в диапазоне Δt от 3 до 20 °С – при отношении $m_{\text{обр}}/m_{\text{под}} \leq 0,95$, в диапазоне Δt свыше 20 до 200 °С, где $m_{\text{под}}$ и $m_{\text{обр}}$ – значения массы воды в подающем и обратном трубопроводах.	± 5 ± 4

Продолжение таблицы А.1

1	2
<p>Пределы допускаемой относительной погрешности ИК тепловой энергии закрытых водяных систем теплоснабжения и отдельных трубопроводов, а также открытых водяных систем теплоснабжения при измерении расхода в подающем (или обратном) трубопроводе и в трубопроводе ГВС (подпитки) при разности температуры в обратном трубопроводе ($t_{обр}$) и трубопроводе подпитки ($t_{хи}$) ≥ 3 °С, и разности температуры (Δt) в подающем и обратном трубопроводах (в отдельном трубопроводе относительно температуры холодного источника) в диапазоне от 3 до 200 °С, %,</p> <p>где G_{max} – верхний предел диапазона измерений расхода в подающем трубопроводе;</p> <p>G – измеренное значение расхода воды;</p> <p>Δt_{min} – нижний предел диапазона измерений разности температуры комплекса, °С.</p>	<p>для класса 1 $\pm(2+4 \cdot \Delta t_{min}/\Delta t + 0,01 \cdot G_{max}/G)$</p> <p>для класса 2 $\pm(3+4 \cdot \Delta t_{min}/\Delta t + 0,02 \cdot G_{max}/G)$</p>
Пределы допускаемой относительной погрешности ИК тепловой энергии паровых систем теплоснабжения и систем охлаждения (класс А), %	± 3
Пределы допускаемой относительной погрешности ИК тепловой энергии паровых систем теплоснабжения (класс Б), %	
– в диапазоне расхода от 10 до 30 %	± 5
– в диапазоне расхода свыше 30 до 100 %	± 4
Пределы допускаемой относительной погрешности ИК электрической энергии, %	± 2
Пределы допускаемого суточного хода часов для ТЭКОН-19, с	± 9
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения текущего времени для ТЭКОН-19Б, УВП-280, ИМ2300, СПТ940, СПТ944, СПТ961, СПТ962, СПТ963, СПГ742, СПГ761, СПГ762, СПГ763, АБАК+%	$\pm 0,01$

Таблица А.2 – Пределы допускаемой относительной погрешности измерительных каналов расхода и объема, термодинамической температуры, давления газа и газовых смесей, пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента сжимаемости в зависимости от уровня точности измерений комплекса

Наименование	Пределы допускаемой относительной погрешности, % для уровня точности						
	А	Б	В	В ₁	Г	Г ₁	Д
Термодинамическая температура газа	$\pm 0,2$	$\pm 0,25$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$ ($\pm 0,3$)	$\pm 0,6$ ($\pm 0,5$)	$\pm 0,6$	$\pm 0,75$
Абсолютное давление газа	$\pm 0,3$	$\pm 0,4$	$\pm 0,85$	$\pm 1,2$ ($\pm 0,85$)	$\pm 1,7$ ($\pm 1,20$)	$\pm 1,7$	$\pm 2,0$
Измерение объемного расхода и объема газа при рабочих условиях	$\pm 0,5$	$\pm 0,75$	$\pm 1,0$	$\pm 1,0$ ($\pm 1,5$)	$\pm 1,5$ ($\pm 2,0$)	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, %	$\pm 0,75$	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$	$\pm 3,0$	$\pm 4,0$
Объемный расход и объем газа, приведенные к стандартным условиям при измерении с помощью СУ	$\pm 0,5$	$\pm 0,75$	$\pm 1,0$	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$

Отношение коэффициента сжимаемости при рабочих условиях к коэффициенту сжимаемости при стандартных условиях	±0,30	±0,40	±0,40	±0,5 (±0,4)	±0,75 (±0,50)	±0,75	±1,00
---	-------	-------	-------	----------------	------------------	-------	-------

Таблица А.3 - Пределы допускаемой относительной погрешности ИК расхода и объема нефтяного газа, приведенного к стандартным условиям, в зависимости от категории и класса

Категория СИКГ	Пределы допускаемой относительной погрешности, %, для класса		
	А	Б	В
I	±1,5	±2,5	±5,0
II	±2,0	±2,5	±5,0
III	±2,5	±3,0	±5,0
IV	±3,0	±4,0	±5,0