РОССИЙСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ "ЕЭС РОССИИ"
ДЕПАРТАМЕНТ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ
И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБОБЩЕННЫХ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ ИИС И АСУ ТП ПО МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ АГРЕГАТНЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

РД 153-34.0-11.201-97

СПО

ОРГРЭС
Москва 1999

gost.e-ecolog.ru

РОССИЙСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ "ЕЭС РОССИИ"

ДЕПАРТАМЕНТ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ
И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБОБЩЕННЫХ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ ИИС И АСУ ТП ПО МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ АГРЕГАТНЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

РД 153-34.0-11.201-97

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ОРГРЭС

Москва 1999

Разработано Открытым акционерным обществом "Фирма по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей ОРГРЭС"

Исполнители *А.Г. АЖИКИН, В.И. ОСИПОВА, Л.В. СОЛОВЬЕВА*

Утверждено Департаментом стратегии развития и научно-технической политики РАО "ЕЭС России" 19.08.97 г.

Первый заместитель начальника *А.П. БЕРСЕНЕВ*

© СПО ОРГРЭС, 1999

Подписано к печати 15.03.99 Формат 60x84 1/16
Печать офсетная Усл. печ. л 1,0 Уч.-изд. л. 1,2 Тираж 330 экз.
Заказ № 59 Издат. № 99074

Производственная служба передового опыта эксплуатации энергопредприятий ОРГРЭС
105023, Москва, Семёновский пер., д.15

УДК 621.311

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБОБЩЕННЫХ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ ИИС И АСУ ТП ПО МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ АГРЕГАТНЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

РД 153-34.0-11.201-97

Вводится в действие
с 01.02.99 г.

Настоящая Методика устанавливает методы расчета обобщенных метрологических характеристик измерительных каналов (ИК) информационно-измерительных систем (ИИС) и АСУ ТП по нормируемым в соответствии с ГОСТ 8.009-84 метрологическим характеристикам агрегатных средств измерений (АСИ), входящих в состав ИК.

Методика предназначена для определения при проектировании ИИС и АСУ ТП обобщенных метрологических характеристик ИК, обеспечивающих измерение параметров технологического процесса с погрешностями, не превышающими установленных норм точности измерений, и расчетной оценки суммарной погрешности ИК ИИС и АСУ ТП, эксплуатируемых на энергопредприятиях, для реальных условий эксплуатации.

Обобщенные метрологические характеристики ИК — метрологические характеристики (математическое ожидание, среднее квадратическое отклонение суммарной погрешности, нижняя и верхняя границы интервала, в котором с вероятностью P находится суммарная погрешность), определенные для группы каналов. Они должны определяться для стационарного режима работы энергооборудования, для которого установлены нормы точности измерений параметров технологического процесса. В этом режиме работы энергооборудования параметры технологического процесса являются стационарными величинами, поэтому в Методике не рассматривается влияние динамических погрешностей АСИ на суммарную погрешность ИК ИИС и АСУ ТП.

С вводом в действие настоящей Методики утрачивает силу "Методика определения обобщенных метрологических харак-

теристик измерительных каналов ИИС и АСУ ТП по метрологическим характеристикам агрегатных средств измерений: МТ 34-70-038-87" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1987).

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. В состав ИК входят все средства измерения и линии связи, начиная от первичного измерительного преобразователя до средства представления информации включительно.

1.2. Методы, приведенные в данной Методике, позволяют рассчитывать следующие обобщенные метрологические характеристики ИК:

математическое ожидание M [Δξ] и среднее квадратическое отклонение σ [Δξ] суммарной погрешности ИК для реальных условий эксплуатации;

нижнюю $\Delta_{икн}$ и верхнюю $\Delta_{икв}$ границы интервала, в котором с вероятностью P находится суммарная погрешность ИК.

1.3. Для расчета обобщенных метрологических характеристик следует использовать один из трех методов в зависимости от задач измерений и исходной информации — нормированных в нормативной документации метрологических характеристик средств измерений.

При расчете обобщенных метрологических характеристик ИК следует учитывать в качестве составляющей суммарной погрешности ИК температуры с термоэлектрическими термометрами погрешность от влияния линии связи. Во всех остальных случаях влияние линии связи на погрешность ИК не учитывается вследствие того, что возникающая погрешность будет несоизмеримо мала по сравнению с погрешностями АСИ, входящих в состав ИК.

Первый метод включает в себя определение статических моментов составляющих погрешности ИК и позволяет рассчитывать характеристики погрешности по п. 1.2.

Первый метод расчета используется при нормировании в НД на АСИ (технических условиях, технических описаниях и инструкциях по эксплуатации) раздельно систематической, случайной составляющих основной погрешности, вариации и функций влияния на эти составляющие погрешности.

Второй метод позволяет рассчитать $\Delta_{ик н}$ и $\Delta_{ик в}$ и применяется в том случае, когда в НД на АСИ нормируется основная погрешность и наибольшие допустимые изменения ее или дополнительные погрешности, вызванные изменением влияющих величин.

Если в НД на АСИ нормированы раздельно предел допускаемой основной погрешности и предел допускаемой вариации, то в соответствии с методическим материалом по применению ГОСТ 8.009-84 вариация входит составной частью в предел допускаемой основной погрешности и при расчете суммарной погрешности ИК вторым методом отдельно влияние вариации не учитывается.

Третий метод расчета используется при нормировании в НД на АСИ раздельно систематической, случайной составляющих основной погрешности (причем случайная составляющая основной погрешности является существенной величиной), вариации и функций влияния на эти составляющие погрешности и позволяет рассчитывать характеристики погрешности по п. 1.2.

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ОБОБЩЕННЫХ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИК ИИС И АСУ ТП

2.1. Для расчета обобщенных метрологических характеристик ИК для реальных условий эксплуатации первым методом необходимо иметь следующие исходные данные:

нормируемые метрологические характеристики АСИ:

предел допускаемой систематической составляющей основной погрешности АСИ — Δ_{ioS};

предел допускаемого значения среднего квадратического отклонения случайной составляющей основной погрешности АСИ — $\sigma\,[\Delta_{io}]$;

предел допускаемой вариации АСИ при нормальных условиях — H_{io};

номинальная цена единицы наименьшего разряда кода цифрового измерительного прибора (аналого-цифрового измерительного преобразователя — μ);

номинальная функция влияния на систематическую составляющую погрешности АСИ — $\psi_{si}(\xi_j)$;

номинальная функция влияния на среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности АСИ — $\psi_{\sigma i}(\xi_j)$;

номинальная функция влияния на вариацию АСИ — $\psi_{ni}(\xi_j)$;

характеристики влияющих величин ξ_j:

математическое ожидание влияющих величин - $M[\xi_j]$;

наибольшие и наименьшие значения влияющих величин, соответствующие реальным условиям эксплуатации ξ_{sj} $\xi_{нj}$.

2.2. Для расчета обобщенных метрологических характеристик ИК для реальных условий эксплуатации вторым методом необходимо иметь следующие исходные данные:

нормируемые метрологические характеристики АСИ:

предел допускаемого значения основной относительной погрешности АСИ — δ_{io} %;

наибольшие допускаемые изменения основной погрешности АСИ, вызываемые изменением влияющих величин — $\xi_{iн}(\xi_i)$ %;

дополнительные погрешности, вызываемые изменением влияющих величин — δ_{cij} %;

характеристики влияющих величин ξ_j:

наименьшие и наибольшие значения влияющих величин, соответствующие реальным условиям эксплуатации — $\xi_{нj}$, ξ_{sj};

математическое ожидание влияющих величин — $M[\xi_j]$.

2.3. Для расчета обобщенных метрологических характеристик ИК для реальных условий эксплуатации третьим методом необходимо иметь исходные данные в соответствии с п. 2.1.

3. РАСЧЕТ ОБОБЩЕННЫХ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИК ИИС И АСУ ТП ДЛЯ РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

3.1. Первый метод расчета

3.1.1. Математическое ожидание суммарной погрешности ИК для реальных условий эксплуатации $M[\Delta\xi]$ определяется по формуле

$$M[\Delta\xi] = \sum_{i=1}^{n} M[\Delta\xi_i], \qquad (1)$$

где $M[\Delta\xi_i]$ — математическое ожидание погрешности i-го АСИ, входящего в состав ИК, для реальных условий эксплуатации;

n — количество АСИ, входящих в состав ИК.

Математическое ожидание погрешности i-го АСИ вычисляется по формуле

$$M[\Delta\xi] = M[\Delta_{ios}] + \sum_{i=1}^{n} M[\psi_{si}(\xi_j)], \qquad (2)$$

где $M[\Delta_{ios}]$ — математическое ожидание систематической составляющей основной погрешности i-го АСИ;

$M[\psi_{si}(\xi_j)]$ — математическое ожидание функции влияния j-й влияющей величины на систематическую составляющую погрешности i-го АСИ.

Если для АСИ нормирован симметричный предел Δ_{ios} допускаемого значения систематической составляющей основной погрешности без указания $M[\Delta_{ios}]$, то для расчетов характеристик погрешности вводится предположение, что $M[\Delta_{ios}] = 0$.

Для линейных функций влияния:

$$\psi_{si}(\xi_j) = K_{sij}(\xi_j - \xi_{oj}), \qquad (3)$$

где K_{sij} — номинальный коэффициент влияния j-й влияющей величины на систематическую составляющую погрешности i-го АСИ;

ξ_j — значение j-й влияющей величины;

ξ_{oj} — нормальное значение j-й влияющей величины.

Математическое ожидание функции влияния j-й влияющей величины на систематическую составляющую погрешности i-го АСИ определяется по формуле

$$M[\psi_{si}(\xi_j)] = K_{sij}(M[\xi_j] - \xi_{oj}). \qquad (4)$$

Для ступенчатых функций влияния:

$$\psi_{si}(\xi_j) = K_{sij} L_i(\xi_j), \qquad (5)$$

где $L_i(\xi_j) = \begin{cases} 0 \text{ при } \xi_j = \xi_{oj} \\ 1 \text{ при } \xi_j \neq \xi_{oj} \end{cases}$. (6)

Математическое ожидание функции влияния j-й влияющей величины на систематическую составляющую погрешности i-го АСИ определяется по формуле

$$M\,[\psi_{si}\,(\xi_j)] = 0 \qquad (7)$$

при $\xi_j \neq \xi_{oj}$.

При проведении расчетно-экспериментальным методом оценки обобщенных метрологических характеристик ИК эксплуатируемых ИИС и АСУ ТП измеряются влияющие величины в местах установки АСИ. Измерение влияющих величин осуществляется в зимний и летний периоды, так как в это время влияющие величины принимают экстремальные значения, вызывающие наибольшие изменения метрологических характеристик ИК.

Затем вычисляется математическое ожидание влияющей величины по формуле

$$M\,(\xi_j) = \frac{1}{\kappa} \sum_{i=1}^{\kappa} \xi_{ji}, \qquad (8)$$

где i — количество измерений j-й влияющей величины (должно быть не менее 40 в каждый период), $i = 1 \div \kappa$.

При проектировании ИИС и АСУ ТП для j-й влияющей величины известны только ее наименьшее $\xi_{нj}$ и наибольшее $\xi_{вj}$ значения, соответствующие реальным условиям эксплуатации, и если нет оснований выделить области предпочтительных значений влияющей величины, то вводится предположение, что

$$M\,[\xi_j] = 0{,}5\,(\xi_{нj} + \xi_{вj}). \qquad (9)$$

3.1.2. Дисперсия суммарной погрешности ИК для реальных условий эксплуатации D [Δξ] вычисляется по формуле

$$D\,[\Delta\xi] = \sum_{i=1}^{n} D\,[\Delta\xi_i], \qquad (10)$$

где $D\,[\Delta\xi_i]$ — дисперсия суммарной погрешности i-го АСИ для реальных условий эксплуатации.

Суммирование осуществляется для n АСИ, входящих в состав ИК.

Дисперсия суммарной погрешности i-го АСИ для реальных условий эксплуатации определяется по формуле

$$D[\Delta\xi_i] = \sigma^2[\Delta_{ios}] + \sum_{j=1}^{n} D[\psi_{si}(\xi_j)] + [\sigma[\Delta_{io}] + \sum_{j=1}^{l} \psi\sigma_i(\xi_j)]^2 + \\ + \frac{1}{12}[H_{io} + \sum_{j=1}^{k} [\psi(\xi_j)]^2 + \frac{\mu_i^2}{12}, \qquad (11)$$

где $\sigma[\Delta_{ios}]$ — среднее квадратическое отклонение систематической составляющей основной погрешности i-го АСИ;

$D[\psi_{si}(\xi_j)]$ — дисперсия функции влияния j-й влияющей величины на систематическую составляющую погрешности i-го АСИ.

Для аналоговых АСИ $\mu_i = 0$.

Если для АСИ нормирован предел Δ_{ios} систематической составляющей основной погрешности без указания значения $\sigma[\Delta_{ios}]$ и нет оснований предполагать несимметричность и полимодальность распределения указанной погрешности, то для расчета погрешности допускается пользоваться предположением, что

$$\sigma[\Delta_{ios}] = \frac{\Delta_{ios}}{\sqrt{3}}. \qquad (12)$$

Для линейных функций влияния дисперсия вычисляется по формуле

$$D[\psi_{si}(\xi_j)] = K_{sij}^2 \sigma^2(\xi_j). \qquad (13)$$

Для ступенчатых функций влияния дисперсия вычисляется по формуле

$$D[\psi_{si}(\xi_j)] = K_{sij}^2. \qquad (14)$$

При проведении оценки обобщенных метрологических характеристик ИК эксплуатируемых ИИС и АСУ ТП оценка среднего квадратического отклонения j-й влияющей величины определяется по формуле

$$\sigma[\xi_j] = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} (\xi_{ji} - M[\xi_j])^2}, \qquad (15)$$

где n — количество измерений j-й влияющей величины;

ξ_{ji} — измеренное значение j-й влияющей величины;

$M[\xi_j]$ — определяется по формуле (8).

При проектировании ИИС и АСУ ТП, если нет оснований выделять области предпочтительных значений влияющей величины в границах $\xi_{нj}$ и $\xi_{вj}$, для расчетов метрологических характеристик ИК вводится предположение, что

$$\sigma [\xi_j] = (\xi_{вj} - \xi_{нj}) / 2\sqrt{3}. \qquad (16)$$

3.1.3. Характеристики погрешности ИК ИИС и АСУ ТП для реальных условий эксплуатации:

нижняя и верхняя границы интервала, в котором с вероятностью P находится погрешность ИК, для реальных условий эксплуатации определяются по формулам:

$$\Delta_{икн} = M [\Delta\xi] - K_н \sigma [\Delta\xi]; \qquad (17)$$

$$\Delta_{икв} = M [\Delta\xi] + K_н \sigma [\Delta\xi], \qquad (18)$$

где M [Δξ] определяется по формуле (1), а

$$\sigma [\Delta\xi] = \sqrt{D [\Delta\xi]} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} D [\Delta\xi_i]}. \qquad (19)$$

Значение коэффициента $K_н$ зависит от вида закона распределения погрешности и выбранного значения доверительной вероятности P. Для технических измерений обычно принимают значение доверительной вероятности $P_д$ равным 0,95.

При определении суммарной погрешности ИК, если производится суммирование большого количества независимых составляющих погрешности ($n > 4$), распределенных по различным законам при отсутствии явного доминирования одной или нескольких погрешностей над другими, в соответствии с центральной предельной теоремой теории вероятности допускается, что распределение суммарной погрешности приближается к нормальному.

В этом случае $K_н = 1,96$ при $P = 0,95$.

3.2. Второй метод расчета

3.2.1. Если для АСИ, входящих в состав ИК, нормированы метрологические характеристики без разделения их на систематическую и случайную составляющие, то принимается допущение, что погрешности АСИ являются случайными величинами, распределенными по закону равномерной плотности,

т.е. внутри интервала, ограниченного предельными значениями погрешностей, все значения погрешностей равновероятны: таким образом, математическое ожидание погрешности АСИ M $[\delta\xi_i] = 0$, а следовательно, и математическое ожидание суммарной погрешности ИК M $[\delta\xi] = 0$.

3.2.2. Среднее квадратическое отклонение случайной погрешности ИК для реальных условий эксплуатации определяется по формуле

$$\sigma[\delta\xi] = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \sigma^2[\delta\xi_i]}, \qquad (20)$$

где n — количество АСИ, входящих в состав ИК;

$\sigma[\delta\xi_i]$ — среднее квадратическое отклонение случайной погрешности i-го АСИ, %.

3.2.3. Среднее квадратическое отклонение случайной погрешности i-го АСИ определяется по формуле

$$\sigma[\delta\xi_i] = \sqrt{\sigma^2[\delta_{io}] + \sum_{i=1}^{m} \sigma^2[\delta_{cij}]}, \qquad (21)$$

где $\sigma[\delta_{io}]$ — среднее квадратическое отклонение основной погрешности i-го АСИ, %;

m — количество влияющих величин, для которых нормированы изменения метрологических характеристик i-го АСИ;

$\sigma[\delta_{cij}]$ — среднее квадратическое отклонение дополнительной погрешности i-го АСИ от j-й влияющей величины, %.

3.2.4. Среднее квадратическое отклонение основной погрешности i-го АСИ, распределенной по закону равномерной плотности, определяется по формуле

$$\sigma[\delta_{io}] = \frac{|\delta_{io}|}{K_p}, \qquad (22)$$

где δ_{io} — предел допускаемого значения основной погрешности i-го АСИ (по НД на конкретное АСИ), %;

K_p — коэффициент, определяемый законом равномерного распределения случайной погрешности при доверительной вероятности P = 1;

$K_p = \sqrt{3} = 1{,}7$.

3.2.5. Среднее квадратическое отклонение дополнительной погрешности i-го АСИ, вызванное j-й влияющей величиной, определяется по формуле

$$\sigma [\delta_{cij}] = \frac{|\delta_{cij}|}{K_p}, \qquad (23)$$

где δ_{cij} — наибольшее по абсолютной величине возможное значение дополнительной погрешности i-го АСИ от j-й влияющей величины, %.

3.2.6. Наибольшее возможное значение дополнительной погрешности определяется из НД на АСИ или при задании изменения относительной погрешности от влияющей величины вычисляется по формуле

$$\delta_{cij} = \xi_{io}(\xi_j) \, K\xi_i(\xi_j), \qquad (24)$$

где $K\xi_i(\xi_j) = \begin{cases} 0, \text{ если } \xi_j = \xi_{oj} \\ 1, \text{ если } \xi_j \neq \xi_{oj}, \end{cases} \qquad (25)$

если диапазон изменения $\Delta\xi_{\xi j}$ влияющей величины, для которого нормированы изменения метрологических характеристик $\xi_{io}(\xi_j)$, равен диапазону рабочих условий применения СИ,

$$\text{или } K_{\xi i}(\xi_j) = \frac{|\xi_j - \xi_{oj}|}{\Delta\xi_{\xi j}}, \qquad (26)$$

если диапазон изменения $\Delta\xi_{\xi j}$ влияющей величины, для которого нормированы изменения метрологических характеристик $\xi_{io}(\xi_j)$ равен части диапазона рабочих условий применения СИ, причем для любой части рабочих условий нормируется одно и то же значение $\xi_{io}(\xi_j)$;

$\xi_{io}(\xi_j)$ — наибольшее допускаемое изменение погрешности i-го АСИ, вызванное отклонением j-й влияющей величины от нормального значения, %;

$K_{\xi i}(\xi_j)$ — коэффициент, используемый для вычисления δ_{cij};

ξ_j — j-я влияющая величина;

ξ_{oj} — нормальное значение j-й влияющей величины;

$\Delta\xi_{\xi j}$ — приращение j-й влияющей величины, для которой нормирована метрологическая характеристика $\xi_{io}(\xi_j)$.

3.2.7. При проведении оценки обобщенных метрологических характеристик ИК эксплуатируемых ИИС и АСУ ТП для определения наибольшего по абсолютной величине возможного значения дополнительной погрешности i-го АСИ от j-й влияющей величины в формулах (25) и (26) следует использовать в качестве ξ_j математическое ожидание j-й влияющей величины, определенное по формуле (6).

3.2.8. При проектировании ИИС и АСУ ТП, когда известны только наибольшее $\xi_{вj}$ и наименьшее $\xi_{нj}$ значения j-й влияющей величины, соответствующие реальным условиям эксплуатации, для определения δ_{cij} в формулах (25) и (26) в качестве ξ_j следует использовать то значение $\xi_{нj}$ или $\xi_{вj}$, которое вызывает появление наибольшей по абсолютной величине дополнительной погрешности.

3.2.9. Характеристики погрешности ИК ИИС и АСУ ТП для реальных условий эксплуатации:

нижняя и верхняя границы интервала, в котором с вероятностью P, равной 0,95, находится суммарная погрешность ИК для реальных условий эксплуатации, определяется по формуле

$$\delta_{ик\ н(в)} = \pm K_н \sigma\ [\delta_\xi]. \qquad (27)$$

Для числа измерений больше 4 распределение суммарной погрешности стремится к нормальному ($K_н = 1{,}96$).

3.3. Третий метод расчета

3.3.1. При существенной случайной составляющей погрешности АСИ в состав метрологических характеристик (МХ), нормируемых по ГОСТ 8.009-84, помимо пределов допускаемой систематической составляющей основной погрешности АСИ + Δ_{ios}, входит предел допускаемого среднего квадратического отклонения случайной составляющей основной погрешности $\sigma\ [\Delta_{io}]$. По этим двум МХ определяют нижнюю и верхнюю границы интервала, в котором с вероятностью P находится погрешность ИК для реальных условий эксплуатации, по формуле

$$\Delta_{1(н)} = \pm(M\ [\Delta\xi] + K_н \sigma\ [\Delta\xi]), \qquad (28)$$

где $M\ [\Delta\xi]$ — математическое ожидание суммарной погрешности ИК для реальных условий эксплуатации, которое определяется в соответствии с формулами (1 ÷ 9);

$K_н$ — коэффициент Стьюдента;

σ [$\Delta\xi$] — среднее квадратическое отклонение суммарной погрешности для реальных условий эксплуатации, которое определяется в соответствии с формулами (10÷16).

4. ПРИМЕР РАСЧЕТА

В качестве примера выполнен расчет погрешности ИК температуры информационно-измерительной системы на базе терминала вычислительного связи с объектом (ТВСО) по МХ компонентов.

4.1. Метрологические характеристики, подлежащие расчету

4.1.1. Рассчитывается доверительный интервал с предельно допустимыми нижней $\delta_{ик\,н}$ и верхней $\delta_{ик\,в}$ границами, в котором с заданной вероятностью $P = 0{,}95$ находится погрешность измерительного канала температуры.

4.1.2. Результатами расчета являются численные значения границ доверительного интервала $\delta_{ик\,н(в)}$.

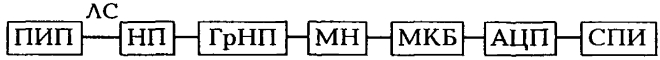
4.2. Исходные данные для расчета

4.2.1. Диапазон измерений температуры — от 0 до 600°С.

4.2.2. Первичный измерительный преобразователь — термоэлектрический преобразователь типа ТХА(К), класса допуска 2.

4.2.3. Количество компонентов (АСИ), имеющих нормированные МХ, в ИК температуры равно 7. Структурная схема ИК температуры приведена на рисунке. Компонент 8 (средство представления информации) является техническим устройством вычислительной техники, не вносящим погрешность в результат измерения.

4.2.4. Компоненты АСИ, входящие в состав ИК температуры, характеризуются предельными допускаемыми значениями погрешности δ_{io}, указанными в разд. 3. Данные о значениях система-



Структурная схема ИК температуры:
ПИП – первичный измерительный преобразователь ТП; ЛС – линия связи;
НП – нормирующий преобразователь; ГрНП – групповой НП; МН – модуль нормализации;
МКБ – модуль коммутаций бесконтактный; АЦП – аналогово-цифровой преобразователь;
СПИ – средство представления информации

тической и случайной составляющей погрешности и законе распределения случайной составляющей погрешности отсутствуют.

4.2.5. Принимается допущение, что погрешности АСИ являются случайными величинами, распределенными по закону равномерной плотности.

Среднее квадратическое отклонение случайной погрешности i-го АСИ определяется по формуле (21); среднее квадратическое отклонение основной погрешности i-го АСИ определяется по формуле (22).

Среднее квадратическое отклонение дополнительной погрешности i-го АСИ от j-й влияющей величины определяется по формуле (23). В зависимости от вида функции влияния (линейная или ступенчатая) наибольшее возможное значение дополнительной погрешности определяется по формулам (24) и (25) или (24) и (26) и по данным разд. 3.

4.2.6. Среднее квадратическое отклонение случайной погрешности ИК σ [$\delta\xi$] определяется геометрическим суммированием средних квадратических отклонений случайных погрешностей каждого АСИ по формуле (20).

4.2.7. Суммарная погрешность ИК, определяемая геометрическим суммированием большого числа независимых и соизмеримых случайных погрешностей ($n > 4$), подчиняется нормальному закону распределения.

Таким образом, нижняя и верхняя границы интервала, в котором с доверительной вероятностью P, равной 0,95, находится погрешность ИК, определяется по формуле (27).

4.2.8. Компоненты, входящие в состав ИК температуры, начиная с $n = 2$ располагаются в кондиционируемых помещениях, т.е. находятся в нормальных условиях:

Температура окружающего воздуха ..... 20±5°C
Относительная влажность воздуха ..... 60±20%
Атмосферное давление ..... 101±10 кПа

4.3. Расчет погрешности измерительного канала температуры

4.3.1. Среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности ИК температуры определяется в соответствии с п. 3.2.2 по формуле (20):

$$\sigma[\delta\xi] = \pm\sqrt{\frac{\delta^2_{ТП} + \delta^2_{ЛС} + \delta^2_{НП} + \delta^2_{ГрНП} + \delta^2_{МН} + \delta^2_{МКБ} + \delta^2_{АЦП}}{3}},$$

где $\delta_{ТП}$ — основная погрешность термоэлектрического преобразователя, определяемая по ГОСТ Р50431-92;

$\Delta_т = 0{,}0075 \times 600°C = 4{,}5°C;$

$$\delta_{тп} = \pm\frac{4{,}5°C}{600°C}\,100\% = 0{,}75\%;$$

$\delta_{ЛС}$ — дополнительная погрешность от отклонения термо-ЭДС термоэлектродных проводов от номинальной по ГОСТ 24335-80;

$\Delta E_{ЛС} = 0{,}15$ мВ, что соответствует $\Delta_{tЛС} = \pm 3{,}8°C$,

а $\delta_{ЛС} = \pm\frac{\Delta_{tЛС}}{t}\,100\% = \pm\frac{3{,}8°C}{600°C}\,100\% = \pm 0{,}6\%;$

$\delta_{НП}$ — основная погрешность измерительного преобразователя типа Ш-79, $\delta_{НП} = \pm 0{,}4\%$;

$\delta_{ГрНП}$ — основная погрешность группового нормирующего преобразователя, $\delta_{ГрНП} = \pm 0{,}1\%$;

$\delta_{МН}$ — основная погрешность модуля нормализации, $\delta_{МН} = \pm 0{,}2\%$;

$\delta_{МКБ}$ — основная погрешность модуля коммутации бесконтактного, $\delta_{МКБ} = \pm 0{,}5\%$;

$\delta_{АЦП}$ — основная погрешность аналогово-цифрового преобразователя, $\delta_{АЦП} = \pm 0{,}5\%$.

Таким образом, среднее квадратическое отклонение суммарной погрешности ИК температуры составит:

$$\sigma[\delta\xi] = \pm\sqrt{\frac{(0{,}75)^2 + (0{,}6)^2 + (0{,}4)^2 + (0{,}1)^2 + (0{,}2)^2 + (0{,}5)^2_{МКБ} + (0{,}5)^2_{АЦП}}{3}},$$

$\sigma[\delta\xi] = \pm 0{,}74\%.$

4.3.2. Предельно допускаемое значение погрешности ИК температуры вычисляется по формуле (27)

$$\delta_{ик\ н(в)} = \pm(1{,}96 \times 0{,}74) = \pm 1{,}45\%.$$

4.3.3. Принимается значение нижней (верхней) границы доверительного интервала, в котором с вероятностью Р, равной 0,95, погрешность ИК температуры:

$$\delta_{ик\ н\ (в)} = \pm 1{,}5\%.$$

gost.e-ecolog.ru