

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

УДК 621.311

Вводится в действие с 01.02.99г.

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*

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 характеристик 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 $M [\Delta \xi]$ и среднее квадратическое отклонение $\sigma [\Delta \xi]$ 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) отдельно систематической, случайной составляющих основной погрешности, вариации и функций влияния на эти составляющие погрешности.

Второй метод позволяет рассчитать $\Delta_{ИКН}$ и $\Delta_{ИКВ}$ 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 отдельно 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 отдельно 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 — $\psi_{oi}(\xi_j)$;

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

- характеристики влияющих величин ξ_j ;

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

- наибольшие и наименьшие значения влияющих величин, соответствующие реальным условиям эксплуатации ξ_{Sj}, ξ_{Hj}

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 — $\xi_{iH}(\xi_i)$ %;

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

- характеристики влияющих величин ξ_j

- наименьшие и наибольшие значения влияющих величин, соответствующие реальным условиям эксплуатации — ξ_{Hj}, 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:

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

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:

$$M[\Delta\xi] = M[\Delta_{iOS}] + \sum_{i=1}^n M[\psi_{Si}(\xi_j)] \quad (2)$$

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:

$$\psi_{Si}(\xi_j) = K_{Sij}(\xi_j - \xi_{Oj}) \quad (3)$$

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:

$$M[\psi_{Si}(\xi_j)] = K_{Sij} (M[\xi_j] - \xi_{oj}) \quad (4)$$

Для ступенчатых функций влияния:

$$\psi_{Si}(\xi_j) = K_{Sij} L_i(\xi_j) \quad (5)$$

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

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

$$M[\psi_{Si}(\xi_j)] = 0 \quad (7)$$

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:

$$M(\xi_j) = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K \xi_{ji} \quad (8)$$

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

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

$$M[\xi_j] = 0,5(\xi_{Hj} + \xi_{Sj}) \quad (9)$$

3.1.2. Дисперсия суммарной погрешности ИК для реальных условий эксплуатации $D[\Delta\xi]$ вычисляется по формуле:

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

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:

$$D[\Delta\xi_i] = \sigma^2[\Delta_{ios}] + \sum_{j=1}^n D[\psi_{Si}(\xi_j)] + \left[\sigma[\Delta_{io}] + \sum_{j=1}^1 \psi\sigma_i(\xi_j) \right]^2 + \frac{1}{12} [H_{io} + \sum_{j=1}^K [\psi(\xi_j)]^2] + \frac{\mu_i^2}{12} \quad (11)$$

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

$$\sigma[\Delta_{iOS}] = \frac{\Delta_{iOS}}{\sqrt{3}} \quad (12)$$

Для линейных функций влияния дисперсия вычисляется по формуле:

$$D[\psi_{Si}(\xi_j)] = K_{Sij}^2 \sigma^2(\xi_j) \quad (13)$$

Для ступенчатых функций влияния дисперсия вычисляется по формуле:

$$D[\psi_{Si}(\xi_j)] = K_{Sij}^2 \quad (14)$$

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

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

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 ξ_{Hj} и ξ_{Bj} , для расчетов метрологических характеристик ИК вводится предположение, что

$$\sigma[\xi_j] = (\xi_{Bj} - \xi_{Hj}) / 2\sqrt{3} \quad (16)$$

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:

$$\Delta_{IKH} = M[\Delta\xi] - K_H \sigma[\Delta\xi] \quad (17)$$

$$\Delta_{IKS} = M[\Delta\xi] + K_H \sigma[\Delta\xi] \quad (18)$$

где $M[\Delta\xi]$ определяется по формуле (1), а

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

Значение коэффициента K_H зависит от вида закона распределения погрешности и выбранного значения доверительной вероятности P . Для технических измерений обычно принимают значение доверительной вероятности P , 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 $K_H = 1,96$ 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 $M[\delta_{\xi}^{\xi}] = 0$

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

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

где n — количество АСИ, входящих в состав ИК;

$\sigma[\delta_{\xi_i}^{\xi}]$ — среднее квадратическое отклонение случайной погрешности i -го АСИ, %.

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

$$\sigma[\delta_{\xi_i}^{\xi}] = \sqrt{\sigma^2[\delta_{iO}] + \sum_{i=1}^m \sigma^2[\delta_{Cij}]} \quad (21)$$

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:

$$\sigma[\delta_{iO}] = \frac{|\delta_{iO}|}{K_p} \quad (22)$$

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:

$$\sigma[\delta_{Cij}] = \frac{|\delta_{Cij}|}{K_p} \quad (23)$$

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:

$$\delta_{Cij} = \xi_{iO}(\xi_j) K_{\xi_i}(\xi_j) \quad (24)$$

где

$$K_{\xi_i}(\xi_j) = \begin{cases} 0, & \text{если } \xi_j = \xi_{Oj} \\ 1, & \text{если } \xi_j \neq \xi_{Oj} \end{cases} \quad (25)$$

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,

или

$$K_{\xi_i}(\xi_j) = \frac{|\xi_j - \xi_{Oj}|}{\Delta_{\xi_{\xi_j}}} \quad (26)$$

если диапазон изменения $\Delta \xi_{\xi_j}^{\xi}$ 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;

$\Delta \xi_{\xi_j}^{\xi}$ — 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 ξ_{Bj} и наименьшее ξ_{Hj} 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 ξ_{Hj} или ξ_{Bj} , 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

$$\delta_{ИКН(В)} = \pm K_H \sigma [\delta_{\xi}] \quad (27)$$

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

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:

$$\Delta_{I(h)} = \pm (M [\Delta_{\xi}] + K_H \sigma [\Delta_{\xi}]) \quad (28)$$

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

K_H — коэффициент Стьюдента;

$\sigma [\Delta_{\xi}]$ — 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 вычислительной связи с объектом (ТВСО) по МХ компонентов.

4.1. Метрологические характеристики, подлежащие расчету

4.1.1. Рассчитывается доверительный интервал с предельно допустимыми нижней $\delta_{ИКН}$ и верхней $\delta_{ИКВ}$ 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 $\delta_{ИКН(В)}$

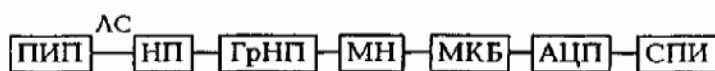
4.2. Исходные данные для расчета

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

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.



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

Данные о значениях систематической 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 1-го АСИ определяется по формуле (21); среднее квадратическое отклонение основной погрешности 1-го АСИ определяется по формуле (22).

Среднее квадратическое отклонение дополнительной погрешности 1-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 $\sigma[\delta\xi]$ 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):

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

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

$$\Delta_m = 0,0075 \times 600^\circ\text{C} = 4,5^\circ\text{C};$$

$$\delta_{ТП} = \pm \frac{4,5^\circ\text{C}}{600^\circ\text{C}} 100\% = 0,75\%$$

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

$$\Delta E_{ЛС} = 0,15 \text{ Мв что соответствует } \Delta_{ЛС} = \pm 3,8^\circ\text{C},$$

$$a\delta_{ЛС} = \pm \frac{\Delta_{ЛС}}{t} 100\% = \pm \frac{3,8^\circ\text{C}}{600^\circ\text{C}} 100\% = \pm 0,6\%$$

$\delta_{НП}$ — 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 допустимое значение погрешности ИК температуры вычисляется по формуле (27)

$$\delta_{ИКН(В)} = \pm (0,96 \times 0,74) = \pm 0,71\%$$

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

$$\delta_{ИКН(В)} = \pm 1,5\%$$

1. Общие положения
2. Исходные данные для расчета обобщенных метрологических характеристик ИК ИИС и АСУ ТП

3. Расчет обобщенных метрологических характеристик ИК ИИС и АСУ ТП для реальных условий эксплуатации

3.1. Первый метод расчета

3.2. Второй метод расчета

3.3. Третий метод расчета

4. Пример расчета

- 4.1. Метрологические характеристики, подлежащие расчету
- 4.2. Исходные данные для расчета
- 4.3. Расчет погрешности измерительного канала температуры