

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



ОРГРЭС
Москва 1999

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 $M[\Delta\xi]$ 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 — $\psi_{\sigma_i}(\xi_j)$;

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

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_{nj} .

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 — $\delta_{io} \%$;

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

дополнительные погрешности, вызываемые изменением влияющих величин — $\delta_{сij} \%$;

характеристики влияющих величин ξ_j ;

наименьшие и наибольшие значения влияющих величин, соответствующие реальным условиям эксплуатации — ξ_{nj}, 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

$$M [\Delta \xi_i] = M [\Delta_{\text{ios}}] + \sum_{j=1}^n M [\psi_{si} (\xi_j)], \quad (2)$$

где $M [\Delta_{\text{ios}}]$ — 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 $M [\Delta_{\text{ios}}]$, то для расчетов характеристик погрешности вводится предположение, что $M [\Delta_{\text{ios}}] = 0$.

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:

$$\psi_{si} (\xi_j) = K_{sij} L_1 (\xi_j), \quad (5)$$

$$\text{где } L_1 (\xi_j) = \begin{cases} 0 & \text{при } \xi_j = \xi_{oj} \\ 1 & \text{при } \xi_j \neq \xi_{oj} \end{cases}. \quad (6)$$

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_{mj} и наибольшее ξ_{sj} значения, соответствующие реальным условиям эксплуатации, и если нет оснований выделить области предпочтительных значений влияющей величины, то вводится предположение, что

$$M [\xi_j] = 0,5 (\xi_{mj} + \xi_{sj}). \quad (9)$$

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

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

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 $\xi_{нj}$ и $\xi_{вj}$, для расчетов метрологических характеристик ИК вводится предположение, что

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

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:

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

$$\Delta_{икс} = M [\Delta\xi] + K_n \sigma [\Delta\xi], \quad (18)$$

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_n 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 $K_n = 1,96$ 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

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

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

$$\sigma[\delta\xi_i] = \sqrt{\sigma^2[\delta_{i0}] + \sum_{j=1}^m \sigma^2[\delta_{cij}]}, \quad (21)$$

где $\sigma[\delta_{i0}]$ — 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

$$\sigma[\delta_{i0}] = \frac{|\delta_{i0}|}{K_p}, \quad (22)$$

где δ_{i0} — 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

$$\delta_{cij} = \xi_{io}(\xi_j) K_{\xi_i}(\xi_j), \quad (24)$$

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

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

$$\text{или } K_{\xi_i}(\xi_j) = \frac{|\xi_j - \xi_{oj}|}{\Delta\xi_{\xi_j}}, \quad (26)$$

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

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

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

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 $\pm \Delta_{ios}$, 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

$$\Delta_{i(п)} = \pm (M [\Delta\xi] + K_n \sigma [\Delta\xi]), \quad (28)$$

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

K_n — 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 $\delta_{ик н}$ 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 $\delta_{ик н(в)}$.

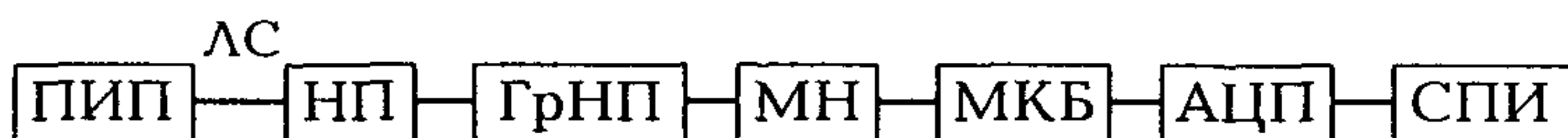
4.2. Исходные данные для расчета

4.2.1. Диапазон измерений температуры — от 0 до 600°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. 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 $\sigma [\delta\xi]$ 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	$20 \pm 5^\circ\text{C}$
Относительная влажность воздуха	$60 \pm 20\%$
Атмосферное давление	$101 \pm 10 \text{ кПа}$

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):

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\delta_{\text{ИК Н(В)}} = \pm (1,96 \times 0,74) = \pm 1,45\%.$$

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

$$\delta_{\text{ИК Н(В)}} = \pm 1,5\%.$$