

Основной структурной единицей ИИС является ИК (последовательная цепь измерительных компонентов, соединенная каналами связи).

Началом ИК является либо вход системы, либо выход промежуточного устройства, от которого расходятся несколько таких последовательных цепей, концом ИК является выход системы, либо вход системы разветвления.

Таким образом, чтобы достаточно полно описать метрологические свойства системы, необходимо нормировать МХ:

- ИК системы;
- измерительных компонентов системы;
- аналоговых вычислительных компонентов;
- алгоритмов вычисления, реализуемых цифровыми вычислительными компонентами.

### 3.3 Метрологические характеристики

Рассмотрим две группы МХ: типовые и индивидуальные.

Типовые МХ нормируются в НД на типы ИИС (могут определяться и расчетным путем по МХ компонентов ИК).

Индивидуальные МХ характеризуют свойства конкретных ИК и определяются экспериментально или расчетным путем по найденным экспериментально МХ компонентов.

К типовым МХ относятся:

1.Номинальная функция преобразования ИК, заканчивающегося измерительным преобразователем (либо прибором), шкала которого градуирована не в единицах входного сигнала ИК системы –  $f_{sa}(x)$

2.Цена деления равномерной шкалы, минимальная цена деления неравномерной шкалы ИК, заканчивающегося измерительным (показывающим или регистрирующим) прибором.

3.Вид выходного кода, число разрядов кода, номинальная цена единицы наименьшего разряда кода – для ИК с выдачей результата в цифровом коде.

4.Показатели точности и правильности показаний ИК, полученных в результате измерения:

а) характеристики неопределенности показаний ИК, обусловленной действием систематических эффектов ( $\Delta_S$ ) из числа следующих:

– допустимое отклонение ( $\Delta_{SP}$ ) функции преобразования ИК от номинальной, обусловленное действием систематических эффектов; номинальное значение поправки  $\theta_{ИК}$  к показанию на выходе ИК  $M(\Delta_S)$  и стандартное отклонение  $\sigma$  ( $\Delta_S$ ), являющееся мерой неопределенности поправки.

В качестве  $\theta_{ИК}$  может быть принята оценка математического

ожидания  $M(\Delta_S)$ , полученная на этапе предварительных исследований по

определению типовой поправки (нормирование  $M(\Delta_S)$  и  $\sigma(\Delta_S)$  целесообразно при условии, что они незначительно меняются во времени).

б) характеристики неопределенности показаний ИК, обусловленной действием случайных эффектов

- предел  $\sigma_p(\Delta)$  допускаемых значений стандартного отклонения, являющегося мерой неопределенности показаний ИК, оцениваемой по типу А;

- нормированная автокорреляционная функция  $r_{\Delta}(\tau)$  или спектральная плотность  $S_{\Delta}(\omega)$ .

- пределы допустимых отклонений от их регламентированных значений.

в) характеристики неопределенности показаний  $\Delta$  ИК:

- предел допускаемого отклонения  $\Delta_p$  функции преобразования ИК от номинальной;

- мера неопределенности показаний ИК  $\sigma(\Delta)$ , оцениваемая по типу А.

Нормирование  $\sigma(\Delta)$  производится в том случае, если

$$\sigma(\Delta) \leq \frac{\Delta_p q_{\max}}{100},$$

где  $q_{\max}$  - устанавливается в НД на конкретные виды систем.

г) предел допускаемого значения вариации ИК-Н<sub>р</sub>.

5. характеристики, позволяющие учесть возможное влияние на неопределенность показаний взаимодействия ИК с объектом измерений и с подключенными к его выходу устройствами.

6. Динамические характеристики (ДХ):

- полная ДХ - переходная характеристики  $h_a(t)$ . Полные ДХ нормируют для ИК, которые могут считаться линейными;

- импульсная переходная характеристика  $g_a(t)$ ;

- амплитудно-частотная  $A_a(\omega)$  и фазочастотная  $\varphi(\omega)$  характеристики;

- время реакции  $\tau_{га}$  ИК - характеристика, определяющая длительность установления выходного сигнала в заданные (значения) пределы при скачкообразном изменении входного сигнала. Нормируется для ИК, включающих как аналоговые, так и аналого-цифровые компоненты.

7. Чувствительность ИК системы к влияющим величинам:

а) функции влияния  $\psi_a(\xi)$  (в виде предельного значения, либо с указанием допускаемых отклонений от регламентируемых значений);

б) наибольшие допускаемые изменения  $\varepsilon_p(\xi)$  МХ, вызванные отклонением ВВ от нормальных условий.

8. МХ, отражающие влияние канала на канал.

9. Параметры линий связи.

Если изготовитель не комплектует ИИС линиями связи, то в НД указываются параметры линии связи, обеспечивающие нормируемые МХ ИК.

Нормирование характеристик неопределенности показаний для рабочих условий производится, если наибольшие отклонения МХ под воздействием ВВ не превышают заданного значения, оговоренного в НД.

В НД на конкретные виды систем нормируют комплексы МХ, достаточные для учета свойств систем при оценке их точности.

Индивидуальными характеристиками являются:

1. Индивидуальная функция преобразования ИК системы  $f_c(x)$ , заканчивающегося на выходе измерительным преобразователем, шкала которого градуирована в единицах, отличающихся от единиц входного сигнала канала.

2. Характеристики неопределенности показаний конкретного экземпляра ИК системы:

а) характеристики неопределенности показаний ИК  $\Delta_{SC}$ , обусловленной действием систематических эффектов:

- верхняя  $\Delta_{SIC}$  и нижняя  $\Delta_{SLC}$  границы отклонений функции преобразования ИК от номинального значения после введения поправок на все значимые систематические эффекты;
- вероятность  $P_{\Delta_{SC}}$  или нижняя граница ее допускаемых значений, с которой отклонение функции преобразования ИК от номинального значения находится в интервале, ограниченном  $\Delta_{SIC}$  и  $\Delta_{SLC}$ ;

б) характеристики неопределенности показаний  $\sigma(\Delta_c)$  ИК систем, обусловленной действием случайных эффектов:

- стандартное отклонение  $\sigma(\Delta_c^0)$ , являющееся мерой неопределенности показаний ИК, оцениваемой по типу А;
- стандартное отклонение  $\sigma(\Delta_c^0)$  и нормированная автокорреляционная функция  $r_{\Delta_a^0}(\omega)$  или спектральная плотность  $S_{\Delta_a^0}(\omega)$ ;

в) характеристики неопределенности показаний ИК  $\Delta_C$ : верхняя  $\Delta_{IC}$  и  $\Delta_{LC}$  нижняя границы интервала возможных отклонений функции преобразования ИК от номинального значения и вероятность  $P_{\Delta_C}$  или нижняя граница  $P_{\Delta_{LC}}$  ее допускаемых значений, с которой отклонение находится в указанном интервале.

При этом характеристики нормируют только для ИК систем, в которых неопределенность показаний, оцениваемая по пункту б) значительно меньше неопределенности показаний, оцениваемой по пункту а).  
г) вариация  $H_C$  ИК системы.

3. Характеристики, учитывающие влияние взаимодействия ИК с объектом измерений и с подключенным к его выходу устройством.

4. Индивидуальные динамические характеристики ИК:

а) полная динамическая характеристика: переходная характеристика  $h_c(t)$ , импульсная переходная характеристика  $g_c(t)$ , амплитудно-частотная  $A_c(\omega)$  и фазочастотная  $\psi_c(\omega)$ ;

б) время реакции  $\tau_{гс}$  ИК.

5. Характеристики чувствительности ИК и ВВ:

а) функции влияния  $\psi(\xi)$  ;

б) функции влияния ИК системы на ИК, метрологические характеристики которого определяются.

### **3.4. Экспериментальное определение метрологических характеристик**

Проблема экспериментальных исследований метрологических свойств ИИС важна на стадиях их разработки, изготовления и эксплуатации.

Наибольшие трудности возникают при испытании макетов, когда априорная информация минимальна, и нужно принимать решение о методах и средствах испытаний и номенклатуре МХ (также при эксплуатации систем, когда доступ к ним затруднен).

Специфические особенности экспериментальных исследований:

- взаимное влияние каналов;
- пространственная распределенность ИК (если в различных условиях);
- невозможность активно воздействовать на входы ИК (из-за конструктивных ограничений их и трудностей формирования испытательных сигналов неэлектрической природы).

Основные этапы экспериментального определения МХ ИК: подготовка к проведению эксперимента; проведение эксперимента, обработка экспериментальных данных с целью получения значений МХ или аналитических выражений для них.

Подготовка к экспериментальному определению МХ.

1. Изучить НД на систему; исходную информацию о ее свойствах, конструкции, принципе действия, входных сигналах, ВВ. Источники информации: литература, опрос экспертов, результаты предварительных экспериментов.