

машинного проектирования сетей сбора информации. "Автоматизированные системы проектирования". М., МДНТП им. Ф.Э. Дзержинского, 1975, с. 74-79.

А.Н. Богданов, С.П. Орлов

СИНТЕЗ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ
ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ИСПЫТАНИЙ
С ОПТИМИЗАЦИЕЙ ХАРАКТЕРИСТИК

(К у й б ы ш е в)

Проектирование информационно-измерительных систем (ИИС) автоматизации экспериментальных и производственных испытаний требует выполнять заданные условия с наименьшими затратами средств.

Конечной задачей ИИС является получение с требуемой достоверностью информации о фактическом состоянии испытываемых объектов.

Синтез ИИС в общем случае состоит из выбора рациональной структурной схемы ИИС и оптимизации метрологических характеристик полученной структуры.

В настоящем докладе рассматривается задача обеспечения заданной достоверности результатов испытаний и надежности выбранной структуры ИИС при минимизации ее стоимости.

Оптимизация точности и надежности измерительных преобразователей (ИП) ИИС в отдельности решается достаточно просто [1], [2]. Однако на практике наибольший эффект может быть достигнут при их совместной оптимизации.

Для решения данной задачи используются соотношения, связывающие погрешность и надежность ИП ИИС с показателями достоверности и стоимости.

Наиболее объективной количественной оценкой показателя достоверности результатов испытаний является вероятность ошибки II рода (пропуск отказа) [3].

Исходными данными при синтезе ИИС считаем:

n_m - число ИП в канале с номером m ;

A - число каналов ИИС;

$\mathcal{U}_3(\chi_m/\chi_m^*)$ - условная плотность вероятности контролируемого параметра при выбранном значении параметра;

- $f(x_m)$ - закон распределения контролируемых параметров;
- P_{qm} - заданная надежность канала ИИС;
- $[c, d]_m$ - интервал допустимых отклонений контролируемых параметров;
- P_{nom} - вероятность ошибки II рода (пропуск отказа) при измерении в m -канале;
- Q_m - множество математических моделей ИП канала m -ИИС, являющихся функционалами от выбранных значений контролируемых параметров, значений внутренних параметров ИП и внешних воздействий.

На первом этапе синтеза ИИС принимаем закон распределения погрешности каждого канала нормальным.

Введем следующие обозначения:

- $z_{i,m}$ - погрешность i -го ИП m -го канала ИИС;
- $z_m = \sum_{i=1}^{n_m} \omega_{i,m} z_{i,m}$ - вектор полной погрешности канала m ;
- $\omega_{i,m}$ - передаточная функция i -го ИП в канале m ;
- $C_m = \sum_{i=1}^{n_m} C_{i,m}$ - стоимость ИП m -го канала;
- $C_{i,m}$ - стоимость i -го ИП в m -канале;
- $[z_{i,m}^{min}, \frac{z_{i,m}}{\omega_{i,m}}]$ - область определения вектора z_m .

Рассматриваемое решение задачи синтеза ИИС состоит из 5 последовательных этапов.

На первом этапе определяются допустимые среднеквадратические погрешности каждого канала ИИС по требуемым достоверностям:

$$z_m = \frac{2 P_{nom} [F(d)_m - F(c)_m]}{\varphi(c)_m + \varphi(d)_m} \cdot \frac{1}{\ell_m} \quad (I)$$

Здесь ℓ_m - некоторые посторонние числа для любых симметричных законов распределения ошибки m -го канала ИИС, например, для нормального закона $\ell = \sqrt{2/\pi}$.

На втором этапе определяются квазиоптимальные значения надежности и погрешности ИП каналов из условия минимизации стоимости

$$\min C_m = \sum_{i=1}^{n_m} C_{i,m};$$

при ограничениях:

$$\sum_{i=1}^{n_m} \omega_{i,m} z_{i,m} = z_{g,m}; \quad \sum_{i=1}^{n_m} \ln(\rho_{i,m} + K_{i,m} z_{i,m}) = \ln \rho_{g,m}. \quad (2)$$

Для решения задачи применен метод неопределенных множителей Лагранжа и получена система уравнений:

$$1. \quad z_{g,m} - \sum_{i=1}^{n_m} \omega_{i,m} z_{i,m} = 0;$$

$$2. \quad \ln \rho_{g,m} - \sum_{i=1}^{n_m} \ln(\rho_{i,m} + K_{i,m} z_{i,m}) = 0;$$

$$3. \quad \dots \dots \dots \left. \begin{array}{l} \vdots \\ \beta_{i,m} / z_{i,m} - \lambda_1 \omega_{i,m} - \lambda_2 K_{i,m} / (\rho_{i,m} + K_{i,m} z_{i,m}) = 0 \end{array} \right\} i = \overline{1 \dots n},$$

где λ_1, λ_2 — неопределенные множители Лагранжа.

Исследование условий сходимости показало возможность использования итерационного метода решения системы (3).

На третьем этапе составляются математические модели каждого канала ИИС по выбранным из информационного банка математических моделям ИП.

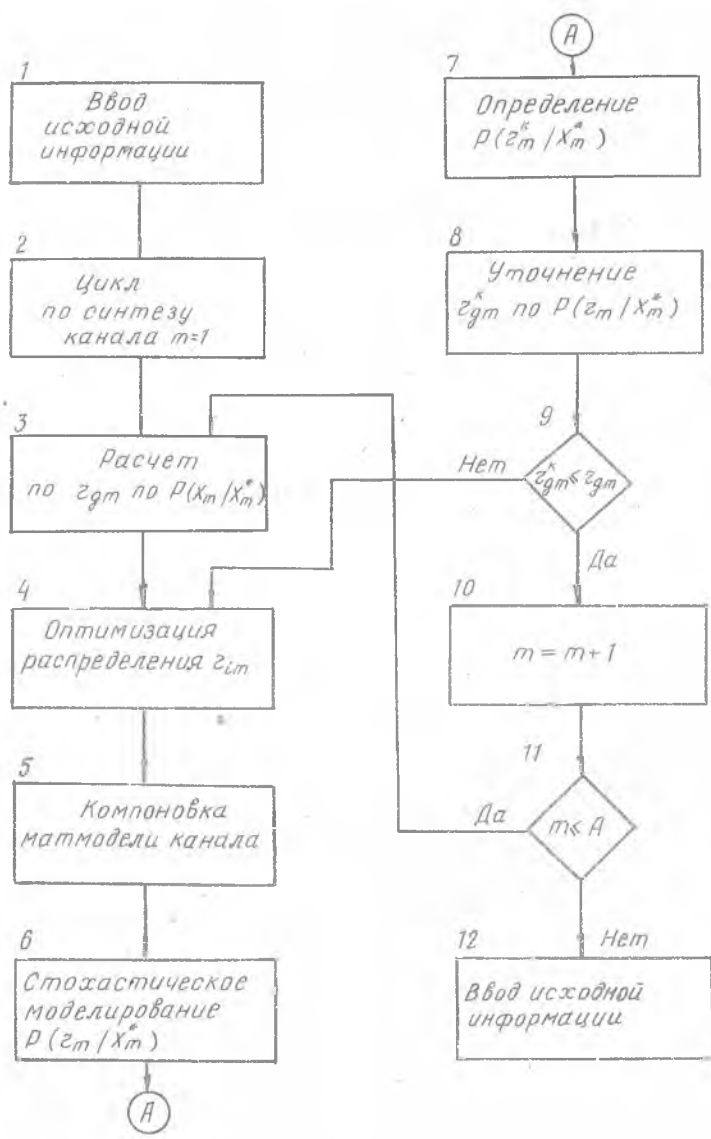
На четвертом этапе осуществляется статистическое моделирование процесса измерений в каждом m -канале с учетом функции влияния внешних воздействий для определения значений погрешностей оптимизированной ИИС, определения их законов распределения.

На пятом этапе производится уточнение допустимых погрешностей каналов $z_{g,m}^k$ с учетом выявленного закона распределения погрешностей каналов по результатам моделирования и сравнение их допустимыми значениями погрешностей $z_{g,m}$, полученными на первом этапе.

Если это неравенство не выполняется, то уточненные значения погрешностей каналов $z_{g,m}^k$ принимаются за исходные и вновь повторяется решение задачи по 2-5 этапам.

Укрупненный алгоритм синтеза ИИС по рассмотренной методике представлен на рис. 1.

Предложенный алгоритм обладает достаточно быстрой сходимостью, обеспечивает комплексный подход к оптимизации характеристик ИИС, позволяет автоматизировать процесс проектирования ИИС. Алгоритм был реализован на ЦВМ БЭСМ-6 при синтезе информационной измерительной системы для автоматизации экспериментальных и производственных испытаний бортовых устройств терморегулирования.



Р и с . I

Л и т е р а т у р а

1. М а н д е л ь ш т а м С.М., Х а с к и н А.М. Об оптимизации многоблочных измерительных систем. Труды ВНИИЭМ, № 5, 1970.
2. Ш и ш о н о к Н.А., Р е п к и н В.Ф., Б а р в и н с к и й Л.Л. Основы теории надежности и эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры. М., "Советское радио", 1964.
3. К у д р и ц к и й В.Д., С и н и ц а М.А., Ч и н а е в П.И. Автоматизация контроля радиоэлектронной аппаратуры. М., "Советское радио", 1977.

Б.И. Гальцов, Б.Т. Добраца

ПРОЦЕДУРА ВЫБОРА СОСТАВА ПАРАМЕТРОВ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

(М о с к в а)

Одной из актуальных задач технической диагностики считается выбор контролируемых параметров аппаратуры. Несмотря на то, что разработано большое количество математических моделей для оптимизации перечня контролируемых параметров, практическая реализация этих моделей не получила должного распространения. Причины этого заключаются в следующем:

недостаточное внимание со стороны работников промышленности;
разобщенность научных коллективов, занимающихся данной проблемой;

отсутствие достоверных статистических данных эксплуатации аппаратуры;

трудность составления и оптимизации адекватной математической модели для различных систем;

несовершенство самих математических моделей.

Проведенный анализ показывает, что оптимальные методы выбора параметров в зависимости от принятого критерия качества и модели объекта можно объединить в три группы: 1. Структурно-логический. 2. Вероятностный. 3. Метод распознавания образов.

Структурно-логические модели обладают рядом следующих недо-