

## Библиографический список

1. Системы автоматизированного проектирования в радиоэлектронике / Под ред. И.П.Наренкова.-М.:Радио и связь, 1986.-367 с.
2. Кокорева Л.В., Малашин И.И. Проектирование банков данных.-Л.:Наука, 1984.-256 с.
3. Зегжда П.Д., Макаров А.В., Николаева М.Л. База знаний для автоматизации проектирования измерительных преобразователей физических величин //Вычислительные. измерительные и управляющие системы:Межвуз.об.-Л.:ЛПИ, 1987, С.32-38.

УДК 681.586.001

М.Л.Николаева, Л.В.Смолко

### МЕТОДИКА ВЫБОРА ФИЗИЧЕСКОГО ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ В УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

(г. Ленинград)

Любое средство получения измерительной информации может быть представлено в виде цепи элементарных физических преобразований. Сочетание физических эффектов (ФЭ), определяющих физический принцип действия средства измерения, должно обеспечивать преобразование измеряемой входной величины в требуемую выходную величину. При этом должны быть выполнены условия согласования, а передаточные функции звеньев преобразования должны обеспечивать значения характеристик, определяемых техническим заданием. Автоматизация проектирования измерительных преобразователей на этапе выбора физического принципа действия (ФПД) позволяет получить множество допустимых целей преобразования, обеспечивающих заданную функцию преобразования. Для этого задача выбора ФПД формулируется следующим образом: имеется множество ФЭ  $\mathcal{A} = \{Q_1, Q_2, \dots, Q_n\}$ , на котором

задана некоторая сеть взаимобулавливающих логических связей.

Условия ограничения формулируются следующим образом:

выходная величина предыдущего в цепи преобразования эффекта совместима со входной величиной последующего звена преобразования;

вся цепь преобразований от первого до последнего звена должна осуществлять заданное уравнение преобразования;

каждому элементу цепи преобразования, допустимому с точки зрения условий 1 и 2, ставится в соответствие численное значение из массивов ограничений, определяющих функциональную пригодность.

Информационное обеспечение для выбора ФПД содержит организацию базы данных в виде матроида, формализованной базы знаний реляционного типа. Лицевая плоскость матроида – плоскость физических преобразований естественных входных величин ( $I, q, U, R, L, C, \mu, X, \dot{X}, \ddot{X}, F, P$ ) в выходные физические величины, имеет вид матрицы связности, в узлах которой записывают передаточные функции. Размерность матроида определена третьей осью, вдоль которой расположены конструктивные элементы. Такая база данных позволяет подсоединять новые элементы данных, не приводя к нарушению логического их представления, допускает максимальную гибкость прикладных программ. Особенностью применяемой базы данных является то, что необходимые функциональные зависимости в соответствии с целевой функцией проектирования формируются из зависимостей (передаточных функций), заданных в узле матрицы. Для решения задачи создается набор физических эффектов, образующих выборку, для которой выполняются все ограничения и которая обеспечивает выполнение заданной функции преобразования. В такой постановке задача выбора ФПД средств измерений аналогична задаче поиска пути из вершины  $V_0$  в вершину  $V_n$  в теории графов. В работе, включенной в учебно-методический комплекс автоматизированного проектирования средств измерений, используется алгоритм поиска в глубину [1]. Программы поиска описаны на языке ФОРТРАН-IV ЕС ЭВМ.

Для организации поиска возможных реализаций ФПД применяется лицевая грань матроида, расположенная в виде матричной таблицы. Возможности практического использования матрицы зависят от ее размеров, объема оперативной памяти и быстродействия ЭВМ, поэтому в учебно-методическом комплексе предлагается два варианта лабораторной работы:

выбор ФПД на ограниченной матрице ФЭ ( $12 \times 12$ ) методом поиска в глубину с запоминанием всех возможных путей преобразования входной величины в выходную (ЭВМ СМ);

выбор ФПД на полной матрице (27x27) методом поиска в глубину с запоминанием лишь вариантов структур, удовлетворяющих требованиям технического задания (ТЗ) на ЭВМ ЕС.

В первом варианте лабораторной работы используется упрощенная матрица связности, включающая только три группы преобразователей: с электрическими входными сигналами, с магнитными входными сигналами, с механическими входными сигналами. Номер каждой строки  $N_i$  и соответствующий номер каждого столбца  $N_j$  этой матрицы обозначают физическую величину. Элементы матрицы для ЭВМ записываются в виде "1" и "0". Единица означает, что есть преобразование из  $N_j$  в  $N_i$ , а ноль - отсутствие преобразования. Каждому отличному от нуля элементу матрицы соответствует передаточная функция преобразования. Перебор сочетаний физических преобразований осуществляется путем замены номеров строк номерами столбцов. Затем эти цепочки проверяются на соответствие требованиям технического задания и физической реализуемости по основным характеристикам средств измерений. В качестве характеристик взяты масса, погрешность, температурный диапазон преобразователей. Перечень характеристик можно расширить или изменить в зависимости от предъявляемых к проектируемому средству измерения требований. ЭВМ вместе с распечаткой всех возможных цепей преобразования выдает для лица, принимающего решения (ЛПР), комментарии, указывающие, какие цепи преобразования и по каким параметрам непригодны.

Второй вариант лабораторной работы рассчитан на использование ЕС ЭВМ. Технические возможности этой машины позволяют работать с полной матрицей ФЭ. Процедура отбора вариантов основана на безусловном удовлетворении введенным ограничениям на каждом шаге поиска [2].

В качестве примера рассмотрим выбор ФПД для преобразователей ускорения и давления в напряжение на ЕС ЭВМ. При определенной совокупности ограничений по матрице связности были получены варианты, соответствующие данным ТЗ. Результаты перебора для указанной в ТЗ допустимой массы  $M_{ТЗ}$ , нижней  $t_{Н ТЗ}$  и верхней  $t_{В ТЗ}$  границ температурного диапазона и основной погрешности  $\gamma$  приведены в таблице, где ИП расположены в порядке предпочтения для данного ТЗ. Используются следующие обозначения:  $X$  - перемещение,  $\ddot{X}$  - ускорение,  $F$  - сила,  $P$  - давление,  $q$  - заряд,  $I$  - ток,  $U$  - напряжение,  $R$  - сопротивление,  $C$  - емкость,  $M$  - масса преобразователя,  $\gamma$  - основная погрешность,  $t_{Н}$ ,  $t_{В}$  -

нижняя и верхняя границы температурного диапазона. Техническое задание содержит следующие данные:  $M = 50$  г,  $t_1 = -50^\circ\text{C}$ ,  $t_2 = 50^\circ\text{C}$ ,  $\gamma = 2\%$ .

Преобразование					Тип ИП
$\ddot{X}-P-q-U$	15	-60	400	I	Пьезоэлектрический
$\ddot{X}-F-X-R-I-U$	40	-50	100	I	Тензорезисторный
$\ddot{X}-F-X-R-U$	30	-50	100	I	То же
$\ddot{X}-F-X-C-q-U$	40	-50	100	I, 65	Емкостной
$\ddot{X}-F-X-C-U$	35	-50	100	I, 58	То же
$P-F-\dot{q}-U$	10	-60	300	I	Пьезоэлектрический
$P-X-R-I-U$	35	-60	150	I, I	Тензорезисторный
$P-X-R-U$	25	-50	100	I, I	То же
$P-X-C-q-U$	35	-60	100	I, 6	Емкостный
$P-X-C-U$	30	-50	100	I, 4	То же

Анализ табличных данных показывает, что наиболее перспективными с точки зрения построения преобразователя ускорения и давления в напряжение с минимальной массой и широким температурным диапазоном являются пьезопреобразователи. Масса и погрешность тензопреобразователей может быть такой же, как у пьезопреобразователей, однако тензопреобразователи существенно уступают по значению верхней границы температурного диапазона. По рассматриваемым характеристикам пьезо- и тензопреобразователям незначительно уступают емкостные преобразователи. В то же время они обладают высокой чувствительностью, стабильны во времени. Тензопреобразователи имеют низкую чувствительность, электрическое сопротивление и меняется во времени из-за пластических свойств клея и основы, необходима частая калибровка. К недостаткам пьезопреобразователей можно отнести высокое выходное сопротивление и сложную технологию изготовления. Возникшая неоднозначность решения подтверждает важность использования большого числа частных критериев отбора.

Таким образом, практическая значимость полученных результатов определяется возможностью нахождения оптимального принципа действия при проектировании измерительных преобразователей как средств измерений.

## Библиографический список

1. Хог Э., Арора Я. Прикладное оптимальное проектирование.- М.:Мир, 1983. 479 с.
2. Системы автоматизированного проектирования: Учебное пособие для втузов/ Норенков И.П. Принципы построения и структура. Кн. I.-Л.:Высшая школа, 1986.-127 с.

УДК 681.3:519.6

В.С.Григорьев

Диалоговая система моделирования перестраиваемых динамических объектов и алгоритмов обработки наблюдений в условиях наличия обратной связи

(г. Томск)

При исследовании динамических систем и алгоритмов обработки наблюдений в задачах оптимального оценивания, управления и др. часто прибегают к имитации на ЭВМ поведения изучаемого объекта. Например, разработка процедуры оценивания текущего состояния некоторой технической системы для ответственного применения естественно включает в себя ее отработку на ЭВМ с целью адаптации к условиям использования. Это исследование представляет собой серию расчетов, в которых целенаправленно варьируются параметры задачи и отслеживается изменение интересующих характеристик, как правило, вектора состояния, оценки и других моделируемых величин. Полученные результаты анализируются специалистами и служат базой для содержательных выводов, а также принятия решений, намечающих последующие вычисления. При надлежащей постановке расчетов на основе этих результатов можно как составить представление как о качестве процедуры обработки наблюдений, так и извлечь полезную информацию о свойствах моделируемой динамической системы.

Во многих случаях дискретная постановка задачи моделирования может быть сформулирована следующим образом: