



Р и с. 2. Структура комплекса технических средств волоконно-оптической интроскопии

лом методов и средств технической дефектации и диагностики. От простейших волоконно-оптических зондов и эндоскопов современная интроскопия подошла к сложным телевизионным системам автоматизированного контроля и распознавания технических объектов.

Литература

1. Коныхов Н.Е., Плют А.А., Шаповалов В.М. Оптоэлектронные измерительные преобразователи. - Л.: Энергия, 1977. - 160 с.
2. Марков П.И., Шаповалов В.М. Волоконно-оптические преобразователи в приборах технологического контроля. - В кн.: Наука и техника, 1984. - 112 с.

УДК 621.396

А.В.Зеленский, Т.А.Рычина

ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Рост сложности объектов контроля и управления ими приводит к тому, что комплексные измерения должны производиться в реальном масштабе времени, возросшие требования к качеству управления, производительности и точности измерений требуют высокой степени автоматизации современных комплексных измерений.

Поэтому для реализации таких систем широко используют цифровые методы представления и обработки информации, в том числе та-

кие средства цифровой вычислительной техники, как микропроцессоры и микроЭВМ.

Обладая большими возможностями в организации и выполнении арифметических и логических операций, микропроцессоры и микроЭВМ на их основе открыли новые возможности дальнейшего совершенствования средств измерения и автоматизации. Прежде всего изменился традиционный принцип сочленения функциональных узлов — вместо цепочного он стал магистральным, следовательно, более гибким и универсальным. Появилась возможность построения принципиально новых средств измерения и автоматизации, а также возможность выявлять программными способами погрешности и вводить соответствующие поправки, определять вероятностные характеристики измеряемых параметров.

Введение микропроцессоров и микроЭВМ (ставшими важными самостоятельными функциональными узлами) в измерительный комплекс потребовало решения новых задач по организации оптимальной структуры микроЭВМ, ее программного и математического обеспечения, автоматической диагностики.

Одной из динамичных систем является энергокомплекс с ограниченным ресурсом и переменной структурой, представляющий собой совокупность взаимосвязанных по природе элементов: источников, накопителей и потребителей энергии. Условия функционирования энергокомплекса весьма специфичны и труднопроизводимы. К надежности его работы представляются повышенные требования, процессы, связанные с функционированием его элементов, — быстротекущие, а само взаимодействие устройств носит стохастический характер.

При управлении такими объектами с помощью известных методов, разработанных для цифрового управления, накладываются жесткие ограничения (например, чтобы процесс изменялся медленно), что противоречит задачам управления в реальных условиях. Это ограничение связано с оперативной памятью ЭВМ. В статье рассматривается практический метод, с помощью которого цифровое управление процессом может быть осуществлено в реальном масштабе времени без перегрузки вычислительной машины.

С этой целью применена адаптивная схема, оперирующая с множественной (многопараметрической) регрессией. Информация для коррекции системы управления получается в результате идентификации процесса с априорной моделью. Применяемый для идентификации алгоритм не требует у ЭВМ большой оперативной памяти, и проводимые по

нему вычисления могут осуществляться в пределах реально приемлемого отрезка времени (до 100 м/с). При быстрых изменениях процесса необходимо производить частые его идентификации.

Чтобы синтезировать оптимальную по быстродействию систему управления, сделаем допущение, что управляемый процесс - линейный и инвариантен во времени. Запишем его в дискретном виде

$$Y_p[(k+1)T] = Z_p Y_p(kT) + \Delta_1 X_{вх}(kT) + \Delta_2 X_{упр}(kT),$$

- где Y_p - вектор состояния процесса размерностью $n \times 1$;
 $X_{вх}$ - вектор входного сигнала размерностью $l \times 1$;
 $X_{упр}$ - вектор управляющего сигнала размерностью $l \times 1$;
 Z_p - переходная матрица процесса размерностью $l \times l$;
 Δ_1 - матрица внешних возмущений размерностью $n \times l$;
 Δ_2 - матрица возмущений процесса управления, имеющая размерность $n \times m$;
 T - интервал времени;
 $k = 0, 1, 2, \dots$

Переходная матрица и матрицы возмущений определяются при операции идентификации. Критерий качества представляет собой функцию ошибки между значениями, даваемыми системой модели и измерениями в управляемом процессе. Метод контроля оптимален потому, что критерий качества минимизируется по каждому интервалу управления.

Модель управляемого процесса описывает желаемое поведение этого процесса. Пусть она описывается следующим выражением

$$Y_m[(k+1)T] = Z_m Y_m(kT) + \Delta_m X_{вх}(kT),$$

- где Z_m - переходная матрица модели процесса, имеющая размерность $n \times n$;
 Δ_m - матрица возмущений модели процесса, имеющая размерность $n \times l$.

Тогда ошибка управления может быть определена в виде

$$\begin{aligned} \xi(k+1) &= Y_p(k+1) - Y_m(k+1) = \\ &= Z_p Y_p(k) - Z_m Y_m(k) + \Delta_1 X_{вх}(k) + \Delta_2 X_{упр}(k), \end{aligned}$$

$$\text{Где } \Delta = \Delta_2 - \Delta_M.$$

Определяя скалярный функционал потерь в управлении,

$$j(k+1) = \varepsilon (k+1)' Q \varepsilon (k+1),$$

Где Q - симметричная весовая матрица.

Минимизируем функционал $j(k+1)$ выбором соответствующего управляющего вектора $x_{упр}(k)$

$$x_{упр}(k) = -(\Delta_2' Q \Delta_2)^{-1} \Delta_2' Q z_p y_p(k) - z_m y_m(k) + \Delta_1 x_{вх}(k). \quad (I)$$

Полученное управление (I) описывает закон управления, вытекающий из предлагаемого метода адаптации через сравнение параметров процесса с параметрами модели. В реальных условиях уравнение (I) может быть записано в простой форме

$$x_{упр}(k) = A y_p(k) + B x_{упр}(k) + C y_m(k).$$

Матрицы A , B , C определяются и корректируются в процессе идентификации. Каждое определение $x_{упр}(k)$ требует небольшого числа вычислительных операций. Матрицы Z_m и Δ_m устанавливаются априорно. Если за цель управления принять достижение стабильности управляемого процесса, то посредством этих матриц можно определить некоторую подходящую стабильную систему, поведение которой и описано при воздействии на него внешнего возмущения. Если требуется, чтобы состояние процесса управления достигало каких-то заданных значений, то в таком случае Z_m становится единичной матрицей, а вектор y_m будет определять цель управления.

Если пренебречь ограничениями на входные воздействия, то степень управляемости будет зависеть от числа управляющих входных воздействий. Обычно число таких состояний равно числу входов системы. Матрица y_m позволяет реализовать системы относительно конкретных управляемых состояний процесса, и она может быть использована для получения весовых коэффициентов в зависимости от того, какой относительный вклад в общее равновесие системы вносит каждое состояние.

Итак, можно сделать вывод о том, что применение предлагаемой модели позволяет повысить степень управляемости динамических систем энергокомплексов.