

**ПРОГРАММА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ НАСТРОЙКИ И
ДИАГНОСТИКИ АППАРАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЦСУ И
КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ**

На кафедре информационных и управляющих систем факультета автоматизации технологических процессов Воронежской государственной технологической академии функционирует учебно-исследовательская установка «Цифровая система управления (ЦСУ)», предназначенная для обучения студентов практическим навыкам проектирования, реализации, настройки и исследования систем автоматического управления технологическими процессами. Данная установка позволяет решать такие задачи, как экспериментальное получение динамических характеристик объекта по каналам, синтез одноконтурных и многосвязных систем регулирования и ряд других задач.

В состав установки входят: имитатор объекта управления (ОУ), шкаф устройств связи с объектом (УСО), рабочая станция (РС).

Имитатор ОУ – аналоговый вычислительный комплекс СУЛ-3, применяемый для физического моделирования объекта посредством формирования различных динамических звеньев.

Шкаф УСО включает: два модуля ввода аналоговых сигналов МВА8 для подключения датчиков, модуль вывода управляющий МВУ8 для подключения исполнительных устройств, два микропроцессорных контроллера ТРМ151 и адаптер сети АС3 (автоматическое преобразование интерфейсов RS-232/485).

Функции РС заключаются в настройке УСО, контроле, регистрации и регулировании технологических параметров ОУ на базе прикладного программного обеспечения (ПО).

Одним из важнейших этапов синтеза цифровых систем управления является разработка математической модели (ММ) объекта. Определение ММ на основе идентификации включает: получение базы данных (БД) экспериментальных значений (ЭЗ), их обработка с целью определения структуры и параметров уравнений ММ и проверка адекватности полученной модели.

Один из способов формирования БД – непосредственное измерение на реальном объекте, оснащенный контрольно-измерительными приборами и исполнительными механизмами.

В этой связи была поставлена задача автоматизации данного процесса путем разработки соответствующего специального программного обеспечения системы сбора и обработки информации, выполняющей функции: конфигурирования, настройки и диагностики аппаратных средств цифровой вычислительной техники; автоматического опроса датчиков, фильтрации ЭЗ, определения установившегося состояния (УС) объекта перед нанесением возмущающего воздействия; нанесения возмущения и регистрация ЭЗ; автоматическое определение окончания переходных процессов.

Конфигурирование системы выполняется в графическом интерфейсе с помощью контекстных меню, позволяющих настраивать параметры УСО.

Для определения УС при отсутствии помех воспользуемся производной значения выхода объекта, рассчитанной с использованием конечно-разностного отношения:

$$\frac{dy}{dt} \approx \frac{y_i - y_{i-1}}{T_0}, \quad (1)$$

где y_i, y_{i-1} – значения выхода объекта без помехи в моменты времени t_i и t_{i-1} , соответственно; i – номер такта квантования; T_0 – такт квантования.

Если значение производной равно нулю, объект находится в равновесии, в противном случае ($\frac{dy}{dt} \neq 0$) объект находится в переходном режиме.

При наличии помехи измеренные значения выхода объекта определяются следующим выражением:

$$y_i^f = y_i + f_i, \quad (2)$$

где y_i^f – измеренное значение выхода объекта на i -м такте при наличии помехи; y_i – значение выхода объекта при отсутствии помехи;

f_i – значение помехи.

В этом случае использовать значение производной выхода объекта для определения УС не представляется возможным, поскольку

$$\frac{dy^f}{dt} = \frac{dy}{dt} + \frac{df}{dt} \neq \frac{dy}{dt}, \quad (3)$$

что подтверждается примерами, приведенными на рис. 1, 2.

Пример 1. Процесс установившийся, но из-за наличия помехи определяется как переходный (рис. 1), так как

$$\frac{dy^f}{dt} \neq 0.$$

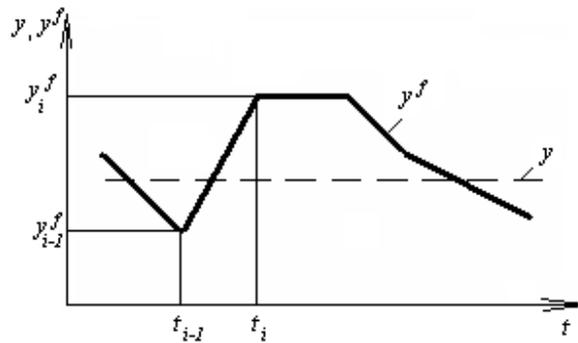


Рис. 1. График установившегося состояния выхода ОУ при наличии и отсутствии помехи

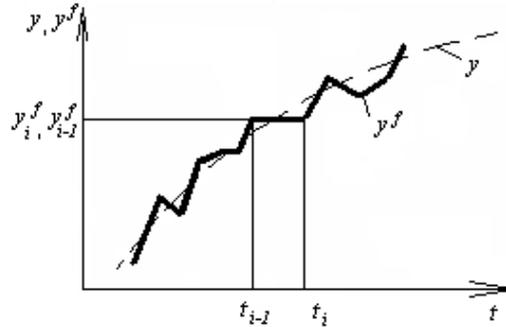


Рис. 2. График переходного процесса выхода ОУ при наличии и отсутствии помехи

Пример 2. Процесс является переходным, но из-за помехи определяется как установившийся (рис. 2), так как $\frac{dy^f}{dt} = 0$.

Поэтому предлагается определять УС по производной математического ожидания (МО) значений выхода объекта:

$$\frac{dM}{dt} \approx \frac{M_j - M_{j-1}}{T_0}, \quad (4)$$

где M_j, M_{j-1} — МО значений выхода, рассчитанные за определенные периоды времени.

Например, при наличии переходного процесса (ПП), как показано на рис. 3, для интервала времени 1 мин с тактом квантования 0,3 с МО определяются для каждых 200 значений выхода.

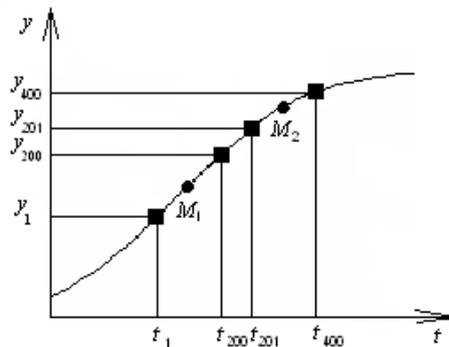


Рис. 3. Пример определения МО выхода ОУ при наличии ПП

При отсутствии помехи текущее состояние объекта определяется как по критерию $\frac{dy}{dt}$, так и по критерию $\frac{dM}{dt}$, поскольку при наличии ПП $y_1 < y_2 < \dots < y_{200} < y_{201} < \dots < y_{400}$, откуда $M_{0..200} < M_{201..400}$ и $\frac{dM}{dt} \neq 0$, а при наличии УС

$y_1 = y_2 = \dots = y_{200} = y_{201} = \dots = y_{400}$, откуда $M_{0..200} = M_{201..400}$ и $\frac{dM}{dt} = 0$.

При этом преимуществом критерия $\frac{dM}{dt}$ по сравнению с $\frac{dy}{dt}$ является то, что он позволяет определять наличие ПП и УС и в условиях помехи:

$$M(y^f) = M(y + f) = M(y) + M(f) = M(y), \quad (5)$$

откуда

$$\frac{dM(y^f, t)}{dt} = \frac{dM(y, t)}{dt}. \quad (6)$$

Таким образом, на основе вышеприведенных зависимостей было разработано ПО, позволяющее автоматизировать процесс формирования БД ЭЗ.

*Кафедра «Информационные и управляющие системы»,
Воронежская государственная технологическая академия*