Идентификация объекта исследования.

Известно, что для синтеза системы управления необходимо иметь сведения о количественных характеристиках объекта управления, определяющих его функционирование в статических и динамических режимах. Для многих технологических процессов эти характеристики носят оценочный характер и, кроме того, меняются в процессе функционирования.

В связи с этим, идентификацию объекта управления желательно проводить непрерывно с помощью экспериментальных методов, которые обычно делятся на активные и пассивные. В первом случае на вход объекта исследования подают стандартные возмущения [обычно скачкообразные $x(t) = 1(t)$ или импульсные $x(t) = \delta(t)$], а на выходе снимается соответствующая временная характеристика $y_i(t)$, обработка которой позволяет получить искомые характеристики объекта. Заметим, что подача возмущений на вход действующего технологического комплекса нарушает нормальный режим его работы, а часто и невозможна. Именно потому целесообразнее применять пассивные методы идентификации объекта, иначе называемые методами наблюдения, которые для получения искомых характеристик используют временные реализации входных $\bar{x}(t)$ и выходных $\bar{y}(t)$ координат объекта. Основной проблемой в этом случае является необходимость непрерывного измерения соответствующих координат объекта. Но для суперинерционных объектов эти измерения можно производить дискретно с интервалом дискретности Δ, который в соответствии с *теоремой Котельникова* определяется соотношением [л.1]:

$$\Delta = \frac{\pi}{\omega_{max}}, \qquad (1)$$

где ω_{max} – максимальная частота, которая присутствует в частотном спектре временных реализаций входных координат объекта $\bar{x}(t)$, оказывающих заметное влияние на выходные координаты $\bar{y}(t)$.

Для суперинерционных объектов, обладающих значительными фильтрующими свойствами, значение $\omega_{max} \approx (10^{-3} \div 10^{-6})$1/с и, следовательно, величина Δ может колебаться в пределах от нескольких минут до нескольких суток. Это позволяет, помимо данных измерений, непрерывно поступающих с измерительных приборов, использовать дискретную информацию, полученную в результате опробования и лабораторных анализов отобранных проб.

Рассматривая реализации координат $\bar{x}(t)$ и $\bar{y}(t)$, как реализации случайной функции, которая в результате опыта может принять тот или иной вид, неизвестно заранее, какой именно, для нахождения функции веса объекта $w(t)$ можно воспользоваться *интегральным уравнением Винера-Хопфа* [л.3]:

$$R_{yx}(\tau)=\int_0^{\infty}R_x(\tau-\theta)w(\theta)d\theta, \qquad (2)$$

где $R_{yx}(\tau)$ – взаимная корреляционная функция между выходной $y(t)$ и входной $x(t)$ переменными;

$R_x(\tau)$ – корреляционная функция входной переменной $x(t)$;

$w(t)$ – функция веса объекта исследования.

Решение уравнения (2) обычно сводится к решению системы алгебраических уравнений, формируемых путем замены интеграла суммой и выделения дискретных значений подинтегрального выражения в моменты времени $t_\mu = \mu\Delta$, где $\mu=\overline{1,N}$, $N=T_H/\Delta$, T_H – конечный интервал наблюдения; Δ – интервал дискретности.

Эта система уравнений имеет вид:

$$R_{yx}(\mu)=\sum_{i=0}^{N-1}w(i)R_x(\mu-i) \qquad (3)$$

Здесь неизвестными являются дискретные значения $w(i)$ импульсной характеристики функции веса $w(t)$. Вычислительные алгоритмы для решения системы алгебраических уравнений высокого порядка достаточно хорошо разработаны с помощью компьютерных технологий. Аналитическое выражение функции веса $w(t)$ может быть найдено путем обработки дискретных значений $w(i)$ по методу наименьших квадратов.

Проиллюстрируем нахождение функции веса $w(t)$ объекта исследования по вышеизложенной методике на конкретном примере [л.3].

Пусть реализация входной и выходной координат объекта[1)] с неизвестным математическим описанием представлены на рис. 2.

Длительность наблюдения T_H составляла 1080 мин. Измерение величин $x(t)$ и $y(t)$ производилось дискретно с интервалом Δ = 10 мин. Требуется определить функцию веса $w(t)$ объекта исследования.

Заметим, что помехи, обусловленные ошибками измерения, целесообразно сгладить по *методу скользящего среднего* [л.3]. Сущность данного метода заключается в том, что сглаженное значение измеренной случайной функции $\varphi(t)$ в любой момент времени принимают ее значение в некотором интервале $t_l=2l\Delta$ (l = 1,2,…) с центром в точке $t_l/2$. При изменении времени этот интервал скользит вдоль оси t, чем объясняется название метода. Таким образом, измеряемая случайная функция $\varphi(t_j)$ разбивается на сглаженную случайную функцию $\varphi_c(t_j)=\varphi_{cj}$, ординаты которой вычисляются по формуле:

[1)] В данном примере использовались реализации на входе и выходе процесса обогащения полезных ископаемых.