

АНАЛИЗ ТРАЕКТОРИЙ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В БАЗИСЕ «СОСТОЯНИЕ-СКОРОСТЬ-КРИВИЗНА» И ЕГО ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ

Макаренко А.В.

Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(государственный технологический университет)

362021, Россия, Владикавказ

E-mail: avm.science@mail.ru

Сформулируем утверждение: в общем случае при прохождении сигнала через динамическую систему его динамическая структура изменяется. Это положение возможно использовать для повышения качества и эффективности идентификации объектов управления, но для этого необходим соответствующий инструментарий анализа динамической структуры во временной области как самого объекта, так и проходящих через него сигналов.

Введем в рассмотрение одномерный гладкий динамический процесс описываемый посредством функции $x(t)$. Будем полагать, что $x \in X$ и $t \in T$, а $X \subset R^1$ и $T \subset R^1$. Причем функция $x(t)$ – гладкая, принадлежит классу C^2 , и является непрерывной на промежутке $t \in (-\infty, +\infty)$. Дополнительно: $\Omega = X \times T$, $\Omega \subset R^2$, $dl^2 = dx^2 + dt^2$.

Ранее в работе [1] было показано, что минимально необходимым базисом для полноценного анализа во временной области структуры процесса $x(t)$ является Евклидово пространство $P_0^T = \{x, \alpha^T, \varphi_0^T\}$, $P_0^T \subset R^3$, где: $\alpha^T = c_{ss} \dot{x}$ – нормированная скорость динамического процесса; $\varphi_0^T = (c_{ss} c_{as} \ddot{x}) / (1 + c_{ss}^2 \dot{x}^2)$ – динамическая кривизна процесса в Ω . Анализ фазовых траекторий динамических процессов в пространстве P_0^T качественно, в информационном аспекте, дополняет их классический анализ на фазовой плоскости $\{x, \dot{x}\}$. Информативностью обладает как топологическое разбиение пространства P_0^T порождаемое динамическим процессом, так и метрические и геометрические свойства траекторий в нём.

Настоящим исследованием установлена принципиальная возможность конструктивного применения в задачах идентификации нелинейных динамических систем согласованного анализа в пространстве P_0^T фазовых портретов их входных и выходных сигналов. Показано, что проведение подобного анализа сообщает дополнительную информацию о структурно-функциональных свойствах идентифицируемой системы.

Возможности метода продемонстрированы на примере анализа нелинейного осциллятора Дюффинга: $\ddot{x} + \omega_1^2 x + \lambda x^3 = u(t)$, где $u(t)$ – «вход» динамической системы.

Развитие предложенного подхода требует проведения дополнительных исследований:

- 1) Необходим синтез методов взаимно однозначного отображения динамической структуры объектов управления в пространство P_0^T . Причём объект управления может быть задан как в пространстве сигналов, так и в пространстве состояний.
- 2) Необходимо выявление взаимосвязи динамической структуры объектов управления и их свойств (устойчивость, грубость, управляемость, и т.п.) с топологическими инвариантами разбиения на траектории пространства P_0^T , и метрическими и геометрическими свойствами фазовых траекторий в нём.
- 3) Требуется разработка и доведение до инженерного уровня применимости методик идентификации и анализа объектов управления на основе предложенного подхода и их увязка с существующими действенными методами.

Литература

1. Макаренко А.В. Геометрический подход к описанию и анализу динамической структуры сигнала. // XIII Зимняя школа-семинар по СВЧ-электронике и радиофизике. / Сборник трудов. – Саратов, СГУ. 2006г.