

К ВОПРОСУ ПОСТРОЕНИЯ НЕЧЁТКО-ЛОГИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ СЛОЖНОГО ДИНАМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ПИЛОТИРУЕМЫМ СРЕДСТВАМ ВЫВЕДЕНИЯ

Рассматриваются результаты исследования возможности обеспечения робастности и устойчивости сложного динамического объекта (СДО) со случайными разбросами параметров на примере оценки частоты собственных колебаний жидкого наполнителя частично заполненной ёмкости СДО (летательный аппарат, цистерна, танкер и др.) с использованием нечётко-нейронной (Fuzzy Logic) системы идентификации (ННСИ) типа Такаги-Сугено. Предполагается, что ННСИ работает в процессе движения СДО, используя в качестве входных параметров регистрируемые параметры движения, в частности, для определения оценки частоты собственных колебаний жидкого наполнителя (ЖН) – командный сигнал поворота органов управления.

Постановка задачи. Модель замкнутой системы. Для проведения исследования была использована обобщённая математическая модель СДО, представленная в виде уравнений возмущённого движения с учётом подвижности жидкости в ёмкости:

$$\begin{aligned} \ddot{Z} &= a_{z\delta}\delta + a_{z\psi}\psi + a'_{z\psi}\dot{\psi} + a'_{zz}(\dot{Z} + W) + a_{zs}\dot{S}, \\ \ddot{\psi} &= a_{\psi\delta}\delta + a'_{\psi\psi}\dot{\psi} + a_{\psi\psi}\psi + a'_{\psi z}(\dot{Z} + W) + a_{\psi s}S + a''_{\psi s}\dot{S}, \\ \ddot{S} + \beta S + \omega_s^2 S &= a''_{s\psi}\dot{\psi} + a_{s\psi}\psi + a_{sz}\dot{Z}. \end{aligned}$$

Требуется разработать ННСИ степени отклонения от номинального значения частоты собственных колебаний жидкости, характеризующей взаимодействие жидкого наполнителя с объектом.

В качестве входных сигналов ННСИ должна использовать параметры движения, которые доступны для измерения и имеют весомое влияние на идентифицируемый параметр.

Моделирование движения СДО с учётом разбросов по частоте собственных колебаний жидкого наполнителя. Схема моделирования СДО с учётом разбросов по частоте собственных колебаний жидкого наполнителя приведена на рис. 1.

На рисунке приняты следующие сокращения: ИУ – исполнительное устройство, СДО – сложный динамический объект, Д – датчики, ЗУ – закон управления, НУ – начальные условия, ЖН – жидкий наполнитель.

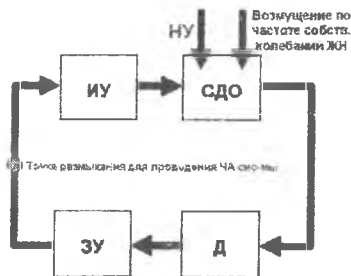


Рис. 1. Схема моделирования СДО с учётом разбросов по частоте колебаний ЖН

Влияние возмущения при разбросе по частоте собственных колебаний жидкого наполнителя на частотную характеристику системы приведено на рис. 2.

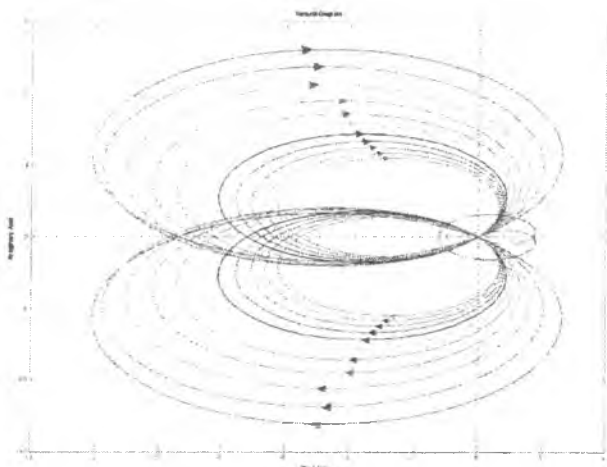


Рис. 2. Влияние возмущения при разбросе по частоте собственных колебаний ЖН на частотную характеристику системы

Нечётко-нейронная система идентификации основана на получении коэффициентов Фурье входного сигнала и их использовании в предварительно обученной ННСИ как показано на рис. 3.

Результаты исследования возможности обеспечения робастности и устойчивости сложного динамического объекта со случайными разбросами. Результат использования нечётко-нейронной системы идентификации в контуре управления СДО показан на рис. 4. Из него видно, что после нескольких циклов работы ННСИ значения идентифицируемого параметра приближаются к значениям его заданной случайной реализации.

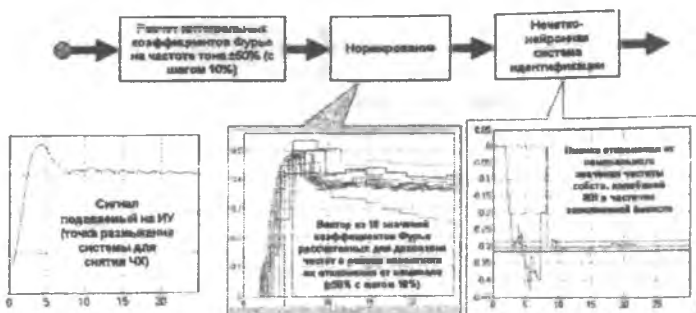


Рис. 3. Схема включения ННСИ в контур управления СДО для обеспечения робастности к его параметрическим возмущениям

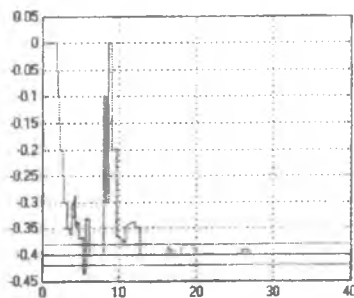


Рис. 4. Пример функционирования ННСИ для определения степени отклонения значения частоты собственных колебаний ЖН от её номинального значения

Результаты моделирования показали положительный эффект в части оценки идентифицируемого параметра.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 07-08-00763).

Библиографический список

1. Динеев, В.Г. Использование искусственных адаптивных нейронных сетей для мониторинга внешних возмущений, действующих на сложные динамические объекты/ В.Г. Динеев, А.В. Мухин// Доклады МНТК «Управление развитием крупномасштабных систем»/ ИПУ им. В.А.Трапезникова. – Москва. – 2007.
2. Динеев, В.Г. Синтез и исследование эффективности работы нечётко-логического алгоритма, выключенного в контур управления сложным динамическим объектом для адаптации к разбросам его параметров / В.Г. Динеев, А.В. Мухин //Труды МНТК «Системы и комплексы автоматического управления летательными аппаратами», посвящённой 100-летию со дня рождения Н.А. Пилюгина/ МИРЭА (ГТУ). – Москва. – 2008.