

СИНТЕЗ НЕЙРОКОНТРОЛЛЕРА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ИНВАРИАНТНЫХ СИСТЕМАХ РЕГУЛИРОВАНИЯ

В.Г. Стогней, А.В. Кретинин

Воронежский государственный технический университет
Воронеж, Россия

В работе представлена структурная схема инвариантной системы регулирования. Разработана нейросетевая модель нейроконтроллера. Обоснована перспективность использования нейросетевых технологий для синтеза управляющих звеньев инвариантных систем регулирования

Искусственные нейронные сети (ИНС) успешно применяются для различных задач математического анализа, оптимизации, моделирования и управления. Уникальные возможности ИНС по нахождению скрытых физических закономерностей на основе стохастической статистики наблюдений, моделирования функционального континуума из дискретного множества основаны на мощных аппроксимационных возможностях нейросетевой вычислительной архитектуры. Проведенные исследования посвящены разработке инвариантных систем регулирования на базе искусственных нейронных сетей.

Современные энергетические объекты представляют собой сложные динамические системы с несколькими взаимосвязанными входными и выходными величинами. Рассматриваемые объекты характеризуются высокими температурами и давлениями, большими скоростями протекающих в них процессов. Большинство из них представляют собой системы со многими степенями свободы, подверженные действию многих внешних и параметрических возмущений.

Изучение процессов в энергетических объектах, их идентификация сопряжены с большими трудностями. Условия их работы не всегда предсказуемы с достаточной вероятностью. В связи с этим для обеспечения требуемых качеств управления системы автоматического регулирования (САР) таких объектов, как правило, состоят из большого количества автономных САР. Но многосвязные системы существенно усложняют настройку регулятора, делают его параметры более критичными к изменениям динамических свойств объекта, повышают опасность возникновения колебательных процессов и снижают качество регулирования.

Одним из перспективных методов повышения надежности и качества регулирования энергетическими объектами и упрощения систем является обеспечение инвариантности регулируемых величин относительно действующих на них возмущений. Обеспечение инвариантности позволяет увеличить точность регулирования без уменьшения запаса устойчивости. Реализации условий инвариантности предшествует увязка параметров основного звена регулирования. Увязка осуществляется по условиям

минимально допустимой ошибки регулирования в возможных пределах изменения параметров звеньев по технологическим соображениям.

Схема организации обратных связей нейросетевого канала управления предложена в [1]. При возникновении управляющего воздействия нейроконтроллер по параметрам текущего и предыдущего состояний объекта должен формировать отображение $u_k \rightarrow n_k$ для заданного времени переходного процесса и постоянной АЧХ системы управления.

Для формирования обучающей выборки строятся эталонные временные характеристики переходных процессов сопряжением кубического сплайна и управляющего закона. Т.о., обучение производится по ошибке в управлении n_k в отличие от [2], где для решения подобной задачи использовался генетический алгоритм оптимизации, настраивающий параметры нейроконтроллера по ошибке в выходе объекта.

Для формирования отображения

$$n_k = f_{\text{NET}}(u_k, x_k, x_{k-1}) \quad (1)$$

использовалась стандартная структура многослойного персептрона (MLP) с 3 входами, одним выходом и двумя скрытыми слоями с 7 и 8 нейронами соответственно. При обучении MLP использовался алгоритм Левенберга-Маркардта. В результате сформирован суммарная среднеквадратическая ошибка по точкам статистической выборки составила $E=0.01$.

Таким образом, для хранения информации о функционировании нейроконтроллера требуется всего 100 коэффициентов, способных, будучи организованы в нейросетевую вычислительную архитектуру, с высокой точностью восстановить функциональный континуум (1). Высокая степень соответствия эталонным характеристикам позволяет использовать нейросетевые технологии для синтеза управляющих звеньев систем управления.

Обеспечение инвариантности регулируемых параметров объекта позволяет иметь высокое качество регулирования при одновременном упрощении системы, что повышает ее надежность при работе в самых трудно предсказуемых сочетаниях отклоняющих воздействий. Применение нейросетевых технологий является перспективным направлением работ по практической реализации и использованию инвариантных систем в современной технике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Narendra K.S., Parthasarathy K. Identification and control of dynamical systems using neural networks // IEEE Trans. On Neur. Net. – 1990. – vol. 1. - # 1. – pp. 4-27
2. Вороновский Г.Л., Махотило К.В., Петрашев С.Н., Сергеев С.А. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности – Х.: ОСНОВА, 1997. – 112 с.