Краткое изложение заявки

Тема исследования: «Адаптивное управление нелинейными сетями с запаздыванием»

А. А. Селиванов

В последние годы задачам сетевого управления уделяется большое внимание, что связано с повсеместным распространением сетевых систем. Под сетевыми системами понимается совокупность взаимосвязанных динамических объектов, каждый из которых имеет управляющую переменную, т. е. вектор-функцию, значение который можно явно задать, и выход, т. е. переменную, значения которой доступны измерению. Одной из важнейших задач, возникающих при исследовании сетевых систем, является задача синхронизации. В общем случае под синхронизацией понимают согласованное изменение некоторых количественных характеристик систем. Таким образом, задача синхронизации состоит в конструировании регуляторов, которые будут обеспечивать желаемое поведение сетевой системы, например сближение состояний подсистем. Синтез регуляторов, обеспечивающих синхронизацию, затруднен сложностью и пространственной распределённостью подсистем, нелинейностью локальной динамики, ограничениями на обмен информацией между подсистемами. Кроме того, взаимная удалённость агентов сети и конечная скорость передачи информации приводят к возникновению запаздываний в системе. Эти запаздывания нельзя игнорировать, поскольку наличие даже малой задержки в управлении может дестабилизировать систему. В настоящее время остаётся много неразрешённых вопросов, связанных с применением адаптивных методов для управления сетевыми системами с запаздываниями. Решению некоторых из этих задач посвящено данное исследование.

Автором данной заявки на настоящий момент получен ряд результатов, касающийся синхронизации сети динамических объектов при наличии запаздываний. Во-первых, был разработан и исследован адаптивный децентрализованный алгоритм синхронизации сети взаимосвязанных объектов с запаздываниями в связях. Локальная динамика каждого объекта имеет выделенную гипер-минимально-фазовую часть и нелинейность, удовлетворяющую определённым условиям. Достаточные условия синхронизации были выведены для нелинейностей двух типов: липшицевых и согласованных (в последнем случае нелинейность имеет определённую структуру). Во-вторых, была рассмотрена задача синхронизации нескольких систем с помощью «консенсусного» регулятора по запаздывающим выходам. Показано, что если орграф связей имеет входящее остовное дерево, коэффициент усиления регулятора достаточно велик, а произведение коэффициента усиления на запаздывание достаточно мало, то сеть синхронизируется.

В качестве проекта дальнейших исследований, прежде всего, планируется обобщить результаты, полученные для консенсусного регулятора. Будет рассмотрен случай переменного запаздывания, различающихся запаздываний. Далее будет рассмотрена задача адаптивного управления линейной системой с запаздыванием в управлении и в измерениях. Предполагается, что при выполнении некоторых условий на начальные данные и параметры системы, сформулированные в виде разрешимости линейных матричных неравенств специального вида, возможно построить адаптивный алгоритм, который обеспечивает предельную ограниченность траекторий системы, т. е. траектории попадают в компакт за конечное время. Условия предельной ограниченности траекторий будут распространены на системы с ограниченным возмущением и нелинейностью, удовлетворяющей условию Липшица. В конечном итоге планируется применить полученные результаты к сетям динамических систем. При решении поставленных задач будут использованы современные версии классических методов: метода функционалов Ляпунова-Красовского и метода функций Ляпунова-Разумихина. Для конструирования адаптивного алгоритма управления планируется использовать метод скоростного градиента. Для доказательства сходимости разработанного адаптивного алгоритма управления будет использована теория пассивных систем.