СЕКЦІЯ 8.
МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА В АВТОМАТИЦІ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННІ

УДК 621.34.001.5

ЗАРУБА А.В., РОГАЧЁВ А.И., докт. техн. наук, проф.

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЛИНЕЙНЫМ НЕПЕРЕРВНИМ ОБЪЕКТОМ

Проблема настройки регуляторов в АСУТП на промышленных объектах подробно рассмотрена в работе [1]. Из-за нелинейности и нестационарности процессов единожды настроенные регуляторы не обеспечивают задачу стабилизации и в большом числе случаев работают неудовлетворительно. Обслуживающий персонал систем управления не справляется с объемом работ, а операторы не владеют приемами настройки. Положение в значительной мере улучшается за счет применения средств автоматизированной настройки в современных микропроцессорных системах управления. Однако они не решают задачу полностью, поскольку требуют участия обслуживающего персонала и устраняют только проблемы, обнаруживаемые людьми.

Адаптивные регуляторы предназначаются для сохранения необходимого качества регулирования при изменениях характеристик объекта и условий его функционирования за счет адекватного перестроения параметров и/или структуры в алгоритме. При этом роль регулятора должна заключаться в том, что он обеспечивает сохранение режима автоматического регулирования (устойчивость и допустимое качество регулирования) в условиях нестационарности, нелинейности и зашумленности объекта.

Адаптивный регулятор должен продолжать работу в тех условиях, когда стандартный ПИД регулятор уже не справляется с задачей стабилизации регулируемой переменной. Такие возможности адаптивного регулятора должны обеспечиваться включением в алгоритм специальных механизмов обратной связи по характеристикам поведения замкнутой системы. К адаптивным при этом безусловно не должны относиться системы автоматизированной настройки, работающие под управлением наладчика, а также системы автоматической коррекции параметров настройки по нагрузке объекта.

Ограничимся основным случаем самонастраивающегося регулятора, в котором специальный блок адаптации действует на параметры ПИД регулятора в зависимости от контролируемых характеристик поведения контура. Для того, чтобы поддержать систему автоматического регулирования в "хорошем" состоянии, необходимо:

— своевременно обнаруживать ситуацию разладки контура, выполняя идентификацию динамики (объекта или контура) в темпе с процессом;

— при обнаружении факта разладки рассчитать необходимые изменения параметров настройки;

— ввести вычисленную коррекцию параметров в ПИД регулятор;

— проверить результаты коррекции и при необходимости вновь выполнить операции идентификации при новых параметрах и повторить коррекцию.

В адаптивном регуляторе каждый из этапов процесса адаптации должен выполняться автоматически. Методы выполнения каждого из этапов должны быть надежны и работать без ошибок. Разладка системы должна обнаруживаться методами идентификации, расчет коррекции - методами теории регулирования. При этом существенную роль играют критерии разладки и окончания коррекции, от которых также зависит успешная работа регулятора.

Существует много подходов к построению адаптивных регуляторов, каждый из которых предпочтительно применять в определенных условиях.

Обычно работа алгоритма адаптации опирается на математическую модель объекта в его составе. Регуляторы с применением модели в контуре адаптации делятся на две основные группы: регуляторы с эталонной моделью и регуляторы с идентифицируемой моделью. Адаптивные алгоритмы разделяют также на активные и пассивные в зависимости от используемого метода идентификации. В активных применяются автоматически наносимые тестовые воздействия на контур, в пассивных используются случайные сигналы из внешней среды.

Этими основными типами далеко не исчерпывается многообразие схем адаптивных регуляторов. Предлагаются, например, "безмодельные" и "мультимодельные" схемы. При реализации схем используются разные вычислительные механизмы, в том числе методы искусственного интеллекта - нечеткая логика, нейронные сети, а также автоколебательные и скользящие режимы работы и т.д. Поэтому адаптивные регуляторы представляют собой множество алгоритмических схем с разными свойствами, возможностями, условиями применения. Приведем некоторые примеры.

В системах с эталонной моделью (Model Reference Adaptive Systems, MRAS) выход модели в реальном времени сравнивается с выходом объекта. Для устранения (уменьшения) невязки между характеристиками поведения выходов объекта и эталонной модели применяется какая-нибудь известная схема поиска экстремума. Предпосылками применения схемы являются достаточно низкий уровень возмущений и хорошие данные о запаздывании в процессе, а также использование управляющего входного сигнала в алгоритме. Ответственным этапом в подготовке к работе регулятора с эталонной моделью является создание эталонной модели. Часто эталонная модель подготавливается путем предварительной настройки контура с применением традиционных или автоматизированных процедур.

В адаптивных системах с идентифицируемой моделью (Model Identification Adaptive Systems, MIAS) применяются обычно рекурсивные алгоритмы идентификации, требующие достаточно длительных наблюдений; соответст-

венно они обладают низким быстродействием и могут применяться для процессов с медленно меняющимися характеристиками. Параметрические воздействия на регулятор осуществляются в дискретные моменты времени.

Регуляторы с эталонной моделью обладают более высоким быстродействием в перенастройке; регуляторы с идентифицируемой моделью в то же время не требуют, как первые, непременного измерения управляющего сигнала на входе объекта.

Важную роль играет алгоритмическая реализация функциональных блоков, от которой существенно зависит удачное применение регулятора. Большой выбор вариантов порождает множество возможных алгоритмических схем. От алгоритмов требуются хорошее быстродействие, робастность (неприхотливость) и малое потребление вычислительных ресурсов. При исследованиях и практическом использовании адаптивных регуляторов возникают объективные трудности из-за принципиальных особенностей их структур.

Блоки параметрического воздействия в составе регуляторов существенно нелинейны, что приводит к затруднениям в теоретических исследованиях систем и к парадоксальным явлениям в их поведении, например, к чередованию областей устойчивости и неустойчивости в пространстве параметров. В адаптивном регуляторе подлежат настройке параметры как основного контура (первичная настройка), так и блока адаптации, что ведет к значительному возрастанию размерности и к существенному усложнению задач и процедур настройки.

Представляет интерес сопоставительный анализ промышленных серийных адаптивных и самонастраивающихся регуляторов, опирающийся на их экспериментальные испытания. Показано, что решающих преимуществ в эффективности процессов адаптации по критериям быстродействия, помехозащищенности, надежности в работе нет ни у одного из регуляторов (т.е. алгоритмов управления, алгоритмических схем): у каждого есть своя предпочтительная область применения. Стоит проблема разработки универсального алгоритма автоматического регулирования, обладающего свойством адаптивности к изменениям характеристик объекта управления и окружающей среды в различных ситуациях.

Решение этой проблемы может быть достигнуто за счет структурной адаптации в регуляторе, в котором применены несколько алгоритмов адаптации. Применение того или иного алгоритма должно диктоваться конкретными условиями.

Список литературы: 1.Автоматизация настройки систем управления. / *Ротач В.Я., Клюев А.С., и др.: Под ред. Ротача В.Я. М.:* Энергоатомиздат, 1984, 272 с.