

симально параллельной реализации операторной схемы произвольного вида [4, 8].

Преимущества ДИЛС обусловлены инвариантностью к конфигурации РПС, универсальностью модели, проработанностью теоретических вопросов, наличием программ по распараллеливанию и декомпозиции, возможностью частичного (избирательного) контроля операций. К проблемам практического применения относятся корректность описаний ТП, контролепригодность РПС, трудоемкость инженерных задач (схематизация, имитационное моделирование, настройка средств ФД, способы съема диагностических признаков) и сложность организационно-технических мероприятий по реализации ФД РПС по ДИЛС [2].

Список литературы

1. *Алгоритмы, математическое обеспечение* и архитектура многопроцессорных вычислительных систем / Под ред. А.П.Ершова. М.: Наука, 1982.
2. *Никищенков С.А.* Функциональное диагностирование реконфигурируемых информационно-управляющих систем // "Информационные технологии на железнодорожном транспорте (Инфотранс-2002)". 7-я междунар. науч.-практ.конф. СПб: ПГУПС, 2002.
3. *Смолов В.Б., Барашенков В.В., Балакин В.Н.* Контролирующие и диагностические процедуры на схемах алгоритмов // Тез. докл. V Всесоюз. совещ. по проблемам управления. М.: Наука, 1971.
4. *Элементы параллельного программирования* / Под ред. В.Е.Котова. М.: Радио и связь, 1983.
5. *Рыжков А.П.* Правильная биологическая граф-модель параллельного вычислительного процесса и его свойства // Известия АН СССР. Техническая кибернетика, 1976, №2.
6. *Нариньяни А.С.* Теория параллельного программирования: формальные модели // Кибернетика. 1974. №3, 4.
7. *Никищенков С.А.* Функциональное диагностирование управляющей части реконфигурируемых многопроцессорных вычислительных систем по информационным схемам алгоритмов. Дис. к.т.н. Л.: ЛЭТИ, 1988.
8. *Бунич А.Л. и др.* Параллельные вычисления и задачи управления (аналитический обзор) // Автоматика и телемеханика, 2002. №12.

Никищенков Сергей Алексеевич – канд. техн. наук, доцент, заместитель заведующего по НИР кафедры "Информатика" Самарской государственной академии путей сообщения, председатель совета директоров ЗАО "Роспромоборудование-2".

Контактный телефон (8462) 99-58-69.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ТЕПЛООБМЕНА

Е.В. Никульчев (МГАПИ)

Описан подход к идентификации и моделированию сложных технических систем на примере управляемой системы теплообмена, используемой в кондитерской промышленности. Методологической основой подхода служит теория симметрий, средством – пакет System Identification Toolbox.

В инженерной практике проектирования систем управления и регулирования все больше стало использоваться математическое моделирование, что объясняется, прежде всего, сложностью промышленных объектов. При этом широкое распространение получили математические пакеты, среди которых одним из приспособленных для инженерных приложений является среда MATLAB. Для решения задач управления и имитационного моделирования в состав системы входят следующие пакеты расширения (Toolboxes).

Control Systems Toolbox. Работает с непрерывными и дискретными моделями систем в виде передаточных функций и моделями в пространстве состояний и позволяет решать классические задачи [1]: расчет динамических и частотных характеристик; проектирование регуляторов частотными и корневыми методами; синтез систем управления по квадратичным критериям оптимальности; решение стационарных уравнений Ляпунова, Риккати и др.; фильтрация по Калману; поддержка систем с запаздыванием.

LMI Control Toolbox. Предназначен для решения задач выпуклой оптимизации при проектировании устойчивых систем управления: проектирование систем управления с использованием ограничений; синтез многокритериальных систем управления; провер-

ка устойчивости линейных систем по Ляпунову, нелинейных – по критерию Попова.

Model Predictive Control Toolbox. Представляет набор средств для решения задач управления сложными многоканальными системами с учетом ограничений на переменные состояния и управляющие сигналы.

Mu-Analysis and Synthesis Toolbox. Содержит функции проектирования устойчивых систем управления на основе использования оптимизации в равномерной норме и сингулярного параметра.

Robust Control Toolbox. Включает средства проектирования и анализа многопараметрических робастных систем управления, устойчивость которых имеет большое значение. К ним относятся – системы с модельными неопределенностями, с динамической неопределенностью, с изменяемыми в процессе функционирования параметрами.

System Identification Toolbox. Инструментальное средство идентификации линеаризованных моделей динамических систем на основе анализа входных/выходных процессов. Включает предварительный анализ данных (фильтрация, выявление трендов, и т. п.); выбор диапазона данных для идентификации; построение авторегрессионных моделей; получение моделей в пространстве состояний; анализ невязок при тестировании модели. System Identification Toolbox является одним из самых практически полезных приложений.

Выгодно дополняет набор средств MATLAB среда визуального моделирования Simulink [2]. Применительно к задачам управления может быть мощным средством исследования нелинейных и нестационарных динамических систем. Содержит среди дополнительных блоков (Blocksets) средство Nonlinear Control Design, которое успешно может использоваться для проектирования ПИД-регуляторов нелинейных систем.

Нужно отметить, что имеются современные пакеты по нечеткой логике (Fuzzy Logic Toolbox) и нейро-сетевым технологиям (Neural Toolbox). Наличие такого широкого спектра реализованных методов позволяет выбрать среди них наиболее оптимальный для решения широкого класса практических задач, не тратя время на программную реализацию.

На основе системы MATLAB были решены задачи моделирования и проектирования регуляторов на производственных предприятиях кондитерской и машиностроительной отраслях [3, 4].

Для решения задачи моделирования и построения системы автоматического регулирования сформирована методика, состоящая из четырех шагов.

1. Идентификация системы. По экспериментальным данным в переходном режиме и в режиме нормального функционирования происходит построение системы линеаризованных уравнений в пространстве состояний.

2. Проектирование системы управления. Выбирается схема управления промышленной системой и, используя описанные выше средства MATLAB, рассчитываются параметры ПИД-регулятора. К классически применяемым методам можно отнести метод

Никольчев Евгений Витальевич – канд. техн. наук, доцент каф. управления и моделирования систем Московской государственной академии приборостроения и информатики.

Контактный телефон (095)-268-37-75

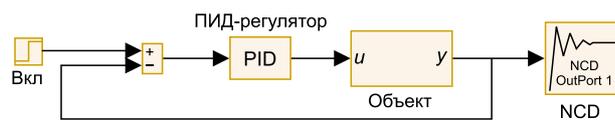


Рис. 1. Модель схемы управления в Simulink

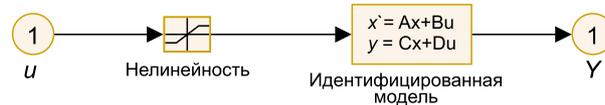


Рис. 2. Пример модели промышленного объекта

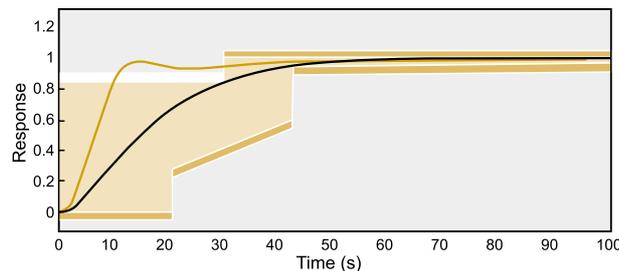


Рис. 3. Настройка параметров регулирования по заданному виду переходного процесса в Nonlinear Control Design

корневого годографа и метод синтеза систем регулирования по желаемым ЛАХ (логарифмическим амплитудным характеристикам), которые реализованы в Control System Toolbox в виде отдельного приложения SISO-tool с пользовательским интерфейсом [1].

3. Имитационное моделирование схемы управления. Осуществляется для тестирования и оптимизации параметров. Для наглядности рекомендуется использовать Simulink. Типовая схема приведена на рис. 1. В подсистеме "Объект", находится собственно модель промышленного объекта (рис. 2).

4. Настройка параметров регулирования. Для выполнения расчета параметров регулирования при заданных ограничениях и критериях качества используется пакет Nonlinear Control Design, в котором задаются ограничения на вид переходных процессов (рис. 3).

На основе моделирования сложных ТП в промышленности выполнены системы регулирования несколькими теплообменниками, системой управления потоком вязкой жидкости (масла), системой охлаждения алюминиевого сплава и др.

Список литературы

1. Никольчев Е.В. Практикум по теории управления в среде MATLAB. Учебное пособие. М.: МГАПИ. 2002.
2. Никольчев Е.В. Simulink как средство исследования дифференциальных моделей // Exponenta Pro. Математика в приложениях. 2004. №1(5).
3. Никольчев Е.В. Технология автоматизированного расчета параметров регулирования технологическими процессами // Промышленные АСУ и контроллеры. 2001. №11.
4. Никольчев Е.В. Использование групп симметрий для идентификации сложных систем // Вычислительные технологии. 2004. Т.9. №3.

Система централизованной раздачи глинозема на Надвоицком алюминиевом заводе

В мае 2004 г. запущена и сдана в опытную эксплуатацию система централизованной раздачи глинозема (ЦРГ) новой конструкции на Надвоицком алюминиевом заводе. В результате совместной работы специалистов завода и компании ТоксСофт удалось построить транспортную систему, которая позволяет без потери качества глинозема передавать его в промышленных объемах на большие расстояния и затрачивать при этом минимум энергии.

Система имеет модульную структуру. Каждый модуль магистрали – самостоятельная энергонезависимая технологическая еди-

ница. Для достижения нужной длины магистрали достаточно подобрать нужное число таких модулей. Транспортный модуль системы ЦРГ имеет следующие технические характеристики: длина модуля – 16 м, общая пиковая производительность – 15 т/ч, угол наклона к горизонту – 0,2°.

В настоящее время система полностью обеспечивает загрузку глиноземом 16-ти электролизеров четвертого корпуса завода. Длительность загрузки всех 16-ти электролизеров составляет около 1,5 ч один раз в сутки.

[Http://www.toxsoft.ru](http://www.toxsoft.ru)