

4. Гусейнова Т.И., Мукаев Р.Ю., Ясовеев В.Х., Соколов К.И. Возбуждение ультразвуковых волн электромагнитным полем в магнитострикционном звукопроводе // Управляемые электрические цепи и электромагнитные поля: Межвуз. науч. сб. Уфа: УГАТУ, 1997. С. 45–48.
5. Мукаев Р.Ю., Ясовеев В.Х. Математическая модель акустических датчиков перемещения со стержневым магнитострикционным волноводом // Измерительные преобразователи и информационные технологии. Уфа, 1996. С. 180–187.
6. Ясовеев В.Х., Мукаев Р.Ю. Математическая модель магнитострикционного преобразования параметров движения с ленточным волноводом // Измерительные преобразователи и информационные технологии. Уфа, 1996. С. 13–19.
7. Мукаев Р.Ю., Березовская Е.С., Ясовеев В.Х. Математическая модель магнитострикционного датчика перемещений // Датчики систем измерения, контроля и управления: Межвуз. сб. науч. тр. Пенза, 1995. Вып. 15. С. 43–46.
8. Ультразвук. Маленькая энциклопедия / Под ред. И.П. Голяминой. М.: Советская энциклопедия, 1979. 400 с.
9. Домрачев В.Г., Матвеевский В.Р., Смирнов Ю.С. Схемотехника цифровых преобразователей перемещений: Справочное пособие. М.: Энергоатомиздат, 1987. 392 с.
10. Пат. № 2090839 (РФ). Магнитострикционный преобразователь перемещений / Р.Ю. Мукаев, Е.С. Березовская, В.Х. Ясовеев. Оpubл. в БИ, 1997. № 26.
11. Пат. № 2125235 (РФ). Способ измерения линейных перемещений / В.Х. Ясовеев, Р.Ю. Мукаев, К.И. Соколов. Оpubл. в БИ, 1999. № 2.
12. Пат. № 2117914 (РФ). Способ измерения линейных перемещений / В.Х. Ясовеев, Р.Ю. Мукаев, К.И. Соколов. Оpubл. в БИ, 1999. № 23.

ОБ АВТОРЕ

Ясовеев Васих Хаматович, доцент, докторант УГАТУ. Дипл. инж.-элетромеханик (УГАТУ, 1975), канд. техн. наук по элементам и устройствам вычислительной техники и систем управления (УГАТУ, 1984). Исследования в области датчиков и преобразователей информации

УДК [681.5:658.5]:681.3

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
МУЛЬТИАГЕНТНОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМОЙ**

Р. Г. ВАЛЕЕВА

Факультет информатики и робототехники УГАТУ
Тел: (3472) 23 82 80 E-mail: valeeva@tc.ugatu.ac.ru

Рассмотрены особенности мультиагентных (многокомпонентных) производственных систем как объектов управления, функционирующих в условиях динамичной рыночной среды. Разработан подход к построению системы имитационного моделирования (СИМ) динамики процессов производства, реализации продукции и интеллектуального управления на базе концепции развитой моделирующей среды. СИМ позволяет конфигурировать систему моделирования в соответствии с целями экспериментов, проводить экспериментальные исследования по выбору структур, моделей и алгоритмов управления многокомпонентной производственной системой, а также по определению наиболее эффективной стратегии поведения системы, осуществлять поддержку принятия решений по управлению в условиях неопределенности. Предложенная технология разработки информационно-управляющих систем соответствует технологиям активного обучения

Система имитационного моделирования; концепция моделирующей среды, многокомпонентная (мультиагентная) производственная система; принятие решений; интеллектуальная информационно-управляющая система

ВВЕДЕНИЕ

Повышение эффективности управления производством является важной проблемой, решение которой становится особенно актуальным в современных условиях, которые характеризуются изменением как самих производств, так и среды их функционирования. К отличительным особенностям современного производства следует отнести следующие:

- частую сменяемость видов выпускаемой продукции, обусловленную быстро изменяющимися потребностями рынка и возможностями научно-технического прогресса;
- усложнение технологической, организационной и информационной структуры производ-

ства, определяемое усложнением самих выпускаемых изделий и внедрением перспективных технологий их обработки и новых информационных технологий;

- сокращение жизненного цикла изделий за счет сокращения сроков на их разработку и изготовление путем внедрения высокоэффективных систем автоматизированного проектирования и средств автоматизации производства.

Функционирование производства в условиях рыночных отношений усложняется, прежде всего, за счет существенной нестабильности среды и направленного противодействия конкуренции целям производственной системы (ПС).

С учетом этих новых свойств системы и среды ее функционирования производственные системы



следует рассматривать как класс больших и сложных систем, которые:

с позиций теории управления являются многофункциональными, многосвязными, динамическими;

с позиций организационного управления являются мультиагентными (многокомпонентными), имеют сложную структуру, сочетают технологические и организационные процессы, управляются человеком, функционируют во внешней среде и зависят от нее;

с позиций моделирования — гетерогенные, развивающиеся в условиях неопределенности, неудобные для экспериментирования системы;

с позиций формирования данных для управления используют учетные (фактические) данные, хорошо формализованные и полностью доступные, конкретные данные о ПС и внешней среде, значения которых получены в условиях неопределенности, а также плохо формализуемые знания специалистов.

Цель существования производственных систем состоит в выпуске конкурентоспособной продукции, соответствующей рыночной потребности. Функционируя в новых условиях, производственные системы находятся под влиянием возмущений среды и внутренних возмущений, обусловленных рассогласованиями в технологическом и производственном процессах, а также участием человека в системе, что в целом снижает эффективность их функционирования.

В связи с этим актуальной становится проблема совершенствования методов и алгоритмов управления производственными системами в условиях неопределенности состояний среды, многовариантности ситуаций при производстве и сбыте продукции и ограничений по ресурсам. Повышение эффективности управления системой может быть обеспечено в первую очередь за счет разработки и применения моделей и алгоритмов принятия решений на базе перспективных средств интеллектуализации управления.

Как средство описания и исследования производственных систем предлагается использовать имитационное моделирование ввиду его универсальности и высокой эффективности при анализе, управлении и проектировании сложных динамических систем. Актуальность проблемы моделирования ПС определяется также их особенностями, которые состоят в том, что эксперименты над системами в реальном масштабе времени либо невозможны, либо позволяют получать лишь ретроспективную информацию, используемую затем для прогнозирования их поведения.

При построении систем управления, основанных на имитационном моделировании, возникает ряд проблем, комплексное решение которых позволяет получить так называемый синергетический эффект. Среди проблем основными являются:

- создание адекватных моделей, которые обладают свойством либо алгоритмической, либо структурной адаптации к изменению свойств объ-

екта управления, системы управления или внешней среды;

- разработка системы имитационного моделирования генерируемой структуры, принципиально открытой и удобной в применении;

- развитие средств организации и проведения модельных экспериментов, настраиваемых на изменяющиеся цели управления или анализа поведения объекта;

- обеспечение технологичности системы, т. е. ее относительной независимости от предметной области.

ПРЕДЛОЖЕННЫЙ ПОДХОД

Решение сформулированных проблем возможно в концепции моделирующей среды, которая в отличие от концепции универсальной системы моделирования позволяет:

- строить подмодели разных типов;
- интегрировать подмодели в обобщенную модель объекта управления;
- настраивать параметры модели на реальные данные;
- описывать неформализуемые свойства и показатели реальной системы с помощью объектно-ориентированных программных средств — «мастеров»;
- формировать схему проведения экспериментов и изменять ее;
- анализировать результаты модельных экспериментов и формировать управляющие воздействия в соответствии с целями системы.

В концепции моделирующей среды реализуются принципы открытой системы, интегративные принципы построения систем (реальной и моделей), принципы системного анализа. Моделирующая среда — это набор инструментов (блоков, мастеров, динамических библиотек, средств построения структур, средств организации интерфейса), позволяющих в автоматизированном режиме решать любую из трех задач:

- разрабатывать имитационные модели реальных систем в соответствии с целями моделирования и исследования;
- строить систему управления реальным объектом и разрабатывать алгоритмы управления (теми же или иными средствами) с использованием результатов моделирования;
- использовать модели системы управления, результаты моделирования, а также схемы проведения экспериментов в технологиях активного обучения.

Концепция моделирующей среды при исследовании и управлении сложными многокомпонентными производственными системами реализуется в форме интеллектуальной информационно-управляющей системы (ИИУС), логическая структура которой обобщенно представлена на рис. 1. Исследование производственно-сбытовой деятельности предприятия в условиях неопределенности и выбор наиболее эффективных решений по управлению составляют цель разработки

информационно-управляющей системы. В структуре ИИУС, кроме системы имитационного моделирования, могут присутствовать функциональные блоки, обеспечивающие сбор, накопление и хранение данных в базах знаний, а также специальные блоки обработки плохо формализуемых данных экспертов.



Рис. 1. Логическая структура моделируемой производственной системы

Предлагаемая концепция интеллектуального управления производственными системами основывается на имитационном моделировании и состоит в том, что принятие решений по управлению в реальной системе обосновывается в системе моделирования предварительным анализом ситуаций, выбором наиболее перспективного решения и проверкой возможных последствий этого решения. При этом качество и достоверность принимаемых решений определяются адекватностью разработанных моделей и процессов моделирования реальной производственной системы.

В концепции моделирующей среды используется возможность объединить:

- модели, описывающие динамику производства и сбыта (динамические модели) [1];
- модели анализа ситуаций и выбора решений в условиях неопределенности (нечеткие модели) [2];
- модели планирования и прогнозирования развития ситуаций в условиях неопределенности, возмущений и риска (нейросетевые модели) [3];
- модели интеллектуального управления, основанные на знаниях, обеспечивающие лицу, принимающему решение (ЛПР), многовариантный анализ взаимозависимых данных [4].

Структура системы имитационного моделирования (СИМ), основанной на моделях, алгоритмах и средствах искусственного интеллекта, представлена на рис. 2. Особенность СИМ в том, что она реализована в концепции моделирующей среды, позволяет парировать неопределенности разной природы, в том числе порождаемые присутствием человека, и пригодна для решения всех трех перечисленных задач: моделирования (в

смысле разработки моделей), управления, обучения.

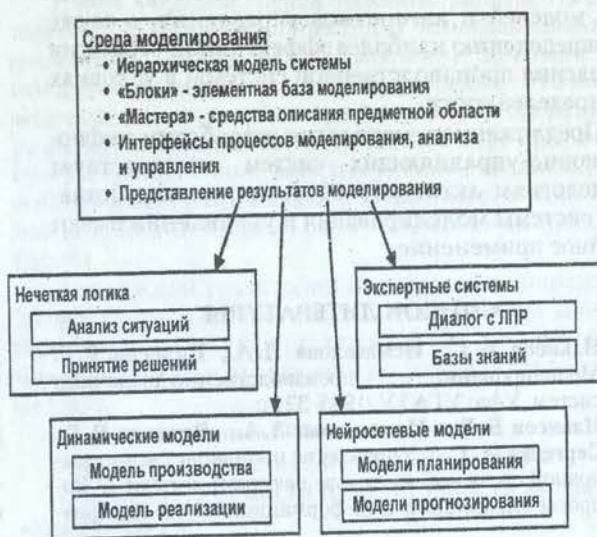


Рис. 2. Структура системы имитационного моделирования ПС

Моделирующая среда разработана в соответствии с требованиями новых информационных технологий и позволяет решать, во-первых, задачу конфигурирования системы моделирования и, во-вторых, задачу разработки самой имитационной модели производственной системы. Конфигурация системы моделирования определяется целями анализа и выполняется в диалоге с использованием окон иерархий, окон «мастеров» и структур, окон блоков и элементов, а также окон графиков и результатов. Моделирующая среда разработана безотносительно к конкретной системе управления производством, но ориентирована (по составу элементов и блоков) на моделирование данного класса систем.

Интерактивный диалог с пользователем обеспечен «подсказками» и предназначен для разработки структуры системы управления и наполнения имитационных моделей и алгоритмов данными о производственной и сбытовой деятельности исследуемого реального объекта. В этом случае в диалоге обеспечивается поддержка принимаемых решений за счет моделирования и анализа возможных ситуаций и прогноза их развития.

Структуры системы, модели подсистем и алгоритмы управления обеспечиваются моделирующей средой, могут меняться при проведении экспериментов с целью выявления наиболее эффективных структур систем управления, алгоритмов принятия решений, а также стратегий поведения производственной системы в неопределенных условиях рынка.

ВЫВОДЫ

Система имитационного моделирования процессов производства, реализации продукции и интеллектуального управления, построенная в кон-

цепции развитой моделирующей среды, позволяет конфигурировать систему моделирования в соответствии с целями экспериментов, пригодна для проведения экспериментов по выбору структур, моделей и алгоритмов управления, а также по определению наиболее эффективной стратегии поведения производственной системы в условиях неопределенности.

Предложенная технология разработки информационно-управляющих систем соответствует технологиям активного обучения; а разработанные системы моделирования и управления имеют двойное применение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ильясов Б. Г., Исмагилова Л. А., Валеева Р. Г.** Моделирование производственно-рыночных систем. Уфа: УГАТУ, 1995. 321 с.
2. **Ильясов Б. Г., Исмагилова Л. А., Валеева Р. Г., Сергеева И. Г.** Управление производственно-рыночной системой на основе нечеткой логики // Вопросы управления в информационных и киберне-

тических системах: Межвуз. науч сб. Уфа: УГАТУ, 1999. С. 7–13.

3. **Ильясов Б. Г., Исмагилова Л. А., Валеева Р. Г., Сергеева И. Г.** Принятие решений по управлению производством на основе нейросетевого моделирования // Нейроинформатика-99: Сб. науч. тр. Всерос. науч.-техн. конф. М., 1999. С. 157–165.
4. **Groumos P. P., Piyasov B. G., Ismagilova L. A., Valeeva R. G.** Intelligent control algorithms of dynamic manufacturing systems // Proc. of Int. Conf. ASI'98: Life Cycle Approaches to Production Systems: Management, Control and Supervision. Bremen, 1998. P. 151–156.

ОБ АВТОРЕ

Валеева Роза Гумеровна, доцент, докторант кафедры технической кибернетики УГАТУ. Дипл. инженер-электромеханик по электрическим машинам и аппаратам (УАИ, 1974), канд. техн. наук по автоматизации технологических процессов и производств (УАИ, 1987). Исследования в области моделирования и интеллектуального управления организационными производственными системами.

УДК 53.072:681.3

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ТРАЕКТОРИЙ ИЗБЫТОЧНЫХ МАНИПУЛЯТОРОВ

Г. Р. ШАХМАМЕТОВА

Факультет информатики и робототехники УГАТУ
Тел: (3472) 23 77 17 E-mail: firt@ugatu.rb.ru

Рассматриваются вопросы применения генетического подхода для планирования траекторий избыточных манипуляторов в сложном пространстве и разработки моделирующего комплекса для исследования эффективности работы генетического подхода

Избыточный манипулятор; планирование траектории; генетический алгоритм

ВВЕДЕНИЕ

При управлении движением кинематически избыточного манипулятора одной из наиболее значимых является проблема планирования траектории [1, 2]. До начала движения манипулятора важно знать, во-первых, существуют ли на его пути какие-либо препятствия, и, во-вторых, накладываются ли какие-либо ограничения на траекторию [3]. Классические методы планирования траекторий редундантных манипуляторов (метод виртуальных пружин, метод псевдоинверсии, метод «Морай» и т. д.) разработаны достаточно хорошо, но эти алгоритмы неприемлемы для работы манипулятора в сложном рабочем пространстве с множеством препятствий, так как требуют громоздких вычислений и неприемлемы для работы в реальном времени [4, 5].

Использование интеллектуальных методов управления позволяет эффективно управлять избыточным манипулятором в сложном рабочем

пространстве [6]. В работах [7, 8] рассмотрен эвристический метод, который позволяет находить траектории без априорной информации о рабочем пространстве.

В данном сообщении рассматривается подход к планированию траектории движения избыточного манипулятора на основе генетического алгоритма.¹ Генетический подход как метод поиска подходящих решений широко используется в настоящее время в самых различных областях, поскольку во многих случаях он позволяет отойти от сложного аналитического описания системы и преодолеть «проклятие размерности» [9].

1. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОДХОДА ДЛЯ ЗАДАЧИ ПЛАНИРОВАНИЯ ТРАЕКТОРИИ

Генетический алгоритм как метод решения по сравнению с классическими методами позволяет

¹ Работа явилась частью исследований по международному проекту Copernicus (15 СТ 96-0702) совместно с коллегами из Университета Карлсруэ (Германия), частично поддержана федеральной целевой программой «Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальных наук на 1997–2000 гг.» и продолжается в настоящее время в рамках хозяйственной научно-исследовательской работы № ИФ-ТК-16-00-03/6.