

производных по t . В то же время задача нахождения эквивалентной формы для линейной системы вполне конструктивна и по трудоемкости равнозначна обращению некоторой матрицы.

Показано, что при определенных предположениях для нелинейной системы операции линеаризации и перехода к эквивалентной форме перестановочны. Это позволяет избежать при исследовании управляемости нелинейной ДАУ построения для нее эквивалентной формы. Доказано, что в условиях теоремы существования [4] локальная нуль-управляемость нелинейной ДАУ (1) является следствием полной управляемости или локальной нуль-управляемости ее линейного приближения (2).

Следует отметить, что линейные и нелинейные ДАУ в данной работе исследуются в весьма общих предположениях. В частности, индекс неразрешенности системы может быть произвольно высоким. В линейном случае не требуется, чтобы ранг матрицы при производной искомой вектор-функции был постоянен. При исследовании нелинейных ДАУ предположения теоремы существования являются близкими к условию, необходимому для регулярного поведения решений.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта президента РФ НШ-1676.2008.1

Список литературы

1. Чистяков В.Ф., Щеглова А.А. Управляемость линейных алгебро-дифференциальных систем // Автоматика и телемеханика. 2002. № 3. С. 63–75.
2. Чистяков В.Ф., Щеглова А.А. Избранные главы теории алгебро-дифференциальных систем. Новосибирск : Наука, 2003.
3. Гайшуль И.В. Введение в теорию линейных нестационарных систем. Минск: изд-во Института математики НАН Беларуси, 1999.
4. Щеглова А.А. Нелинейные алгебро-дифференциальные системы // Сибирский математический журнал. 2007. Т. 48. № 4. С. 931–948.

К ВОПРОСУ О ПОИСКЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ В ERP-СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

А.И. Якимов

Белорусско-Российский университет, Могилев, Беларусь
ykm@tut.by

Введение. Решение задач оптимизации сложных систем затруднено тем, что трудно выразить зависимость между входными и выходными параметрами модели в аналитическом виде. Это вынуждает использовать имитационные модели для описания подобных систем. Методы оптимизации, основанные на случайном поиске обладают некоторыми недостатками: повышенные требования к вычислительным ресурсам по сравнению с методами, специально спроектированными для решения определенных проблем, отсутствие гарантии нахождения глобального оптимума, сложность реализации, однако часто являются основным способом решения задачи.

1. Имитационная модель в ERP-системе управления промышленным предприятием. Использование имитационной модели (ИМ) для поиска рациональных решений в ERP-системе управления промышленным предприятием [1] осуществляется следующей последовательностью этапов [2]:

Этап 1. Формулировка целей управления. Определяются цели (множество целей), которые должны быть реализованы в процессе управления.

Этап 2. Определение объекта управления. Этот этап связан с выделением той части среды, состояние которой интересует исследователя в связи с реализацией сформулированных целей. При формальном описании среды, проводя декомпозицию и выделяя объекты, всегда можно проверить на ИМ, достигаются ли цели управления в данном объекте или нет. Если нет, то зачастую удастся оценить степень неуправляемости этого объекта.

Этап 3. Структурный синтез ИМ. Этап является сложным и включает следующие шаги:

Шаг 3.1. Определение входов и выходов объекта, т.е. синтез ИМ на уровне «черного ящика»;

Шаг 3.2. Экспертное ранжирование входов и выходов объекта;

Шаг 3.3. Декомпозиция ИМ;

Шаг 3.4. Выбор структурных элементов ИМ.

Экспертный метод решения перечисленных задач чаще всего является основным.

Этап 4. Параметрический синтез ИМ связан с определением ее параметров при выбранной структуре. Для определения параметров ИМ необходимо иметь информацию о поведении неуправляемых, управляемых входов и состоянии объекта.

Этап 5. Синтез управления связан с принятием решения о том, каково должно быть управление, чтобы в сложившейся ситуации достигнуть заданной цели управления в объекте. Это решение получают с помощью имеющейся ИМ объекта и преследуют заданную цель. При проектировании модели алгоритма случайного поиска оптимальных решений (МАСПОР) выделен этап структурного синтеза МАСПОР, целью которого является определение структуры модели алгоритма, и этап параметрического синтеза МАСПОР, целью которого является определение параметров модели алгоритма. При этом рассматривается проблема выбора набора функций для исследования модели генетического алгоритма (ГА). Предлагается использовать специально разработанные функции, имитирующие наиболее сложные ситуации для ГА при поиске оптимума, для которых в качестве параметров выступает бинарная строка. Реализация расширения МАСПОР производится с использованием программно-технологического комплекса имитации сложных систем BelSim 2 [1].

Этап 6. Реализация управления связана с процессом отработки объектом программы, полученной на предыдущем этапе.

Этап 7. Адаптация – коррекция всей системы управления, т.е. всех этапов управления. Адаптация системы управления как процесс приспособления ее к специфическим свойствам объекта и окружающей среды имеет несколько иерархических уровней, соответствующих различным этапам управления сложным объектом.

2. Уровни адаптации системы управления. Возможны четыре уровня адаптации системы управления [2].

1) Параметрическая адаптация, связанная с коррекцией, подстройкой параметров в ИМ. Необходимость в такого рода адаптации возникает ввиду дрейфа характеристик управляемого объекта. Исходной информацией для нее является рассогласование откликов объекта и ИМ.

2) Структурная адаптация, возникающая при несовпадении структур ИМ и объекта, устраняется, например, процедурой перехода от одной альтернативной ИМ к другой. При этом альтернативы могут различаться числом и характером входов, выходов ИМ, вариантами декомпозиции и структурой элементов ИМ. Методически структурная адаптация ИМ использует алгоритмы структурного синтеза.

3) Адаптация объекта, связанная с пересмотром границ, разделяющих объект и среду. Расширение объекта приводит, как правило, к повышению его управляемости, но требует дополнительных ресурсов для реализации управления. Разные варианты расширения объекта квалифицируются различным образом по управляемости и требуемому ресурсу управления. Выбор наилучшего варианта объекта в процессе управления им и составляет основу адаптации объекта.

4) Адаптация целей управления. Определяется новое множество целей, достижение которых обеспечивается созданной системой управления.

Все четыре уровня адаптации системы управления решают одну и ту же задачу – обеспечение достижения системой поставленных целей. Каждый последующий уровень адаптации имеет постоянную времени на несколько порядков выше, чем предыдущий, т.е. работает значительно медленнее. Это обстоятельство должно учитываться при создании системы адаптации: верхние уровни адаптации должны включаться лишь в том случае, если нижние не могут эффективно отследить изменение, произошедшее в объекте.

3. Заключение. Представленный метод поиска рациональных решений в ERP-системе управления промышленным предприятием основан на новом подходе к имитации динамики производственно-экономической деятельности промышленного предприятия путем использования базовой имитационной модели и оценок финансово-экономического состояния предприятия по результатам моделирования. При решении многокритериальных задач использован принцип Парето (строго сформулированный В. Д. Ногиным [3] на основе аксиоматического метода) и постулат совместимости М. Месаровича [4], что позволило разработать способ количественной оценки координирующих действий в иерархической системе промышленного предприятия.

Список литературы

1. *Якимов А.И., Альховик С.А.* Имитационное моделирование в ERP-системах управления. Мн.: Бел. наука, 2005.
2. *Растригин Л.А.* Адаптация сложных систем. Рига: Зинатне, 1981.
3. *Ногин В.Д.* Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход. М.: Физматлит, 2004.
4. *Месарович М., Мако Д., Такагара И.* Теория иерархических многоуровневых систем. М.: Мир, 1973.