

УДК 519

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Фатуев М.В., студент гр. ИТб-162, II курс
Карнадуд О.С., к.т.н., доцент кафедры математика

Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Математические модели в сравнении с физическими более универсальные, дешевые, удобные в применении. Исследование математических моделей целесообразно выполнять на ЭВМ, что дает значительный выигрыш во времени и средствах. В связи с чем математические модели являются более прогрессивными в сравнении с физическими моделями и все чаще используются в разработке и проектировании технологических процессов и производства. Исследовательские приемы, обобщение и многое других достижений физического моделирования широко используются и в математическом моделировании. Математические модели, которые построены на принципах математического сходства, не исключают использования в них критериальных зависимостей и других положений теории сходства и теории размерностей. Благодаря применению математических моделей можно значительно сократить время разработки новых технологических процессов и тем самым ускорить технический прогресс. Сейчас математические модели находят более широкое применение чем физические модели. Они применяются в системах автоматизации проектирования (САПР) технологических процессов, в автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУТП) и в автоматизированных системах научных исследований (АСНИ). Часто целью исследования объекта и системы управления есть их математические модели. Математическое моделирование стало основным исследовательским приемом в физико-математических и технических науках. Оно является основой современных методов разработки и проектирования технологических процессов и систем управления ими. Математическое моделирование включает в себя получение, исследование и применение математических моделей. Методы использования и применения математических моделей в значительной мере определяют метод получения, вид представления, сложность, точность и другие показатели моделей. Универсальных на все случаи жизни, математических моделей быть не может. Они разрабатываются для конкретного применения.

Рассмотрим для примера сравнительные характеристики математических моделей, которые используются в САПР и в алгоритмах управления технологических процессов. Математические модели для САПР технологических процессов должны связывать определяющие характеристики и особенности процесса, который моделируется, с конструктивными и технологическими его параметрами. В этом случае время вычисления моделей на ЭВМ, и сложность имеют второстепенное значение и на них редко обращают внимание. В рамках САПР расчеты сложных объектов и технологических процессов на ЭВМ за их моделями может продлеваться много часов или даже дней и это не считается недостатком таких моделей.

К математическим моделям, которые применяются в алгоритмах управления, предъявляют требования простоты, возможность решения в реальном масштабе времени (равного за временем хода процесса), адаптирования. Такие математические модели должны связывать исходные определяющие параметры объекта с входными управляющими и возбуждающими. Влияние конструктивных, а в некоторых случаях и технологических параметров на определяющие параметры процесса для таких моделей есть несущественным. Это связано с их применением. Математическая модель объекта управления и алгоритм управления должны опережать ход процесса из-за того, что модель должна прогнозировать ситуацию, чтобы можно было вырабатывать и реализовать управляющее влияние на него.

Если модель объекта управления не обеспечивает опережения процесса в самом объекте, то ее применение в алгоритме управления нет смысла. Отсюда обязательные требования к таким моделям; чтобы они могли работать в реальном масштабе времени. В этом случае математическая модель не должна занимать много машинного времени в связи с тем, что управляющая ЭВМ (КВМ) имеет значительное количество функций и решает много задач. Применение сложных моделей в алгоритмах управления приводит к необходимости увеличивать количество КВМ или применять КВМ с большими возможностями, а значит и более дорогие.

В процессе эксплуатации, со временем, объекты управления часто изменяют свои свойства. Для решения задач управления, математическая модель, которая заменяет в них объект, должна быть довольно точной. Поскольку применить сложные и громоздкие модели, которые отображают изменения свойств объекта моделирования, нет возможности, так как нужен реальный масштаб времени, то используют процедуру адаптации модели. Полученные таким образом модели называют адаптивными. В них периодически проводится подстройка коэффициентов или структуры для того, чтобы их свойства отвечали свойствам объекта моделирования, которые изменяются в процессе его эксплуатации.

Создание математических моделей составляет главное направление современного процесса математизации наук (естественных, технических, гуманитарных). Ранее было упомянуто, что для одного объекта возможно

построить несколько моделей, также и математических. Для того чтобы математическую модель возможно было использовать для изучения реального объекта, она должна удовлетворять следующим критериям, быть:

- практически полезной;
- адекватной реальному объекту;
- адекватной решаемым задачам,
- простой в содержательном смысле и легко интерпретируемой;
- «адаптированной» к уже известным начальным данным об объекте и легко модифицироваться при возникновении новых данных;
- полной с точки зрения решаемых задач;
- нацеленной на психологию пользователя, простой и понятной ему;
- обеспечивающей отсутствие абсурдных результатов.

Математическая модель является комбинацией следующих элементов: переменных (входящих и выходящих) – они постоянно должны иметь область определения; параметров принимающих числовые значения; функциональных зависимостей; ограничений (искусственные и естественные); целевых функций (в задачах оптимизации).

Построение адекватных моделей технических операций (ТО) является основой описания ТС, предпосылкой для создания автоматизированных систем управления ТП (АСУ ТП), гибких автоматизированных производственных систем (ГАПС) и выполняется в процессе предпроектного обследования действующих производств. Для осуществления ТО необходимо обеспечить своевременное наличие на соответствующем рабочем месте комплектующих изделий, материалов, энергии, технического оснащения и управляющих воздействий. Так, например, при производстве микроэлектронных изделий, комплекс физико-химических процессов внутри технологической установки состоит в преобразовании входных потоков энергии и вещества. Для обеспечения требуемых физико-химических превращений на поверхности и в объеме твердого вещества и выходных параметров изделий необходимо этими потоками управлять.

Все математические модели можно подразделить на статические и динамические. Статические модели отображают статические, стационарные или постоянные режимы работы объекта моделирования, в которых параметры его не зависят от времени. В статических моделях имеет место зависимость функции от аргумента, выхода объекта от его входа. В статических режимах проводят расчеты технологических, физико-химических процессов, согласовывают потоки веществ и энергии, вычисляют уравнение материальных и энергетических балансов и много другого. Эти расчеты, в первую очередь, используются в системах проектирования и научных исследованиях по физико-химическим свойствам. Из-за чего основными областями применения статических моделей есть САПР и АСНД. Статические модели используются и во время разработки систем управления. В системах управления статические модели применяются в алгоритмах расчетных параметров, в алгоритмах статической оптимизации и для задания начального

статического режима в динамических процессах. Динамические модели описывают неустановившиеся, переходные или динамические режимы работы объектов, т.е. такие их режимы, в которых определяющие параметры изменяются во времени.

Список литературы:

1. Средства автоматизации и управления [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств" всех форм обучения / Е. Н. Карнадуд, О. С. Карнадуд ; Минобрнауки РФ, ФГБОУ ВО Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет). - Кемерово : КемТИПП, 2016. - 120 с.
2. Михеев, В. А. Автоматизация процессов [Электронный ресурс] : электрон. учеб. Пособие / В. А. Михеев; Минобрнауки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). - Электрон. текстовые и граф. дан. - Самара, 2012. – 67 с.