

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Габедава О. В., Почовян С. М., Кекелия В. И.
Грузинский Технический Университет

Резюме

Рассматриваются вопросы компьютерного моделирования сложных технологических объектов и процессов. Приведена схема организации процесса компьютерного моделирования и описаны основные этапы данного процесса. Согласно приведенной схеме на выходе обеспечивается обработка результатов расчетов, их анализ и вывод.

Ключевые слова: Компьютерное моделирование. Модель. Система. Алгоритм. Программа.

1. Введение

Сущность методологии компьютерного моделирования состоит в замене исходного технологи-ческого объекта его «образом» – математической моделью, – и в дальнейшем изучении модели с помощью реализуемых на персональных компьютерах (ПК) вычислительно-логических алгоритмов. Процесс компьютерного моделирования, как единый процесс построения и исследования модели, – используется для исследования, анализа, проектирования и оптимизации технологических объектов (систем) и технологий.

2. Основная часть

Метод компьютерного моделирования сочетает достоинства как теории, так и эксперимента. Работа не с самим объектом (явлением, процессом), а с его моделью даёт возможность исследовать его свойства и поведение в любых ситуациях (преимущества теории). Вычислительные (имитацион-ные) эксперименты с моделями объектов позволяют изучать объекты в достаточной полноте, недос-тупной чисто теоретическим подходам (преимущества эксперимента).

Система характеризуется алгоритмом функционирования, направленным на достижение опреде-лённой цели. Формализация системы осуществляется с помощью математической модели, отобража-ющей связь между выходными переменными системы, параметрами состояния и входными управля-ющими и возмущающими воздействиями. Сложная система обычно формализуется как детермини-рованно-стохастическая модель. С позиций системного анализа решаются задачи компьютерного моделирования, оптимизации, управления и оптимального проектирования технологических систем. Компьютерное моделирование есть процесс построения модели реального объекта (системы) и пос-тановки вычислительных экспериментов на этой модели с целью: 1) либо понять (исследовать) пове-дение этой системы; 2) либо оценить различные стратегии (алгоритмы), обеспечивающие функцио-нирование данной системы. Таким образом, процесс компьютерного моделирования включает и кон-струирование модели, и её применение для решения поставленной задачи: исследования, анализа, оптимизации или синтеза (проектирования) технологических процессов и производств. Все эти зада-чи чрезвычайно сложны и включают в себя большое число элементов, переменных, параметров, ограничений и т.д. Должно существовать однозначное соответствие между элементами модели и эле-ментами представляемого объекта, а также должны быть сохранены точные соотношения или взаи-модействия между элементами. Начав с простой модели, постепенно продвигаются к более совершенной ее форме, отражающей сложную ситуацию более точно. Процесс совершенствования связан с учетом постоянного процесса взаимодействия и обратной связи между реальной ситуацией и мо-делью. Между процессом модификации модели и процессом обработки данных, генерируемых реаль-ным

объектом, имеет место непрерывное взаимодействие, и таким образом модель совершенствуется до тех пор, пока она не станет давать полезные результаты. В процессе компьютерного моделирования имеем три объекта: 1) система (реальная, проектируемая); 2) математическая модель; 3) программа ПК, реализующая алгоритм решения уравнений модели. Схема организации процесса компьютерного моделирования, как единого процесса построения и исследования модели, представлена на рис. 1. В процессе компьютерного моделирования можно выделить следующие основные этапы:

1) Определение объекта – установление границ, ограничений и измерителей эффективности функционирования объекта;

2) Формализация объекта (построение модели) – переход от реального объекта к некоторой логической схеме (абстрагирование);

3) Подготовка данных – отбор данных, необходимых для построения модели, и представление их

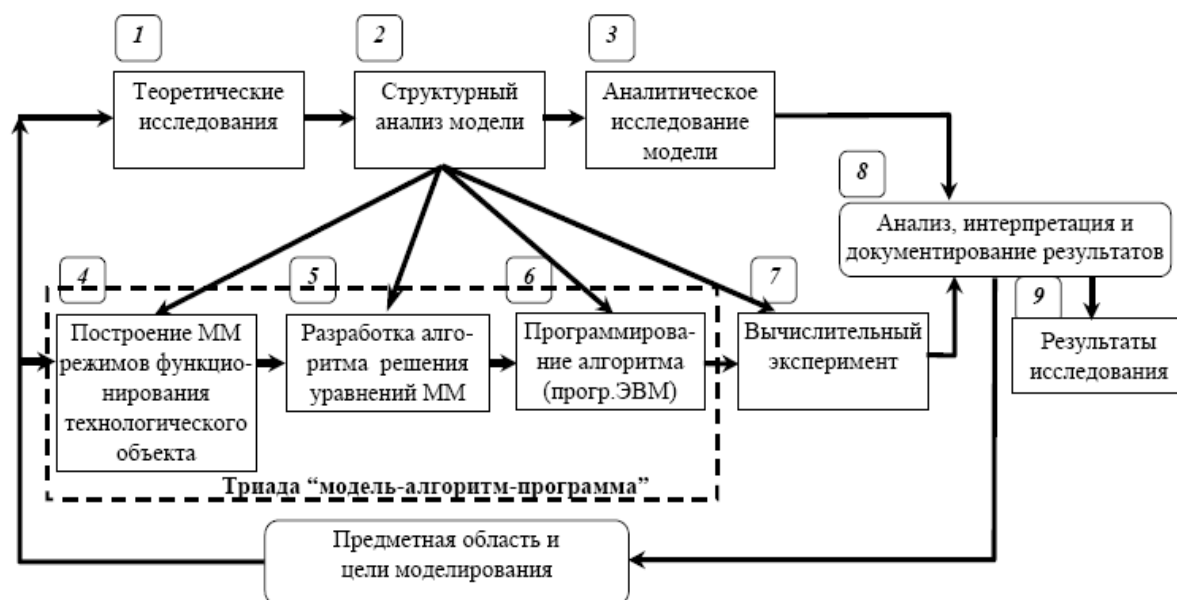


Рис.1. Схема организации процесса компьютерного моделирования

в соответствующей форме;

4) Разработка моделирующего алгоритма и программы ПК;

5) Оценка адекватности – повышение до приемлемого уровня степени уверенности, с которой можно судить относительно корректности выводов о реальном объекте, полученных на основании обращения к модели;

6) Стратегическое планирование – планирование вычислительного эксперимента, который должен дать необходимую информацию;

7) Тактическое планирование – определение способа проведения каждой серии испытаний, предусмотренных планом эксперимента;

8) Экспериментирование – процесс осуществления имитации с целью получения желаемых данных и анализа чувствительности;

9) Интерпретация – построение выводов по данным, полученным путем имитации;

10) Реализация – практическое использование модели и результатов моделирования;

11) Документирование – регистрация хода осуществления процесса и его результатов, а также документирование процесса построения и использования модели.

Согласно схемы организации процесса компьютерного моделирования (имитации), представленного на рис. 1., основной цепочке: математическая модель – моделирующий алгоритм – программа ПК – вычислительный эксперимент, – соответствуют: 1) триада: модель – алгоритм – программа (блоки 4, 5, 6); 2) стратегическое и тактическое планирование вычислительного эксперимента (блок 7); 3) интерпретация и документирование его результатов (блок 8).

На первом этапе построения математической модели (ММ) выбирается (или строится) «эквивалент» технологического объекта, отражающий в математической форме важнейшие его свойства – законы, которым он подчиняется, связи, присущие составляющим его элементам, и т.д. Математическая модель (или ее фрагменты) исследуется теоретическими методами, что позволяет получить важные предварительные знания об объекте.

Второй этап связан с разработкой метода расчета сформулированной математической задачи, то есть вычислительного или моделирующего алгоритма, который представляет собой совокупность алгебраических формул, по которым ведутся вычисления, и логических условий, позволяющих установить нужную последовательность применения этих формул. Вычислительные алгоритмы должны не искажать основные свойства модели и, следовательно, исходного технологического объекта, быть адаптирующимися к особенностям решаемых задач и используемых ПК. Для одной и той же математической задачи можно предложить множество вычислительных алгоритмов. Однако, требуется построение эффективных вычислительных методов, которые позволяют получить решение поставленной задачи с заданной точностью за минимальное количество действий (арифметических, логических), то есть с минимальными затратами машинного времени.

Третий этап – создание программы для реализации разработанного моделирующего алгоритма на ПК (создание компьютерной модели). В процессе исследования реальных систем часто приходится уточнять модели, что влечет за собой перепрограммирование моделирующего алгоритма. Процесс

моделирования не будет эффективным, если не обеспечить его гибкости.

Созданная триада «модель – алгоритм – программа» вначале отлаживается, тестируется в «пробных» вычислительных экспериментах. После того, как адекватность триады исходному технологическому объекту удостоверена, с моделью можно проводить разнообразные «опыты», дающие все требуемые качественные и количественные свойства и характеристики объекта. Процесс компьютерного моделирования сопровождается улучшением и уточнением, по мере необходимости, всех звеньев триады. Вычислительный эксперимент (блок 7) – это собственно проведение расчетов на ПК и получение информации, представляющей интерес для исследователя. Точность этой информации определяется достоверностью, прежде всего модели, моделирующего алгоритма и программы ПК. Вычислительный эксперимент имеет «многовариантный» характер. Решение любой прикладной задачи зависит от многочисленных входных переменных и параметров. При проведении вычислительного эксперимента каждый конкретный расчет проводится при фиксированных значениях переменных и параметров, и кроме того, приходится проводить большое число расчетов однотипных вариантов задачи, отличающихся значениями некоторых переменных или параметров. Важное место в вычислительном эксперименте занимает обработка результатов расчетов, их анализ и выводы. Эти выводы бывают в основном двух типов: или становится ясно необходимость уточнения модели, или результаты, пройдя проверку, передаются заказчику. После проведения вычислительного эксперимента наступает фаза прогноза (имитации) – с помощью компьютерной модели предсказывается поведение исследуемого объекта в условиях, где на-

турные эксперименты пока не проводились или где они невозможны. Технология компьютерного моделирования является основой целенаправленной деятельности, – для обеспечения возможности эффективного выполнения на ПК исследований функционирования сложных систем.

3. Заключение

Приведено описание основных этапов процесса компьютерного моделирования технологических объектов (систем), согласно приведённой схемы. На основании технологии компьютерного моделирования организуются действия разработчика на всех этапах его работы с моделями, начиная от изучения предметной области и выделения моделируемой проблемной ситуации, и кончая построением и реализацией компьютерных экспериментов для анализа поведения сложной системы.

Литература:

1. Гогичаишвили Г.Г., Почовян С. М. Моделирование дискретных производств с помощью модифицированной сети Петри. სტუ-ს შრ., №4(437), თბ., 2001.
2. გაბედავა ო., შეროზია თ., ნარეშელაშვილი გ., მაკაროვი შ. ნოდირებული ფირფიტების წარმოებისათვის მანიპულატორების მართვის მოდელი. შრომები მართვის ავტომატიზებული სისტემები. №1. თბ., 2006.
3. გაბედავა ო.ვ., Почовян С.М. Описание гибкого производства анодированных пластин с помощью модифицированной сети Петри. სტუ-ს შრ. №2(7), თბ., 2009.

COMPUTER SIMULATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

Gabedava Omar, Pochovian Simon, Kekelia Valerian
Georgian Technical University

Summary

The issues of hard technical objects and processes of computer simulation are considered. The scheme of process organization of computer simulation and the description of basic stages are tackled. In accordance with the scheme, the calculation results are processed, analyzed and concluded in the end.

ტექნოლოგიური პროცესების კომპიუტერული მოდელირება

ომარ გაბედავა, სიმონ პოხოვანი, ვალერიან კეკელია
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
რეზიუმე

განხილულია რთული ტექნოლოგიური ობიექტების და პროცესების კომპიუტერული მოდელირების საკითხები. მოცემულია კომპიუტერული მოდელირების პროცესის ორგანიზაციის სქემა და აღწერილია მოცემული პროცესის ძირითადი ეტაპები. მოცემული სქემის თანახმად გამოსასვლელზე უზრუნველყოფილია გამოთვლების შედეგების დამუშავება, მათი ანალიზი და გამოტანა.