

Ю. Г. А г а л а к о в (Москва, НИИ АА). Смешанные технологии моделирования: имитационное моделирование и метамоделли.

В процессе разработки, сдачи и совершенствования (в период эксплуатации) информационно-вычислительных сетей (ИВС) принимаются различные технические решения относительно структуры ИВС, выбора реализуемых протоколов, методов и алгоритмов (включая выбор их параметров) управления сетью и др., и основным методом исследования ИВС является предсказательное моделирование. Натурные эксперименты можно проводить лишь либо после создания хотя бы фрагмента ИВС, либо для отдельных компонент сети (например, для канала передачи данных). В силу сложности, высокой размерности и многоаспектности ИВС, аналитические методы не позволяют решать даже хорошо формализованные частные задачи (например, маршрутизации и управления потоками), а математические модели (потокосовые модели на графах, сети массового обслуживания) позволяют в лучшем случае получить лишь качественные выводы о протекающих в ИВС процессах. Поэтому самым распространенным методом исследования ИВС является имитационное моделирование. Вычислительные эксперименты с имитационными моделями ИВС проводятся на всех этапах жизненного цикла сети – например, на этапе проектирования для сравнения возможных технических решений, или на этапе сдачи сети заказчику для демонстрации того, что созданная ИВС удовлетворяет заданным требованиям на ее характеристики, и при этом невозможно провести натурные эксперименты для всего диапазона условий и параметров функционирования сети.

Однако имитационное моделирование является достаточно затратным механизмом с точки зрения необходимого времени моделирования, и в силу этого имеющим достаточно ограниченную область использования. В результате проведенных вычислительных экспериментов результаты получают в «табличной» форме, содержащей значения исследуемых характеристик сети только для конкретных исходных данных (параметров сети, входных потоков, внешних условий), для которых были проведены имитационные эксперименты. Получение аналогичных результатов для новых исходных данных требуют проведения новых достаточно долгих вычислительных экспериментов, и имеется настоятельная необходимость быстрого вычисления характеристик сети для новых исходных данных только с использованием уже имеющихся данных, без проведения дополнительных имитационных экспериментов. Другими словами, речь идет о создании новой модели с результатами в «функциональной» форме, которая позволяет получать значения характеристик сети для произвольных исходных данных, включая исходные данные, для которых имитационные эксперименты не проводились. Такие модели, построенные на основании результатов проведенных экспериментов на имитационной модели, называются метамоделями (моделями над моделью). Методы создания метамоделей содержатся в работах [1], [2].

В докладе будет описана технология создания интегрированной (смешанной) системы моделирования, в которой метамоделли используются наряду с имитационными моделями для решения следующих задач:

— метамоделю отдельных компонентов ИВС (каналов передачи данных, узлов коммутации) используются в глобальной имитационной модели для аналитической имитации задержек в передаче сообщений и позволяют существенно сократить время моделирования на глобальной модели;

— метамоделю для глобальной имитационной модели используются в качестве «функции отклика» в процессе оптимизации структуры и/или параметров ИВС (неприемлемо по затратам проводить имитационные эксперименты для каждой новой точки, получаемой в результате оптимизационного процесса), и лишь для финальных точек в пространстве дизайна проводятся эксперименты с исходной имитационной моделью;

— метамоделю «встраиваются» в алгоритмы управления ИВС и позволяют быстро прогнозировать результаты принимаемых решений (например, сравнивать прогнозы времен доведения при постановке сообщения в разные очереди на передачу).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кулешов А. П.* Метамоделю в компьютерных системах проектирования. — Труды Международной научно-технической конференции «Информационные технологии и математическое моделирование систем» (ИТММ, 19–26 сентября 2010 г., Франция). М.: Учреждение российской академии наук Центр информационных технологий в проектировании РАН, 2010, с. 209–210.
2. *Кулешов А. П.* Технология быстрого вычисления характеристик сложных технических объектов. — Информационные технологии, 2006, в. 3, с. 4–11.