

Вопросы выбора системы имитационного моделирования при исследовании сложных систем

*А.В. Габалин,
н. с., Gabalina@bk.ru,
ИПУ РАН, г. Москва*

Введение

Имитационное моделирование является одним из наиболее эффективных средств исследования сложных систем и процессов [1, 2].

В настоящее время принятие решений по управлению сложными объектами или процессами в самых различных областях требует предварительных оценок конечного результата при помощи системного анализа и имитационного моделирования. Имитационное моделирование (ИМ) — это метод исследования, при котором изучаемая система заменяется моделью, с достаточной точностью описывающей реальную систему, с которой проводятся эксперименты с целью получения информации об этой системе. ИМ — частный случай математического моделирования, принципиально отличающийся тем, что использование ЭВМ в ИМ играет определяющую роль. ИМ — раздел информационных технологий и вместе с информационными технологиями переживает этап стремительного развития и популярности [3].

Одним из объектов моделирования является моделирование систем массового обслуживания (СМО). Под СМО понимается система, в которую в случайные моменты времени поступают заявки на обслуживание, при этом поступившие заявки обслуживаются с помощью имеющихся в распоряжении системы каналов обслуживания [4]. Многие сложные технические системы, в том числе и в аэрокосмической области.

Как правило, с помощью моделирования СМО решаются задачи оценки средней и максимальной длины очереди, частоты отказов в обслуживании, средней загрузки каналов, определение их числа, задача развязки узких мест систем и т.д.

Существуют определенные традиции преподавания дисциплины “Имитационное моделирование” [5, 11, 12, 13]. Обычно в процессе обучения рассматриваются такие вопросы как виды моделей и методов моделирования, система массового обслуживания, этапы моделирования, тестирование и исследование свойств имитационной модели, инструментальные средства автоматизации моделирования, планирование и проведение направленных вычислительных экспериментов на имитационной модели, графическое представление результатов моделирования. Практическая составляющая курса направлена на формирование навыков проектирования и разработки математических и имитационных моделей для исследования разных экономических, технических систем. Обычно практическое обучение проводится на базе какого-либо одного метода и реализующего его пакета.

Задачи, используемые в обучении, — это, главным образом, адаптированные к учебному процессу задачи экономики: моделирование производственных систем и логистических процессов, маркетинг, моделирование бизнес-процессов; процессов социологии и политологии; моделирование транспортных, информационных и телекоммуникационных систем.

И в авиационно-космической отрасли рассматриваются экономические задачи из области управления производственными, логистическими, экономическими и т.п. бизнес-процессами. Однако существуют задачи имитационного моделирования сложных систем, свойственные только авиационно-космической отрасли. К таким задачам можно отнести задачи управления сложным космическим аппаратом, управление беспилотниками, управление сбором телеметрической и другой информации, получаемой со спутников специального назначения и т.п. Подборка, постановка таких задач и адаптация их к учебному процессу должна осуществляться совместно со специалистами соответствующей предметной области. В настоящее время остро ощущается отсутствие хороших учебных пособий, содержащих задачи моделирования сложных систем аэрокосмического профиля.

Разработанная имитационная модель позволяет студентам достаточно глубоко освоить предметную область - систему сбора телеметрической, баллистической и другой информации, понять как работают устройства передачи и сбора информации, как описывается их работа с помощью имитационной модели. На базе данной модели была построена курсовая работа.

Средства имитационного моделирования

В настоящее время на рынке средств имитационного моделирования представлено достаточно обширное количество различных систем имитационного моделирования. Вместе с тем, выбор подходящих инструментальных средств является весьма важной задачей. Специализированными программами, в частности, являются: GPSS World, MATLAB/Simulink с пакетом SimEvents, а также AnyLogic [5].

Классической и наиболее популярной программой имитационного моделирования является GPSS (General Purpose Systems Simulator) [6]. Модель на языке GPSS представляет собой последовательность операторов (блоков), отображающих события, происходящие в СМО при перемещениях транзактов.

К основным преимуществам GPSS можно отнести: уникальные концепции моделирования и алгоритмическую мощь; модели на GPSS компактны; легко интерпретируемые диаграммы; GPSS имеет интуитивно понятный интерфейс; существует очень большое количество уже готового программного кода, написанного на GPSS. Другие преимущества этого программного продукта - бесплатность версии GPSS World для студентов, ее доступность через Интернет, достаточное количество русскоязычной литературы, а также низкие требования к ресурсам ЭВМ [7, 8].

Одним из альтернативных современных программных продуктов является SimEvents.

SimEvents - это библиотека пакета MATLAB Simulink для моделирования систем с дискретными состояниями, использующая теорию очередей и СМО [9, 10]. Она позволяет создавать имитационные модели прохождения объекта

(заявки) через сети и очереди, обеспечивает моделирование систем, зависящих не от времени, а от дискретных состояний. Среда MATLAB Simulink предоставляет инструменты визуального моделирования систем, позволяющие пользователю собирать модель из готовых блоков.

Еще одна графическая среда моделирования, использованная в настоящей работе, это AnyLogic, которая является популярным и многофункциональным средством для имитационного моделирования бизнес-процессов [4]. AnyLogic представляет собой единственный инструмент имитационного моделирования, который поддерживает все подходы к созданию имитационных моделей: процессно-ориентированный (дискретно-событийный), системно-динамический и агентный, а также любую их комбинацию. Также, этот продукт включает в себя возможность визуализации результатов и существенный набор предлагаемой статистики для анализа. Создание библиотек позволяет многократно использовать уже написанные модули, что облегчает работу пользователя.

Разработанная модель в AnyLogic позволяет оценить статистические характеристики СМО. Характеристики удобно представить в графическом виде. Кроме того, AnyLogic позволяет продемонстрировать работу системы с помощью 3D-анимации.

В результате сравнения программных средств имитационного моделирования сделаны следующие выводы. По сравнению с GPSS, моделирование в MATLAB Simulink характеризуется более высокой степенью визуализации, большей гибкостью при построении моделей сложных систем, возможностью использовать мощный вычислительный инструментарий MATLAB. Сложность обучения студентов работе с библиотекой SimEvents пока обусловлена недостаточным количеством литературы. Кроме того, в отличие от GPSS World и AnyLogic, академические лицензии MATLAB являются платными.

На сегодняшний день версия AnyLogic PLE является бесплатной для студентов. Основным преимуществом данного продукта считается гибкость использования. Отличительной чертой AnyLogic от других программных средств имитационного моделирования является наличие возможности создания интерактивной анимации для улучшения наглядности моделей. Возможность расширения моделей средствами Java дает широкие возможности, которые могут стать мощным инструментом решения проблем в любой прикладной области, в руках профессионала.

Недостатки данного продукта вытекают из его достоинств, в частности из-за применения языка программирования Java. Для того чтобы ускорить овладение инструментом, необходим специальный курс обучения. Также к недостатком AnyLogic можно отнести его гибкость, обычно предлагается не один, а множество путей разработки модели, и для эффективного выбора из этого спектра нужна некоторая практика.

Заключение

Хочется отметить что к сожалению, в ИМ отсутствуют методически обоснованные принципы построения хороших имитационных моделей для широкого класса сложных систем. Богатые анимационные возможности позволяют быстро разработать красивый динамичный интерфейс, что создает искаженное представление о хорошей имитационной модели, хотя по своим потенциальным возможностям модель может и не решать серьезных задач. Эту проблему для ряда систем можно было бы преодолеть, опираясь на знания из других дисциплин. Так, для задач дискретно-событийного моделирования методологической основой можно считать теорию массового обслуживания.

Литература

1. Рыжиков Ю.И. Имитационное моделирование. Теория и технологии. - СПб.: Корона, 2004
2. Советов Б.Я. Имитационное моделирование систем. – Петродворец: ВУНЦ ВМФ, 2010.
3. Киндинова В.В., Кринецкий Е.О., Кузнецова Е.В. Проблемы преподавания имитационного моделирования при подготовке специалистов аэрокосмической области. Материалы международной конференции по неравномерным процессам в соплах и струях. М.: МАИ, 2016, с.с. 555-556.
4. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 400 с.
5. Кузнецова Т.А., Мещеряков В.А. Сравнение программных средств имитационного моделирования систем массового обслуживания. Материалы международной научно-практической конференции студентов и аспирантов. Омск: Фонд национальной стратегии развития, 2015, с.187-192.
6. Мещеряков В.А., Денисов В.П. Экономико-математические методы: основные понятия и применение в выпускной квалификационной работе: учебное пособие. - Омск: ОмГТУ, 2010. - 84 с.
7. Томашевский В.Н. Имитационное моделирование в среде GPSS/-М. Бестселлер, 2010.
8. Рыжиков Ю.И. Оценка системы моделирования GPSS WORLD// Информационно-управляющие системы, 2003, №2-3, с.30-38.
9. Мещеряков В.А., Денисов в.п., Денисова Л.А. Обучение студентов имитационному моделированию систем массового обслуживания в MATLAB // Сборник материалов 1 форума Сибири. - Омск: 000 «Асмин Принт», 2013. - С. 179-181.
10. Мещеряков В.А. Программное обеспечение научного творчества студентов при изучении экономико-математических дисциплин // Восемнадцатые Апрельские Экономические Чтения. Материалы международной научно-практической конференции. - 23 апреля 2013г. - Омск: 000 «Компания «ПАРАГРАФ» 2013. - С. 227-229.
11. Наумов В.Н. Об обучении студентов направления «Бизнес-информатика» моделированию систем. – Киев: Бизнесинформ №7 2012, с. 189-193.
12. Лычкина Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов. Учебное пособие. –М.: ИНФРА-М, 2012, 254с.
13. Горбунов А.Р., Лычкина Н.Н. Парадигмы имитационного моделирования: новое в решении задач стратегического управления. М.: Бизнес-информатика. №2, 2007, с. 60-66.