

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕТЕЙ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Е. Б. Захарикова (Пенза)

В данной работе используется один из самых мощных и наиболее эффективных методов исследования процессов и систем самой различной природы и степени сложности – метод имитационного моделирования. Используя результаты имитационного моделирования, можно описать поведение системы, оценить влияние различных параметров системы на ее характеристики, выявить преимущества и недостатки предлагаемых изменений, прогнозировать поведение системы [1].

Целью данной работы является разработка программного обеспечения, имитирующего процесс функционирования системы и проведение экспериментов с целью получения статистических характеристик моделируемой системы.

Лучшей иллюстрацией области применения имитационного моделирования являются системы и сети массового обслуживания (СМО и СеМО), в терминах которых описываются многие реальные системы: вычислительные системы, узлы сетей связи, магазины, производственные участки – любые системы, где возможны очереди и отказы в обслуживании. СМО и СеМО отличаются высокой наглядностью отображения моделируемых объектов и вследствие этого сравнительной простотой перехода от реальных объектов к математическим моделям [3].

Одними из наиболее распространенных сред имитационного моделирования являются Arena, AnyLogic, ExtendSim, AutoMod, Promodel и др. Однако перечисленные лицензионные программные продукты обладают сравнительно высокой стоимостью и рассчитаны на корпоративное использование.

Разработанная в данной работе система имитационного моделирования находится в свободном доступе, что делает ее доступной для некорпоративного использования, а также поставляется в качестве встроенного пакета системы MathCad с полной документацией.

Структура СеМО задается в виде ориентированного графа, вершины которого представляют множество возможных узлов обслуживания [3]. Представленная работа содержит три основных компонента СеМО:

1. Генератор, предназначенный для моделирования входного потока заявок по заданным законам распределения (экспоненциальный, Пуассона, нормальный, детерминированный или эмпирический). Количество генераторов заявок не ограничено, их законы распределения могут быть различны.

2. Узел обслуживания, осуществляющий обслуживание заявок по заданным законам распределения (экспоненциальный, Пуассона, нормальный или детерминированный). Количество узлов обслуживания не ограничено, их параметры и связи между узлами (параллельное, последовательное, смешанное соединение) задаются пользователем.

3. Буфер узла обслуживания, определяющий возможность ожидания обслуживания, если узел занят. Возможны два типа буфера: неограниченный (содержит неограниченное число заявок), ограниченный (содержит определенное число заявок, остальные заявки покидают систему), а также отсутствие буфера (заявка, заставшая узел обслуживания занятым, покидает систему).

Процесс моделирования СеМО представляет собой последовательность изменения состояния узлов сети, которые определенным образом реагируют на события и осуществляют передачу заявок в другие узлы модели [1].

Расчет статистических характеристик выполняется методом Монте-Карло [2].

Данное программное обеспечение имеет модульную структуру и встроено в MathCad с помощью подключения внешней библиотеки динамической компоновки DLL (Dynamic Link Library), написанной на языке С. При этом пользователь автоматизированной системы моделирования располагает возможностями абсолютного контроля над своей моделью, может варьировать по желанию любой параметр и судить о поведении модели по наблюдаемым результатам.

В дальнейшем предполагается использовать графический редактор для построения схемы модели, непосредственно связанный с построением графа и дальнейшей обработкой результатов.

Разработанное программное обеспечение может использоваться для решения следующих задач: формализация представления модели СеМО в лаконичном и понятном виде, описание логики и закономерностей поведения моделируемого объекта, оценка основных показателей эффективности функционирования СеМО, построение и проверка гипотез, которые могут объяснить наблюдаемое поведение, анализ чувствительности СеМО к изменению параметров отдельных элементов, поиск оптимальных вариантов реализации СеМО.

Решенная прикладная задача – оптимизация информационной системы анкетирования, применяемой в Пензенском государственном университете для мониторинга удовлетворенности потребителей качеством образовательных услуг. Web-сервер этой системы можно рассматривать как многоканальную систему массового обслуживания (каналы соединены параллельно), где циркулируют три типа заявок: на получение статического содержимого сайта (картинки, статические HTML-страницы, стилевые таблицы), заявки на получение информации из базы данных и заявки получения статистики прохождения анкетирования.

### Литература

1. **Шеннон Р.** Имитационное моделирование систем – искусство и наука. М.: Мир, 1978.
2. **Ермаков С. М., Михайлов Г. А.** Статистическое моделирование. М.: Наука, 1982.
3. **Клейнрок Л.** Теория массового обслуживания. М.: Машиностроение, 1979.