

# **ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**Е. И. Хацук**

## **ВВЕДЕНИЕ**

Имитационное моделирование — одно из наиболее распространенных и эффективных средств исследования сложных систем и процессов.

Имитационное моделирование, как составная часть информатики, прошло более чем 40-летний путь развития. В последние годы основным направлением развития имитационного моделирования в мире является распределенное имитационное моделирование. Область использования методов имитационного моделирования существенно расширилась и включает технические, военные, человеко-машинные, экономические, экологические, социальные и другие объекты исследования.

Классическое (последовательное) имитационное моделирование реализуется на однопроцессорном компьютере. Распределенное (параллельное) имитационное моделирование охватывает весь спектр современной вычислительной техники: суперкомпьютеры, кластерные вычислительные системы, локальные и глобальные сети.

Распределенное имитационное моделирование позволяет решать задачи, требующие большого количества процессорного времени, интегрировать модели, исполняющиеся на различных (в том числе и географически отдаленных) вычислительных системах.

Одним из свойств имитационных моделей является высокий параллелизм. Это позволяет успешно применять параллельные технологии для их обчёта. Являясь наиболее универсальным подходом, параллельное имитационное моделирование, в то же время, предъявляет максимально высокие требования к скорости передачи данных между узлами кластера. Только в случае, когда обчёт модели занимает значительное время (от нескольких секунд) удастся получить выигрыш по скорости [1].

## **1 ПАРАДИГМА ПРЕДЛАГАЕМОЙ СИСТЕМЫ**

Система создана для организации параллельного имитационного моделирования на компьютерах под операционными системами Windows NT/XP, соединенных в локальную сеть.

Имитационная модель представляется файлом динамически подключаемой библиотеки (dynamic-link library). Помимо самой модели, этот файл содержит также различную служебную информацию: версию файла, описание модели и её параметров, пределы допустимых значений параметров модели и их количество.

Система работает по следующему принципу (*рис.1*): в локальной сети запускается определенное количество вычислительных серверов. На одном из компьютеров запускается клиент, который будет управлять моделированием.

Для начала моделирования пользователю необходимо выполнить следующие операции: сканирование сети в поисках работающих серверов; загрузка динамически подключаемой библиотеки, реализующей модель; задание параметров для каждого сервера.

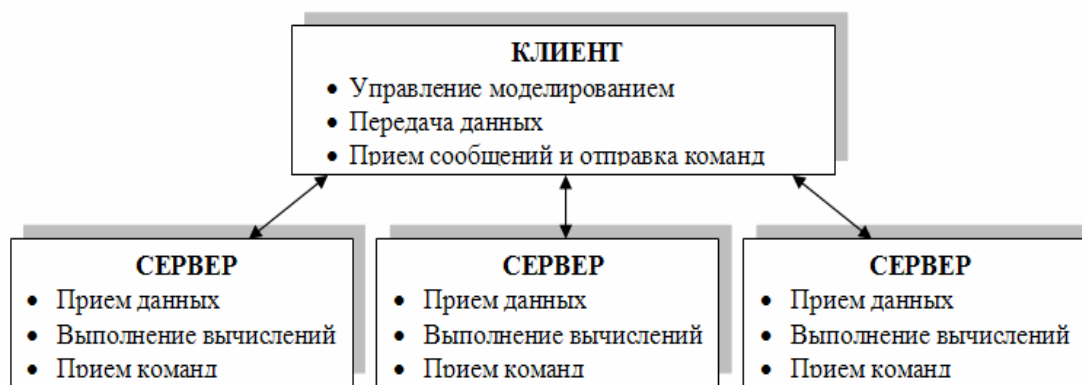


Рис.1. Структурная схема системы

Как клиентская, так и серверная часть приложения являются многопоточными. При обмене данными (файл модели, входные параметры, выходные значения) клиент работает с каждым сервером в отдельном потоке. Отсылка команд и обработка графического интерфейса производится в главном кодовом потоке клиентской программы. Что касается серверной программы, то загрузка модели, загрузка параметров и выполнение вычислений происходят также в отдельном потоке.

Файл модели должен реализовывать набор строго определенных функций, предоставляющий пользователю информацию о системе, о количестве входных и выходных данных, а также функции для проверки корректности входных параметров.

## 2 ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ

В качестве имитационной модели для тестирования системы использовалась модель линейной цепочки флуорофоров при наличии миграции энергии. Данная система представляет собой цепочку доноров, расположенных на равных расстояниях, в конце которой находится акцептор (рис. 2). Возбуждение производится на длине волны поглощения донора. С равной вероятностью фотон может поглотиться любым донором. Возбуждение донора может либо излучиться (флуоресценция донора), либо перенестись на другой донор (миграция) или акцептор (перенос энергии). Эффективность этих процессов зависит от расстояний между молекулами и значения ферстеровского радиуса. Данная линейная структура является аппроксимационной моделью канала заполненного флуорофорами в кристалле цеолита [2].



Рис. 2. Система однотипных молекул (доноров) с ловушкой энергии (акцептором)

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ

Для оценки эффективности распараллеливания имитационной модели был проведён следующий вычислительный эксперимент. В эксперименте использовались 10 ПК класса Pentium IV (10 клиентов и сервер), объединённых в локально-вычислительную сеть (ЛВС) под управлением Windows XP. Скорость передачи данных в сети составляла 100 Мбит/с.

Тестирование проводилось с использованием описанной выше имитационной модели миграции энергии в линейной цепочке флуорофоров. В ходе эксперимента моделировались 3 варианта с параметром  $n_{ph}$  (число фотонов) соответственно равным  $10^6$ ,  $10^4$  и  $10^3$ .

В качестве параметра оценки параллельного моделирования было выбрано ускорение, т.е. отношение времени необходимого для получения результата на одном компьютере к времени получения результата при вычислениях в сети. Результаты эксперимента представлены на *рис. 3*.

При значениях параметра  $n_{ph}$  равном  $10^6$  и  $10^4$  поведение ускорения удовлетворяет закону Амдала [3]. В последнем же случае, время на об-счет модели составляет порядка одной секунды, что сопоставимо со временем передачи данных. Этот факт и объясняет полное отсутствие ускорения.

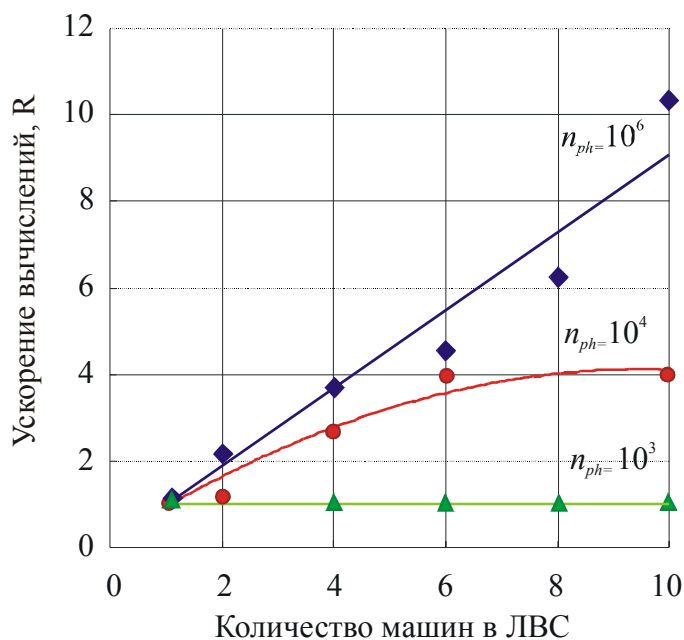


Рис. 3. Ускорение обсчета имитационной модели в ЛВС. Точками отображены значения, полученные на практике, линиями гладкая аппроксимация экспериментальных точек

### Литература

1. Назаров П. В., Поплетеев А. М., Лутковский В. М. Идентификация процессов и систем с использованием параллельного имитационного моделирования и нейросетевой аппроксимации // Международная конференция «Информационные системы и технологии», Минск, 2002, с. 142-146.
2. Yatskou M. M., et al. Electronic excitation energy migration in a photonic dye - zeolite antenna. Chem. Phys. Chem., 4, 2003, p. 567-587.

3. *Окольнишников В. В.* Разработка средств распределенного имитационного моделирования для многопроцессорных вычислительных систем: Автореф. дис. д-ра техн. наук. Новосибирск, 2006.