

## **СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРИ ИМИТАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ СЛОЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Развитие вычислительных средств и повышение требований к системам моделирования привело к необходимости реинжиниринга существующих систем моделирования сложных технологических процессов с целью создания распределенной среды моделирования. В результате подобного реинжиниринга системы моделирования DIVA были разработаны несколько вариантов распределенной среды моделирования сложного технологического процесса, описанные в работах [1-3]. Для повышения производительности моделирования в качестве серверного модельного обеспечения использовались разработанные параллельные системы моделирования сложных технологических процессов, описываемых системами дифференциально–алгебраических уравнений.

С целью обеспечения эффективной разработки параллельных систем моделирования, предложен усовершенствованный метод построения и представления модели сложного технологического процесса, в ходе которого модель декомпозируется и представляется в специальном виде. Непосредственное описание самой модели процесса производится в универсальном формате XML.

Концептуально разработанные системы построены по следующей схеме: На серверной части установлена система моделирования и диспетчер запросов, перенаправляющий запросы на моделирование. На клиентской части установлен клиент, графически отображающий процесс моделирования и формирующий запросы на моделирование серверу. Для связи между клиентом и сервером может использоваться как локальная сеть так и глобальная (Internet). В качестве серверного программного обеспечения может выступать как система моделирования, разработанная с использованием библиотеки MPI, так и параллельная система, использующая в качестве решателей MatLAB Simulink, установленный на некотором количестве компьютеров кластера. При этом пользователь, находясь за обычным ПК получает возможность иметь доступ к высокопроизводительным ресурсам для моделирования поставленной задачи, чем достигается оптимальное для пользователя сочетание затрат к производительности.

Для обеспечения точности и достоверности при параллельном моделировании с использованием библиотеки MPI, применяются декомпозиция модели, представленной в виде системы дифференциально–алгебраических уравнений по методу Ньютона и аппроксимирование связанных переменных. В начале моделирования, модель, записанная в XML файле, разбивается на подсистемы и распределяется между процессорными

элементами, преобразовавшись в вид, позволяющий проводить максимально быстрые вычисления с помощью численных методов.

В случае использования системы MatLab, модель из универсального вида с помощью сервера синхронизации разбивается на части и каждая часть преобразуется в Simulink-блоки, распределяемые по компьютерам кластера. Связь между подсистемами на разных компьютерах при параллельном моделировании осуществляется с помощью сервера синхронизации, который может быть одной из моделирующих машин.

В разработанных системах поддерживается механизм удаленного репозитория, позволяющего хранить и повторно использовать в разработке готовые универсальные блоки и модели.

В ходе проведенного исследования была получена зависимость времени моделирования в распределенной моделирующей среде от параметров, определяющих конфигурацию среды и производительности ее составляющих, используя который можно определить оптимальную производительность сервера для среды моделирования заданной конфигурации, а так же минимально допустимые производительности ее компонентов при заданной требуемой производительности моделирования:

$$T = f(Q_C, Q_K, K_{III}, K_D, N, t_{II}, t_{III}) =$$

$$\frac{N}{Q_C} * \left( 1 + \frac{t_{II}}{t_{III}} \right) + \frac{K_{III}}{Q_K} + 0,005 * (K_D + 7,17) * (\ln(0,008 * K_D * Q_C) - 1,32)$$

## Выводы

Разработана усовершенствованная структура распределенной среды моделирования, универсальные интерфейсы и способы описания моделей процессов, позволяющие использовать различные системы моделирования, в том числе параллельные решатели, модели различной точности и представлений, что открывает возможность использования разработок в любой комбинации в различных пользовательских условиях.

## Литература

1. Svjatnyj V., Anoprijenko A., Potapenko V., Zabrovsky S. The universal WEB-based distributed environment for simulation services integration // EUROSIM 2004: 5th EUROSIM Congress on Modeling and Simulation. 06–10 September 2004. ESIEE Paris, Marne la Vallée, France. Book of abstracts.
2. Аноприенко А.Я., Потапенко В.А. WEB-ориентированная среда для интеграции моделирующих, вычислительных и информационных сервисов // Научные труды Донецкого национального технического университета. Выпуск 70. Серия «Информатика, кибернетика и вычислительная техника» (ИКВТ-2003): – Донецк: ДонНТУ, 2003. С. 61-70.
3. Аноприенко А. Я., Забровский С.В., Потапенко В.А. Использование технологии CORBA в распределённом моделировании сложных технологических систем // Обчислювальна техніка та автоматизація: 38. наук. пр. – Д.: ДонДТУ, 2002. – С. 186-190.

### **Как правильно сослаться на этот доклад:**

Святный В.А., Аноприенко А.Я., Забровский С.В. Средства повышения производительности при имитационном моделировании сложных технологических систем // Материалы международной конференции «Информационные технологии в управлении энергетическими системами» (ИТУЭС-2005), г. Киев, 18-19 октября 2005 г., Киев, 2005. С. 11-12.