

**ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ЭКОНОМИКИ И ЭКОЛОГИИ**

Оленев Н.Н., к.ф.-м.н., доцент каф. ММЭ, ГОУ ВПО «ВятГУ»,  
Шатров А.В., д.ф.-м.н., зав. каф. ММЭ, ГОУ ВПО «ВятГУ»

Лаборатория ВЦ РАН «Математического моделирования сложных систем» на базе ГОУ ВПО «ВятГУ» и кафедры математического моделирования в экономике используют кластерный суперкомпьютер ГОУ ВПО «ВятГУ» для решения сложных задач математического моделирования в экономике и экологии [1,2]:

1. Идентификация параметров и прогнозные расчеты в многосекторных моделях экономики страны и региона;
2. Идентификация параметров и прогнозные расчеты в моделях межрегиональных взаимодействий.
3. Анализ и прогнозирование развития региональной экономики с помощью инструментальной системы ЭКОМОД
4. Моделирование процессов переноса примесей в приземном атмосферном слое.

**Многосекторная модель региональной экономики.** Динамическая балансовая многосекторная модель региональной экономики построена на основе описания распределения запасов продуктов и финансов по заданным нормативам. При этом уровень цен определяется изменением соответствующих запасов, так что индексы цен на теневые и легальные продукты секторов могут расти и падать, а теневые и легальные ставки заработной платы могут только расти.

Производственные функции секторов описаны степенными производственными функциями от производственных факторов. Такое описание ведет к большому числу неизвестных параметров модели, идентификация которых возможна за счет использования высокопроизводительных вычислений на кластерных суперкомпьютерах.

Модель представляет собой систему дифференциальных уравнений, описывающую материальные и финансовые балансы основных экономических агентов в регионе. Набор экономических агентов в конкретной реализации модели зависит от числа выделенных секторов и включает в себя помимо Производственных секторов экономики таких агентов, как Государство, Банковскую систему, Домашние хозяйства и Торгового посредника.

**Многорегиональная модель экономики России.** Многорегиональная модель экономики России [3-4] основана на расширении динамической модели региональной экономики рамсеевского типа [5-9]. Двухсекторный вариант модели идентифицирован по искусственным данным двух регионов в сумме дающих экономику России, а также по данным экономики Кировской области и остальной части России.

При идентификации модели использовались высокоскоростные параллельные вычисления на языке C++ с библиотекой интерфейса передачи сообщений на кластерном суперкомпьютере Вятского государственного университета. Получены оценки исчерпания роста региональной экономики за счет увеличения эффективной загрузки фондов. На основе построенной модели представляется, что при анализе открытости экономики страны нужно учитывать открытость регионов друг перед другом.

**Анализ и прогнозирование развития региональной экономики с помощью инструментальной системы ЭКОМОД.** В рамках этого проекта реализован алгоритм решения краевой задачи магистрального роста региональной экономики с учетом теневого оборота товаров и денег. Алгоритм параллельного счета осуществляется в блоке программы, написанной в пакете Maple 11.0. Используется встроенный в Maple toolbox HPC-Grid, работающий в среде Windows. В модифицированной модели счет осуществляется на суперкомпьютере с использованием функции CSOLVER в три этапа. Данная модификация осуществлена для прогнозирования развития экономик Кировской и Рязанской областей в рамках выполнения совместных с ВЦ РАН проектов.

**Моделирование процессов переноса примесей в приземном атмосферном слое.** Модель описывает адвективный перенос в приземном пограничном слое с учётом действия сил Кориолиса и неоднородности полей температур, давления, коэффициентов взаимодействия примесей, а также крупномасштабной турбулентности. Исходная трёхмерная модель переноса усредняется поперёк пограничного слоя.

Программная реализация выполнена для анализа и прогноза состояния загрязнения г. Кирова и его окрестностей на участке 100x100 км с разрешением до 100 м<sup>2</sup>. Расчеты проводились на языке программирования Intel Fortran v. 10.023 в среде LAM-MPI под управлением ОС Linux Red Hat 7.0, установленной на кластерном суперкомпьютере Вятского государственного университета HP HPC Enigma X000 «Татьяна».

Список использованных источников

1. Оленев Н.Н., Стариков А.С., Шатров А.В. Параллельные вычисления с помощью GRID- технологий в математическом моделировании экономики// Высокопроизводительные Параллельные Вычисления на Кластерных Системах. Том 2.// Материалы шестого международного научно-практического семинара. – С-Пб, 2007. –с. 84-92
2. Оленев Н.Н., Шатров А.В. Параллельные вычисления с моделью экономики взаимодействующих регионов//8-я Международная Конференция. Высокопроизводительные параллельные вычисления на кластерных системах (HPC-2008). // Труды конференции – Казань: Изд. КГТУ, с. 319
3. Оленев Н.Н., Фетинина А.И. Параллельные вычисления в идентификации динамической модели Вятского региона // Вестник Нижегородского университета. 2009. №6. 10 с.
4. Кошеев А.В., Оленев Н.Н. Моделирование взаимодействующих региональных экономических систем с использованием параллельных вычислений. Труды МФТИ. 2009. 13 с.
5. Шатров А.В. Моделирование и прогноз макроэкономических показателей региональной экономики в условиях кризиса/ Математика. Компьютер. Образование.//Сборник трудов под ред. Г.Ю. Ризниченко. – Москва-Ижевск: R&D, 2010, Т. 2, с. 410-418
6. Наумович Т.В., Рычков С.Л., Шатров А.В., Шварц К.Г. Комплекс программ по моделированию процессов переноса биотехнологических примесей в приземном слое г. Кирова /Сб. трудов IV Всероссийской научной конф. ЭКОМОД-2009. – Киров: изд. ГОУ ВПО «ВятГУ», 2009, с. 142-151