

**Отчет по этапам НИР, завершённым в 2016 г.
в соответствии с планом НИР института**

Приоритетное направление 1.4. «Высокопроизводительные вычисления»

Программа НИР 1.4.1. «Математическое моделирование с использованием параллельных и распределённых вычислений».

Программа НИР 1.4.1.1. «Технологии, языки высокого уровня и средства параллельной реализации задач численного моделирования на пета- и эксафлопсных супер-ЭВМ» (номер государственной регистрации 01201370230).

Научный руководитель – д.т.н. В.Э. Малышкин.

Раздел 1. «Разработка методов, алгоритмов и средств конструирования параллельных программ численного моделирования для пета- и эксафлопсных суперкомпьютеров».

Руководитель - д.т.н. В.Э. Малышкин.

Этап 2016 г. Разработать системные алгоритмы для управления динамическим распределением ресурсов 2-х и 3-х мерных вычислителей. Реализовать, оттестировать и включить в состав системы LuNA блок динамического распределения памяти мультикомпьютера.

Разработан и включен в систему параллельного программирования LuNA алгоритм балансировки нагрузки для определения блоков вычислителя и их конфигурации, которые подлежат миграции для выравнивания вычислительной нагрузки. Для каждого фрагмента данных и вычислений рассчитывается (оценивается) его нагрузка. Оценка нагрузки определяется суммарным объемом памяти, занимаемой фрагментами данных, суммарным временем исполнения фрагментов вычислений и т.д. Алгоритм балансировки выполняется на каждом вычислительном узле. Через заданные интервалы времени (интервал балансировки) каждый узел вычисляет среднее значение нагрузки в своей группе узлов (куда входят он и его непосредственные соседи в решетке; среднее значение вычисляется как сумма значений его нагрузки и нагрузки соседей, поделенное на число узлов в группе). Если текущее значение нагрузки узла больше среднего значения нагрузки (с учетом заданного порога дисбаланса), он считается перегруженным, если меньше - недогруженным. Далее происходит передача нагрузки с перегруженных узлов на недогруженные. Так производится балансировка между соседними узлами, что приводит к выравниванию нагрузки всей сети вычислительных узлов.

Алгоритм расширяется на 3 и больше измерений путем введения дополнительных размерностей (при этом сам основной алгоритм не изменяется).

Раздел 2. «Разработка и исследование клеточно-автоматных моделей нелинейной пространственной динамики с использованием технологии параллельного программирования».

Руководитель - д.т.н. О.Л. Бандман.

Этап 2016 г. Создать комплекс параллельных программ для моделирования газовых потоков и струй. Исследовать эффективность параллельных реализаций. Разработать трехмерные клеточно-автоматные модели потоков через пористую среду и их параллельные реализации.

Модернизирован комплекс программ, моделирующий газовый поток с частицами порошка. Параллельная реализация способна выполняться на кластере на тысячах ядер с эффективностью более 50% даже в нестационарных условиях. Это возможно благодаря новому алгоритму балансировки нагрузки кластера. Проведены исследования

зависимости эффективности параллельных реализаций асинхронных клеточно-автоматных моделей от параметров, определяющих стохастичность процесса.

Выполнена серия вычислительных экспериментов по моделированию процесса увлажнения почвы (трехмерный вариант), подтверждающих полученные выводы.