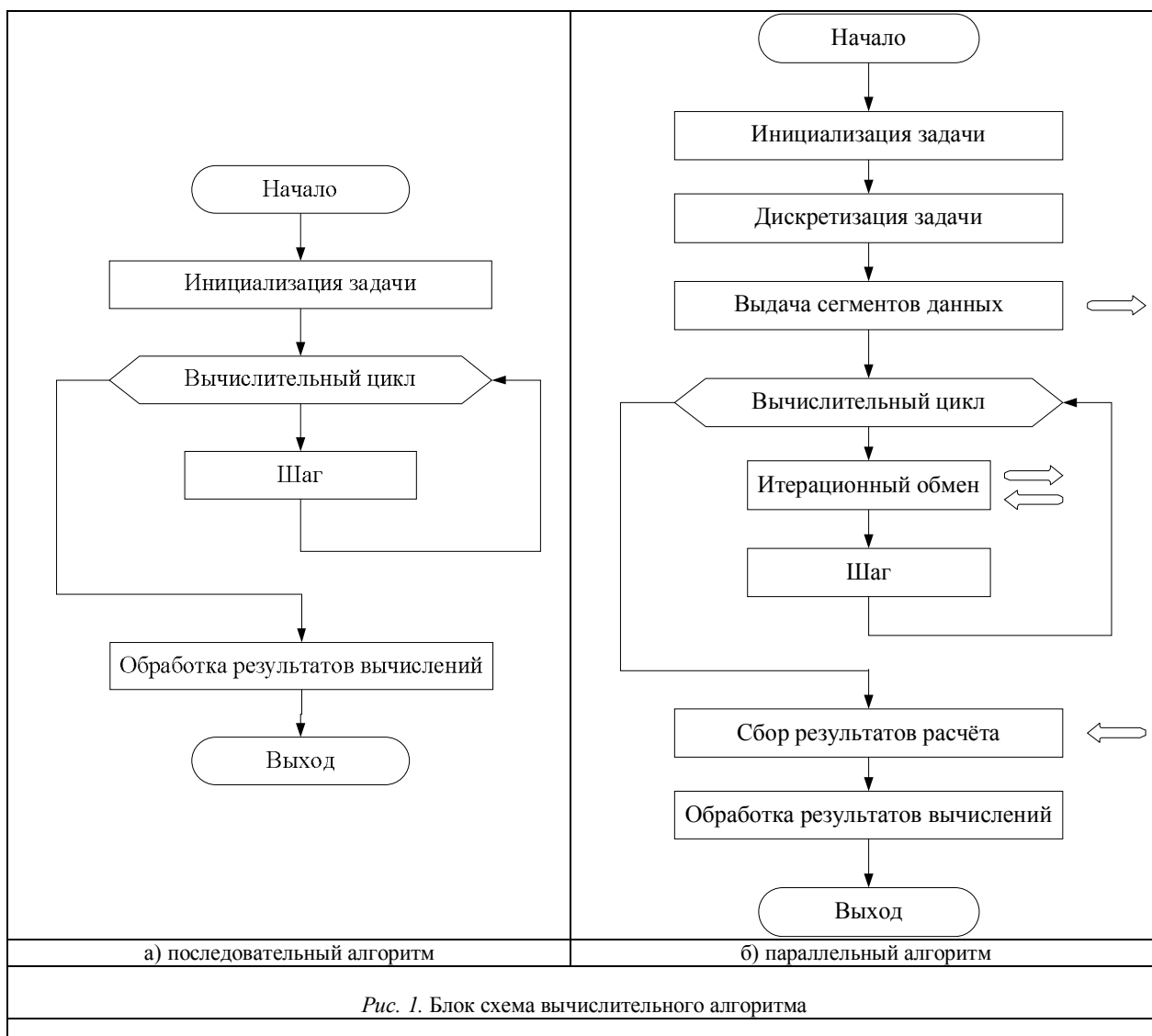


вычислительной механики имеют архитектуры класса MIMD (Multiple Instruction – Multiple Data) по классификации Флинна. К их достоинствам можно отнести высокий теоретический коэффициент распараллеливания вычислений, а также простоту технической реализации кластера на базе обычных ПЭВМ, соединенных скоростной коммуникационной подсистемой (например Ethernet 100Мб/с или 1Гб/с).

К сожалению, в практике отечественного численного эксперимента реализации численных алгоритмов гидродинамики и теплообмена на MIMD-ЭВМ практически отсутствуют. Причины данной ситуации: достаточная сложность переделки наработанного арсенала последовательных численных методов, существенная зависимость параллельного кода от архитектуры класте-

ра, дороговизна фирменных параллельных решений и просто отсутствие квалифицированных специалистов.

Целью настоящей работы является разработка достаточно универсальной программной реализации методов вычислительной гидродинамики и теплообмена на кластере, состоящем из ПЭВМ. В ее основе лежит традиционная последовательная организация программы, расширенная добавлением специальных средств для указания независимых фрагментов, выполняемых параллельно. Такая параллельно-последовательная программа привычна для пользователя и позволяет относительно просто собирать параллельный расчетный блок из обычных последовательных фрагментов. В качестве интерфейса взаимодействия процессов используется получивший наибольшее распространение стандарт MPI [2].



Процесс распараллеливания задачи включает в себя разбиение расчетной области на перекрывающиеся сегменты, а также организацию обменных взаимосвязей между сегментами данных. Тем самым достигается технологическая совместимость расчетных модулей численного алгоритма для параллельной и однопроцессорной версий. Размер области пересечения сегментов,

которая называется зоной влияния алгоритма, существенно зависит от решаемой задачи.

На рис. 1 представлены последовательный и параллельный варианты алгоритма типовой задачи вычислительной гидромеханики. Их можно представить в виде трех основных блоков:

– блок инициализации;

Влияние пропускной способности коммуникационной подсистемы кластера на ускорение параллельных вычислений было исследовано на тестовой задаче о развитии несжимаемого течения в квадратной камере с

подвижной крышкой [3]. Для аппроксимации исходных уравнений Навье - Стокса в физических переменных использовалась конечно-разностные схемы на равномерной декартовой сетке [3].

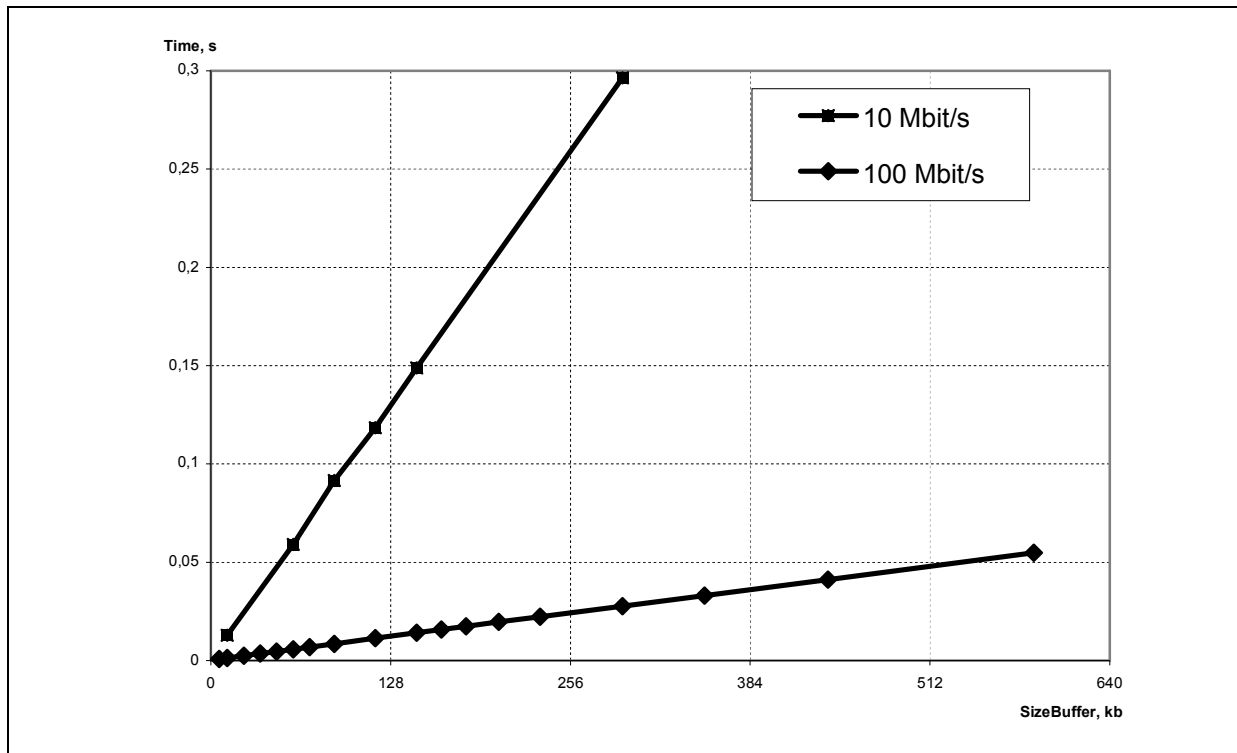


Рис. 4. Зависимость времени обмена от размера посылки

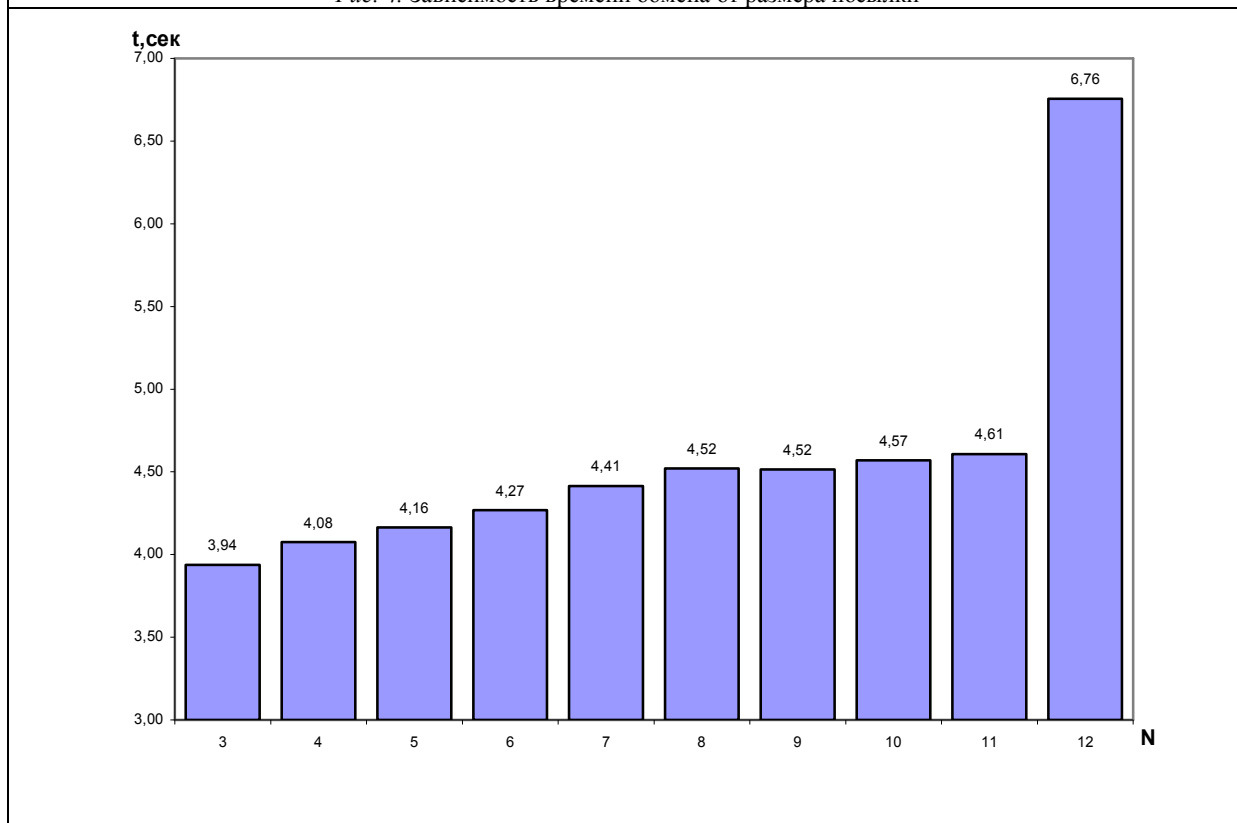


Рис. 5. Время обмена для различного числа процессов

Исследовалась зависимость времени обмена от размера буфера посылаемых и принимаемых данных для кластера из двух узлов, соединенных коммутируемой сетью Ethernet (рис. 4). Размер посылки определялся количеством узлов зоны влияния

$$S = n_{fun} \cdot l \cdot a,$$

где n_{fun} — количество функций, l — длина раздела областей, a — величина перекрытия.

При использовании пятиточечного шаблона ширина зоны влияния составляет два узла вычислительной области.

В проведенных расчетах размер зоны влияния варьировался от 1500 до 150000 ячеек памяти одинарной точности (REAL*4), что соответствует размеру буфера от 6 до 600 кбайт.

Время обмена существенно зависит от пропускной способности сети (рис. 4) и для низкоскоростных сетей может значительно превышать время счета даже для небольших размеров посылки. Поэтому для построения эффективных в вычислительном плане кластерных архитектур необходима быстрая коммуникационная подсистема, пропускной способностью 100 Мбит/с и выше.

Использование MPI в качестве инструментария для построения параллельных программ обеспечивает постоянную скорость передачи при малых и средних объемах передаваемых данных (рис. 4).

На рис. 5 приведено суммарное время межитерационного обмена на тестовой задаче для кластера из 3 –

12 узлов при объеме буфера 4,8 кбайт. Передача данных осуществлялась с использованием коммутатора 3COM SS3 Baseline Switch 100 Мбит/с.

С увеличением числа узлов кластера происходит квазилинейное возрастание времени обмена (для 3 – 11 узлов) до достижения насыщения коммуникационной подсистемы. Дальнейшее увеличение количества узлов кластера (N=12), а следовательно и пикового объема передаваемых данных приводит к перегрузке коммутатора и скачкообразному росту времени обмена (рис. 5). Данную особенность необходимо учитывать при планировании вычислительного эксперимента.

Применение современных коммутаторов Gigabit Ethernet с высокоскоростной внутренней шиной позволит строить эффективные параллельные алгоритмы для сложных трехмерных задач вычислительной гидродинамики и теплообмена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл. В. Параллельные вычисления. – С.Пб: БХВ, 2002. – 608 с.
2. Шпаковский Г.И., Серикова Н.В. Программирование для многопроцессорных систем в стандарте MPI: Пособие. – Минск: БГУ, 2002. – 323 с.
3. Андерсон Д., Таннехил Дж., Плетчер Р. Вычислительная гидромеханика и теплообмен. – М: Мир, 1990. – Т.1. – 392 с., Т.2. – 336 с.

пост. 11.07.05
после дораб. 23.12.05

Математична модель напружено-деформованого стану матеріалу стінки товстого еліпсоїда обертання

В.Г. МУСЯКА, Ю.І. РЕЙДЕРМАН, В.В. ПЕРЕМІТЬКО, В.І. ЧИБІСОВ

Дніпродзержинський державний технічний університет,
Дніпродзержинський коледж фізвиховання

Предложена математическая модель безмоментного состояния стенки сосуда при нагружении его внутренним давлением. При этом крайевыми условиями являлись отсутствие напряжений на наружной поверхности и наличие на внутренней поверхности только нормальных к ней напряжений, по величине равных внутреннему давлению. Алгоритм решения модели реализован программно, что позволило провести серию расчетов по определению напряженно-деформированного состояния миокарда стенки левого желудочка сердца человека по данным эхокардиографии и использовать полученные результаты для целей функциональной диагностики.

Запропонована математична модель безмоментного стану стінки посудини при навантаженні її внутрішнім тиском. При цьому крайовими умовами стали відсутність напружень на зовнішній поверхні та наявність на внутрішній поверхні лише нормальних до неї напружень, за величиною рівних внутрішньому тиску. Алгоритм розв'язку моделі реалізовано програмно, що дозволило провести серію розрахунків по визначенню напружено-деформованого стану міокарда стінки лівого шлуночка серця людини за даними ехокардіографії та використовувати отримані результати з метою функціональної діагностики.

We offer a mathematical model of moment less condition of a vessel wall when loaded with internal pressure. At the same time, the end conditions are as follows: absence of stresses on the outer surface and presence of solely normal stresses on it, equal to the internal pressure. The algorithm of solution to the model has been realized through a software package, which enabled us to carry out a number of calculations on determining the deflected mode of myocardium condition of the left ventricle of human heart based on the data of echocardiology and apply the results obtained for the use in functional diagnostics.

