

## РАЗРАБОТКА ГИБРИДНОГО ПАРАЛЛЕЛЬНОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ ПУАССОНА

Е. КЕНЖЕБЕК, Т.С. ИМАНКУЛОВ

Для достижения высокой производительности при решениях уравнений, описывающие сложные процессы, широко используются технологий параллельного программирования OpenMP и MPI. Message Passing Interface (MPI) является технологией, основанной на передаче сообщений, которая предназначена для высокопроизводительных вычислений в системах с распределенной памятью. В MPI, данные перемещаются из одного процесса (или MPI ранга) к другому процессу посредством осуществления совместных операций. Каждый ранг MPI имеет отдельное адресное пространство [1, 2]. OpenMP (Open Multi-Processing) - это набор директив компилятора и библиотечных процедур, которые предоставляют возможность программирования на многопроцессорных системах с общей памятью [3, 4].

В последние годы широко используется гибридная технология распараллеливания MPI+OpenMP [5, 6] для решения задач описывающие различные физические процессы. Объединение технологий MPI+OpenMP является очень распространенным явлением в высокопроизводительных вычислениях, так как этот подход использует преимущества обеих параллельных методов вычислений. Технология основана в использовании определенной модели связи между несколькими процессами, работающих на гетерогенных узлах, и использует группы потоков, выполняемых внутри каждого вычислительного узла. Эта гибридная модель, которая использует MPI для связи между узлами и использует программирование разделяемой памяти на основе OpenMP в каждом узле.

Данная работа посвящена построению гибридного параллельного алгоритма высокопроизводительных вычислений на основе технологий OpenMP и MPI для решения задачи Пуассона. Для численного решения уравнения Пуассона с начальными и граничными условиями используется метод конечных разностей и пятиточечная схема Якоби. Реализованы параллельные вычислительные алгоритмы с использованием OpenMP, MPI и OpenMP+MPI. Получены результаты вычислительных экспериментов и произведен анализ эффективности работы разработанных параллельных алгоритмов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.С. Антонов. Параллельное программирование с использованием технологии MPI. Учебное пособие. – М.: Изд. МГУ, 2004. – 71 с.
2. В.Д. Корнеев. Параллельное программирование в MPI. – Новосибирск: Изд. ИВМиМГ СО РАН, 2002. – 215 с.
3. А. С. Антонов. Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP. Учебное пособие. – М.: Изд. МГУ, 2009. – 77 с.
4. <http://www.openmp.org> – The OpenMP API specification for parallel programming
5. F. Cappello, D. Etiemble. MPI versus MPI+OpenMP on the IBM SP for the NAS benchmarks // In Proceedings of SuperComputing 2000. IEEE Computer Society. –2000.
6. T.Q.Viet, T.Yoshinaga, B.A.Abderazek and M.Sowa. A Hybrid MPI-OpenMP Solution for a Linear System on a Cluster of SMPs // Proc. Symposium on Advanced Computing Systems and Infrastructures. – 2003. – P .299 - 306.

## СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

А. КЕҢЕС, М. УМБЕТАЛИЕВ, А.Т. ТҰРАРБЕК

Разработка и создание геоинформационной системы землетрясений обусловлены необходимостью решения ряда основных задач, связанных с изучением мониторинга, анализа и прогноза землетрясений. Для создания геоинформационной системы необходимо определить состав системы.

В состав геоинформационные системы землетрясений входят пять основных частей:

1. **Аппаратные средства** – это комплекс аппаратных средств, применяемых при функционировании геоинформационные системы. В него входят компьютер, на котором будет работать геоинформационные системы, устройства ввода-вывода информации, устройства обработки и хранения данных, средства телекоммуникации.

2. **Программное обеспечение** – это совокупность программных средств, реализующих функциональные возможности геоинформационной системы. В состав геоинформационной системы входят функции и инструменты, необходимые для хранения, анализа и визуализации географической информации. Структурно программное обеспечение геоинформационной системы включает базовые и прикладные программные средства. Базовые программные средства включают: операционные системы, программные среды, сетевое программное обеспечение и системы управления базами данных. Прикладные программные средства предназначены для решения специализированных задач в конкретной предметной области и реализуются в виде отдельных модулей и утилит. В настоящее время существует два мощных лидера по программному обеспечению в сфере геоинформационных систем. Это фирма ESRI inc. и ERDAS inc.

3. **Данные.** Важным компонентом геоинформационной системы являются данные. Для представления объектов в геоинформационной системы используют *пространственные* и *атрибутивные* типы данных. Пространственные данные – сведения, которые характеризуют местоположение объектов в пространстве. Атрибутивные данные – это качественные или количественные характеристики пространственных объектов.

4. **Исполнители.** Пользователями геоинформационной системы могут быть как технические специалисты, разрабатывающие и поддерживающие систему, так и обычные сотрудники, которым геоинформационные системы помогают в определении сейсмической опасности заданной местности.

5. **Методы.** Успешность использования геоинформационных систем зависит от правильно составленного плана и правил работы, которые зависят от поставленных задач. В геоинформационной системе землетрясений должны учитываться различные методы прогноза землетрясений, такие методы как спутниковые, математические, методы изучение предвестников землетрясений, современные методы, основанные на нейронные сети, комплексные подходы и новые технологии.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Садыкова А.Б. Сейсмическая опасность территории Казахстана – Алматы, 2012, 267 с.
2. Қ. Б. Рысбеков, С.Т. Солтабаева “Геоақпараттық жүйе негіздері. Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТУ, 2008. 166 б.