

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	7
ВВЕДЕНИЕ.....	8
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ГИБРИДНОГО ТИ- ПА.....	11
1.1. Архитектуры современных унифицированных микропроцессорных вычислительных узлов	12
1.1.1. Процессоры Intel с архитектурой Haswell.....	12
1.1.2. Процессоры AMD с микроархитектурой Piledriver и Steamroller.....	18
1.1.3. Процессоры IBM с микроархитектурой Power8..	23
1.2. Архитектура современных графических процессо- со- ров.....	26
1.2.1. Архитектура графических процессоров Nvidia... 1.2.2. Архитектура AMD RV770(RV870).....	26 30
1.3. Архитектура сопроцессора Intel Xeon Phi.....	32
1.4. Архитектура современных ПЛИС и микропроцес- сорных ядер MicroBlaze и PowerPC	37
Выводы по главе 1.....	45
Контрольные вопросы.....	53
ГЛАВА 2. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРО- ГРАММИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ГИБРИДНОГО ТИПА.....	55
2.1. Технология программирования CUDA.....	56
2.2. Технология программирования OpenACC.....	68
2.3. Технология программирования OpenCL.....	74
2.4. Технология программирования реконфигурируе- мых вычислительных систем на основе ПЛИС.....	83
2.4.1. Технология программирования ПЛИС с исполь- зованием MitrionC.....	86

2.4.2. Технология программирования РВС на уровне логических ячеек ПЛИС.....	88
2.4.3. Программирование РВС на языке высокого уровня COLAMO.....	94
Выводы по главе 2.....	103
Контрольные вопросы.....	103
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	105
Темы для самостоятельного изучения.....	106
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	108

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее учебное пособие ориентировано на студентов, магистрантов и аспирантов по направлению 09.06.01 «Прикладная математика и информатика», магистрантов по направлению 01.04.02 «Информатика и вычислительная техника», а также других направлений при проведении практических и лекционных занятий.

Применение вычислительных систем (ВС), в первую очередь, определяется качеством прикладных программ (приложений) для них. В настоящее время подавляющее большинство существующих методов программирования вычислительных систем гибридного типа (ВСГТ) состоит в раздельном программировании разнородных вычислительных узлов и осуществляется на различных языках программирования в разных средах программирования. Это приводит к тому, что фактически ВСГТ программируется как многомашинный комплекс, обмен между различными подсистемами которого осуществляется через передачу сообщений или файлов, что, в свою очередь, существенно уменьшает реальную производительность ВС и сильно усложняет модернизацию программы при изменении доступного вычислительного ресурса. Каждый раз при масштабировании программы для ВСГТ программист вынужден значительно перерабатывать текст программы в различных средах программирования, что приводит к существенному увеличению времени отладки и портации уже написанной прикладной программы для ВСГТ.

Поэтому новые методы программирования многопроцессорных ВСГТ, обеспечивающие выполнение прикладных программ с высокой эффективностью, являющиеся предметом настоящего пособия, представляют перспективное направление развития теории программирования высокопроизводительных ВС.

В главе 1 представлены обзор современной элементной базы, которая может быть использована для создания ВСГТ, а также перспективы развития ВСГТ.

В главе 2 описаны проблемы современных методов и технологий программирования ВСГТ, таких как CUDA, OpenACC и OpenCL. Отдельное внимание уделено технологии программирования программируемых логических интегральных схем (ПЛИС), входящих в состав ВСГТ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 <http://www.top500.org>

2 A. Barkalov, L. Titarenko. Evolution of programmable logic. Lecture Notes in Electrical Engineering. Volume 53 LNEE, 2009, Pages 53-75.

3 Levin I.I., Dordopulo A.I., Doronchenko Y.I., Raskladkin M.K. Reconfigurable computer system on the base of Virtex UltraScale FPGAs with liquid cooling // Proceedings of international scientific conference «Parallel computer technologies» (PaCT'2016). 2016. pp. 221–230.

4 Каляев А.В., Каляев И.А., Левин И.И. Многопроцессорные вычислительные системы с программируемой архитектурой на основе ПЛИС // Вестник ЮНЦ РАН, 2004, С. 24-33.

5. Каляев А.В., Левин И.И. Модульно-наращиваемые многопроцессорные системы со структурно-процедурной организацией вычислений. - М.: Янус-К, 2003. - 380 с.

6 Коваленко, В.Б. Организация многоуровневого программирования реконфигурируемых вычислительных систем [Текст] / Е.А. Семерников, В.Б. Коваленко // Вестник компьютерных и информационных технологий. – М.: Машиностроение, 2011. - № 9. – С. 3-10.

7 Левин И.И., Дордопуло А.И., Каляев И.А., Гудков В.А. Высокопроизводительные реконфигурируемые вычислительные системы на основе ПЛИС VIRTEx-7 // Труды международной научной конференции «Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2014)», Ростов-на-Дону, 1-3 апреля 2014 г. – Челябинск, 2014. – С. 1-4.

бинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – С. 131-139. ISBN 978-5-696-04538-2.

8 Коваленко, В.Б. Два подхода к созданию макрообъектов для реконфигурируемых вычислительных систем на основе ПЛИС [Текст] / В.Б. Коваленко, Е.А. Семерников, М.С. Кочерга // Материалы Второй Международной научной конференции «Суперкомпьютерные системы и их применение» (SSA'2008). – Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2008. – С. 60-64.

9 Каляев И.А., Левин И.И., Семерников Е.А. Принципы построения многопроцессорных вычислительных систем на основе ПЛИС // Вестник Бурятского государственного университета. Сер. 9: математика и информатика. Улан-Удэ: Изд-во Бурятск. гос. ун-та, 2008. – С. 184-196. ISBN 1994-0866.

10 Каляев И.А., Левин И.И., Семерников Е.А., Шмойлов В.И. Реконфигурируемые мультиконвейерные вычислительные структуры /Изд. 2-е, перераб. и доп. / Под общ. Ред. И.А. Каляева. - Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2009. – 344 с.

11 Левин И.И., Дордопуло А.И., Гудков В.А. Программирование реконфигурируемых вычислительных узлов на языке COLAMO: учеб. пособие для вузов. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2011. – 114 с.