

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)

## **СУПЕРКОМПЬЮТЕРЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ**

Электронный учебно-методический комплекс  
по дисциплине в LMS Moodle

САМАРА  
2012

УДК 004  
Т 338

Автор-составитель: **Жидченко Виктор Викторович**

**Суперкомпьютеры и их применение** [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. комплекс по дисциплине в LMS Moodle / Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т); авт.-сост. В. В. Жидченко - Электрон. текстовые и граф. дан. - Самара, 2012. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

В состав учебно-методического комплекса входят:

1. Задания на лабораторные работы.
2. Темы рефератов (задания на самостоятельную работу).
3. Тесты для промежуточной проверки знаний.
4. Вопросы для подготовки к зачету.

УМКД «Суперкомпьютеры и их применение» предназначен для студентов факультета информатики, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 010300.62 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» в 8 семестре.

УМКД разработан на кафедре программных систем.

## Лабораторная работа №1

### Оптимизация производительности программы с учетом архитектуры вычислительной системы

**Цель работы:** Изучение влияния аппаратной архитектуры вычислительной системы на производительность программы.

#### *1 Задание на лабораторную работу*

##### **Задание 1**

1. Разработать программу, многократно вычисляющую следующие два значения:  
$$t1 = \sin(a) * x + \cos(a) * y;$$
$$t2 = -\cos(a) * x + \sin(a) * y;$$
2. Измерить время работы программы при выключенной опции оптимизации компилятора.
3. Предложить способы сокращения времени вычислений.
4. Измерить время работы программы для различных вариантов модифицированной программы.
5. Сравнить ассемблерный код исходной программы и ее модифицированных версий.
6. Объяснить наблюдаемые изменения времени работы с учетом архитектуры вычислительной системы, на которой выполняется программа.
7. Скомпилировать программу с различными опциями оптимизации компилятора. Сравнить ассемблерный код программы с кодом исходного варианта программы (без оптимизации).
8. Составить отчет по результатам работы.

##### **Задание 2**

1. Написать программу суммирования двух массивов. Размер массивов должен увеличиваться от нескольких байтов до пределов оперативной памяти вычислительной системы. Измерить время работы программы для различных размеров массивов и различных типов их элементов (int, float, double).
2. Предложить способы увеличения производительности программы.
3. Измерить время работы различных вариантов программы.
4. Составить отчет по результатам работы.

#### *2 Содержание отчета*

1. Постановка задачи.
2. Исходный текст различных вариантов программы.

3. Результаты вычислительных экспериментов с объяснением полученных зависимостей.
4. Выводы по работе.

### *3 Контрольные вопросы*

1. Какие способы повышения производительности современных микропроцессоров Вы знаете?
2. Опишите принципы работы вычислительного конвейера.
3. Что такое SIMD? Как использовать SIMD в программе для ПК?

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления - СПб.: БХВ-Петербург, 2002. - 608 с.
2. Касперски К. Техника оптимизации программ. Эффективное использование памяти. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 464 с.
3. Корнеев В.В. Параллельные вычислительные системы - М.:Нолидж, 1999. – 320с.

## **Лабораторная работа №2**

### **Эффективное использование многоуровневой памяти современных ЭВМ**

**Цель работы:** Изучение влияния особенностей организации запоминающих устройств вычислительной системы на производительность программ.

#### *1 Задание на лабораторную работу*

##### **Задание 1**

1. Разработать программу умножения двух матриц  $C=A*B$ , использующую транспонирование матрицы  $B$ .
2. Сравнить продолжительность работы программы с продолжительностью работы программы, реализующей традиционный алгоритм, без транспонирования ( $c[i][j] += a[i][k] * b[k][j]$ )
3. Составить отчет по результатам работы.

##### **Задание 2**

1. Разработать программу блочного перемножения матриц. Измерить время работы программы для различных размеров блоков и различных типов данных элементов матрицы (int, float, double).
2. Предложить способы увеличения производительности программы.
3. Измерить время работы различных вариантов программы.
4. Составить отчет по результатам работы.

#### *2 Содержание отчета*

1. Постановка задачи.
2. Исходный текст различных вариантов программы.
3. Результаты вычислительных экспериментов с объяснением полученных зависимостей.
4. Выводы по работе.

#### *3 Контрольные вопросы*

1. Почему подсистема памяти современных ЭВМ называется многоуровневой?
2. Какие уровни памяти Вы знаете?
3. Каковы принципы построения и основные характеристики каждого уровня?

4. Что такое ассоциативность кэша?
5. В чем заключается проблема когерентности кэшесей? Опишите способы обеспечения когерентности кэшесей, их преимущества и недостатки.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления - СПб.: БХВ-Петербург, 2002. - 608 с.
2. Касперски К. Техника оптимизации программ. Эффективное использование памяти. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 464 с.
3. Корнеев В.В. Параллельные вычислительные системы - М.:Нолидж, 1999. – 320с.

**Лабораторная работа №3**  
**Изучение влияния параметров**  
**коммуникационной среды на производительность**  
**распределенных параллельных программ**

**Цель работы:** Изучение характеристик коммуникационной среды и их влияния на производительность распределенных программ.

*1 Задание на лабораторную работу*

1. Разработать программу для измерения временных характеристик коммуникационной среды: латентности и пропускной способности. Программа должна использовать библиотеку MPI для передачи сообщений по коммуникационной среде. Размер сообщений должен варьироваться от 0 байт до нескольких мегабайт. Для повышения точности измерений программа должна усреднять значения, полученные в результате многочисленных (более 100000 раз) измерений.
2. Построить зависимость времени передачи сообщения между двумя процессами от размера сообщения. Объяснить наблюдаемую зависимость.
3. Произвести измерения, аналогичные пункту 1, для процессов, выполняющихся на одном вычислительном узле кластера. Сравнить время передачи сообщения со временем, необходимым для копирования данных такого же объема между двумя областями памяти.
4. Построить зависимости времени, необходимого для широковещательной рассылки данных (broadcast) от объема рассылаемых данных и количества процессов-получателей.
5. Построить зависимости времени, необходимого для рассылки данных процессам (scatter) от объема рассылаемых данных и количества процессов-получателей.
6. Построить зависимости времени, необходимого для сбора данных от процессов (gather) от объема данных и количества процессов.
7. Составить отчет по результатам работы.

*2 Содержание отчета*

1. Постановка задачи.
2. Исходный текст различных вариантов программы.
3. Результаты вычислительных экспериментов с объяснением полученных зависимостей.
4. Выводы по работе.

### ***3 Контрольные вопросы***

1. Что такое коммуникационная среда высокопроизводительной вычислительной системы?
2. Какие основные виды коммуникационной среды используются в кластерных системах?
3. Дайте определение основным характеристикам коммуникационной среды.
4. Каковы примерные значения этих характеристик у различных видов коммуникационной среды, используемых в кластерных системах?

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления - СПб.: БХВ-Петербург, 2002. - 608 с.
2. Гергель В.П., Стронгин Р.Г. Основы параллельных вычислений для многопроцессорных вычислительных систем. - Н.Новгород, ННГУ (2 изд., 2003).
3. Корнеев В.В. Параллельные вычислительные системы - М.:Нолидж, 1999. – 320с.



**Лабораторная работа №4**  
**Использование графических процессоров для высокопроизводительных вычислений**

**Цель работы:** Изучение особенностей использования графических процессоров (GPU) для высокопроизводительных вычислений.

*1 Задание на лабораторную работу*

**Задание 1**

1. Разработать программу матричного умножения  $C=AB$  с использованием графического процессора и технологии CUDA. Тип элементов матрицы – float или double, в зависимости от возможностей графического процессора. Размеры матриц выбираются близкими к пределам объема оперативной памяти вычислительной системы.
2. Измерить время работы программы.
3. Предложить пути оптимизации программы для увеличения скорости вычислений.
4. Сравнить скорость вычислений оптимизированной и исходной программ. Объяснить наблюдаемые различия.
5. Составить отчет по результатам работы.

**Задание 2**

1. Модифицировать созданную в задании 1 программу для реализации алгоритма блочного матричного умножения.
2. Измерить время работы программы для различных размеров блоков. Предложить оптимальный с точки зрения производительности вариант программы. Объяснить причины повышения производительности в предложенном варианте.
3. Составить отчет по результатам работы.

*2 Содержание отчета*

1. Постановка задачи.
2. Исходный текст различных вариантов программы.
3. Результаты вычислительных экспериментов с объяснением полученных зависимостей.
4. Выводы по работе.

### ***3 Контрольные вопросы***

1. Что такое GPGPU?
2. Опишите основные отличия и особенности использования CPU и GPU в программах вычислительного характера.
3. Для каких типов задач наиболее эффективно использование GPU?
4. Дайте общие рекомендации к структуре программы для получения максимальной скорости вычислений на вычислительной системе с GPU.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления - СПб.: БХВ-Петербург, 2002. - 608 с.
2. Никоноров А.В., Фурсов В.А. Разработка программного обеспечения для решения задач высокой вычислительной сложности в средах mpi, OpenMP и cuda: Учебн. пособие; Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара. 2010. 90 с.
3. CUDA Toolkit Documentation: «NVIDIA CUDA C Programming Guide», «NVIDIA CUDA C getting started guide for Microsoft Windows». (<http://docs.nvidia.com/cuda/index.html>)

## Лабораторная работа №5

### Изучение систем пакетной обработки заданий

**Цель работы:** Получение навыков работы с системой пакетной обработки заданий в составе кластерной вычислительной системы.

#### *1 Задание на лабораторную работу*

1. Разработать программу, реализующую параллельный алгоритм сортировки с использованием регулярного набора образцов (Parallel Sorting by regular sampling).
2. Скомпилировать и запустить программу на вычислительном кластере с использованием трех процессов. Проверить корректность работы параллельной программы.
3. Скомпилировать и запустить программу на вычислительном кластере с использованием более трех процессов. Для этого с помощью команд системы пакетной обработки заданий Torque определить количество доступных вычислительных ресурсов.
4. Измерить время работы программы для  $n$  процессов на массиве большого размера (максимально допустимого с учетом объема памяти на каждом вычислительном узле).
5. Сравнить время работы параллельной программы сортировки со временем работы последовательной программы, реализующей тот же алгоритм сортировки, который используется в каждом процессе параллельного алгоритма.
6. Объяснить результаты измерений.
7. Составить отчет по результатам работы.

#### *2 Содержание отчета*

1. Постановка задачи.
2. Исходный текст различных вариантов программы.
3. Результаты вычислительных экспериментов с объяснением полученных зависимостей.
4. Выводы по работе.

#### *3 Контрольные вопросы*

1. Что такое система пакетной обработки заданий?

2. Что такое планировщик?
3. Какие средства для контроля состояния запущенной задачи предоставляются СПО, удовлетворяющей стандарту POSIX 1003.2d?

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления - СПб.: БХВ-Петербург, 2002. - 608 с.
2. Воеводин Вл.В., Жуматий С.А. Вычислительное дело и кластерные системы - М.: Изд-во МГУ, 2007. - 150 с.
3. <http://hpc.ssau.ru>

**Лабораторная работа №6**  
**Исследование эффективности использования**  
**прикладного программного обеспечения на**  
**суперкомпьютерных системах**

**Цель работы:** Изучение существующих программных продуктов для кластерных систем.

***1 Задание на лабораторную работу***

1. Разработать программу, реализующую параллельный алгоритм матричного умножения  $C=AB$  с использованием библиотеки готовых подпрограмм согласно варианту.
2. Измерить время работы программы для различных размеров матриц.
3. Сравнить производительность программы с производительностью самого быстрого из вариантов программ матричного умножения, разработанных в предыдущих лабораторных работах.
4. Объяснить наблюдаемые зависимости.
5. Составить отчет по результатам работы.

***2 Содержание отчета***

1. Постановка задачи.
2. Исходный текст различных вариантов программы.
3. Результаты вычислительных экспериментов с объяснением полученных зависимостей.
4. Выводы по работе.

***3 Контрольные вопросы***

1. Можно ли воспользоваться вычислительными ресурсами кластера, не разрабатывая собственную параллельную программу?
2. Каковы преимущества и недостатки использования готового программного обеспечения, предназначенного для выполнения на кластерных системах?

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления - СПб.: БХВ-Петербург, 2002. - 608 с.

2. Грегори Р. Эндрюс Основы многопоточного, параллельного и распределенного программирования Вильямс, 2002. - 512 с.
3. Корнеев В.В. Параллельные вычислительные системы - М.:Нолидж, 1999. – 320с.

## **Лабораторная работа №7**

### **Основы работы в GRID-среде**

**Цель работы:** Изучение основ работы в вычислительной GRID-среде.

#### *1 Задание на лабораторную работу*

1. Оформить одну из программ, созданных в предыдущих лабораторных работах, в виде задания для сети GRID.
2. Получить данные о доступных вычислительных ресурсах в сети GRID.
3. Запустить созданное задание на исполнение с учетом доступных вычислительных ресурсов.
4. Измерить продолжительность исполнения задания для различных вариантов исходных данных (различных размерностей задачи).
5. Сравнить полученные данные с результатами соответствующей лабораторной работы, выполненной ранее. Объяснить наблюдаемые результаты.
6. Составить отчет по результатам работы.

#### *2 Содержание отчета*

1. Постановка задачи.
2. Исходный текст программы.
3. Результаты вычислительных экспериментов с объяснением полученных зависимостей.
4. Выводы по работе.

#### *3 Контрольные вопросы*

1. Что такое GRID?
2. Что такое виртуальная организация?
3. Опишите основные принципы работы в GRID-системе.
4. Какие уровни протоколов GRID Вы знаете? Опишите назначение каждого из них.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления - СПб.: БХВ-Петербург, 2002. - 608 с.
2. [www.parallel.ru](http://www.parallel.ru)
3. [www.gridclub.ru](http://www.gridclub.ru)

Темы рефератов по курсу  
**«Суперкомпьютеры и их применение»**

- 1) Применение суперкомпьютеров в астрономии.
- 2) Применение суперкомпьютеров в фармакологии.
- 3) Применение суперкомпьютеров в финансовой сфере
- 4) Применение суперкомпьютеров в машиностроении
- 5) Применение суперкомпьютеров в биохимии
- 6) Применение суперкомпьютеров в государственном секторе
- 7) Применение суперкомпьютеров в геофизике
- 8) Архитектура суперкомпьютеров семейства «Эльбрус»
- 9) Суперкомпьютеры программы «СКИФ»
- 10) Суперкомпьютер «Сергей Королев»
- 11) Суперкомпьютер «Ломоносов»
- 12) Суперкомпьютер «К»
- 13) Суперкомпьютер «Sequoia»
- 14) Суперкомпьютер Nebulae



| №  | Вопрос   | Ответ (варианты ответов)   |
|----|--|--|
| 1  | К какому классу вычислительных систем в классификации Флинна относится большинство современных супер-компьютеров?                    | SISD<br>SIMD<br><b>MIMD</b>  |
| 2  | Вычислительные системы какого класса в классификации Флинна практически не встречаются?  | SISD<br><b>MISD</b><br>MIMD  |
| 3  | Верно ли, что системы класса MISD выполняют 1 операцию одновременно над несколькими данными?   | Да, верно<br><b>Нет, не верно</b>  |
| 4  | К какому классу в классификации Флинна относятся кластеры?   | SIMD<br>MISD<br><b>MIMD</b>  |
| 5  | Верно ли, что SMP-системы состоят из вычислительных узлов, имеющих локальную память и связанных сетевой коммуникационной средой?     | Да, верно<br><b>Нет, не верно</b>  |
| 6  | Сколько классов систем насчитывает классификация Флинна?   | 4  |
| 7  | Какое из перечисленных средств параллельного программирования наиболее соответствует SMP-системам?                                   | CUDA<br>MPI<br><b>OpenMP</b>   |
| 8  | Память какого типа использует меньше компонентов и площади кристалла для хранения одного элемента данных?                            | <b>DRAM</b><br>SRAM  |
| 9  | Расположите перечисленные типы памяти в порядке возрастания емкости  | ОЗУ, КЭШ L1, КЭШ L2, регистровая<br>регистровая, ОЗУ, КЭШ L1, КЭШ L2<br><b>регистровая, КЭШ L1, КЭШ L2, ОЗУ</b>  |
| 10 | На элементах какого типа строится кэш-память?  | DRAM<br><b>SRAM</b>  |
| 11 | Почему объем кэш-памяти ограничен и существенно уступает объему основного ОЗУ?   | Нет смысла делать большой кэш, так как это не принесет выигрыша в производительности<br>Большой кэш не помещается на кристалле процессора<br><b>Кэш-память слишком дорога</b>                                      |
| 12 | Почему память DRAM называется динамической?  | Потому что ее размер можно динамически изменять<br>Потому что она допускает многократные операции чтения/записи<br><b>Потому что хранимые в ней значения постоянно регенерируются для предотвращения их потери</b> |
| 13 | Какой уровень кэш-памяти обычно разбивают на кэш команд и кэш данных?  | <b>L1</b><br>L2<br>L3  |
| 14 | Какая характеристика сети передачи данных определяет начальную задержку между отправкой сообщения и началом передачи данных по сети? | <b>Латентность</b><br>Пропускная способность<br>Длина пакета   |
| 15 | Какая из перечисленных сетей передачи данных обладает минимальной латентностью?  | FastEthernet<br>GigabitEthernet<br>10GE  |

|    |   |   |
|----|---|---|
|    |   | <b>InfiniBand</b>   |
| 16 | Какой из приведенных наборов коммуникационных сред может использоваться в составе одного современного кластера?   | 1) GigabitEthernet, FastEthernet<br>2) <b>GigabitEthernet, InfiniBand</b><br>3) FastEthernet, Ethernet<br>4) FastEthernet, InfiniBand<br>5) GigabitEthernet, Ethernet                                     |
| 17 | Представьте, что в Вашем распоряжении имеется кластер с двумя сетями: Gigabit Ethernet и InfiniBand.<br>Какую из сетей Вы сделаете коммуникационной, а какую – сервисной? | 1) Gigabit Ethernet – коммуникационная, InfiniBand – сервисная<br>2) <b>Gigabit Ethernet – сервисная, InfiniBand - коммуникационная</b>   |
| 18 | Какая характеристика сети передачи данных определяет скорость передачи данных между вычислительными узлами?   | Латентность<br><b>Пропускная способность</b><br>Длина пакета<br>Физическая среда передачи   |
| 19 | Верно ли, что MPP-системы в отличие от SMP-систем строятся из широко используемых компонентов, выпускаемых в промышленных объемах?  | 1) Да, верно<br>2) <b>Нет, не верно</b>   |
| 20 | К какому классу в классификации Флинна относятся векторные системы?   | SISD<br><b>SIMD</b><br>MISD<br>MIMD   |
| 21 | Можно ли использовать современную персональную ЭВМ в качестве векторной системы?  | Да<br>Нет   |
| 22 | К какому типу процессоров относятся GPU?  | multicore-процессоры<br><b>manucore-процессоры</b>  |
| 23 | Какая технология наиболее применима для разработки программ для GPU?  | MPI<br>OpenMP<br><b>CUDA</b>  |
| 24 | Верно ли, что CUDA – это набор библиотек и служебных программ для разработки приложений для кластерных систем?  | Да, верно<br><b>Нет, не верно</b>   |
| 25 | Верно ли, что CUDA – это набор директив компилятора языка C, позволяющий разрабатывать программы для SMP-систем?  | Да, верно<br><b>Нет, не верно</b>   |
| 26 | Верно ли, что CUDA – это набор директив компилятора языка C, позволяющий разрабатывать программы для GPU?   | Да, верно<br><b>Нет, не верно</b>   |
| 27 | Что такое warp?   | Служебная утилита для трассировки программ на CUDA<br>Минимальный набор блоков нитей, выполняемый параллельно на GPU<br>Компилятор CUDA<br><b>Минимальный набор нитей, выполняемый параллельно на GPU</b> |
| 28 | Что такое nvcc?   | Служебная утилита для трассировки программ на CUDA<br>Минимальный набор блоков нитей, выполняемый параллельно на GPU  |

|    |   |   |
|----|---|---|
|    |   | <b>Компилятор CUDA</b><br>Минимальный набор нитей,<br>выполняемый параллельно на GPU  |
| 29 | В какую структуру объединяются блоки нитей в программе на CUDA?   | Warp<br>Block<br><b>Grid</b><br>Nvcc  |
| 30 | Какие из перечисленных средств могут использоваться для разработки программ для кластерных систем?  | 1) CUDA<br>2) OpenMP<br>3) MPI<br><b>4) Все перечисленные выше</b><br>5) Ни одна из перечисленных выше  |
| 31 | Какую из перечисленных технологий не имеет смысла использовать для разработки параллельной программы численного решения дифференциального уравнения в частных производных в силу малой эффективности? | 1) MPI<br>2) CUDA<br>3) OpenMP<br><b>4) Все вышеперечисленные имеет смысл использовать</b>  |
| 32 | Каков минимальный размер warp?  | 32  |
| 33 | Какова максимальная размерность блока нитей в программе на CUDA?  | 3   |
| 34 | Системы какого класса превалируют в Top500?   | SMP-системы<br>MPP-системы<br><b>Кластеры</b><br>Векторные ЭВМ  |
| 35 | Входят ли в список Top500 системы российского производства?   | <b>Да</b><br>Нет  |
| 36 | Входит ли в список Top500 суперкомпьютер «Сергей Королев», установленный в СГАУ?  | Да<br><b>Нет</b>  |
| 37 | Входит ли в список Top500 суперкомпьютер «Ломоносов», установленный в МГУ?  | <b>Да</b><br>Нет  |
| 38 | Верно ли, что Top500 – это список 500 крупнейших в мире кластерных систем?  | Да<br><b>Нет</b>  |
| 39 | Верно ли, что суммарная производительность десяти систем из вершины списка Top500 превышает 1 exaflop/s?  | Да<br><b>Нет</b>  |
| 40 | Верно ли, что производительность системы, занимающей последнее место в списке Top500, превышает 1 petaflop/s?   | Да<br><b>Нет</b>  |
| 41 | Какой из перечисленных способов организации кластерных вычислений требует максимальных финансовых затрат?   | 1) Аренда кластерных ресурсов<br>2) Размещение своего кластера на арендованной площадке<br><b>3) Размещение своего кластера в собственном помещении</b>                       |
| 42 | Почему кластер необходимо устанавливать в отдельном помещении?  | 1) Потому что из-за шума, издаваемого кластером, в этом помещении не могут работать люди<br>2) Потому что кластер требует наличия системы пожаротушения, опасной для человека |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <b>3) Потому что только при размещении в отдельном помещении можно обеспечить необходимые условия для непрерывной долговременной работы кластера</b>  |
| 43 | Почему кластеры, как правило, устанавливают в помещениях первого этажа?  | 1) Чтобы обеспечить оперативную эвакуацию персонала при срабатывании системы пожаротушения<br>2) Чтобы не прокладывать по всему зданию силовые кабели, рассчитанные на высокие значения тока<br><b>3) Потому что с учетом массы кластера и наличия вспомогательных систем размещение на первом этаже является оптимальным</b> |
| 44 | Какая система охлаждения кластера более предпочтительна с точки зрения шума?   | <b>Водяная</b><br>Воздушная   |
| 45 | Какая из перечисленных характеристик системы кондиционирования помещения наиболее существенна для принятия решения о возможности использования этой системы для охлаждения кластера? | 1) Размещения блока вентиляции на потолке<br><b>2) Возможность работы зимой</b><br>3) Наличие нескольких блоков вентиляции  |
| 46 | Какой из перечисленных терминов может обозначать систему пакетной обработки заданий кластера?  | 1) Cluster Management Software<br>2) Batch System<br>3) Resource Manager<br><b>4) Любой из вышеперечисленных</b><br>5) Ни один из вышеперечисленных   |
| 47 | Какая из перечисленных программ не относится к системному программному обеспечению кластера?   | 1) sshd<br>2) qsub<br>3) gcc<br><b>4) все относятся</b><br>5) ни одна не относится  |
| 48 | Какая команда служит для постановки задачи в очередь на выполнение?  | <b>1) qsub</b><br>2) pbs_sched<br>3) qstat<br>4) qhold<br>5) qrls<br>6) qmove   |
| 49 | Какие из перечисленных программных продуктов не относятся к прикладному программному обеспечению кластера?   | 1) LS-DYNA<br><b>2) sshd</b><br><b>3) qsub</b><br><b>4) gcc</b><br>5) ansys<br><b>6) TORQUE</b>   |
| 50 | Какая основная причина заставляет разрабатывать собственные программные продукты для суперкомпьютеров?   | 1) Уникальность архитектуры каждого суперкомпьютера<br>2) Дороговизна готовых программных продуктов для   |

|    |   |   |
|----|---|---|
|    |   | <p>суперкомпьютеров</p> <p><b>3) Отсутствие в готовых программных продуктах реализации требуемого численного метода или эффективной поддержки имеющегося суперкомпьютера</b></p>  |
| 51 | Что такое GRID-среда?   | <p>1) Сеть из кластеров и суперкомпьютеров, занимающихся обработкой данных от большого андронного коллаидера</p> <p>2) Набор блоков нитей в технологии CUDA</p> <p>3) Одна из топологий сетевой архитектуры суперкомпьютеров</p> <p><b>4) Несколько вычислительных систем, объединенных сетевой инфраструктурой и поддерживающих определенные протоколы для организации согласованного и эффективного использования этих систем многими пользователями</b></p> <p>5) Распределенная сеть из множества вычислительных систем, совместно работающих над решением одной общей задачи</p> |
| 52 | Что такое «виртуальная организация»?  | <p>1) абстракция, используемая для совместного использования вычислительного кластера несколькими организациями или пользователями</p> <p>2) поставщик вычислительных ресурсов</p> <p>3) потребитель вычислительных ресурсов</p> <p><b>4) потребитель или поставщик вычислительных ресурсов</b></p>   |
| 53 | Какой уровень инфраструктуры GRID отвечает за предоставление локального доступа к конкретным вычислительным или сетевым ресурсам? | <p><b>1) Fabric layer</b></p> <p>2) Resource Layer</p> <p>3) Connectivity layer</p>   |
| 54 | Чем GRID-вычисления отличаются от распределенных вычислений?  | <p>1) Это одно и то же</p> <p>2) GRID-вычисления доступны только на платной основе, а распределенные вычисления могут быть организованы бесплатно</p> <p><b>3) Для использования GRID-вычислений необходимо применять определенные протоколы, а в распределенных вычислениях используемые протоколы определяются решаемой</b></p>   |

|    |   |   |
|----|---|---|
|    |   | <p><b>задачей</b></p> <p>4) Для использования распределенных вычислений необходимо применять определенные протоколы, а в GRID-вычислениях используемые протоколы определяются решаемой задачей</p> <p>5) GRID-вычисления используются организациями, в то время как распределенные вычисления могут быть организованы любой группой энтузиастов</p> |
| 55 | Какая программная система может быть использована для организации GRID-вычислений? (возможны несколько вариантов)   | <p>1) TORQUE</p> <p>2) ANSYS</p> <p>3) LS-DYNA</p> <p><b>4) GLOBUS</b></p> <p>5) ATLAS</p> <p>6) LINPACK</p>  |
| 56 | Как называется центральный процессор и оперативная память компьютера в терминологии CUDA?   | <p>1) device</p> <p>2) CPU</p> <p><b>3) host</b></p> <p>4) GPU</p> <p>5) GPGPU</p>  |
| 57 | Какие из перечисленных способов повышения производительности используются в современных процессорах?  | <p>1) pipeline</p> <p>2) SIMD</p> <p>3) OoOE</p> <p>4) prefetch</p> <p>5) multi-threading</p> <p><b>6) все перечисленные выше</b></p> <p>7) ни один из перечисленных выше</p> <p>8) 1, 2, 3</p> <p>9) 3, 4, 5</p>   |
| 58 | Каким префиксом определяется вычислительное ядро (kernel) в программе на CUDA?  | <p>1) __device__</p> <p><b>2) __global__</b></p> <p>3) __host__</p>   |
| 59 | Представьте, что Вы часто решаете дифференциальные уравнения в частных производных на кластере с помощью созданной Вами программы, использующей метод Монте-Карло. Перед Вами поставили задачу повысить производительность вычислений. Какой из двух возможных вариантов Вы выберете? | <p>1) Увеличить объем оперативной памяти на каждом из узлов кластера и объем дисковой подсистемы</p> <p><b>2) Заменить процессоры на узлах на имеющие большее количество ядер и большую тактовую частоту</b></p>  |
| 60 | Какое из перечисленных утверждений ошибочно?  | <p>1) Каждый новый суперкомпьютер имеет уникальную архитектуру, поэтому для его эффективного использования требуется переписать имеющиеся программы</p> <p>2) Все коммерчески доступные программы для</p>   |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <p>суперкомпьютеров разработаны за рубежом и имеют ограничения, поэтому для эффективного использования суперкомпьютера необходимо создавать собственные программы</p> <p>3) Суперкомпьютеры производятся только зарубежными производителями</p> <p>4) Все перечисленные выше утверждения правильны</p> <p>5) <b>Все перечисленные выше утверждения ошибочны</b></p> |
|--|--|---|

## Вопросы к зачету по курсу «Суперкомпьютеры и их применение»

- 1) Почему память DRAM называется динамической? В чем ее отличие от статической памяти? Какие конструктивные особенности положены в основу DRAM и SRAM? В чем различие их характеристик? Каковы области применения каждого вида памяти?
- 2) Почему подсистема памяти современных ЭВМ называется многоуровневой? Какие уровни памяти Вы знаете? Каковы принципы построения и основные характеристики каждого уровня?
- 3) Каковы основные характеристики сетей передачи данных? Какие разновидности сетей передачи данных, используемых в кластерных системах, Вы знаете? Каковы их конструктивные особенности? Как различаются их характеристики? Почему?
- 4) Что положено в основу классификации Флинна? Какие классы систем присутствуют в этой классификации? Каковы основные особенности систем каждого класса?
- 5) Что такое SMP-системы? Каковы особенности их конструкции? Для решения каких задач они наиболее применимы? Какие средства программирования применяются на таких системах?
- 6) Что такое векторные ЭВМ? Каковы особенности их конструкции? За счет чего достигается повышение производительности таких систем? Для решения каких задач они наиболее применимы? Можно ли использовать современную персональную ЭВМ в качестве векторной системы? Если можно, то какими способами?
- 7) Что такое MIMD-системы? Какие разновидности MIMD-систем Вы знаете? Каковы принципы построения и особенности MIMD-систем каждого вида?
- 8) Чем отличаются multicore-процессоры от manucore-процессоров? Каких производителей manucore-процессоров Вы знаете? Опишите конструктивные особенности manucore-процессоров. Из каких узлов они состоят? Для решения каких задач они наиболее эффективны?
- 9) Что такое CUDA? Какие принципы используются при организации параллельных вычислений с помощью CUDA? Что необходимо иметь для использования CUDA (аппаратная составляющая и программная составляющая)? Для решения каких задач применяется CUDA?
- 10) Что такое Top500? Системы какого класса превалируют в Top500? Какие операционные системы используются на системах из Top500, какая ОС используется на большинстве систем? Какие коммуникационные среды (сети передачи данных) в основном используются в системах из Top500? Каковы основные области применения систем из Top500?
- 11) Что понимают под термином «инфраструктура» при построении кластерных систем? Каковы основные компоненты инфраструктуры кластерной системы? Опишите основные характеристики каждой компоненты и особенности ее



построения. Почему кластеры как правило устанавливаются в помещениях первого этажа? Почему кластер необходимо устанавливать в отдельном помещении? Можно ли использовать для охлаждения кластера бытовую сплит-систему (кондиционер)? Почему нельзя охлаждать кластер «открытым окном»?

- 12) Как организуется работа на кластере? Что такое Batch System? Что такое Resource Manager? Что такое СПО? Чем отличаются методы разделения ресурсов space-sharing и time-sharing? В чем отличие между методами распределения ресурсов FCFS, FIFO и Backfill? Какой из них более эффективен? Что такое scheduler? Какую роль он выполняет в составе СПО?
- 13) Какое системное программное обеспечение (ПО) используется на кластерных системах? Опишите различные способы установки системного ПО на вновь смонтированный кластер. Какова последовательность действий при установке системного ПО на кластер? Почему важна безопасность кластера? Какие уровни безопасности различают? Какими средствами обеспечивается безопасность на каждом уровне?
- 14) Какие виды системных архитектур современных ЭВМ Вы знаете? Что такое FSB? Почему системы с FSB не могут эффективно использоваться с современными процессорами? Какие архитектуры пришли на смену FSB? Каковы принципы их построения? Почему они более эффективны?
- 15) Какие способы повышения производительности процессоров Вы знаете? Какие из них применяются в современных процессорах? Опишите суть каждого способа. За счет чего он повышает производительность процессора?
- 16) Какое прикладное программное обеспечение применяется на суперЭВМ? Назовите примеры известных Вам программных продуктов (российских и иностранных). Каковы их основные возможности и недостатки?
- 17) Что такое GRID? Какие виды GRID-сетей Вы знаете? В чем отличие распределенных вычислений от GRID? Что такое виртуальная организация? Опишите модель протоколов GRID. Каково назначение различных уровней этой модели? Приведите примеры программных продуктов, реализующих концепции GRID.