

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра прикладной математики и информатики

Авторы-составители: **Деменев Алексей Геннадьевич
Русаков Сергей Владимирович**

Рабочая программа дисциплины

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Код УМК 92201

Утверждено
Протокол №9
от «21» мая 2019 г.

Пермь, 2019

1. Наименование дисциплины

Параллельные вычислительные системы

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.04.02** Прикладная математика и информатика

направленность Интеллектуальный анализ данных и математическое моделирование

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Параллельные вычислительные системы** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

01.04.02 Прикладная математика и информатика (направленность : Интеллектуальный анализ данных и математическое моделирование)

ОПК.4 Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности

Индикаторы

ОПК.4.1 Комбинирует и адаптирует современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач

ПК.5 Способен проводить работы по обработке и анализу информации и результатов экспериментов по тематике исследования

Индикаторы

ПК.5.2 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования

4. Объем и содержание дисциплины

| | |
|---|--|
| Направления подготовки | 01.04.02 Прикладная математика и информатика (направленность: Интеллектуальный анализ данных и математическое моделирование) |
| форма обучения | очная |
| №№ триместров, выделенных для изучения дисциплины | 1 |
| Объем дисциплины (з.е.) | 4 |
| Объем дисциплины (ак.час.) | 144 |
| Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе: | 48 |
| Проведение лекционных занятий | 12 |
| Проведение практических занятий, семинаров | 36 |
| Самостоятельная работа (ак.час.) | 96 |
| Формы текущего контроля | Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (3) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (1) |
| Формы промежуточной аттестации | Экзамен (1 триместр) |

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Параллельные вычислительные системы. Первый семестр

Входной контроль

Введение в параллельные вычислительные системы

В рамках темы "Введение в параллельные вычислительные системы" рассматриваются: понятие параллельные вычислительные системы (ПВС) и понятие суперЭВМ с нескольких точек зрения представителей разных специальностей в историческом контексте; назначение суперкомпьютеров и примеры наиболее важных сфер применения; основные внутренние и внешние факторы, определяющие перспективы развития суперЭВМ; развитие суперкомпьютерных технологий в России, в т.ч. основные этапы после распада СССР, сравнительная характеристика с мировыми лидерами; оценка пиковой производительности вычислительных систем, теоретическая обработки для различных типов данных; устройство современных высокопроизводительных ЭВМ с нескольких точек зрения представителей разных специальностей.

Классификация компьютерных архитектур

В рамках темы "Классификация компьютерных архитектур" рассматриваются: основные концепции архитектуры высокопроизводительных вычислительных систем, получивших наибольшее распространение в историческом контексте; примеры классификаций компьютерных архитектур, наиболее часто использующие в научной и технической литературе.

Аппаратные компоненты ПВС и коммуникации между ними

В рамках темы "Аппаратные компоненты ПВС и коммуникации между ними" рассматриваются: коммуникации между элементами параллельных вычислительных систем, в т.ч. ключевая используемая терминология и основные характеристики подсистем коммуникаций в современных ПВС; вычислительные кластеры, их основные назначение и примеры технологических решений.

Процессоры и параллелизм команд

В рамках темы "Процессоры и параллелизм команд" рассматриваются: основы построения компьютерных систем на различных физических принципах; на современной и перспективной элементной базе; процессоры, с точки зрения представителей разных специальностей; скалярные, векторные и конвейерные функциональные устройства; характеристики работы вычислительных устройств: загруженность, эффективность, производительность и другие.; дополнительные виды процессоров: ускорители вычислений, графические процессоры; дополнительные виды процессоров: процессоры с программируемой логикой (FPGA), спецпроцессоры.

Оперативная память и эффективность доступа к ней

В рамках темы "Оперативная память и эффективность доступа к ней" рассматриваются: основы построения компьютерных систем, использующих память на различных физических принципах и элементной базе; память, различные требования в зависимости назначения ПВС; кэш, основная память, общая память с неоднородным доступом, распределенная память - определения и примеры; модели согласованности (consistency) доступа к памяти;

методы обеспечения однозначности (coherence) кэш-памяти;
основные характеристики доступа к памяти: цикл доступа, пропускная способность канала доступа к памяти, интенсивность промахов доступа к кэш памяти;
ложное разделение данных (false sharing).

Основные парадигмы параллельного программирования

В рамках "Основные парадигмы параллельного программирования" рассматриваются:
общие принципы разработки параллельных программ;
основные способы организации параллельных вычислений;
уровни организации параллелизма;
параллелизм на уровне команд;
распараллеливание циклов;
параллельное выполнение потоков и программ;
параллелизм по данным;
основные схемы распределения данных;
параллелизм задач;
распараллеливание функциональных языков;
централизованные схемы организации параллельных вычислений: клиент-сервер, мастер-рабочие;
планирование и распределение вычислительной нагрузки;
статическое и динамическое распределение вычислений;
создание параллельных процессов на основе одной и той же программы (схема SPMD, single program multiple data);
методы организации информационного взаимодействия: общие данные, передача сообщений;
распараллеливание последовательных программ;
эффективность, переносимость и продуктивность технологий параллельного программирования;
поиск компромисса при разработке программ для ПВС: примеры эвристик;
методы и технологии разработки параллельных программ: примеры;
традиционные языки программирования при разработке программ для ПВС;
распараллеливающие и векторизующие компиляторы: примеры;
автоматизация распараллеливания и оптимизации программ: примеры.

Операционные системы для параллельных вычислений

В рамках темы "Операционные системы для параллельных вычислений" рассматриваются:
классификация операционных систем для параллельных вычислительных систем: основания и примеры;
принципы построения распределённых ОС: основные характеристики в различных аспектах и примеры реализации в современных ОС.

Программирование многопроцессорных систем с разделяемой памятью

В рамках темы "Программирование многопроцессорных систем с разделяемой памятью" рассматриваются:
многопроцессорные вычислительные системы с общей памятью как целевые платформы для параллельного программирования;
системы с однородной общей памятью: архитектура SMP;
системы с неоднородной общей памятью: NUMA, ccNUMA, DSM;
основы параллельного программирования для ПВС с общей памятью;
взаимодействие и взаимоисключение потоков: алгоритмы взаимоисключения, критические секции, семафоры, мониторы, атомарные операции;
синхронизация потоков: условные переменные, барьерная синхронизация. низкоуровневые примитивы

синхронизации (atomic reads/writes, compare-exchange и т.д.);
методы и технологии разработки параллельных программ;
разработка программ на основе модели доступа к общей памяти:
стандарт OpenMP.

Программирование многопроцессорных систем с распределенной памятью

В рамках темы "Программирование многопроцессорных систем с распределенной памятью" рассматриваются:

преимущества и недостатки распределенных систем по сравнению с централизованными ЭВМ;
общие характеристики и главные особенности стандартов MPI;
современное состояние и тенденции развития подходов к программированию систем с распределенной памятью.

Массовый параллелизм графических ускорителей

В рамках темы "Массовый параллелизм графических ускорителей" рассматриваются:

графические процессоры: назначение и примеры;
архитектура графических процессоров и причины её возникновения;
организация памяти на графических процессорах (глобальная, константная, разделяемая, текстурная, регистровая, локальная типы памяти);
параллельные языки программирования для графических процессоров: CUDA, OpenCL;
преимущества и недостатки графических процессоров по сравнению с центральными процессорами.

Основы работы на суперкомпьютере

Целью самостоятельной работы №1 «Основы работы на суперкомпьютере» является приобретение знаний, умений и навыков, необходимых для успешной работы на суперкомпьютере.

Моделирование многопроцессорных систем с разделяемой памятью

Целью самостоятельной работы №2 «Моделирование многопроцессорных систем с разделяемой памятью» является приобретение знаний, умений и навыков моделирования, необходимых для эффективного использования многопроцессорных систем с разделяемой памятью.

Моделирование многопроцессорных систем с распределенной памятью

Целью самостоятельной работы №3 «Моделирование многопроцессорных систем с распределенной памятью» является приобретение знаний, умений и навыков моделирования, необходимых для эффективного использования многопроцессорных систем с распределенной памятью на примере кластерного решения.

Письменное тестирование

Тестирование осуществляется в виде теста, содержащего задания на понятийный аппарат курса и некоторые практические задачи

Итоговое контрольное мероприятие

Итоговое контрольное мероприятие проводится в виде письменного экзамена.

В каждом билете один теоретический вопрос и одна задача по теме курса.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Деменев А. Г. Параллельные вычислительные системы: учеб.-метод. пособие/А. Г. Деменев.- Пермь: ПГУ, 2007.-1.

Дополнительная:

1. Деменев А. Г. Анализ параллельных вычислительных алгоритмов: учеб.-метод. пособие/А. Г. Деменев.-Пермь: ПГУ, 2007.-1.

2. Воеводин В. В., Воеводин Вл. В. Параллельные вычисления: учеб. пособие для студентов вузов/В. В. Воеводин.-СПб.: БХВ-Петербург, 2004, ISBN 5-94157-160-7.-608.-Библиогр.: с. 588-592

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://wiki.hpc.psu.ru> ЦКП ВВР ПГНИУ. Суперкомпьютерный центр Пермского университета

http://www.psu.ru/files/docs/normativnaya_baza/ot_rectora/427.pdf Временный регламент выполнения работ и оказания услуг с использованием научного оборудования ПГНИУ.

<http://wiki.hpc.psu.ru/общее/правила> Временные правила работы на суперкомпьютере

<http://wiki.hpc.psu.ru/cluster/tesla/main> Создание ключа

<http://www.moluch.ru/information/citation/> Правила научного цитирования

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Параллельные вычислительные системы** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Образовательный процесс по дисциплине предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
 - доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - доступ к многопроцессорному вычислительному комплексу (суперкомпьютеру), предоставляющему высокопроизводительные вычислительные сервисы с установленным специализированным программным обеспечением:
 - операционная система Linux;
 - средства разработки программного обеспечения на языках C/C++ (от Intel, GNU, NVIDIA, PGI) и C# (от Microsoft);
 - программные библиотеки MPI, OpenMP, CUDA;
 - наборы программ, предоставляющих шифрование сеансов связи по компьютерным сетям с использованием протокола SSH (OpenSSH и /или Putty);
 - система управления распределенными вычислениями (PBS- или LSF-совместимая);
 - облачное хранилище данных (по выбору студента) с поддержкой средств коллективной работы.
- Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение (ПО):
1. Adobe Acrobat Reader DC - приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов.
 2. LibreOffice - офисный пакет приложений.
 3. ALT Education Linux - ОС для рабочих станций.
 4. Google Chrome - веб-браузер, в свободном доступе.
 5. CentOS Linux - серверная ОС, в свободном доступе.
 6. IBM Spectrum Cluster Foundation Community Edition - ПО для управления высокопроизводительными вычислительными кластерами (ограничение — можно создать только один кластер).
 7. IBM Spectrum LSF Community Edition — шаблон IBM Spectrum Cluster Foundation Community Edition, который развертывает кластер, включающий следующее программное обеспечение: IBM Spectrum LSF Express; IBM Spectrum LSF Application Center Basic; IBM Platform MPI Community Edition.
 8. Intel® Parallel Studio XE — набор содержит высокопроизводительные компиляторы, библиотеки, модели параллельного программирования, рекомендации по оптимизации многопоточковой обработки данных и векторизации, анализатор производительности VTune™ Amplifier, отладчик памяти и функций обработки потоков, и многое другое.
 9. Intel® Math Kernel Library - быстрая математическая библиотека для процессоров Intel® и других совместимых процессоров, содержит высоко оптимизированные функции для многопоточной обработки

и векторизации.

10. Intel® MPI Library — высокопроизводительная б

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Необходимая материально-техническая база для проведения занятий:

многопроцессорный вычислительный комплекс (МВК) с гибридной архитектурой, имеющий сетевой доступ из базовой сети ПГНИУ и/или сети Интернет;

графические терминалы, имеющие сетевой доступ к базовой сети ПГНИУ и/или сети Интернет.

ПВ качестве МВК предполагается использование суперкомпьютеров Центра коллективного пользования высокопроизводительными вычислительными ресурсами ПГНИУ: система "ПГУ-Тесла" и/или система "ПГНИУ-Кеплер".

В качестве терминалов предполагается использование персональных компьютеров в компьютерных классах Компьютерного центра механико-математического факультета и/или личных нетбуков (ноутбуков) студентов, с предустановленной ОС семейства Windows или Linux..

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Параллельные вычислительные системы**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ОПК.4

Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности

| Индикатор | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|--|---|---|
| <p>ОПК.4.1 Комбинирует и адаптирует современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач</p> | <p>Способен комбинировать и адаптировать современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач, применяя суперкомпьютер</p> | <p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Проблема не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы. Работа выполнена не самостоятельно. Во время защиты отсутствует вывод. (Неудовлетворительно, 1-8 баллов)</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Имеются существенные отступления от требований к работе. В частности: проблема решена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании работы. В работе обнаружены значительные заимствования. На дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы. (Удовлетворительно, 9-15 баллов)</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Основные требования к работе выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в материалах; нарушена логическая последовательность в суждениях; работа самостоятельна, но не достаточно оригинальна, не выдержан объём работы; имеются упущения в оформлении; но на дополнительные вопросы при защите даны полные ответы. (Хорошо, 13-16 баллов)</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Сформулирована проблема и обоснована её актуальность, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, высокий уровень самостоятельности и оригинальности работы, выдержан объём, соблюдены требования к</p> |

| Индикатор | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|--|---|--|
| | | <p align="center">Отлично</p> <p>внешнему оформлению, даны ответы на дополнительные вопросы. (Отлично 17-20 баллов)</p> |
| <p>ОПК.4.1 Комбинирует и адаптирует современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач</p> | <p>Способен комбинировать и адаптировать современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач, эффективно применяя многопроцессорные системы с разделяемой памятью</p> | <p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Проблема не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы. Работа выполнена не самостоятельно. Во время защиты отсутствует вывод. (Набрано 1-8 баллов)</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Имеются существенные отступления от требований к работе. В частности: проблема решена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании работы. В работе обнаружены значительные заимствования. На дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы. (Набрано 9-15 баллов)</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Основные требования к работе выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в материалах; нарушена логическая последовательность в суждениях; работа самостоятельна, но не достаточно оригинальна, не выдержан объём работы; имеются упущения в оформлении; но на дополнительные вопросы при защите даны полные ответы. (Набрано 13-16 баллов)</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Сформулирована проблема и обоснована её актуальность, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, высокий уровень самостоятельности и оригинальности работы, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны ответы на дополнительные вопросы. (Набрано 17-20 баллов)</p> |
| <p>ОПК.4.1 Комбинирует и адаптирует</p> | <p>Способен осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов</p> | <p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Проблема не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.</p> |

| Индикатор | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|--|--|--|
| <p>современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач</p> | <p>экспериментов и наблюдений по тематике исследования, направленного на моделирование многопроцессорных систем с разделяемой памятью</p> | <p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Работа выполнена не самостоятельно. Во время защиты отсутствует вывод. (Неудовлетворительно, 1-8 баллов)</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Имеются существенные отступления от требований к работе. В частности: проблема решена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании работы. В работе обнаружены значительные заимствования. На дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы. (Удовлетворительно, 9-15 баллов)</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Основные требования к работе выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в материалах; нарушена логическая последовательность в суждениях; работа самостоятельна, но не достаточно оригинальна, не выдержан объём работы; имеются упущения в оформлении; но на дополнительные вопросы при защите даны полные ответы. (Хорошо, 13-16 баллов)</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформулирована проблема и обоснована её актуальность, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, высокий уровень самостоятельности и оригинальности работы, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны ответы на дополнительные вопросы. (Отлично 17-20 баллов)</p> |
| <p>ОПК.4.1 Комбинирует и адаптирует современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач</p> | <p>Способен комбинировать и адаптировать современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач, эффективно применяя многопроцессорные системы с распределенной памятью</p> | <p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Проблема не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы. Работа выполнена не самостоятельно. Во время защиты отсутствует вывод. (Неудовлетворительно, 1-8 баллов)</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Имеются существенные отступления от</p> |

| Индикатор | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|-----------|---------------------------------|---|
| | | <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>требований к работе. В частности: проблема решена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании работы. В работе обнаружены значительные заимствования. На дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы. (Удовлетворительно, 9-15 баллов)</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Основные требования к работе выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в материалах; нарушена логическая последовательность в суждениях; работа самостоятельна, но не достаточно оригинальна, не выдержан объём работы; имеются упущения в оформлении; но на дополнительные вопросы при защите даны полные ответы. (Хорошо, 13-16 баллов)</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформулирована проблема и обоснована её актуальность, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, высокий уровень самостоятельности и оригинальности работы, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны ответы на дополнительные вопросы. (Отлично 17-20 баллов)</p> |

ПК.5

Способен проводить работы по обработке и анализу информации и результатов экспериментов по тематике исследования

| Индикатор | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|---|--|--|
| <p>ПК.5.2 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования</p> | <p>Способен осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования, направленного на моделирование многопроцессорных систем с распределенной памятью</p> | <p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Проблема не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы. Работа выполнена не самостоятельно. Во время защиты отсутствует вывод. (Неудовлетворительно, 1-8 баллов)</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Имеются существенные отступления от</p> |

| Индикатор | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|-----------|---------------------------------|---|
| | | <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>требований к работе. В частности: проблема решена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании работы. В работе обнаружены значительные заимствования. На дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы. (Удовлетворительно, 9-15 баллов)</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Основные требования к работе выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в материалах; нарушена логическая последовательность в суждениях; работа самостоятельна, но не достаточно оригинальна, не выдержан объём работы; имеются упущения в оформлении; но на дополнительные вопросы при защите даны полные ответы. (Хорошо, 13-16 баллов)</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформулирована проблема и обоснована её актуальность, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, высокий уровень самостоятельности и оригинальности работы, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны ответы на дополнительные вопросы. (Отлично 17-20 баллов)</p> |

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 45 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 45 балла

| Компетенция (индикатор) | Мероприятие текущего контроля | Контролируемые элементы результатов обучения |
|----------------------------|----------------------------------|---|
|----------------------------|----------------------------------|---|

| Компетенция (индикатор) | Мероприятие текущего контроля | Контролируемые элементы результатов обучения |
|----------------------------|---|--|
| Входной контроль | Входной контроль Входное тестирование | <p>1) Быть знакомым с Временным регламентом выполнения работ и оказания услуг с использованием научного оборудования ПГНИУ 2) Знать и понимать Временные правила работы на суперкомпьютере 3) Уметь по выданной инструкции создать пару криптографических ключей для доступа к суперкомпьютеру 4) Уметь по выданной инструкции получить доступ к суперкомпьютеру 5) Уметь войти в состав команды и взаимодействовать с её членами для совместной работы. 6) Уметь получить основную литературу по дисциплине в библиотеке ПГНИУ. 7) Уметь создать и использовать разделяемый каталог на облачном хранилище для совместной работы над документами. 8) Уметь цитировать и ссылаться на источники в отчёте по работе. 9) Знать основы работы с операционной системой Линукс. 10) Уметь по выданной инструкции настроить и использовать подключение по VPN к базовой компьютерной сети ПГНИУ из сети Интернет.</p> |

| Компетенция (индикатор) | Мероприятие текущего контроля | Контролируемые элементы результатов обучения |
|--|---|--|
| <p>ОПК.4.1 Комбинирует и адаптирует современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач</p> | <p>Основы работы на суперкомпьютере Защищаемое контрольное мероприятие</p> | <p>1. Знать и уметь исполнять соответствующие регламенты и правила, необходимые для получения доступа к суперкомпьютеру и использования его в учебном процессе.2. Знать основные способы подключения к суперкомпьютеру и примеры используемого для этого программного обеспечения.3. Знать, уметь и приобрести навык подключения к суперкомпьютеру и удалённого управления ОС Linux: 3.1. в консольном режиме;3.2 в графическом режиме;3.3 через веб-портал.4. Знать виды классификаций архитектур суперкомпьютеров, уметь проклассифицировать ресурсы суперкомпьютера (минимум три разных классификации).5. Знать и уметь компилировать примеры программ на суперкомпьютере (на языках C/C++, C#):5.1 последовательные;5.2 многопоточные (OpenMP-программы); 5.3 многозадачные (MPI-программы);5.4 гибридные для ГПУ (CUDA-программы).6. Знать, уметь и сформировать навык запуск программных заданий на вычислительных узлах суперкомпьютера для разных типов программ:6.1 последовательные;6.2 многопоточные (OpenMP-программы);6.3 многозадачные (MPI-программы);6.4 гибридные для ГПУ (CUDA-программы).</p> |

| Компетенция (индикатор) | Мероприятие текущего контроля | Контролируемые элементы результатов обучения |
|--|---|--|
| <p>ОПК.4.1 Комбинирует и адаптирует современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач</p> | <p>Моделирование многопроцессорных систем с разделяемой памятью Защищаемое контрольное мероприятие</p> | <p>1. Изучение математических постановок задач, решаемой на многопроцессорной системе (МПС) с разделяемой памятью. 2. Последовательный(-ые) метод(ы) решения задачи (описание последовательного(-ых) метода(-ов) и алгоритма(-ов) решения поставленной в п.1 задачи; описание исследуемой математической модели; программная реализация и её описание).3. Параллельный(-ые) метод(ы) решения задачи (описание параллельного(-ых) метода(-ов) и алгоритма(-ов) решения поставленной в п.1 задачи; описание исследуемой математической модели; программная реализация и её описание). 4. Идентификация параметров моделей (планирование серий вычислительных экспериментов, определение параметров полуэмпирической(-их) модели(-ей); проверка модели(-ей) на адекватность (оценка показателей качества моделей). 5. Анализ производительности и масштабируемости параллельной(-ых) реализации(-ий) (исследование влияния размера задачи на время расчётов при разной степени параллелизма; сравнение достигнутого ускорения вычислений с теоретическим ускорением по закону Амдала и модельным ускорением, рассчитанным по математическим модели(-ям)).</p> |

| Компетенция (индикатор) | Мероприятие текущего контроля | Контролируемые элементы результатов обучения |
|--|---|---|
| <p>ОПК.4.1 Комбинирует и адаптирует современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач</p> <p>ПК.5.2 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования</p> | <p>Моделирование многопроцессорных систем с распределенной памятью</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p> | <p>1. Изучение математических постановок задач, решаемой на многопроцессорной системе (МПС) с распределённой памятью.2. Последовательный(-ые) метод(ы) решения задачи (описание последовательного(-ых) метода(-ов) и алгоритма(-ов) решения поставленной в п.1 задачи; описание исследуемой математической модели; программная реализация и её описание).3. Параллельный(-ые) метод(ы) решения задачи (описание параллельного(-ых) метода(-ов) и алгоритма(-ов) решения поставленной в п.1 задачи на вычислительном кластере; описание исследуемой математической модели; программная реализация и её описание).</p> <p>4. Идентификация параметры моделей (планирование серий вычислительных экспериментов, определение параметров полуэмпирической(-их) модели(-ей); проверка модели(-ей) на адекватность (оценка показателей качества моделей).</p> <p>5. Анализ производительности и масштабируемости параллельной(-ых) реализации(-ий) (исследование влияния размера задачи на время расчётов при разной степени параллелизма на вычислительном кластере; сравнение достигнутого ускорения вычислений с теоретическим ускорением по закону Амдала и модельным ускорением, рассчитанным по математическим модели(-ям)).</p> |

| Компетенция (индикатор) | Мероприятие текущего контроля | Контролируемые элементы результатов обучения |
|--|--|--|
| <p>ОПК.4.1 Комбинирует и адаптирует современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач</p> <p>ПК.5.2 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования</p> | <p>Письменное тестирование</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p> | <p>Цель письменного тестирования - проверка степени покрытия знаний, усвоенных при чтении основной рекомендованной литературы.</p> |
| <p>ОПК.4.1 Комбинирует и адаптирует современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач</p> <p>ПК.5.2 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования</p> | <p>Итоговое контрольное мероприятие</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p> | <p>Цель письменного экзамена (зачета) - оценка качества знаний студентов, усвоенных на лекциях и при чтении основной рекомендованной литературы.</p> |

Спецификация мероприятий текущего контроля

Входной контроль

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **8 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

| Показатели оценивания | Баллы |
|---|-----------|
| <p>1) ознакомился с Временным регламентом выполнения работ и оказания услуг с использованием научного оборудования ПГНИУ 2) узнал и понимает Временные правила работы на суперкомпьютере 3) сумел по выданной инструкции создать пару криптографических ключей для доступа к суперкомпьютеру 4) сумел по выданной инструкции получить доступ к суперкомпьютеру 5) сумел войти в состав команды и взаимодействовать с её членами для совместной работы. 6) сумел получить основную литературу по дисциплине в библиотеке ПГНИУ. 7) сумел создать и использовать разделяемый каталог на облачном хранилище для совместной работы над документами. 8) суметь процитировать и сослаться на источники в отчёте по работе. 9) узнал основы работы</p> | <p>10</p> |

| | |
|--|---|
| с операционной системой Линукс. 10) сумел по выданной инструкции настроить и использовать подключение по VPN к базовой компьютерной сети ПГНИУ из сети Интернет. | |
| 1) ознакомился с Временным регламентом выполнения работ и оказания услуг с использованием научного оборудования ПГНИУ 2) узнал и понимает Временные правила работы на суперкомпьютере 3) сумел по выданной инструкции создать пару криптографических ключей для доступа к суперкомпьютеру 4) сумел по выданной инструкции получить доступ к суперкомпьютеру 5) сумел войти в состав команды и взаимодействовать с её членами для совместной работы. 6) сумел получить основную литературу по дисциплине в библиотеке ПГНИУ. 7) сумел создать и использовать разделяемый каталог на облачном хранилище для совместной работы над документами. 8) суметь процитировать и сослаться на источники в отчёте по работе. 9) узнал основы работы с операционной системой Линукс. | 9 |
| 1) ознакомился с Временным регламентом выполнения работ и оказания услуг с использованием научного оборудования ПГНИУ 2) узнал и понимает Временные правила работы на суперкомпьютере 3) сумел по выданной инструкции создать пару криптографических ключей для доступа к суперкомпьютеру 4) сумел по выданной инструкции получить доступ к суперкомпьютеру 5) сумел войти в состав команды и взаимодействовать с её членами для совместной работы. 6) сумел получить основную литературу по дисциплине в библиотеке ПГНИУ. 7) сумел создать и использовать разделяемый каталог на облачном хранилище для совместной работы над документами. 8) суметь процитировать и сослаться на источники в отчёте по работе. | 8 |
| 1) ознакомился с Временным регламентом выполнения работ и оказания услуг с использованием научного оборудования ПГНИУ 2) узнал и понимает Временные правила работы на суперкомпьютере 3) сумел по выданной инструкции создать пару криптографических ключей для доступа к суперкомпьютеру 4) сумел по выданной инструкции получить доступ к суперкомпьютеру 5) сумел войти в состав команды и взаимодействовать с её членами для совместной работы. 6) сумел получить основную литературу по дисциплине в библиотеке ПГНИУ. 7) сумел создать и использовать разделяемый каталог на облачном хранилище для совместной работы над документами. | 7 |
| 1) ознакомился с Временным регламентом выполнения работ и оказания услуг с использованием научного оборудования ПГНИУ 2) узнал и понимает Временные правила работы на суперкомпьютере 3) сумел по выданной инструкции создать пару криптографических ключей для доступа к суперкомпьютеру 4) сумел по выданной инструкции получить доступ к суперкомпьютеру 5) сумел войти в состав команды и взаимодействовать с её членами для совместной работы. 6) сумел получить основную литературу по дисциплине в библиотеке ПГНИУ. | 6 |

| | |
|---|---|
| 1) ознакомился с Временным регламентом выполнения работ и оказания услуг с использованием научного оборудования ПГНИУ 2) узнал и понимает Временные правила работы на суперкомпьютере 3) сумел по выданной инструкции создать пару криптографических ключей для доступа к суперкомпьютеру 4) сумел по выданной инструкции получить доступ к суперкомпьютеру 5) сумел войти в состав команды и взаимодействовать с её членами для совместной работы. | 5 |
| 1) ознакомился с Временным регламентом выполнения работ и оказания услуг с использованием научного оборудования ПГНИУ 2) узнал и понимает Временные правила работы на суперкомпьютере 3) сумел по выданной инструкции создать пару криптографических ключей для доступа к суперкомпьютеру 4) сумел по выданной инструкции получить доступ к суперкомпьютеру. | 4 |
| 1) ознакомился с Временным регламентом выполнения работ и оказания услуг с использованием научного оборудования ПГНИУ 2) узнал и понимает Временные правила работы на суперкомпьютере 3) сумел по выданной инструкции создать пару криптографических ключей для доступа к суперкомпьютеру. | 3 |
| 1) ознакомился с Временным регламентом выполнения работ и оказания услуг с использованием научного оборудования ПГНИУ 2) узнал и понимает Временные правила работы на суперкомпьютере. | 2 |
| 1) ознакомился с Временным регламентом выполнения работ и оказания услуг с использованием научного оборудования ПГНИУ. | 1 |

Основы работы на суперкомпьютере

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **9 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

| Показатели оценивания | Баллы |
|------------------------------|--------------|
| Подготовить отчёт по теме 1 | 20 |

Моделирование многопроцессорных систем с разделяемой памятью

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **8 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

| Показатели оценивания | Баллы |
|------------------------------|--------------|
| Подготовить отчёт по теме 2 | 20 |

Моделирование многопроцессорных систем с распределенной памятью

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **8 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

| Показатели оценивания | Баллы |
|------------------------------|--------------|
| Подготовить отчёт по теме 3 | 20 |

Письменное тестирование

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

| Показатели оценивания | Баллы |
|------------------------------|--------------|
| Написать тест | 20 |

Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

| Показатели оценивания | Баллы |
|--|--------------|
| Подготовить ответ письменного экзамена | 20 |