

Федеральное агентство научных организаций
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
**Институт механики сплошных сред
Уральского отделения
Российской академии наук**

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по научной работе

Д. ф.-м. н.


О. А. Плехов

« 10 » 2015 г.



**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

«Параллельные вычисления в механике сплошных сред»

Направление подготовки: 01.06.01 «Математика и механика»

Профиль подготовки: «Механика жидкости, газа и плазмы»

Квалификация (степень) выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Пермь 2015

РАЗДЕЛ I. Аннотация

1.1 Краткая характеристика данной дисциплины, ее особенности

Дисциплина «Параллельные вычисления в механике сплошных сред» относится к *вариативной* части блока 1 и является *дисциплиной по выбору аспирантов* при освоении ООП ВО по направлению подготовки 01.06.01 – «Математика и механика», направленность «01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы».

Связь с предшествующими дисциплинами

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний по высшей математике, уравнениям математической физики, линейной алгебре, численным методам в механике и общей физике в объеме программы высшего профессионального образования.

Связь с последующими дисциплинами

Знания и навыки, полученные аспирантом при изучении данного курса, необходимы при работе над и при написании диссертации по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела и специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

Цели изучения дисциплины: знакомство аспирантов с новым бурно развивающимся направлением вычислительных технологий – программированием для параллельных вычислительных систем, формирование базовых представлений об особенностях разработки параллельных вариантов численных алгоритмов для них, их структуре и способах их разработки и обеспечения эффективности в применении к задачам механики сплошных сред, физики и техники. Курс является междисциплинарным, опирается на базовые понятия и концепции программирования и численных методов механики сплошных сред.

Задачи дисциплины:

- **изучение**
 - параллельных вычислительных систем (ПВС), их развития, современного состояния и способов классификации;
 - основных теоретических понятий и принципов, на которых базируются функционирование современных ПВС и разработка параллельных вычислительных алгоритмов;
 - методов и средств достижения высоких эффективности и качества параллельных алгоритмов для различных типов задач механики сплошных сред и других областей физики;
- **формирование умения и формирование навыков**
 - методами и приемами программирования для ПВС с учетом особенностей разработки параллельных алгоритмов для задач механики сплошных сред и других областей физики

- методами оценки эффективности и качества параллельных вычислительных алгоритмов и способов их повышения

1.2 Требования к результатам освоения дисциплины

Компетенции аспиранта, формируемые в результате освоения дисциплины «Параллельные вычисления в механике сплошных сред»:

Код	Содержание
ПК-2:	Способность получать численные и аналитические решения краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

уметь:

- ставить задачу и проводить численные и аналитические исследования краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях, в том числе с возможностью распараллеливания на современные вычислительных системах;
- применять теоретические знания по методам сбора, хранения, обработки и передачи информации.

Формы работы студентов

Аудиторные занятия: лекции, практические занятия.

Самостоятельная работа: изучение теоретического материала, подготовка реферата.

1.3 Виды контроля.

Рабочая программа дисциплины предусматривает текущий контроль в форме устного опроса по окончании разделов дисциплины, итоговый контроль в форме дифференцированного зачета, который выставляется по итогам проведенного промежуточного контроля и самостоятельной работы.

РАЗДЕЛ II. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю) «Параллельные вычисления в механике сплошных сред»

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (модуля)*	Наименование оценочного средства**	Код контролируемой компетенции ***

1	<p>Раздел 1: Введение в параллельные вычислительные системы</p> <p>Тема 1.</p> <p>Исторический обзор основных идей и методов, способы классификации параллельных вычислительных систем. Методы разработки и способы представления параллельных вычислительных алгоритмов. Алгоритмические проблемы параллелизма</p> <p>Характеристики и показатели качества параллельных вычислительных алгоритмов. Законы Амдала.</p>	Вопросы для устного опроса	ПК-2
	<p>Тема 2. Модификация языков программирования для параллельных вычислений. Системы параллельных вычислений.</p>	Вопросы для устного опроса	ПК-2

2	<p>Раздел 2. Тема 3. Основные цели и задачи разработки, функции и компоненты библиотеки MPI. Программирование на основе MPI. Точечные взаимодействия, прием и передача сообщений. Коллективный обмен данными и распределенные операции в MPI. Группы и топологии процессов в MPI. Разработка программ на MPI.</p>	Вопросы для устного опроса	ПК-2
	<p>Тема 4. Системы параллельного программирования, отличные от MPI: PVM, OpenMP, CUDA и др.</p>	Вопросы для устного опроса	ПК-2
3	<p>Раздел 3. Средства параллельного программирования для кластеров РС</p> <p>Тема 5. Кластеры ПК и рабочих станций как перспективный вид ПВС. Особенности реализации и программирования MPI и других систем параллельного программирования для различных платформ. Знакомство и работа с базовым ПО кластера ИМСС УрО РАН и средой программирования на</p>	Вопросы для устного опроса	ПК-2

	<p>основе MPI. Способы автоматического распараллеливания программ на основе анализа структуры алгоритма. Библиотеки параллельных программ на основе MPI.</p>		
	<p>Тема 6. Библиотеки параллельных программ и средства автоматического распараллеливания на основе MPI и других систем («НОРМА», OpenMP, CUDA, и др.).</p>	<p>Вопросы для устного опроса</p>	<p>ПК-2</p>
	<p>Тема 7. Практическое занятие: разработка программ на MPI для кластера ИМСС УрО РАН и освоение технологии параллельного программирования на сравнительно несложных задачах, требующих реализации отдельных алгоритмов из области линейной алгебры, вычисления сумм рядов, определенных интегралов и т.д.</p>		<p>ПК-2</p>
	<p>Тема 8. Обработка полученных при выполнении практического задания результатов, определение параметров эффективности и качества параллельного алгоритма.</p>		<p>ПК-2</p>

4	<p>Раздел</p> <p>Параллельные алгоритмы решения задач механики сплошных сред</p> <p>Тема 9.</p> <p>Особенности и способы построения параллельных алгоритмов для задач линейной алгебры, конечно-разностных и спектральных методов решения задач механики сплошных сред.</p>	4. Вопросы для устного опроса	ПК-2
---	---	-------------------------------	------

*Наименование темы (раздела) или тем (разделов) берется из рабочей программы дисциплины (модуля).

**Примерный перечень оценочных средств приведен в приложении А.

***Код контролируемой компетенции берется из ФГОС ВПО, ФГОС ВО

РАЗДЕЛ III. Содержание оценочных средств по дисциплине

Приложение А (обязательное)

Перечень вопросов для текущего контроля (устный опрос)

1. Виды параллельной обработки данных - конвейерные и параллельные вычисления. Причины возникновения, этапы развития и современное состояние параллельных вычислительных систем.
2. Критерии для классификации параллельных вычислительных систем. Классификации Флинна, Шнайдера и Хокни.
3. Представление вычислительных алгоритмов графами. Критерий существования параллельной формы алгоритма. Высота и ширина параллельного алгоритма.
4. Теоретические модели параллельных вычислительных систем: концепция неограниченного параллелизма; попеременно последовательно-параллельная ВС; матричная ВС. Особенности разработки и реализации параллельных вычислительных алгоритмов для разных моделей.
5. Временная и емкостная сложность вычислений на одно- и многопроцессорных системах. Степень параллелизма, ускорение и эффективность параллельного алгоритма.
6. Закон Амдала при распараллеливании задачи постоянного размера. Обратный закон Амдала при распараллеливании задачи с постоянной загрузкой процессоров.

7. Стандарт MPI: цели разработки, состав, основные функции и компоненты, версий системы.
8. Нотация записи в системе MPI . Общая структура приложения MPI. Типы данных в MPI.
9. Точечные взаимодействия в системе MPI: основные функции, их категории и параметры.
10. Коллективные взаимодействия процессов в системе MPI: общая характеристика, сходство и различия с точечными взаимодействиями. Синхронизация процессов.
11. Коллективный обмен данными в системе MPI.
12. Распределенные операции в системе MPI.
13. Работа с группами процессов, областями связи и коммутаторами в системе MPI. Топологии процессов в MPI.
14. Кластеры ПК и рабочих станций как перспективный вид ПВС. История развития кластерных технологий. Преимущества и характеристики кластеров.
15. Особенности и преимущества реализации MPI на кластерах ПК и рабочих станций. Основные характеристики параллельных кластеров и их базовое программное обеспечение.
16. Способы автоматического распараллеливания программ на основе анализа структуры алгоритма. Построение графов алгоритма разных типов. Выявление регулярных элементов алгоритма, допускающих распараллеливание.
17. Системы автоматического распараллеливания. Система НОРМА – общая характеристика, порядок работы с системой. Представление численных алгоритмов задач математической физики средствами системы НОРМА: основные принципы и особенности программирования.
18. Возможности стандартизации параллельных вычислений с использованием библиотек параллельных программ. Библиотека ScaLAPACK (Scalable LAPACK) – для параллельного решения задач линейной алгебры
19. Библиотека параллельных алгоритмов PETSc (Portable Extensible Toolkit for Scientific Computation) – переносимый расширяемый программный комплекс для научных вычислений – структура и основные функции. Концепция GRID и метакомпьютинг. Особенности метакомпьютеров, типы решаемых задач, программное обеспечение. Примеры применения технологии GRID.

Перечень тем рефератов

Тематика определяется темой планируемой диссертационной работы аспиранта в соответствии с нижеследующим примерным списком.


- 1) Разработка параллельных алгоритмов решения задач линейной алгебры (умножение матриц и векторов, задачи на собственные значения и др.)
- 2) Разработка параллельных алгоритмов решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем

- 3) Разработка параллельных алгоритмов численного решения уравнений в частных производных математической физики (ур-я Лапласа, Пуассона, Бюргерса, Навье-Стокса и др.)
- 4) Параллельные алгоритмы для «клеточных автоматов» (игра «жизнь» и ее модификации, модели диффузии, звуковых волн, гидродинамических течений, фазовых переходов и др.)
- 5) Параллельные алгоритмы расчета геометрических, динамических и статистических свойств сложных объектов и процессов (фрактальные размерности, показатели Ляпунова, корреляционные функции, статистические моменты и структурные функции и т.п.).
- 6) Параллельные алгоритмы для задач теории вероятности и статистической физики, в расчетах с применением методов Монте-Карло, молекулярной динамики и пр.
- 7) Быстрые параллельные алгоритмы для математических преобразований (быстрые преобразования Фурье, вейвлет-преобразование, преобр-е Лагранжа и др.)
- 8) Распределенные параллельные вычисления с использованием метакомпьютера в технологии GRID (проекты SETI, GIMPS, Globus и др.)
- 9) Возможности, способы и оценка качества параллельной реализации программ в среде ANSYS 11-14 или ANSYS CFX 11-14 (на примере решения трехмерной задачи расчета напряжений тела заданной формы или расчета трехмерного течения жидкости) .
- 10) Возможности, способы и оценка качества параллельной реализации программ решения задач мат. физики в среде MATLAB
- 11) Возможности, способы и оценка качества параллельной реализации программ решения задач мат. физики в среде MATHEMATICA (6.0- 10.0)
- 12) Возможности, способы и оценка качества параллельной реализации программ на гетерогенных кластерах с графическими процессорами NVIDIA в среде CUDA (на примере одной из задач пп. 1-7).

Перечень тем практических занятий

- 1) Построения вычислительных алгоритмов и программирования для ПВС.
- 2) Методология параллельного программирования на примере решения задач из области линейной алгебры (вычисления сумм рядов, определенных интегралов и т.д.).

Разработчик:



(подпись)

к.ф.-м.н. Вертгейм И.И.