

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Таюрский Д.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Теория и практика многопроцессорных вычислений в механике деформируемого твердого тела
Б1.В.ДВ.8

Направление подготовки: 01.03.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Общий профиль

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Бережной Д.В.

Рецензент(ы):

Егоров А.Г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Султанов Л. У.

Протокол заседания кафедры No ____ от "____" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2017

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Бережной Д.В. Кафедра теоретической механики отделение механики , Dmitri.Berezhnoi@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Курс "Теория и практика параллельных вычислений в механике деформируемого твердого тела" представляет собой звено цикла предметов базового механико-математического образования, в котором рассматриваются основы параллельного программирования. Курс направлен на расширение и углубление механико-математического образования студентов. Полученные современные знания являются основой для закрепления других общепрофессиональных и специальных механико-математических дисциплин. Целями освоения дисциплины являются: изучение принципов построения параллельных вычислительных систем; моделирование и анализ параллельных вычислений; изучение параллельного программирования на основе MPI.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.8 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.03 Механика и математическое моделирование и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б3.ДВ.5. Цикл профессиональных дисциплин и относится к вариативной части". Осваивается на четвертом курсе (7-8 семестры). Получаемые знания необходимы для понимания и освоения курсов профильных дисциплин направления механики и математического моделирования. Слушатели должны владеть знаниями по дисциплинам: теоретическая механика, механика сплошных сред, математические модели механики сплошных сред.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|---|--|
| ПК-1 (профессиональные компетенции) | способность к определению общих форм, закономерностей, инструментальных средств отдельной предметной области |
| ПК-10 (профессиональные компетенции) | понимание корректности постановок задач |
| ПК-12 (профессиональные компетенции) | глубокое понимание сути точности фундаментального знания |
| ПК-15 (профессиональные компетенции) | способность передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженной в терминах предметной области изучавшегося явления |
| ПК-18 (профессиональные компетенции) | умение публично представить собственные и известные научные результаты |
| ПК-20 (профессиональные компетенции) | владение методами математического и алгоритмического моделирования при решении прикладных и инженерно-технических задач |

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|---|---|
| ПК-23 (профессиональные компетенции) | владение методами математического и алгоритмического моделирования при решении задач механики |
| ПК-24 (профессиональные компетенции) | владение проблемно-задачной формой представления задач механики |
| ПК-3 (профессиональные компетенции) | умение формулировать результат |
| ПК-4 (профессиональные компетенции) | умение строго доказать утверждение |
| ПК-5 (профессиональные компетенции) | умение на основе анализа увидеть и корректно сформулировать результат |
| ПК-6 (профессиональные компетенции) | умение самостоятельно увидеть следствия сформулированного результата |
| ПК-7 (профессиональные компетенции) | умение грамотно пользоваться языком предметной области |
| ПК-8 (профессиональные компетенции) | умение ориентироваться в постановках задач |
| ПК-9 (профессиональные компетенции) | знание корректных постановок классических задач |

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные принципы построения параллельных вычислительных систем, основные принципы моделирования и анализ параллельных вычислений, принципы построения параллельных вычислительных систем, принципы разработки параллельных методов.

2. должен уметь:

моделировать и проводить анализ параллельных вычислений, проводить оценку коммуникационной трудоемкости параллельных алгоритмов, решать прикладные задачи механики деформируемого твердого тела с использованием распараллеливающих алгоритмов на основе MPI.

3. должен владеть:

навыками творческого обобщения полученных знаний, конкретного и объективного изложения своих знаний в письменной и устной форме, решения прикладных задач механики деформируемого твердого тела на основе MPI на персональных и многопроцессорных ЭВМ.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике.

Профессиональные:

- обладать способностью к определению общих форм, закономерностей, инструментальных средств отдельной предметной области (ПК-1);
- обладать умением формулировать результат (ПК-3);
- обладать умением строго доказать утверждение (ПК-4);

- обладать умением на основе анализа увидеть и корректно сформулировать результат (ПК-5);
- обладать умением самостоятельно увидеть следствия сформулированного результата (ПК-6);
- обладать умением грамотно пользоваться языком предметной области (ПК-7);
- обладать умением ориентироваться в постановках задач (ПК-8);
- обладать знанием корректных постановок классических задач (ПК-9);
- обладать пониманием корректности постановок задач (ПК-10);
- обладать глубоким пониманием сути точности фундаментального знания (ПК-12);
- обладать способностью передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженной в терминах предметной области изучавшегося явления (ПК-15);
- обладать умением публично представить собственные и известные научные результаты (ПК-18);
- владеть методами математического и алгоритмического моделирования при решении прикладных и инженерно-технических задач (ПК-20);
- владеть методами математического и алгоритмического моделирования при решении задач механики (ПК-23);
- владеть проблемно-задачной формой представления задач механики (ПК-24).

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

| N | Раздел Дисциплины/ Модуля | Семестр | Неделя семестра | Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Текущие формы контроля |
|----|---|---------|-----------------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 1. | Тема 1. Понятия параллельных вычислений. | 8 | 1 | 2 | 2 | 0 | |
| 2. | Тема 2. Принципы построения параллельных вычислительных систем. | 8 | 2 | 2 | 2 | 0 | |

| N | Раздел Дисциплины/ Модуля | Семестр | Неделя семестра | Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Текущие формы контроля |
|-----|---|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 3. | Тема 3. Классификация многопроцессорных вычислительных систем. | 8 | 3 | 2 | 2 | 0 | |
| 4. | Тема 4. Моделирование и анализ параллельных вычислений. | 8 | 4 | 2 | 2 | 0 | |
| 5. | Тема 5. Оценка коммуникационной трудоемкости параллельных алгоритмов. | 8 | 5 | 2 | 2 | 0 | |
| 6. | Тема 6. Параллельное программирование на основе MPI. | 8 | 6 | 2 | 2 | 0 | |
| 7. | Тема 7. Принципы разработки параллельных методов. | 8 | 7 | 2 | 2 | 0 | |
| 8. | Тема 8. Параллельные методы умножения матрицы на вектор. | 8 | 8 | 2 | 2 | 0 | |
| 9. | Тема 9. Параллельные методы матричного умножения. | 8 | 9 | 2 | 2 | 0 | |
| 10. | Тема 10. Параллельные методы решения систем линейных уравнений. | 8 | 10 | 2 | 2 | 0 | |
| 11. | Тема 11. Параллельные методы сортировки. | 8 | 11 | 2 | 2 | 0 | |
| 12. | Тема 12. Параллельные методы обработки графов. | 8 | 12 | 2 | 2 | 0 | |
| 13. | Тема 13. Параллельные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных. | 8 | 13 | 2 | 2 | 0 | |
| 14. | Тема 14. Параллельные методы многоэкстремальной оптимизации. отображений. | 8 | 14 | 2 | 2 | 0 | |
| . | Тема . Итоговая форма контроля | 8 | | 0 | 0 | 0 | Экзамен |

| N | Раздел Дисциплины/ Модуля | Семестр | Неделя семестра | Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Текущие формы контроля |
|-------|---------------------------------|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| Итого | | | | 28 | 28 | 0 | |

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Понятия параллельных вычислений.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Необходимость параллельных вычислений. Сдерживающие факторы. Характеристика необходимых знаний и умений.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Примеры параллельных вычислений.

Тема 2. Принципы построения параллельных вычислительных систем.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Пути достижения параллелизма.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Примеры параллельных вычислительных систем.

Тема 3. Классификация многопроцессорных вычислительных систем.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Системные платформы для построения кластеров.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Типовые схемы коммуникации процессоров.

Тема 4. Моделирование и анализ параллельных вычислений.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Модель вычислений в виде графа ?операции-операнды?. Схема параллельного выполнения алгоритма. Определение времени выполнения параллельного алгоритма.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Показатели эффективности параллельного алгоритма. Оценка максимально достижимого параллелизма. Анализ масштабируемости параллельных вычислений.

Тема 5. Оценка коммуникационной трудоемкости параллельных алгоритмов.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Общая характеристика механизмов передачи данных. Анализ трудоемкости основных операций передачи данных.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Методы логического представления топологии коммуникационной среды. Оценка трудоемкости операций передачи данных для кластерных систем.

Тема 6. Параллельное программирование на основе MPI.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

MPI: основные понятия и определения. Введение в MPI. Операции передачи данных между двумя процессорами. Коллективные операции передачи данных. Производные типы данных в MPI..

практическое занятие (2 часа(ов)):

Управление группами процессов и коммутаторами. Виртуальные топологии. Дополнительные сведения о MPI.

Тема 7. Принципы разработки параллельных методов.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Моделирование параллельных программ.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Методика разработки параллельных алгоритмов.

Тема 8. Параллельные методы умножения матрицы на вектор.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Постановка задачи. Способы распределения данных. Последовательный алгоритм.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Алгоритм 1 ? ленточная схема, разделение матрицы по строкам. Алгоритм 2 ? ленточная схема, разделение матрицы по столбцам. Алгоритм 3 ? блочная схема.

Тема 9. Параллельные методы матричного умножения.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Постановка задачи. Последовательный алгоритм.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Алгоритм 1 ? ленточная схема. Алгоритм 2 ? метод Фокса. Алгоритм 3 ? метод Кэннона.

Тема 10. Параллельные методы решения систем линейных уравнений.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Постановка задачи. Метод Гаусса. Последовательный алгоритм. Параллельный алгоритм.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Метод сопряженных градиентов. Последовательный алгоритм. Параллельный алгоритм.

Тема 11. Параллельные методы сортировки.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Постановка задачи. Принципы распараллеливания. Пузырьковая сортировка. Сортировка Шелла. Параллельная быстрая сортировка.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Обобщенная быстрая сортировка. Сортировка с использованием регулярного набора образцов.

Тема 12. Параллельные методы обработки графов.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Обработка графов. Задача поиска всех кратчайших путей.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Задача нахождения минимального охватывающего дерева. Проблема оптимального разделения графов.

Тема 13. Параллельные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Постановка задачи. Методы решения дифференциальных уравнений в частных производных.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Организация параллельных вычислений для систем с общей памятью.

Тема 14. Параллельные методы многоэкстремальной оптимизации. отображений.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Введение. Постановка задачи. Обзор методов. Решение одномерных задач (последовательный индексный алгоритм). Редукция размерности задачи.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Использование множественных отображений. Решение многомерных задач (параллельный индексный алгоритм).

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

| N | Раздел Дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|-----|--|---------|-----------------|--|------------------------|---------------------------------------|
| 1. | Тема 1. Понятия параллельных вычислений. | 8 | 1 | подготовка домашнего задания | 2 | домашнее задание |
| 2. | Тема 2. Принципы построения параллельных вычислительных систем. | 8 | 2 | подготовка домашнего задания | 2 | домашнее задание |
| 3. | Тема 3. Классификация многопроцессорных вычислительных систем. | 8 | 3 | подготовка домашнего задания | 2 | домашнее задание |
| 4. | Тема 4. Моделирование и анализ параллельных вычислений. | 8 | 4 | подготовка домашнего задания | 2 | домашнее задание |
| 5. | Тема 5. Оценка коммуникационной трудоемкости параллельных алгоритмов. | 8 | 5 | подготовка домашнего задания | 2 | домашнее задание |
| 6. | Тема 6. Параллельное программирование на основе MPI. | 8 | 6 | подготовка домашнего задания | 2 | домашнее задание |
| 7. | Тема 7. Принципы разработки параллельных методов. | 8 | 7 | подготовка домашнего задания | 2 | домашнее задание |
| 8. | Тема 8. Параллельные методы умножения матрицы на вектор. | 8 | 8 | подготовка домашнего задания | 2 | домашнее задание |
| 9. | Тема 9. Параллельные методы матричного умножения. | 8 | 9 | подготовка домашнего задания | 3 | домашнее задание |
| 10. | Тема 10. Параллельные методы решения систем линейных уравнений. | 8 | 10 | подготовка домашнего задания | 3 | домашнее задание |
| 11. | Тема 11. Параллельные методы сортировки. | 8 | 11 | | | |
| 12. | Тема 12. Параллельные методы обработки графов. | 8 | 12 | | | |
| 13. | Тема 13. Параллельные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных. | 8 | 13 | подготовка домашнего задания подготовка к тестовой работе | 5 | домашнее задание тестовая работа |

| N | Раздел Дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|-----|---|---------|-----------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 14. | Тема 14. Параллельные методы многоэкстремальной оптимизации. отображений. | 8 | 14 | подготовка к экзамену | 7 | экзамен |
| | Итого | | | | 34 | |

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Освоение дисциплины "Теория и практика параллельных вычислений в МДТТ" предполагает использование как традиционных (лекции, практические занятия), так и инновационных образовательных технологий с использованием в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий: выполнение ряда практических заданий с использованием профессиональных программных средств создания и ведения электронных баз данных, мультимедийных программ, включающих подготовку и выступления студентов на семинарских занятиях с фото- и видеоматериалами по предложенной тематике.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Понятия параллельных вычислений.

домашнее задание , примерные вопросы:

Написать программу, вычисляющую сумму элементов p последовательностей вещественных чисел, находящихся в p файлах, имена которых заданы массивом a . Ответ должен быть записан в файл `res.txt`. Программа запускает p процессов, вычисляющих ответ для каждого из файлов и прибавляющих его к результату, находящемуся в выходном файле. Взаимное исключение при доступе к файлу обеспечивается с помощью семафора.

Тема 2. Принципы построения параллельных вычислительных систем.

домашнее задание , примерные вопросы:

Написать функцию, получающую в качестве аргументов целое число p и массив длины p с именами файлов, содержащих единую последовательность вещественных чисел неизвестной длины, и возвращающую количество участков постоянства этой последовательности. Функция возвращает -1 , -2 и т.д., если она не смогла открыть какой-либо файл, прочитать элемент и т. д. Функция должна запускать p процессов, обрабатывающих свой файл и передающих результаты в основной процесс через очередь сообщений для формирования ответа для последовательности в целом.

Тема 3. Классификация многопроцессорных вычислительных систем.

домашнее задание , примерные вопросы:

Алгоритмическое решение предложенных задач. Написать программу, осуществляющую мониторинг и перезапуск в случае завершения работы заданного количества приложений. Приложения задаются массивом строк, являющихся их полным путевым именем, и не имеют аргументов.

Тема 4. Моделирование и анализ параллельных вычислений.

домашнее задание , примерные вопросы:

Написать реализацию стека строк в разделяемой памяти. При запуске программа создает блок разделяемой памяти (если его еще нет) или присоединяется к существующему блоку. Программа должна обеспечивать основные функции работы со стеком (добавить и удалить элемент) и возможность запуска себя во многих экземплярах.

Тема 5. Оценка коммуникационной трудоемкости параллельных алгоритмов.

домашнее задание , примерные вопросы:

Написать реализацию набора конфигурационных параметров для многих одновременно работающих экземпляров программы. Набор параметров задается некоторой структурой данных и хранится в разделяемой памяти. Блок разделяемой памяти создается при запуске первого экземпляра программы и заполняется из файла. Перед окончанием работы последнего экземпляра набор параметров сохраняется в файле, а блок разделяемой памяти удаляется. Программа должна обеспечивать основные функции работы с набором параметров (прочитать и изменить элемент), причем в случае изменения данных одним из экземпляров он оповещает все остальные экземпляры с помощью сигнала.

Тема 6. Параллельное программирование на основе MPI.

домашнее задание , примерные вопросы:

Написать multithread-функцию, получающую в качестве аргументов $n \times n$ массив a вещественных чисел, целое число n , номер задачи (thread) k , общее количество задач (threads) p , и возвращающую ненулевое значение, если массив a симметричен (т. е. $a_{ij} = a_{ji}$), 0 в противном случае. При этом должна быть обеспечена равномерная загрузка всех задач. Основная программа должна вводить числа p , n и массив a (из файла или по заданной формуле), запускать задачи, вызывать эту функцию и выводить на экран результат ее работы.

Тема 7. Принципы разработки параллельных методов.

домашнее задание , примерные вопросы:

Написать multithread-подпрограмму, получающую в качестве аргументов $n \times n$ массив a вещественных чисел, целое число n , номер задачи (thread) k , общее количество задач (threads) p , и заменяющую матрицу a на ее транспонированную. При этом должна быть обеспечена равномерная загрузка всех задач. Основная программа должна вводить числа p , n и массив a (из файла или по заданной формуле), запускать задачи, вызывать эту подпрограмму и выводить на экран результат ее работы.

Тема 8. Параллельные методы умножения матрицы на вектор.

домашнее задание , примерные вопросы:

Написать multithread-подпрограмму, получающую в качестве аргументов $n \times n$ массив a вещественных чисел, целое число n , номер задачи (thread) k , общее количество задач (threads) p , и заменяющую матрицу a на матрицу $(a+a^T)/2$, где a^T — транспонированная матрица a . При этом должна быть обеспечена равномерная загрузка всех задач. Основная программа должна вводить числа p , n и массив a (из файла или по заданной формуле), запускать задачи, вызывать эту подпрограмму и выводить на экран результат ее работы.

Тема 9. Параллельные методы матричного умножения.

домашнее задание , примерные вопросы:

Написать multithread-подпрограмму, получающую в качестве аргументов массив a вещественных чисел, целое число n , являющееся длиной этого массива, номер задачи (thread) k , общее количество задач (threads) p , и заменяющую каждый элемент массива (для которого это возможно) на среднее арифметическое соседних элементов. При этом должна быть обеспечена равномерная загрузка всех задач. Основная программа должна вводить числа p , n и массив a (из файла или по заданной формуле), запускать задачи, вызывать эту подпрограмму и выводить на экран результат ее работы.

Тема 10. Параллельные методы решения систем линейных уравнений.

домашнее задание , примерные вопросы:

Написать MPI-функцию, получающую в качестве аргументов соответствующую часть (блок) $n \times n$ массива a вещественных чисел, целое число n , номер процесса k , общее количество процессов p , и возвращающую ненулевое значение, если массив a симметричен, 0 в противном случае. При этом должна быть обеспечена равномерная загрузка всех процессов. Основная программа должна начинать работу с MPI, вводить число n и массив a (из файла или по заданной формуле), вызывать эту функцию и выводить на экран результат ее работы.

Тема 11. Параллельные методы сортировки.

Тема 12. Параллельные методы обработки графов.

Тема 13. Параллельные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных.

домашнее задание тестовая работа , примерные вопросы:

Написать MPI-подпрограмму, получающую в качестве аргументов соответствующую часть (блок) массива a вещественных чисел, целое число n , являющееся длиной этого массива, номер процесса A ; общее количество процессов p , и заменяющую каждый элемент массива (для которого это возможно) на среднее арифметическое соседних элементов. При этом должна быть обеспечена равномерная загрузка всех процессов. Основная программа должна начинать работу с MPI, вводить число n и массив a (из файла или по заданной формуле), вызывать эту подпрограмму и выводить на экран результат ее работы.

Тема 14. Параллельные методы многоэкстремальной оптимизации. отображений.

экзамен , примерные вопросы:

Написать MPI-подпрограмму, получающую в качестве аргументов соответствующие части (блоки) $p \times p$ массива a вещественных чисел, вспомогательный массив b вещественных чисел длины n , целое число n , номер процесса k , общее количество процессов p , и заменяющую каждый элемент a_{ij} матрицы a (для которого это возможно) на $a_{i,j+1} + a_{i,j-1} + a_{i+1,j} + a_{i-1,j} - 4a_{i,j}$. При этом должна быть обеспечена равномерная загрузка всех процессов. Основная программа должна начинать работу с MPI, вводить число n и массив a (из файла или по заданной формуле), вызывать эту подпрограмму и выводить на экран результат ее работы.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Тематический план практических занятий по курсу "Теория и практика параллельных вычислений в механике деформируемого твердого тела"

Номер занятия. Содержание практических занятий.

Занятие 1. Распараллеливание построения геометрии подконструкций.

Занятие 2. Распараллеливание нумерации узлов и элементов в подконструкции.

Занятие 3. Объединение подконструкций в единую конструкцию.

Занятие 4. Построение единого графа нумерации узлов и элементов.

Занятие 5. Распараллеливание оптимизации нумерации узлов и элементов конструкции.

Занятие 6. Распараллеливание вычисления локальных матриц: жесткости, масс, демпфирования, геометрической жесткости.

Занятие 7. Распараллеливание сборки глобальных матриц на основе оптимизированной нумерации узлов конструкции.

Занятие 8. Хранение глобальных матриц на основе оптимизированной нумерации узлов конструкции.

Коллоквиум 1. Распараллеливание при препроцессорной подготовке данных.

Занятие 9. Распараллеливание решения линейной системы уравнений методом Холецкого.

Занятие 10. Распараллеливание решения линейной системы уравнений методом -факторизации.

Занятие 11. Распараллеливание метода решения обобщенной задачи на собственные значения,

Занятие 12. Распараллеливание метода интегрирования матричной системы уравнений по времени с учетом структуры и хранения глобальных матриц.

Коллоквиум 2. Распараллеливание на этапе процессора.

Занятие 13. Распараллеливание заполнения базы данных механических параметров и неизвестных задачи, пересчета геометрии.

Занятие 14. Распараллеливание вычисления напряжений по элементам.

Коллоквиум 3. Распараллеливание при постпроцессорной обработке данных.

Самостоятельная работа студентов включает следующие виды работ:

- изучение теоретического лекционного материала;
- проработка теоретического материала (конспекты лекций, основная и дополнительная литература);

- дорешивание задач, начатых на практических занятиях;
- подготовка к контрольным работам;
- подготовка к экзамену.

В течение семестра студенты слушают лекции и работают на практических занятиях. Экзамен выставляется после сдачи теоретического материала по программе с учетом результатов контрольных работ и выполнения аудиторных и домашних заданий.

7.1. Основная литература:

Параллельное программирование в среде MATLAB для многоядерных и многоузловых вычислительных машин, Кепнер, Джереми; Дубров, Д. В., 2013г.

Кирсанов М.Н. Maple и MapleT. Решения задач механики. - Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 512 с., <http://e.lanbook.com/view/book/3174/>

Немцова Т. И. Программирование на языке высокого уровня. Программир. на языке C++: Уч. пос. / Т.И.Немцова и др.; Под ред. Л.Г.Гагариной - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2012. - 512 с.: <http://znanium.com/bookread.php?book=244875>

7.2. Дополнительная литература:

Практикум по курсу "Объектно-ориентированное программирование" на языке C#, Андрианова, Анастасия Александровна; Исмагилов, Линар Наилевич; Мухтарова, Татьяна Маратовна, 2012г.

Объектно-ориентированное программирование на C#, Андрианова, Анастасия Александровна; Исмагилов, Линар Наилевич; Мухтарова, Татьяна Маратовна, 2012г.

Литвиненко Н. А. Технология программирования на C++. Win32 API-приложения. СПб.: БХВ-Петербург, 2010. ? 280 с.: <http://znanium.com/bookread.php?book=351463>

7.3. Интернет-ресурсы:

Интернет-портал систем автоматизации инженерных расчетов - <http://www.cadfem-cis.ru/>

Интернет-портал систем автоматизации инженерных расчетов - www.google.ru

Форум САПР-2000 - <http://fsapr2000.ru/>

Электронная библиотека - www.elibrary.ru

Электронная библиотека - <http://mech.math.msu.su>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Теория и практика многопроцессорных вычислений в механике деформируемого твердого тела" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

1. Лекционная аудитория с мультимедиапроектором, ноутбуком и экраном.
2. Дисплейный класс с компьютерами, оснащенными многопроцессорными видеокарточками, совместимыми с технологией CUDO, и с интернет-доступом.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.03 "Механика и математическое моделирование" и профилю подготовки Общий профиль .

Автор(ы):

Бережной Д.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Егоров А.Г. _____

"__" _____ 201__ г.