МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

"Казанский (Приволжский) федеральный университет" Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



УТВЕРЖДАЮ

Программа дисциплины

<u>Теория и практика многопроцессорных вычислений в механике деформируемого твердого тела</u> Б1.В.ДВ.8

Направление подготовки: <u>01.03.03 - Механика и математическое моделирование</u>
Профиль подготовки: <u>Общий профиль</u>
Квалификация выпускника: <u>бакалавр</u>
Форма обучения: <u>очное</u>
Язык обучения: <u>русский</u>
Автор(ы):
Бережной Д.В., Саченков О.А.

Рецензент(ы): Коноплев Ю.Г.

CCI	-пл	\boldsymbol{c}	\Box Λ I	UA.
COL	ЛΑ	COI	DAI	ПU.

Заведующий (ая) кафедрой: Султано	в Л. У.			
Протокол заседания кафедры No	OT "	" 2	01г	
Учебно-методическая комиссия Инст	гитута мате	ематики и механ	ики им. Н.И.	Лобачевского :
Протокол заседания УМК No от	г""	201_	_г	
Регистрационный Мо				

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 ; старший преподаватель, к.н. Саченков О.А. Кафедра теоретической механики отделение механики , OASachenkov@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 рассматривается 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 вычислений; изучение параллельного программирование на основе MPI.

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

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)	научно-исследовательская деятельность: способностью к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способностью представлять и адаптировать знания с учетом уровня аудитории
ПК-12 (профессиональные компетенции)	способностью к планированию и осуществлению педагогической деятельности с учетом специфики предметной области в образовательных организациях
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата
ПК-4 (профессиональные компетенции)	готовностью использовать основы теории эксперимента в механике, понимание роли эксперимента в математическом моделировании процессов и явлений реального мира
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью публично представлять собственные и известные научные результаты
ПК-6 (профессиональные компетенции)	производственно-технологическая деятельность: способностью использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью использовать методы физического моделирования при анализе проблем механики
ПК-8 (профессиональные компетенции)	способностью передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженной в терминах предметной области изучавшегося явления
ПК-9 (профессиональные компетенции)	организационно-управленческая деятельность: способностью использовать методы математического и алгоритмического моделирования при анализе управленческих задач в научно-технической сфере

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 OMP/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 OMP/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/	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы
	Модуля	-		Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	контроля
1.	Тема 1. Понятия параллельных вычислений.	8	1	10	8		Контрольная работа
2.	Тема 2. Применение параллельных методов.	8	2	18	20		Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Экзамен
	Итого			28	28	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Понятия параллельных вычислений.

лекционное занятие (10 часа(ов)):

Понятия параллельных вычислений. Принципы построения параллельных вычислительных систем. Классификация многопроцессорных вычислительных систем. Моделирование и анализ параллельных вычислений. Оценка коммуникационной трудоемкости параллельных алгоритмов. Параллельное программирование на основе OMP/MPI. Принципы разработки параллельных методов.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Примеры параллельных вычислений.

Тема 2. Применение параллельных методов.

лекционное занятие (18 часа(ов)):

Параллельные методы умножения матрицы на вектор. Параллельные методы матричного умножения. Параллельные методы решения систем линейных уравнений. Параллельные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных. Параллельные методы многоэкстремальной оптимизации. отображений.

практическое занятие (20 часа(ов)):

Примеры параллельных вычислительных систем.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел дисциплины	Се- местр	Неде- ля семе стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо- емкость (в часах)	Формы контроля самосто-ятельной работы
1.	Тема 1. Понятия параллельных вычислений.	8	1	подготовка к контрольной работе	14	Контроль- ная работа
2.	Тема 2. Применение параллельных методов.	8	2	подготовка к контрольной работе	20	Контроль- ная работа
	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.

Контрольная работа, примерные вопросы:

Дано число n, на i-ой ните определите ni, затем найдите сумму всех полученных чисел. В матрице A(m,n) увеличьте каждую строку кратную i в (i+1) раз, где i - номер нити. В матрице A(m,n) найдите наименьший и наибольший элементы. Реализуйте подсчет определенного интеграла на интервале [a,b] для функции f(x) методом левых и правых прямоугольников. Реализуйте последовательное и параллельное вычисления заданных выражений.

Тема 2. Применение параллельных методов.

Контрольная работа, примерные вопросы:

Реализация, проведение численных расчетов и анализ распараллеливания умножения вектора на столбец различными методами.

Итоговая форма контроля

экзамен (в 8 семестре)



Примерные вопросы к итоговой форме контроля

- 1. Какие понятия положены в основу классификации Флинна? Назовите и опишите классы параллельных ЭВМ по Флинну.
- 2. Что такое ускорение вычислений? Что определяет закон Амдала? Определите понятие процесса и нити, в чем их различие?
- 3. Дайте классификацию многопроцессорных машин по типу памяти. Перечислите примеры задач для решения которых используются параллельные программы (укажите, что параллелится).
- 4. В чем сложности написания параллельных программ (минимум три и назовите)? В чем особенности (как работает) технология OpenMP?
- 5. Назовите типы директив стандарта OpenMP. Как определить номер и количество потоков в OpenMP?
- 6. Какие методы параллелизма существуют для решения систем линейных уравнений?
- 7. Какие методы параллелизма существуют для решения дифференциальных уравнений?
- 8. Укажите что параллелится при реализации метода Гаусса для СЛАУ.
- 9. Укажите что параллелится при реализации метода Якоби для СЛАУ.
- 10. Укажите что параллелится на примере решения задачи Дирихле. Что такое состязание потоков?
- 11. Что такое волновые схемы вычисления (на примере решения задачи Дирихле)?

7.1. Основная литература:

- 1.Федотова Е. Л. Информационные технологии в науке и образовании: Учебное пособие / Е.Л. Федотова, А.А. Федотов. М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2013. 336 с. (Высшее образование). ISBN 978-5-8199-0434-3 URL: http://znanium.com/catalog/product/411182
- 2. Федотова Е. Л. Прикладные информационные технологии: Учебное пособие / Е.Л. Федотова, Е.М. Портнов. М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2013. 336 с. (Высшее образование). ISBN 978-5-8199-0538-8 URL: http://znanium.com/catalog/product/392462
- 3. Каймин В. А. Информатика: Учебник / Каймин В. А. 6-е изд. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. 285 с.:- (Высшее образование) URL: http://znanium.com/catalog/product/542614
- 4. Соболева М.Л., Информационные технологии. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / Соболева М.Л., Алфимова А.С. М.: Прометей, 2012. 48 с. ISBN 978-5-7042-2338-2 URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785704223382.html

7.2. Дополнительная литература:

- 1.Бахвалов, Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях : учебное пособие / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков ; под редакцией В.А. Садовничего. 4-е изд. (эл.). Москва : Лаборатория знаний, 2015. 243 с. ISBN 978-5-9963-2980-9. Текст: электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань': [сайт]. URL: https://e.lanbook.com/book/70743
- 2.Секаева Л. Р. .Элементы линейной алгебры. Векторная алгебра : [методическое пособие] / Л. Р. Секаева, О. Н. Тюленева ; Казан. гос. ун-т .- Казань : Изд-во Казан. гос. ун-та, 2008 . 52 с. URL:
- https://kpfu.ru//staff_files/F883618102/Sekaeva_L.R.__Tjuleneva_O.N._Elementy_linejnoj_algebry._Vekto
- 3. Гвоздева В. А. Базовые и прикладные информационные технологии: Учебник / Гвоздева В. А. М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2015. 384 с. (Высшее образование) ISBN
- А. М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2015. 384 с. (Высшее образование) к 978-5-8199-0572-2 - URL: http://znanium.com/catalog/product/504788
- 4.Саченков О. А. Параллельное программирование для систем с общей памятью с использованием технологии OpenMP: Лабораторный практикум: учеб.-метод. пособие / О.А. Саченков, Д.В. Бережной, И.С. Балафендиева. Казань: Казан. ун-т, 2016. 26 с. URL: https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F972771451/Metodichka_2.6.pdf



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 оборудованием 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 компъютерами, 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						
Саченков О.А.						
" "	201	г.				
Рецензент(ы):						
Коноплев Ю.Г.						
"_"	201	г.				