

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ

**Декан Геологического факультета
академик**

_____/Д.Ю.Пушаровский/

« ____ » _____ 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Применение суперкомпьютеров в геодинамическом моделировании

Автор-составитель: Захаров В.С.

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки:

05.04.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Геотектоника и геодинамика

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Учебно-методическим Советом Геологического факультета

(протокол № _____, _____)

Москва 20__

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ №1674 от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2018.

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Цель: раскрыть смысл ключевых понятий из области параллельных вычислений, сформировать представление о современных параллельных вычислительных архитектурах, моделях, методах и технологиях их программирования.

Задачи: приобретение студентами базового набора знаний из области параллельных вычислений, а также первичных навыков работы с современными параллельными вычислительными системами, дать представление о методах параллельных вычислений в геодинамическом моделировании; дать практические навыки суперкомпьютерного моделирования в геодинамике.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, курс – II, семестр – 3.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин «Высшая математика», «Физика», «Общая геология», «Геотектоника», «Физика Земли», «Компьютерное моделирование геодинамических процессов», «Основы механики сплошной среды для геологических исследований», «Прикладные аспекты компьютерного моделирования в геодинамике».

Дисциплина необходима для научно-исследовательской работы и выполнения выпускных квалификационных работ.

3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины:

ОПК-5.М Способность использовать современные вычислительные методы и компьютерные технологии для решения задач профессиональной деятельности (формируется частично).

ПК-4.М Способность создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования теоретических и практических знаний в области геологии (формируется частично).

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

знать: основы параллельной архитектуры, факторы, влияющие на производительность, программное обеспечение с использованием параллельных вычислений в геодинамике.

уметь: под руководством преподавателя пользоваться средствами удаленного доступа к вычислительным ресурсам коллективного пользования и запуска параллельных программ на вычислительных кластерах.

владеть: базовыми навыками параллельных вычислений для задач геодинамики.

4. Формат обучения – семинарские занятия.

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., в том числе 52 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (42 часов – занятия семинарского типа, 10 часов – мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации), 20 академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе дается введение в параллельные вычисления, даются основы архитектуры параллельных вычислительных систем, основы технологии параллельного программирования. Рассматривается программное обеспечение с использованием параллельных вычислений в геодинимике.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы * (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Введение в параллельные вычисления				6	6	
Раздел 2. Основы архитектуры параллельных вычислительных систем.				6	6	Подготовка к контрольному опросу, 6 часов
Раздел 3. Основы технологии параллельного программирования				6	6	Подготовка к контрольному опросу, 6 часов
Раздел 4. Программное обеспечение с использованием параллельных вычислений в геодинимике.				24	24	Подготовка к контрольному опросу, 8 часов
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>						10**
Итого	72			30		44

Содержание разделов дисциплины:

Содержание семинарских занятий

Введение в параллельные вычисления. Введение, проблематика курса, суперкомпьютеры, параллельные вычисления, вычислительная сложность реальных задач, параллелизм и конвейерность, история параллелизма в архитектуре вычислительных систем. Иерархия памяти. Показатели качества параллельных программ: ускорение, эффективность, масштабируемость. Этапы решения задач на параллельных вычислительных системах.

Основы архитектуры параллельных вычислительных систем. Компьютеры с общей и распределенной памятью, общая схема, достоинства и недостатки, примеры. Параллельные вычислительные системы, перспективы. Формирования классов параллельных вычислительных систем. Проблемы создания компьютеров экзафлопсного уровня производительности.

Основы технологии параллельного программирования. Схемы параллельных программ и вычислительного процесса. Технологии параллельного программирования: эффективность, продуктивность, переносимость. Технологии параллельного программирования OpenMP и MPI: структура параллельной программы, базовые конструкции, достоинства и недостатки, связь с архитектурой компьютера.

Программное обеспечение с использованием параллельных вычислений в геодинاميке. Обзор ПО, использующего параллельные вычисления для решения геодинамических задач. Citcom – конечно-разностная многопоточная модель для моделирования тепловой конвекции в двух и трехмерном пространстве. Callypso – моделирование геодинамии. Underworld2 – ПО для моделирования крупномасштабных геодинамических процессов. LaMeM – Lithosphere and Mantle Evolution Model – модель эволюции литосферы и мантии.

Рекомендуемые образовательные технологии

Во время аудиторных занятий проводятся семинары с использованием ПК и компьютерного проектора, активные и интерактивные формы: демонстрация моделей, зависимости результатов моделирования от параметров, разбор конкретных ситуаций, обсуждение отдельных разделов дисциплины. Используются авторские презентации, компьютерные программы, как авторские, так и свободного пользования.

Самостоятельная работа студентов включает работу под руководством преподавателей (консультации) и индивидуальную работу студента по подготовке к контрольным опросам. Результаты опросов основным разделам дисциплины служат для текущей и промежуточной аттестации студентов.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные опросы.

Примерный перечень вопросов для текущей аттестации

1. Иерархия памяти при параллельных вычислениях.
2. Показатели качества параллельных программ.
3. Схемы параллельных программ и вычислительного процесса.
4. Технологии параллельного программирования.
5. Структура параллельной программы, базовые конструкции.
6. Пакеты программ для решения геодинамических задач.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Примерный перечень вопросов при промежуточной очной аттестации:

1. Параллелизм и конвейерность.
2. Этапы решения задач на параллельных вычислительных системах
3. Компьютеры с общей и распределенной памятью.
4. Параллельные вычислительные системы.
5. Технологии параллельного программирования OpenMP.
6. Технологии параллельного программирования MPI.
7. Особенности пакета Citcom
8. Особенности пакета Callypso .
9. Особенности пакета Underworld2.
10. Особенности пакета LaMeM.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: основы параллельной архитектуры, программного обеспечения с использованием параллельных вычислений в геодинимике.	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: запускать параллельные программы на вычислительных кластерах под руководством преподавателя.	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности не принципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение запускать параллельные программы.	Успешное умение запускать параллельные программы.
Владения: базовыми навыками параллельных вычислений для задач геодинимики.	Навыки владения параллельных вычислений отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки параллельных вычислений.	Владение навыками параллельных вычислений для задач геодинимики.

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. : Учеб.пособие для студентов вузов. СПб.: БХВ-Петербург, 2002. 599 с.
2. Воеводин Вл.В., Жуматий С.А. Вычислительное дело и кластерные системы. М.: Изд-во МГУ, 2007. 150 с.
3. Воеводин В.В. Вычислительная математика и структура алгоритмов. М.: Изд-во МГУ, 2010. 166 с.

4. Теркот Д., Шуберт Дж. Геодинамика. В 2-х т. М., "Мир", 1985. 720 с.

- дополнительная литература:

1. Лацис А. Как построить и использовать суперкомпьютер. – М.: Бестселлер, 2003.
2. Андерсон Д., Таннехилл Д., Плетчер Р. Вычислительная гидромеханика и теплообмен. В 2-х т. М.: Мир, 1990.
3. Gerya T. V. Introduction to numerical geodynamic modelling. New York: Cambridge University Press. 2010, 345 p.
4. Ismail-Zadeh A., Tackley P.J. Computational Methods for Geodynamics. New York: Cambridge University Press. 2010. 313 p.
5. Turcotte D.L., Schubert G. Geodynamics. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press. 2002. 863 p.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения пакеты программ Microsoft Office PowerPoint

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Методические и учебные пособия на сайте Иркутского суперкомпьютерного центра СО РАН hpc.icc.ru/
2. Интернет-университет информационных технологий www.intuit.ru.
3. Интернет-университет суперкомпьютерных технологий www.hpcu.ru.
4. Сайт лаборатории Параллельных информационных технологий НИВЦ МГУ www.parallel.ru.
5. Межведомственный суперкомпьютерный центр РАН www.jssc.ru.

Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (лицензионное программное обеспечение не требуется):

1. Computational Infrastructure for Geodynamics (CIG) <https://geodynamics.org/>
2. Underworld geodynamics group <http://www.underworldcode.org/>
3. Institute of Geosciences, Software. <https://www.blogs.uni-mainz.de/fb09-geosciences/geophysics-and-geodynamics/software/>

Д) Материально-техническое обеспечение: аудитория, рассчитанная на группу из 12 учащихся; мультимедийный проектор, компьютер, экран; компьютерный класс с доступом к ресурсам Интернет и с доступом к суперкомпьютерному комплексу МГУ.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – Захаров В.С.

11. Автор (авторы) программы – Захаров В.С.