**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Алгоритмы решения задач с интерфейсом MPI

Algorithms for Solutions of Tasks with MPI Interface

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: 042869

Санкт-Петербург

2020

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Обучение обучающихся методам компьютерного моделирования на параллельных системах с использованием стандарта MPI.

**1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)**

Первоначальное знакомство с дискретной математикой, математической логикой, теорией алгоритмов и интерфейсами распараллеливания.

**1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)**

***Знания:***

знать содержание дисциплины «Алгоритмы решения задач с интерфейсом MPI» и иметь достаточно полное представление о возможностях применения его разделов в различных прикладных областях науки и техники;

***Умения:***

уметь исследовать математическую задачу с точки зрения типа уравнений, возможностей разбиения ее решения на отдельные квазинезависимые элементы с целью подготовки перехода на параллельные алгоритмы, выбора метода решения и обеспечения сшивки решения;

***Навыки:***

развитие навыков самостоятельного решения задач;

обеспечение базы для усвоения методов вычислений и соответствующих компьютерных программ.

Знать содержание дисциплины «Алгоритмы решения задач с интерфейсом MPI».

Уметь формализовывать поставленные задачи и выбирать алгоритмы решения поставленных задач, обеспечивающих эффективную реализацию, учитывающую специфику задачи.

**1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий**

В качестве основных интерактивных форм (общее количество 25 часов) предполагается проведение практических работ, на которых обучающиеся будут подробно обсуждать и реализовывать рассмотренные алгоритмы.

Построение курса подразумевает освоение обучающимися современных методов распараллеливания.

**Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий**

**2.1. Организация учебных занятий**

**2.1.1 Основной курс**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины,  практики и т.п. | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | | | | | | | | | | Самостоятельная работа | | | | Объём активных и интерактивных  форм учебных занятий | Трудоёмкость |
| лекции | семинары | консультации | практические  занятия | лабораторные работы | контрольные работы | коллоквиумы | текущий контроль | промежуточная  аттестация | итоговая аттестация | под руководством преподавателя | в присутствии  преподавателя | сам. раб. с использованием  методических материалов | текущий контроль (сам.раб.) | промежуточная аттестация (сам.раб.) | итоговая аттестация  (сам.раб.) |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Семестр 2 | 10 |  | 2 | 20 |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 44 |  | 30 |  | 25 | 3 |
|  | 1-25 |  | 1-25 | 1-25 |  |  |  |  | 1-25 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО | 10 |  | 2 | 20 |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 44 |  | 30 |  |  | 3 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п. | Формы текущего контроля успеваемости | | Виды промежуточной аттестации | | Виды итоговой аттестации  (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ) | |
| Формы | Сроки | Виды | Сроки | Виды | Сроки |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | |
| Семестр 2 |  |  | экзамен, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п.п.** | **Наименование темы (раздела, части)** | **Вид учебных занятий** | **Кол-во часов** |
| 1 | Основные понятия MPI | лекции | 2 |
| практические занятия | 2 |
| самостоятельная работа по методическим материалам | 5 |
| 2 | Некоторые функции коллективного взаимодействия процессов | лекции | 2 |
| практические занятия | 2 |
| самостоятельная работа по методическим материалам | 5 |
| 3 | Вычисление кратных интегралов | лекции | 1 |
| практические занятия | 4 |
| самостоятельная работа по методическим материалам | 5 |
| 4 | Матричные вычисления | лекции | 1 |
| практические занятия | 4 |
| самостоятельная работа по методическим материалам | 5 |
| 5 | Системы линейных алгебраических уравнений | лекции | 1 |
| практические занятия | 2 |
| самостоятельная работа по методическим материалам | 6 |
| 6 | Параллельные алгоритмы решения задачи Коши для системы ОДУ | лекции | 1 |
| практические занятия | 2 |
| самостоятельная работа по методическим материалам | 6 |
| 7 | Пакет PETSc для решения уравнений в частных производных | лекции | 1 |
| практические занятия | 2 |
| самостоятельная работа по методическим материалам | 6 |
| 8 | Интерфейс базы данных и поисковых систем | лекции | 1 |
| практические занятия | 2 |
| самостоятельная работа по методическим материалам | 6 |
| 9 | Промежуточная аттестация | самостоятельная работа | 30 |
| консультации | 2 |
| экзамен | 2 |
| **Итого** | | | **108** |

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению лекций и практических занятий, участию в обсуждении рассматриваемых вопросов, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы.

**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

Самостоятельная работа обучающихся в рамках данной дисциплины является важным компонентом обучения, предусмотренным компетентностно-ориентированным учебным планом и рабочей программой учебной дисциплины.

Настоящей программой предусмотрены формы самостоятельной работы с использованием методических материалов по тематике курса и источников, указанных в обязательной и дополнительной литературе, указанных в данной программе.

**3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания**

По дисциплине в конце учебного семестра проводится экзамен.

*Методика проведения экзамена.*

Экзамен проводится в устной форме. Билет содержит 2 вопроса из списка вопросов к экзамену. На подготовку к ответу в аудитории отводится не менее 1 академического часа.

После ответа на вопросы билета, преподаватель вправе задать дополнительные вопросы по любой теме из списка вопросов, вынесенных на экзамен. В качестве дополнительных используются вопросы, не требующие длительного вывода и трудоемких вычислений, в том числе определения, основные формулы, основные графики. Так же в качестве дополнительного вопроса может быть предложена задача по темам, указанным выше.

*Критерии выставления оценок за ответ на экзамене.*

Оценка **A** («отлично») ставится обучающемуся, полностью овладевшему теоретическим материалом и продемонстрировавшему принципы его применения на практике. Даны правильные полные ответы на вопросы билета и дополнительные вопросы. Допустимо исправление одной-двух неточностей после замечания преподавателя.

Оценка **B** («хорошо») ставится обучающемуся, полностью овладевшему основным теоретическим материалом и основными принципами его применения на практике, допустившим, однако, ошибки во второстепенных деталях. При этом обучающийся демонстрирует способность исправить ошибки после просьбы преподавателя об уточнении ошибочных утверждений.

Оценка **С** («хорошо») ставится обучающемуся, если он дал на 75 % правильный ответ на вопросы билета и дополнительные вопросы. При этом обучающийся должен показать способность активного владения теоретическим материалом и применения на практике и исправления указанных преподавателем ошибок.

Оценка **D** («удовлетворительно») ставится обучающемуся, имеющему пробелы в овладении теоретическим материалом или в его применении на практике. При этом только 60--65% ответа верна, и обучающийся испытывает затруднения с исправлением ошибок, указанных преподавателем.

Оценка **E** («удовлетворительно») ставится обучающемуся, имеющему пробелы как в овладении теоретическим материалом, так и в его применении на практике, если эти пробелы не являются решающими и обучающийся хорошо освоил более половины материала, покрытого вопросами. Обучающийся не способен исправить все неточности, замеченные преподавателем, но активно владеет освоенной частью материала.

Оценка **F** («неудовлетворительно») ставится обучающемуся, имеющему существенные пробелы в овладении теоретическим материалом и в его применении на практике. Ответ на один из вопросов содержит принципиальные ошибки, или только частичный (в том числе, отсутствует), или при ответе не продемонстрировано понимание предмета вопроса.

**3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)**

Примерный краткий перечень вопросов к экзамену.

1. Операционная система Linux

2. Интерфейс OC Linux

3. Некоторые команды Linux

4. Полезные команды

5. Создание параллельной программы

6. Запуск параллельной MPI - программы

7. Интерфейс MPI. Основная идея интерфейса.

8. Системы с распределенной памятью

– Явное задание коммуникаций между процессами - “Message Passing”

– Message passing библиотеки:

MPI (“Message Passing Interface”)

PVM (“Parallel Virtual Machine”)

Shmem, MPI (Cray)

Достоинства и недостатки интерфейса MPI.

Сравнение с OPENMP

9. Основные понятия MPI

10. Синтаксис базовых функций

11. Коммуникационные процессы

12. Базовые элементы решения задач математической физики, вычисление определенных интегралов

13. Базовые элементы решения задач математической физики, задачи линейной алгебры.

14. Одношаговые и многошаговые методы Рунге-Кутты

15. Распараллеливание при построении сетки физических задач, интерфейс представления

16. Многошаговые разностные схемы типа «предиктор-корректор»

17. Способы представления результатов решения задач математической физики (интерфейс)

18. Основные способы распараллеливания задач математической физики

19. Классификация методов решения задач математической физики (разностные методы, метод конечных элементов, метод частиц)

20. Пакеты программ (ANSYS)

21. Интерфейс базы данных

22. Поисковые системы

**3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса**

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

**3.2. Кадровое обеспечение**

**3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий**

К проведению занятий привлекаются преподаватели, имеющие базовое образование и/или ученую степень, соответствующую профилю преподаваемой дисциплины.

**3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом**

Не требуется.

**3.3. Материально-техническое обеспечение**

**3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий**

В аудиториях, где проводятся занятия, необходимо наличие досок и средств письма на них.

**3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования**

Специальных требований нет

**3.3.3 Характеристики специализированного оборудования**

Специальных требований нет

**3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

Специальных требований нет

**3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Фломастеры цветные для доски, губки

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1 Список обязательной литературы**

1. Забродин Л.Д. UNIX: основы командного интерфейса и программирования (в примерах и задачах). 2010. Издательство: НИЯУ МИФИ. 204 с.

2. В.М. Головизнин, М. А. Зайцев, С.А. Карабасов, И.А Короткин. Новые алгоритмы вычислительной гидродинамики для многопроцессорных вычислительных комплексов. М.: Издательство Московского университета. 2013. 472с

3. А.В. Старченко, У.А. Данилкин, В.И Лаева, С.А. Проханов. Практикум по методам параллельных вычислений. – М.: Издательство Московского университета. 2010

4. Ю.К. Демьянович, И.Г. Бурова, Т.О. Евдокимова, О.Н. Иванцова, И.Д. Мирошниченко. «Параллельные алгоритмы. Разработка и реализация. М.: 2012.

5. Р. Миллер, Л. Боксер. Последовательные и параллельные алгоритмы. М.: Бином. 2006.

6. В.П. Гергель. Теория и практика параллельных вычислений. М.: Интернет-Университет Информационных Технологий. БИНОМ, 2007.

**3.4.2 Список дополнительной литературы**

1. С. А. Немнюгин, О.Л. Стесик. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем. С.-Петербург. «БХВ-Петербург». 2002.
2. Д. Каханер, К. Моулер, С. Нэш. Численные методы и программное обеспечение. М.: Мир. 2001
3. В.В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. Параллельные вычисления. С.-Петербург. «БХВ-Петербург». 2002.
4. А.А.Самарский, Ю.П. Попов Разностные методы решения задач газовой динамики. М.: Наука.1980.
5. Ж. Л. Лионс. Управление сингулярными распределенными системами. М.: Наука. 1987.
6. Б.Л.Рождественский, Н.Н. Яненко. Системы квазилинейных уравнений. М.: Наука. 1978.
7. Дж. Голуб, Ч.Ван Лоун. Матричные вычисления. М.: Мир. 1999.
8. А.М. Липанов, Ю.Ф. Еисаровб И.Ш. Ключников Численный эксперимент в классической гидромеханике турбулентных потоков. Екатеринбург: УрО РАН, 2001.
9. К. Н. Волков, В.Н. Емельянов. Вихревые течения. Ижевск. 2007.
10. Л.П. Фельдман, И.А.Назарова. Параллельные алгоритмы численного решения задачи Коши для систем обыкновенных уравнений. Математич. моделир. 2006, т.18, N9, с. 17-31.
11. Vl. Katkovnik, J. Asola, K. Egiazarian. Discrete diffraction transform for propagation, reconstuction, and design of wave field distributions.  
    http:// sp.cs.tut.fi/cgi-bin/cgiwrap/spwww/publications.cgi?&id=6.47/17828
12. Х.Андрэ, О.Н. Глущенко, Е.Г. Иванов, А.Н. Кудрявцев. Автоматическое параллельное построение тетраэдральных сеток с помощью декомпозиции расчетной области. Ж. Выч. Мат. и мат. физики. 2008, т.48, N8 c. 1448-1457.

**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

1. <http://igmcs.utkedu/>
2. <http://sigma.parallel.ru>

**Раздел 4. Разработчики программы**

Прозорова Эвелина Владимировна, доктор физико-математических наук, профессор кафедры параллельных алгоритмов СПбГУ, e.prozorova@spbu.ru.