**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Параллельные вычисления

Parallel Computing

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 2

Регистрационный номер рабочей программы: 055282

Санкт-Петербург

2020

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Сообщение сведений о параллельных вычислениях в объеме, необходимом для общего развития и изучения смежных дисциплин физико-математического цикла. Усвоение основных идей, понятий и фактов теории параллельных вычислений.

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

Владение курсом «Теоретическая информатика».

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

Обучающийся должен овладеть теоретическим материалом в объеме, предусмотренном программой, уметь применять полученные знания при решении теоретических и прикладных задач, на основе анализа освоенных разделов: одновременность (concurrency), параллельные вычисления, параллельная обработка больших массивов данных, распределенные системы и вычисления. Дисциплина участвует в формировании компетенций обучающихся по образовательной программе, установленных учебным планом для данной дисциплины.

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

Лекции 16 часов, практические занятия 14 часа, промежуточная аттестация (зачёт) 2 часа.

**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 5 | 16 |  |  | 14 |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 36 |  | 4 |  | 16 | 2 |
|  | 2-100 |  |  | 10-25 |  |  |  |  | 10-25 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО | 16 |  |  | 14 |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 36 |  | 4 |  |  | 2 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 5 |  |  | зачёт, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

Период обучения (модуль): **Семестр 5**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование темы (раздела, части) | Вид учебных занятий | Количество часов |
| 1 | Одновременность (concurrency) | Лекции | 4 |
| практические занятия | 4 |
| в присутствии преподавателя |  |
| по методическим материалам | 10 |
| 2 | Параллельные вычисления | Лекции | 4 |
| практические занятия | 4 |
| в присутствии преподавателя |  |
| по методическим материалам | 8 |
| 3 | Параллельная обработка больших массивов данных | Лекции | 4 |
| практические занятия | 4 |
| в присутствии преподавателя |  |
| по методическим материалам | 8 |
| 4 | Распределенные системы и вычисления | Лекции | 4 |
| практические занятия | 2 |
| в присутствии преподавателя |  |
| по методическим материалам | 10 |
| 5 | Зачёт | промежуточная аттестация (ауд) | 2 |
| промежуточная аттестация (с.р.) | 4 |

**Раздел 1:** *Одновременность (concurrency)*

1. Области применения и проблематика одновременности. Способы реализации одновременных систем, процессы и потоки, программный инструментарий. Основы многопоточного программирования на примере языков C++ и Java.

2. Взаимное исключение и условная синхронизация. Модель памяти и низкоуровневые примитивы синхронизации. Альтернативные подходы к реализации одновременных программ.

**Раздел 2:** *Параллельные вычисления*

1. Области применения и проблематика параллельных вычислений. Аппаратные архитектуры систем для параллельных вычислений. Теоретические основы параллельных вычислений. Показатели качества параллельного алгоритма. Принципы разработки и типовые структуры параллельных алгоритмов.

2. Системы параллельного программирования. Типовые модели программирования и шаблоны. Основы параллельного программирования на системах с общей памятью на примере технологии OpenMP. Основы параллельного программирования на системах с распределенной памятью на примере технологии MPI.

**Раздел 3:** *Распределенные системы и вычисления*

1. Области применения, характерные особенности и виды распределенных систем. Проблемы построения распределенных систем. Теоретические основы распределенных вычислений, примеры распределенных алгоритмов. Способы взаимодействия распределенных процессов, сетевые протоколы.

2. Технологии распределенного программирования. Знакомство с языком Erlang. Распределенные системы хранения данных, репликация данных. Технологии распределенных вычислений, гриды, добровольные вычисления. Облачные вычислительные системы.

**Раздел 4:** *Параллельная обработка больших массивов данных*

1. Феномен Big Data. Модель программирования MapReduce. Принципы параллельной реализации вычислений. Область применения и примеры задач. Принципы распределенной реализации MapReduce на кластерных системах. Платформы Apache Hadoop и Apache Spark. Интерфейсы прикладного программирования и реализация программ для Hadoop и Spark. Локальная отладка и запуск программ на кластере.

2. Приемы и стратегии реализации MapReduce-программ. Высокоуровневые языки и инструментарии для работы с Hadoop. Практические примеры использования MapReduce.

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

Посещение лекций и практических занятий.

**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

Основная и дополнительная литература.

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

*Методика проведения зачёта*

Зачет проводится в устной форме. Для получения зачета необходимо решить 60% задач, предлагаемых в течение семестра. В случае, если к моменту проведения зачета студент решил меньшее количество задач, на зачете ему предлагаются задачи аналогичные по тематике и сложности. Задачи даются в форме домашних заданий с устной сдачей («листочки»), письменных домашних заданий и контрольных. Темы задач фиксированы, количество и форма выдачи остается на усмотрение преподавателя практических занятий. Возможна выдача задач повышенной сложности, решение которых засчитывается в качестве индивидуальных достижений студента (при подаче заявок на именные стипендии, конкурсы и т.п.); сдача таких заданий проводится в устной форме.

Соответствие оценки СПбГУ и оценки ECTS (Европейской системы переноса и накопления зачётных единиц):

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Итоговый процент выполнения, % | Оценка СПбГУ при  проведении зачёта | Оценка ECTS | Оценка СПбГУ при  проведении экзамена |
| 90-100 | зачтено | A | отлично |
| 80-89 | зачтено | B | хорошо |
| 70-79 | зачтено | C | хорошо |
| 60-69 | зачтено | D | удовлетворительно |
| 50-59 | зачтено | E | удовлетворительно |
| менее 50 | не зачтено | F | неудовлетворительно |

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

Период обучения (модуль): **Семестр 5**

Темы **задач**:

1. Способы реализации одновременных систем, процессы и потоки, программный инструментарий. Основы многопоточного программирования на языках C++ и Java.

2. Взаимное исключение и условная синхронизация. Модель памяти и низкоуровневые примитивы синхронизации.

3. Системы параллельного программирования. Типовые модели программирования и шаблоны.

4. Основы параллельного программирования на системах с общей памятью на примере технологии OpenMP.

5. Основы параллельного программирования на системах с распределенной памятью на примере технологии MPI.

6. Распределенные системы и алгоритмы. Способы взаимодействия распределенных процессов, сетевые протоколы.

7. Технологии распределенного программирования. Основы языка Erlang.

8. Распределенные системы хранения данных, репликация данных.

9. Технологии распределенных вычислений, гриды, добровольные вычисления. Облачные вычислительные системы.

10. Модель программирования MapReduce. Принципы распределенной реализации MapReduce на кластерных системах.

11. Платформа Apache Hadoop. Интерфейсы прикладного программирования и реализация программ для Hadoop.

12. Приемы и стратегии реализации MapReduce-программ. Высокоуровневые языки и инструментарии для работы с Hadoop.

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

Анкета для студентов для оценки качества преподавания курса.

Просим Вас заполнить анкету-отзыв по прочитанной дисциплине. Обобщенные данные анкет будут использованы для ее совершенствования. По каждому вопросу проставьте соответствующие оценки по шкале от 1 до 10 баллов (обведите выбранный Вами балл). В

случае необходимости впишите свои комментарии.

1. Насколько Вы удовлетворены содержанием дисциплины в

целом?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2. Насколько Вы удовлетворены общим стилем преподавания?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3. Как Вы оцениваете качество подготовки предложенных

методических материалов?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4. Насколько Вы удовлетворены использованием

преподавателями активных методов обучения?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

5. Какой из модулей (разделов) дисциплины Вы считаете наиболее полезным, ценным с точки зрения дальнейшего обучения и/или

применения в последующей практической деятельности?

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

6. Что бы Вы предложили изменить в методическом и

содержательном плане для совершенствования преподавания данной

дисциплины?

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

СПАСИБО!

**3.2. Кадровое обеспечение**

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

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента.

**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**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

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

Стандартное оборудование, используемое для обучения в СПбГУ. MS Windows, MS Office, Mozilla FireFox, Google Chrome, Acrobat Reader DC, WinZip, Антивирус Касперского.

**3.3.3 Характеристики специализированного оборудования**

Доступ к компьютерному кластеру высокопроизводительных параллельных вычислений.

**3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

Не требуется.

**3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Мел — не менее 1 куска на час лекционных занятий, фломастеры для доски, губка.

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1 Список обязательной литературы**

1. Уайт, Т. Hadoop. Подробное руководство. — Питер, 2013. — 672 с.

2. Уильямс, Э. Параллельное программирование на C++ в действии: Практика разработки многопоточных программ. — ДМК Пресс, 2012. — 672 c.

3. Foster, I. Designing and Building Parallel Programs: Concepts and Tools for Parallel Software Engineering. — Addison-Wesley, 1995. — 381 p. Электронная версия: <http://www.mcs.anl.gov/~itf/dbpp/>

4. Lin, J., and Dyer, C. Data-Intensive Text Processing with MapReduce. — Morgan & Claypool Publishers, 2010. — 177 p.

5. Mattson, T.G., Sanders, B.A., and Massingill, B.L. Patterns for Parallel Programming. — Addison-Wesley Professional, 2004. — 384 p.

6. Pacheco, P. An Introduction to Parallel Programming. — Morgan Kaufmann, 2011. — 392 p.

**3.4.2 Список дополнительной литературы**

1. Apache Spark: Unified analytics engine for large-scale data processing <https://spark.apache.org/>

**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

1. Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ: http://www.librarv.spbu.ru/

2. Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ: http://www.librarv.spbu.ru/cgibin/irbis64r/cgiirbis 64.ехе?С21 COM=F&I21 DBN=IBIS&P21 DBN=IBIS

3. Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ: http://cufts.librarv.spbu.ru/CRDB/SPBGU/

4. Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ: http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource tvpe=8

**Раздел 4. Разработчики программы**

Гирш Эдуард Алексеевич, доктор физико-математических наук, профессор СПбГУ, hirsch@pdmi.ras.ru