**Правительство Российской Федерации**

**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Структурированные числовые информационные потоки и их параллельная обработка

Structured numerical information flows and their parallel processing

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 2

Регистрационный номер рабочей программы: 066023

Санкт-Петербург

2020

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Сформировать у слушателей общее представление о содержании, задачах и методах современной теории параллельного программирования систем как самостоятельной научной и инженерной дисциплины, о диапазоне и разнообразии ее типичных приложений.

Обеспечить формирование принципов системного, аналитического и алгоритмического принципов мышления и соответствующих навыков для работы в области всплесковой обработка и числовых потоков и распараллеливания, необходимых для решения различных научных и практических задач, включая этапы постановки и решения задачи или проекта, отбора необходимых технических средств, обеспечения информационной безопасности программного обеспечения, а также формирование соответствующих компетенций, в том числе навыков работы в коллективе.

Поставленные цели достигаются путём решения следующих задач курса: изучение общих структур и подходов в предметных областей основных разделов всплесковой обработки числовых потоков и распараллеливания, ознакомление с методологиями и структурами данных соответствующих разделов параллельных алгоритмов; развитие навыков самостоятельного решения практических задач.

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

Знание основ информатики, программирования и математики.

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

В процессе изучения дисциплины “Структурированные числовые информационные потоки и их параллельная обработка” обучаемые приобретают следующие

знания

• сущности и значения информации в развитии общества, основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки информации;

• современных тенденций развития программного обеспечения широкого диапазона типов вычислительных систем, в том числе суперкомпьютерных комплексов;

• современных методов анализа и синтеза сложных проектов и проектирования программных средств для решения современных задач в различных прикладных областях;

• современных парадигм распараллеливания вычислительных алгоритмов, языков программирования и базовых алгоритмов для реализации сложных проектов;

• принципов организации программных комплексов: СУБД, операционных систем, информационных систем; принципов взаимодействия их внутренних механизмов.

умения

• работать с компьютером как средством управления информацией, в том числе в глобальных компьютерных сетях;

• соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны;

• реализовывать решения, направленные на поддержку социально значимых проектов, на повышение электронной грамотности населения, обеспечения общедоступности информационных услуг;

• использовать в научной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями;

• использовать нормативные правовые документы в своей деятельности, действовать в условиях гражданского общества;

• критически переосмысливать свой опыт, адаптироваться к различным ситуациям, проявлять творческий подход, инициативу и настойчивость в достижении целей профессиональной деятельности;

• делать анализ и грамотную оценку эффективности разрабатываемых алгоритмов.

навыки

• работы с информацией из различных источников, включая сетевые ресурсы сети Интернет, для решения профессиональных задач;

• осуществления целенаправленного поиска информации о технологических достижениях в сети Интернет и из других источников;

• применения в профессиональной деятельности современных языков программирования и языков баз данных, операционных систем, электронных библиотек и пакетов программ, сетевых технологий;

• взаимодействия с коллегами, работы в коллективе.

Знать содержание дисциплины «Структурированные числовые информационные потоки и их параллельная обработка», в частности, иметь базовые представления о всплесковой обработке числовых потоков и распараллеливании, об основных требованиях и средствах их реализации.

Уметь формализовывать поставленные задачи и реализовывать сложные программные комплексы как с точки зрения грамотной профессиональной разработки различного рода проектов, так и с точки зрения управления психологическим климатом в процессе работы в коллективе разработчиков для достижения эффективного результата.

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**

В качестве основных интерактивных форм (общее количество 30 часов) предполагается проведение семинарских занятий.

**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 7 |  | 30 |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 34 |  | 6 |  | 30 | 2 |
|  |  | 1-25 |  |  |  |  |  |  | 1-25 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО |  | 30 |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 34 |  | 6 |  |  | 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 7 |  |  | зачёт, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2 Структура и содержание учебных занятий**

**Базовый курс Основная траектория Очная форма обучения**

**Период обучения: Семестр 7**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п.п.** | **Наименование темы (раздела, части)** | **Вид учебных занятий** | **Кол-во часов** |
| 1 | Тема 1. Постановка задачи о всплесковом разложении | семинары | 2 |
| по методическим материалам | 4 |
| 2 | Тема 2. Аппроксимационные соотношения | семинары | 2 |
| по методическим материалам | 4 |
| 3 | Тема 3. Пространства сплайнов их аппроксимативные свойства | семинары | 2 |
| по методическим материалам | 4 |
| 4 | Тема 4. Условия вложенности сплайновых пространств | семинары | 2 |
| по методическим материалам | 4 |
| 5 | Тема 5. Сплайн-всплесковое разложение одномерного потока; вопросы его параллельной реализации | семинары | 4 |
| по методическим материалам | 4 |
| 6 | Тема 6. Двумерные потоки, их всплесковые разложения, естественный параллелизм | семинары | 4 |
| по методическим материалам | 4 |
| 7 | Тема 7. Вычислительная устойчивость алгоритмов декомпозиции и реконструкции | семинары | 2 |
| по методическим материалам | 4 |
| 8 | Тема 8. Оценка времени вычислений на параллельной системе в зависимости от используемой платформы и от варианта сплайн-всплескового алгоритма | семинары | 4 |
| по методическим материалам | 2 |
| 9 | Тема 9. Программные реализации сплайн-всплескового разложения (декомпозиции и реконструкции) на параллельном кластере | семинары | 4 |
| по методическим материалам | 2 |
| 10 | Тема 10. Рекурсивное применение сплайн-всплесков. Вэйвлет-пакеты | семинары | 4 |
| по методическим материалам | 2 |
| 11 | Промежуточная аттестация | самостоятельная работа | 6 |
| зачет | 2 |
| **Итого** | | | **72** |

**Тема 1. Постановка задачи о всплесковом разложении**

Исходный сигнал, его характеристики. Дискретизация и оцифровка исходного сигнала, порождение исходного числового потока, его свойства. Передача числового потока по каналам связи. Идея вэйвлетного разложения. Пример такого разложения. «Ленивые вэйвлеты».

**Тема 2. Аппроксимационные соотношения**

Основная задача: получение сплайнов со свойством аппроксимации. Полная цепочка векторов. Генерирующая функция. Координатные сплайны. Свойства координатных сплайнов.

**Тема 3. Пространства сплайнов их аппроксимативные свойства**

Пространство сплайнов. Отображение числового потока в пространство сплайнов. Погрешность аппроксимации исходного сигнала. Оценка погрешности.

**Тема 4. Условия вложенности сплайновых пространств**

Вложенные сетки. Структура аппроксимационных соотношений на вложенных сетках. Вывод калибровочных соотношений.

**Тема 5. Сплайн-всплесковое разложение одномерного потока; вопросы его параллельной реализации**

Операция проектирования. Вэйвлетное разложение. Алгоритмы декомпозиции и реконструкции. Основной и вэйвлетный потоки. Локальность алгоритма разложения. Гребенчатые структуры. Параллельная реализация алгоритмов.

**Тема 6. Двумерные потоки, их всплесковые разложения, естественный параллелизм**

Понятие о двумерных потоках. Средства получения двумерных координатных функций. Функции Куранта и Зламала. Естественный параллелизм. Аппроксимативные свойства пространств Куранта и Зламала. Калибровочные соотношения и вложенность. Всплесковое разложение. Соотношения декомпозиции и реконструкции.

**Тема 7. Вычислительная устойчивость алгоритмов декомпозиции и реконструкции**

Сплайн-всплесковое разложение потоков. Устойчивость алгоритмов. Вопросы оценки точности восстановления исходного потока. Роль ошибок округления.

**Тема 8. Оценка времени вычислений на параллельной системе в зависимости от используемой платформы и от варианта сплайн-всплескового алгоритма**

О типах вычислительных систем. Параллелизм: положительные и отрицательные свойства параллельных алгоритмов. Оценка трудоемкости алгоритма для однопроцессорной и для многопроцессорной ВС. Влияние характеристик ВС на вычислительный процесс.

**Тема 9. Программные реализации сплайн-всплескового разложения (декомпозиции и реконструкции) на параллельном кластере**

Описание свойств параллельного кластера. Краткое введение в организацию системы UNIX (Linux SUSE). Составление программы отыскания числа Pi на параллельной системе с использование интерфейсов MPI и Open MP. Индивидуальные задания для слушателей (составление параллельных программ для кластера): проведение проверки усвоения материал.

**Тема 10. Рекурсивное применение сплайн-всплесков. Вэйвлет-пакеты**

Рекурсия: основная теорема. Рекурсивное сплайн-всплесковое разложение. Получение вэйвлет-пакета. Реализация алгоритма на параллельной системе. Оценки времени счета и требуемой памяти.

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению семинаров, участию в обсуждении вопросов, подготовленных к занятию, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, подготовка презентаций.

**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

Самостоятельная работа в рамках данной дисциплины является важным компонентом обучения.

Настоящей программой предусмотрены формы самостоятельной работы с использованием методических материалов.

Одна из форм самостоятельной работы – это подготовка презентаций и сообщений по тематике дисциплины и источникам, указанным в обязательной, дополнительной литературе и интернет-источниках, указанных в данной программе.

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

Методика проведения зачета.

На зачет отводится 2 академических часа. Во время проведения зачета обучающемуся предоставляется возможность сделать доклады, если он их не сделал в течении семестра.

Вторая и третья (с комиссией) попытка сдачи зачета по процедуре проведения аналогична зачетному занятию. При сдаче зачета с комиссией работа проверяется не одним, а тремя преподавателями.

Зачет ставится по результатам работы в семестре, во время которой обучающийся должен успешно выступить с двумя докладами, правильно изложив материал и ответив на вопросы.

A (зачтено) – сделано два доклада, уровень докладов показывает отличное владение материалом.

B (зачтено) – сделано два доклада, уровень докладов показывает очень хорошее владение материалом.

C (зачтено) – сделано два доклада, уровень докладов показывает хорошее владение материалом.

D (зачтено) – сделано два доклада, уровень докладов показывает удовлетворительное владение материалом.

E (зачтено) – сделано два доклада, уровень докладов показывает посредственное владение материалом.

F (не зачтено) – не сделано два доклада.

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

**Компетенции, впервые формируемые дисциплиной:**

Нет.

**Компетенции, развиваемые дисциплиной:**

ОПК-1 — способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.

ОПК-3 — способен применять современные информационные технологии, в том числе отечественные, при создании программных продуктов и программных комплексов различного назначения.

ОПК-4 — способен участвовать в разработке технической документации программных продуктов и программных комплексов.

ОПК-5 — способен инсталлировать и сопровождать программное обеспечение для информационных систем и баз данных, в том числе отечественного производства.

ПКА-1 — способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий.

ПКП-1 — способность проводить под научным руководством исследование на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности.

ПКП-2 — способен решать задачи в области развития науки, техники и технологии с учетом нормативного правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности.

ПКП-4 — способен применять современные информационные технологии при проектировании, реализации, оценке качества и анализа эффективности программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях.

ПКП-5 — способен использовать основные методы и средства автоматизации проектирования, реализации, испытаний и оценки качества при создании конкурентоспособного программного продукта и программных комплексов, а также способен использовать методы и средства автоматизации, связанные с сопровождением, администрированием и модернизацией программных продуктов и программных комплексов.

ПКП-6 — способен использовать знания направлений развития компьютеров с традиционной (нетрадиционной) архитектурой; современных системных программных средств: операционных систем, операционных и сетевых оболочек, сервисных программ; тенденции развития функций и архитектур проблемно-ориентированных программных систем и комплексов в профессиональной деятельности.

ПКП-8 — способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования.

УКБ-3 — способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики и информационной безопасности.

**Компетенции, полностью сформированные по результатам освоения дисциплины:**

Нет.

Для каждой компетенции применяется линейная шкала оценивания, определяемая долей успешно выполненных заданий, проверяющих данную компетенцию

Примерный краткий перечень тем докладов и вопросов

1. Исходный сигнал, его характеристики. Дискретизация и оцифровка исходного сигнала, порождение исходного числового потока, его свойства. Передача числового потока по каналам связи.

2. Идея вэйвлетного разложения. Пример такого разложения. «Ленивые вэйвлеты».

3. Получение сплайнов со свойством аппроксимации. Полная цепочка векторов. Генерирующая функция.

4. Координатные сплайны. Свойства координатных сплайнов.

5. Пространство сплайнов. Отображение числового потока в пространство сплай-нов.

6. Погрешность аппроксимации исходного сигнала. Оценка погрешности.

7. Вложенные сетки. Структура аппроксимационных соотношений на вложенных сетках.

8. Вывод калибровочных соотношений.

9. Операция проектирования. Вэйвлетное разложение.

10. Алгоритмы декомпозиции и реконструкции. Основной и вэйвлетный потоки.

11. Гребенчатые структуры.

12. Параллельная реализация алгоритмов.

13. Понятие о двумерных потоках. Средства получения двумерных координатных функций.

14. Функции Куранта и Зламала.

15. Аппроксимативные свойства пространств Куранта и Зламала.

16. Калибровочные соотношения и вложенность.

17. Всплесковое разложение.

18. Соотношения декомпозиции и реконструкции.

19. Сплайн-всплесковое разложение потоков.

20. Устойчивость алгоритмов. Вопросы оценки точности восстановления исходного потока. Роль ошибок округления.

21. О типах вычислительных систем.

22. Параллелизм: положительные и отрицательные свойства параллельных алгоритмов.

23. Оценка трудоемкости алгоритма для однопроцессорной и для многопроцессорной ВС. Влияние характеристик ВС на вычислительный процесс.

24. Описание свойств параллельного кластера. Краткое введение в организацию системы UNIX (Linux SUSE).

25. Составление программы отыскания числа Pi на параллельной системе с использование интерфейсов MPI и Open MP.

26. Рекурсия: основная теорема.

27. Рекурсивное сплайн-всплесковое разложение. Получение вэйвлет-пакета.

28. Реализация алгоритма на параллельной системе. Оценки времени счета и требуемой памяти.

*Проверяемые компетенции: ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПКА-1, ПКП-1, ПКП-2, ПКП-4, ПКП-5, ПКП-6, ПКП-8, УКБ-3*

*Сформированность компетенций считается пропорционально доле успешных ответов на вопросы и доле выполненных заданий.*

**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 чтению лекций 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**

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**

Не требуется.

**3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

Не требуется.

**3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Фломастеры цветные, губки, бумага формата А3 (для блокнота-доски), канцелярские товары в объеме, необходимом для организации и проведения занятий по заявкам преподавателей, подаваемым в установленные сроки, доступ преподавателя и обучающихся к в компьютерные классы.

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1 Список обязательной литературы**

1. В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. Сетевые операционные системы. Изд-во: Питер, 2009. 672 с.

2. И.Г. Бурова, Ю.К. Демьянович, Т.О. Евдокимова, О.Н. Иванцова, И.Д. Мирошниченко. Параллельные алгоритмы. Разработка и реализация. Учебное пособие. М., Национальный открытый университет Интуит-Бином. Лаборатория знаний. 2012. 343с.

3. Ю.К.Демьянович. Теория сплайн-всплесков. 2013. 526 с.

**3.4.2 Список дополнительной литературы**

1. Ю.К.Демьянович, В.А.Ходаковский. Введение в теорию всплесков. 2008.

2. В.В.Корнеев. Вычислительные системы. М.2004. 512 с.

3. В.В.Воеводин, Вл.В.Воеводин. Параллельные вычисления. СПб. 2002. 608 с.

4. Г.Р.Эндрюс. Основы многопоточного, параллельного и распределенного программирования. М. 2003. 512 с.

1. В. В. Корнеев, А. Ф. Гареев, С. В. Васютин, В. В. Райх. Базы данных. Интеллектуальная обработка информации. М.: Нолидж, 2003. – 400 с.
2. Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайню. Алгоритмы. Построение и анализ. Изд. 2-е. Introduction To Algorithms. Изд-во: Вильямс, 2007. 1296 с.
3. Э. Дейкстра. «Дисциплина программирования», М., Мир, 1978. 275 с.

**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

1. Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ: http://www.library.spbu.ru/
2. Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ: http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis\_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
3. Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ: http://cufts.library.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%20type=8

**Раздел 4. Разработчики программы**

Демьянович Юрий Казимирович, д.ф.м.н., профессор кафедры параллельных алгоритмов СПбГУ, y.demjanovich@spbu.ru.