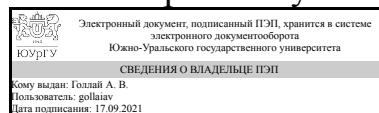


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Высшая школа электроники и
компьютерных наук



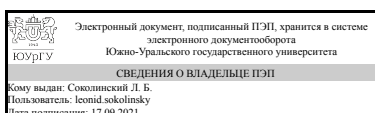
А. В. Голлой

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины П.1.В.07.05 Программирование для высокопроизводительных вычислительных систем
для направления 09.06.01 Информатика и вычислительная техника
уровень аспирант тип программы
направленность программы
форма обучения очная
кафедра-разработчик Системное программирование

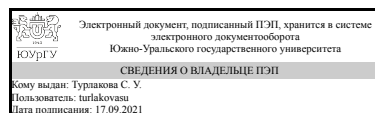
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, утверждённым приказом Минобрнауки от 29.07.2014 № 875

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., проф.



Л. Б. Соколинский

Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доцент



С. У. Турлакова

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является изучение современных технологий разработки параллельных программ для различных аппаратных архитектур. Основные задачи дисциплины: ознакомление с современными технологиями и соответствующими программными средствами разработки, тестирования и отладки параллельных программ для многопроцессорных многоядерных высокопроизводительных вычислительных систем.

Краткое содержание дисциплины

Традиционные языки программирования и распараллеливающие компиляторы. Надязыковые средства для организации параллелизма. Параллельные расширения традиционных языков программирования. Параллельные языки программирования. Библиотеки и интерфейсы для передачи сообщений. Модель программирования в общей памяти. Модель "пульсирующего" параллелизма FORK-JOIN. Стандарт OpenMP: основные понятия, директивы и функции. Модель передачи сообщений в системах с распределенной памятью. Режимы запуска параллельных программ SPMD и MPMD. Стандарт Message Passing Interface (MPI). Основные понятия и функции MPI. Операции "точка-точка", режимы приема и отправки сообщений. Коллективные операции. Расширения стандарта в версии MPI-2. Сравнительный анализ технологий программирования OpenMP и MPI. Уровни поддержки нитей в MPI-программе. Безопасное управление нитями в гибридной программе MPI+OpenMP. Библиотека Intel Cluster OpenMP. Модель распараллеливания work stealing. Основные компоненты Intel Cilk Plus и модели исполнения: ключевые слова (cilk_for, cilk_spawn, cilk_sync), преобразователи (reducers), специальное представление массивов (C/C++ Extensions for Array Notation, CEAN), элементарные функции. Современный инструментарий для разработки параллельных программ: компиляторы, отладчики, средства анализа эффективности программ (на примере Intel Parallel Studio).

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы) |
|---|---|
| ПК-4.2 умением повышать эффективность и надежность процессов обработки и передачи данных и знаний в вычислительных машинах, комплексах и компьютерных сетях (для направленности 05.13.11) | Знать: принципы построения параллельных алгоритмов на базе гибридной модели MPI+OpenMP. |
| | Уметь: выполнять распараллеливание алгоритмов на базе гибридной модели MPI+OpenMP. |
| | Владеть: навыками разработки параллельных программ на базе гибридной модели MPI+OpenMP. |
| ПК-4.1 знанием задач развития теории программирования, создания и сопровождения программных средств различного назначения (для направленности 05.13.11) | Знать: модель параллельного программирования с помощью передачи сообщений. |
| | Уметь: выполнять распараллеливание алгоритмов с помощью модели MPI. |
| | Владеть: навыками разработки параллельных программ с использованием модели передачи |

| | |
|--|--|
| | сообщений. |
| ОПК-5 способностью объективно оценивать результаты исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях | Знать: модель программирования в общей памяти. |
| | Уметь: выполнять распараллеливание алгоритмов с использованием модели "FORK-JOIN". |
| | Владеть: навыками разработки параллельных программ с использованием модели общей памяти. |

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---|--|
| П.1.В.06.05 Обработка запросов в системах баз данных | Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (6 семестр) |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина | Требования |
|--|--|
| П.1.В.06.05 Обработка запросов в системах баз данных | Знать: математические основы функционирования компилятора запросов. Уметь: проводить оценку стоимости запроса на основе оценок стоимости реляционных операций. Владеть: методами управления буферным пулом в СУБД. |

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|--|-------------|------------------------------------|
| | | Номер семестра |
| | | 5 |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 108 | 108 |
| <i>Аудиторные занятия:</i> | 38 | 38 |
| Лекции (Л) | 38 | 38 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 0 | 0 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 0 | 0 |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i> | 70 | 70 |
| Углубленное изучение | 70 | 70 |
| Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | - | экзамен |

5. Содержание дисциплины

| № | Наименование разделов дисциплины | Объем аудиторных занятий по |
|---|----------------------------------|-----------------------------|
|---|----------------------------------|-----------------------------|

| раздела | | видам в часах | | | |
|---------|---|---------------|---|----|----|
| | | Всего | Л | ПЗ | ЛР |
| 1 | Обзор современных технологий параллельного программирования | 3 | 3 | 0 | 0 |
| 2 | Технология программирования OpenMP | 8 | 8 | 0 | 0 |
| 3 | Технология программирования MPI | 8 | 8 | 0 | 0 |
| 4 | Гибридное программирование MPI+OpenMP | 5 | 5 | 0 | 0 |
| 5 | Технология программирования Intel Cilk | 8 | 8 | 0 | 0 |
| 6 | Инструменты Intel для создания параллельных приложений | 6 | 6 | 0 | 0 |

5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия | Кол-во часов |
|----------|-----------|--|--------------|
| 1 | 1 | Традиционные языки программирования и распараллеливающие компиляторы. Надъязыковые средства для организации параллелизма. Параллельные расширения традиционных языков программирования. Параллельные языки программирования. Библиотеки и интерфейсы для передачи сообщений. | 3 |
| 2 | 2 | Модель программирования в общей памяти. Модель "пульсирующего" параллелизма FORK-JOIN. Стандарт OpenMP: основные понятия, директивы и функции. | 3 |
| 3 | 2 | Техника применения функций стандарта OpenMP для распараллеливания алгоритмов решения научных и практических задач. | 5 |
| 4 | 3 | Модель передачи сообщений в системах с распределенной памятью. Режимы запуска параллельных программ SPMD и MPMD. Стандарт Message Passing Interface (MPI). Основные понятия и функции MPI. Операции "точка-точка", режимы приема и отправки сообщений. Коллективные операции. Расширения стандарта в версии MPI-2. | 3 |
| 5 | 3 | Техника применения функций стандарта MPI для распараллеливания алгоритмов решения научных и практических задач. | 5 |
| 6 | 4 | Сравнительный анализ технологий программирования OpenMP и MPI. Уровни поддержки нитей в MPI-программе. Безопасное управление нитями в гибридной программе MPI+OpenMP. Библиотека Intel Cluster OpenMP. | 5 |
| 7 | 5 | Модель распараллеливания work stealing. Основные компоненты Intel Cilk Plus и модели исполнения: ключевые слова (cilk_for, cilk_spawn, cilk_sync), преобразователи (reducers), специальное представление массивов (C/C++ Extensions for Array Notation, CEAN), элементарные функции. | 3 |
| 8 | 5 | Техника применения функций библиотеки Intel Cilk Plus для распараллеливания алгоритмов решения научных и практических задач. | 5 |
| 9 | 6 | Современный инструментарий для разработки параллельных программ: компиляторы, отладчики, средства анализа эффективности программ (на примере Intel Parallel Studio). | 6 |

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС | | |
|--|---|--------------|
| Вид работы и содержание задания | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) | Кол-во часов |
| Самостоятельное изучение архитектуры и программной модели CUDA | Боресков А.В., Харламов А.А., Марковский Н.Д. и др. Параллельные вычисления на GPU: архитектура и программная модель CUDA. М.: Изд-во МГУ, 2012. - гл. 1-2, стр. 14-44. | 70 |

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

| Инновационные формы учебных занятий | Вид работы (Л, ПЗ, ЛР) | Краткое описание | Кол-во ауд. часов |
|-------------------------------------|------------------------|---|-------------------|
| Интерактивная лекция | Лекции | Коллективное обсуждение проблематики лекции | 38 |

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: Изучение достижений научных школ ЮУрГУ по тематике высокопроизводительных вычислений.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

| Наименование разделов дисциплины | Контролируемая компетенция ЗУНы | Вид контроля (включая текущий) | №№ заданий |
|---|---|--------------------------------|------------|
| Обзор современных технологий параллельного программирования | ОПК-5 способностью объективно оценивать результаты исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях | промежуточный, текущий | 1,2 |
| Технология программирования OpenMP | ПК-4.1 знанием задач развития теории программирования, создания и сопровождения программных средств различного назначения (для направленности 05.13.11) | промежуточный, текущий | 3-10 |
| Инструменты Intel для создания параллельных приложений | ПК-4.2 умением повышать эффективность и надежность процессов обработки и передачи данных и знаний в вычислительных машинах, комплексах и компьютерных сетях (для направленности 05.13.11) | промежуточный, текущий | 32-36 |
| Гибридное | ПК-4.1 знанием задач развития теории | промежуточный, | 23-25 |

| | | | |
|--|---|------------------------|-------|
| программирование MPI+OpenMP | программирования, создания и сопровождения программных средств различного назначения (для направленности 05.13.11) | текущий | |
| Технология программирования MPI | ПК-4.1 знанием задач развития теории программирования, создания и сопровождения программных средств различного назначения (для направленности 05.13.11) | промежуточный, текущий | 11-22 |
| Технология программирования Intel Cilk | ПК-4.2 умением повышать эффективность и надежность процессов обработки и передачи данных и знаний в вычислительных машинах, комплексах и компьютерных сетях (для направленности 05.13.11) | промежуточный, текущий | 26-31 |

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

| Вид контроля | Процедуры проведения и оценивания | Критерии оценивания |
|------------------------|-----------------------------------|---|
| промежуточный, текущий | Компьютерный тест | Отлично: Более 75% правильных ответов Хорошо: От 65% до 75% правильных ответов Удовлетворительно: От 50% до 65% правильных ответов Неудовлетворительно: Менее 50% правильных ответов |

7.3. Типовые контрольные задания

| Вид контроля | Типовые контрольные задания |
|------------------------|--|
| промежуточный, текущий | 1-2. Обзор современных технологий параллельного программирования 3-10. Технология программирования OpenMP 11-22. Технология программирования MPI 23-25. Гибридное программирование MPI+OpenMP 26-31. Технология программирования Intel Cilk 32-36. Инструменты Intel для создания параллельных приложений Тест.pdf |

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Гергель, В. П. Современные языки и технологии параллельного программирования Текст учебник для вузов по направлениям 010400 "Прикл. мат. и информатика" и 010300 "Фундамент. информатика и информ. технологии" В. П. Гергель ; Б-ка Нижегород. гос. ун-та им. Н. И. Лобачевского. - М.: Издательство Московского университета, 2012. - 402 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Воеводин, В. В. Вычислительная математика и структура алгоритмов : 10 лекций о том, почему трудно решать задачи на вычислительных системах параллельной архитектуры и что надо знать дополнительно, чтобы успешно преодолевать эти трудности Текст учебник для

вузов по направлениям ВПО 010400 "Приклад. математика и информатика" и 010300 "Фундаментал. информатика и информационные технологии" В. В. Воеводин ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд., стер. - М.: Издательство Московского университета, 2010. - 166 с. ил. 21 см

2. Воеводин, В. В. Параллельные вычисления Учеб. пособие для вузов по направлению 510200 "Прикладная математика и информатика" В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. - СПб.: БХВ-Петербург, 2004. - 599 с.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика.
2. Supercomputing Frontiers and Innovations. An International Journal.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Иванова Е.В., Пан К.С., Цымблер М.Л. Методические указания по дисциплине "Программирование для высокопроизводительных вычислительных систем"

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

2. Иванова Е.В., Пан К.С., Цымблер М.Л. Методические указания по дисциплине "Программирование для высокопроизводительных вычислительных систем"

Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы | Наименование разработки | Наименование ресурса в электронной форме | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---|--|---|--|---|
| 1 | Методические пособия для самостоятельной работы студента | Библиографический каталог информационных технологий bit.susu.ru | Электронный каталог ЮУрГУ | Интернет / Свободный |

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. РСК Технологии-Система "Персональный виртуальный компьютер" (ПВК) (MS Windows, MS Office, открытое ПО)(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(бессрочно)
2. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| | | |
|-------------|-------------|--|
| Вид занятий | № ауд. | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
| Лекции | 110 (3г) | проектор |