

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: Директор департамента образования
Дата подписания: 13.09.2021 19:57:32
Уникальный программный ключ:
1cb4f9edcd6d31e931c556ddefa3b376a443365a5419cb3e3965cc668ec8658b



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленна)»**
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
С.А. Галунин
13.09.2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«СИСТЕМЫ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ»

для подготовки магистров

по направлению

01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

по программе

«Математическое и программное обеспечение вычислительных машин»

Санкт-Петербург

2021

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчик

к.т.н., доцент



Ю. С. Татаринов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МОЭВМ
22.06.2021, протокол № 6

Заведующий кафедрой МОЭВМ
к.т.н., доцент



К.В. Кринкин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФКТИ, 24.06.2021, протокол № 5

Председатель УМК ФКТИ
доцент, к.т.н.



В.С. Андреев

Согласовано:

Начальник ОМОЛА



О.В. Загороднюк

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

| | |
|---|-------|
| Обеспечивающий факультет | ФКТИ |
| Обеспечивающая кафедра | МОЭВМ |
| Общая трудоемкость (ЗЕТ) | 5 |
| Курс | 1 |
| Семестр | 1 |
| Виды занятий | |
| Лекции (академ. часов) | 17 |
| Практические занятия (академ. часов) | 34 |
| Иная контактная работа (академ. часов) | 1 |
| Все контактные часы (академ. часов) | 52 |
| Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов) | 128 |
| Всего (академ. часов) | 180 |
| Вид промежуточной аттестации | |
| Экзамен (курс) | 1 |

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«СИСТЕМЫ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ»

Параллельные многопроцессорные вычислительные системы находят в последнее время широкое применение – это и суперкомпьютеры и многопроцессорные серверы с масштабируемыми СУБД, и вычислительные кластеры и, используемые для организации трудоемких вычислительных экспериментов, и Intranet-сети масштаба предприятия, позволяющие разделять информационные и вычислительные ресурсы. У параллельных многопроцессорных вычислительных систем различные архитектура и операционное окружение, но при программировании в них часто возникают одинаковые проблемы. Применение многопроцессорных систем требует учета и освоения определенной специфики параллельных вычислений. В данном курсе рассматриваются архитектуры и классификация параллельных вычислительных систем и особенности параллельного программирования.

SUBJECT SUMMARY

«PARALLEL COMPUTING SYSTEMS»

Parallel multiprocessor computer systems, such as supercomputers and multiprocessor servers with scalable database, computing clusters used for the organization of labor-intensive computational experiments and Intranet-enterprise networks that allow sharing information and computing resources, have been widely used recently. Parallel multiprocessor computer systems have different architectures and operating environment but they often have same programming problems. The use of multiprocessor systems requires understanding and consideration of specific nature of parallel computing. This course examines the architecture and classification of parallel computing and parallel programming features.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Изучение классификации, архитектуры параллельных вычислительных систем и формальных моделей, средств моделирования и верификации систем параллельной обработки данных. Получение знаний о моделях параллельного программирования, о методах и средствах оценки эффективности параллельных программ.

2. Формирование практического навыка по выбору архитектуры параллельной вычислительной системы в зависимости от типа решаемой задачи обработки данных. Умение создавать оптимальные виртуальные параллельные вычислительные структуры для различного рода задач параллельной обработки данных и работать в программной среде параллельного программирования. Создавать эффективные масштабируемые параллельные программы.

3. Освоение критериев оптимизации выбора средств вычислительной техники, программного обеспечения и методов их использования для эффективной реализации параллельной обработки информации. Приобретение навыков работы в средах параллельного программирования, разработки и отладки параллельных алгоритмов и программ, с учетом модели параллельного вычислителя.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе знаний, полученных при освоении программы бакалавриата или специалитета.

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Многопоточное и распределенное программирование»
2. «Верификация и аттестация программного обеспечения»

3. «Объектно-ориентированные технологии разработки программного обеспечения»

4. «Разработка языковых процессоров»

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

| Код компетенции/ индикатора компетенции | Наименование компетенции/индикатора компетенции |
|--|--|
| ПК-3 | Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной деятельности |
| <i>ПК-3.1</i> | <i>Знает современные концептуальные и теоретические модели задач проектной деятельности</i> |
| <i>ПК-3.2</i> | <i>Умеет обосновывать выбор существующих либо необходимость разработки новых концептуальных и теоретических моделей решаемых задач проектной деятельности</i> |
| СПК-1 | Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение вычислительных машин для решения задач проектной деятельности |
| <i>СПК-1.1</i> | <i>Знает математические методы, системное и прикладное программное обеспечение современных вычислительных машин</i> |
| <i>СПК-1.2</i> | <i>Умеет применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение вычислительных машин для решения задач проектной деятельности</i> |
| <i>СПК-1.3</i> | <i>Имеет навыки решения задач проектной деятельности с использованием математических методов, системного и прикладного программного обеспечения</i> |

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

| № п/п | Наименование темы дисциплины | Лек, ач | Пр, ач | ИКР, ач | СР, ач |
|-------|---|---------|--------|---------|--------|
| 1 | Введение | 1 | | | |
| 2 | Тема 1. Многопроцессорные вычислительные системы | 2 | 4 | | 10 |
| 3 | Тема 2. Модели параллельного программирования | 1 | 2 | | 10 |
| 4 | Тема 3. Сети передачи данных | 1 | 4 | | 10 |
| 5 | Тема 4. Модели распределенных вычислений | 2 | 4 | | 10 |
| 6 | Тема 5. Взаимодействия асинхронных параллельных процессов | 2 | 4 | | 11 |
| 7 | Тема 6. Коллективные операции передачи данных | 2 | 4 | | 12 |
| 8 | Тема 7. Передача данных | 1 | 4 | | 10 |
| 9 | Тема 8. Управление группами процессов | 2 | 4 | | 10 |
| 10 | Тема 9. Физические и Виртуальные топологии вычислительной системы | 2 | 4 | | 10 |
| 11 | Заключение | 1 | | 1 | 35 |
| | Итого, ач | 17 | 34 | 1 | 128 |
| | Из них ач на контроль | 0 | 0 | 0 | 35 |
| | Общая трудоемкость освоения, ач/зе | 180/5 | | | |

4.1.2 Содержание

| № п/п | Наименование темы дисциплины | Содержание |
|-------|--|--|
| 1 | Введение | Общий обзор дисциплины, специфика, области применения, терминология. |
| 2 | Тема 1. Многопроцессорные вычислительные системы | Области использования многопроцессорных вычислительных систем. Оценки эффективности параллельных вычислений |
| 3 | Тема 2. Модели параллельного программирования | Архитектура и классификация параллельных многопроцессорных вычислительных систем и моделей параллельного программирования. Вычислительные системы с массовым параллелизмом |
| 4 | Тема 3. Сети передачи данных | Организация взаимодействия между процессами, сети передачи данных. Виды параллелизма и фундаментальные требования к параллельной программе |

| № п/п | Наименование темы дисциплины | Содержание |
|--------------|---|--|
| 5 | Тема 4. Модели распределенных вычислений | Технология MessagePassingInterface (MPI) -классическая модель программирования MPP. Преимущества, основные понятия и определения (параллельная программа, операции передачи данных, коммутаторы, типы данных, виртуальные топологии) |
| 6 | Тема 5. Взаимодействия асинхронных параллельных процессов | Механизмы и дисциплины взаимодействия асинхронных параллельных процессов. Анализ динамики их взаимодействия -тупики и ловушки. Формальные модели и средства описания, анализа и верификации параллельных программ |
| 7 | Тема 6. Коллективные операции передачи данных | Коллективные операции передачи данных, синхронизация вычислений. Методы и особенности |
| 8 | Тема 7. Передача данных | Передача данных между двумя процессами, режимы передачи, блокирующие и неблокирующие обмена данными |
| 9 | Тема 8. Управление группами процессов | Методы управления группами процессов и коммутаторами. Особенности |
| 10 | Тема 9. Физические и Виртуальные топологии вычислительной системы | Физические и виртуальные топологии вычислительной системы. Оптимизация виртуальной и физической архитектуры вычислительной системы. Декартовы топологии и топологии графа |
| 11 | Заключение | Итоговый обзор дисциплины, перспективы развития. |

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

| Наименование практических занятий | Количество ауд. часов |
|--|------------------------------|
| 1. Введение в среду ОС UNIX и MPI. | 2 |
| 2. Запуск параллельной программы на различном числе одновременно работающих процессов, упорядочение вывода результатов. | 2 |
| 3. Исследование функций обмена данными «точка-точка» в библиотеке MPI. | 2 |
| 4. Использование аргументов – джокеров при передаче данных. | 2 |
| 5. Разработка масштабируемых параллельных программ. | 20 |
| 6. Исследование эффективности параллельных программ, реализующих четыре классических параллельных алгоритмов перемножения матриц (ленточные алгоритмы, алгоритм Фокса и алгоритм Кэннона). | 6 |
| Итого | 34 |

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной

дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

| Текущая СРС | Примерная трудоемкость, ач |
|---|---------------------------------------|
| Работа с лекционным материалом, с учебной литературой | 30 |
| Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях) | 0 |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины | 0 |
| Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ | 0 |
| Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям | 30 |
| Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам | 12 |
| Выполнение расчетно-графических работ | 0 |
| Выполнение курсового проекта или курсовой работы | 0 |
| Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме | 21 |
| Работа над междисциплинарным проектом | 0 |
| Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных | 0 |
| Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену | 35 |
| ИТОГО СРС | 128 |

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

| № п/п | Название, библиографическое описание | К-во экз. в библ. |
|---------------------------|--|-------------------|
| Основная литература | | |
| 1 | Мараховский, Вячеслав Борисович. Моделирование параллельных процессов. Сети Петри [Текст] : курс для систем. архитекторов, программистов, систем. аналитиков, проектировщиков слож. систем управления / В. Б. Мараховский, Л. Я. Розенблюм, А. В. Яковлев, 2014. -398 с. | 30 |
| 2 | Немнюгин С. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем [Электронный ресурс] / С. Немнюгин, О. Стесик, 2014. -400 с. | неогр. |
| 3 | Организация процессов в операционной системе LINUX [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / [А. Б Верховинский, С. В. Иванов, Г. В. Разумовский, В. С. Фомичев], 2012. -1 эл. опт. диск (CD-ROM) | неогр. |
| Дополнительная литература | | |
| 1 | Питерсон, Джеймс. Теория сетей Петри и моделирование систем [Текст] / Дж. Питерсон ; пер. с англ. М.В. Горбатовой [и др.] ; под ред. В.А. Горбатова, 1984. -264 с. | 60 |

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

| № п/п | Электронный адрес |
|-------|--|
| 1 | Учебные материалы по MPI. Режим доступа: http://parallel.ru/tech/tech_dev/mpi.html |

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=7350>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Системы параллельной обработки данных» формой промежуточной аттестации является экзамен.

Экзамен

| Оценка | Описание |
|---------------------|---|
| Неудовлетворительно | Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины |
| Удовлетворительно | Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем |
| Хорошо | Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи |
| Отлично | Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач. |

Особенности допуска

Студенты, получившие оценку не менее ”удовлетворительно” по всем контрольным точкам (контрольные работы), допускаются к экзамену

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Примерные вопросы к экзамену

| № п/п | Описание |
|-------|--|
| 1 | Типовые задачи взаимодействия асинхронных процессов. Спецификация дисциплины межпроцессного взаимодействия с использованием сетей Петри |
| 2 | Классификация многопроцессорных систем. ВС с разделяемой общей памятью. Системы параллельной обработки данных на базе машин SMP и NUMA |
| 3 | Классификация многопроцессорных систем. ВС с распределенной областью памяти. Системы параллельной обработки данных на базе мультипроцессоров |
| 4 | Управление группами процессов в MPI |
| 5 | Блокирующие и неблокирующие операции в MPI. Проверка состояния неблокирующей операции передачи данных |

Форма билета

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина **Системы параллельной обработки данных**

1. Анализ современных тенденций развития вычислительных систем. Основные области и особенности применения многопроцессорных ВС.
2. Основные проблемы параллельного программирования.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

К.В. Кринкин

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Контрольные работы состоят в развернутом письменном ответе на вопросы. На каждой контрольной работе студент должен дать ответы на 2 вопроса.

Примеры вопросов в билете:

1. Технология Message Passing Interface (MPI) - классическая модель программирования MPP.
2. Декартовы топологии и топологии графа.

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

| Неделя | Темы занятий | Вид контроля |
|--------|---|--------------------|
| 1 | Тема 5. Взаимодействия асинхронных параллельных процессов | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | Контрольная работа |
| 9 | Тема 9. Физические и Виртуальные топологии вычислительной системы | |
| 10 | | |
| 11 | | |
| 12 | | |
| 13 | | |
| 14 | | |
| 15 | | |
| 16 | | |
| 17 | | Контрольная работа |

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), а также 2 контрольные работы, по результатам которых студент получает допуск на экзамен.

В ходе проведения семинарских и практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных, лабораторных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

| Тип занятий | Тип помещения | Требования к помещению | Требования к программному обеспечению |
|------------------------|--------------------------------------|---|--|
| Лекция | Лекционная аудитория | Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, персональный компьютер IBM-совместимый Pentium или выше, проектор, экран, меловая или маркерная доска | 1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше; |
| Практические занятия | Аудитория | Количество посадочных мест, оборудованных компьютерами IBM-совместимыми Pentium или выше, – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, проектор, экран, меловая или маркерная доска, персональный компьютер IBM совместимый Pentium или выше | 1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше; |
| Самостоятельная работа | Помещение для самостоятельной работы | Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета. | 1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше |

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| № п/п | Дата | Изменение | Дата и номер протокола заседания УМК | Автор | Начальник ОМОЛА |
|------------------|-------------|------------------|---|--------------|----------------------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |