

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 26.06.2023 14:08:31
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Проектирование и применение
компьютерных систем и техноло-
гий»



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ И СИСТЕМЫ»

для подготовки бакалавров

по направлению

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

по профилю

«Проектирование и применение компьютерных систем и технологий»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

к.т.н., доцент Пазников А.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТ
19.01.2022, протокол № 1

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФКТИ, 24.02.2022, протокол № 2

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФКТИ
Обеспечивающая кафедра	ВТ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	3
Семестр	6
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)	92
Всего (академ. часов)	144
Вид промежуточной аттестации	
Экзамен (семестр)	6

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ И СИСТЕМЫ»

В рамках изучения дисциплины «Параллельные алгоритмы и системы» студенты приобретают новые знания в области ускорения вычислений с применением высокопроизводительных вычислительных систем, знакомятся с математической теорией, лежащей в основе создания параллельных алгоритмов, изучают основные характеристики параллельных алгоритмов и методы достижения наибольшей эффективности алгоритмов. На практике студенты приобретают навыки создания параллельных программ с применением языка C и библиотеки MPICH.

SUBJECT SUMMARY

«PARALLEL ALGORITHMS AND SYSTEM»

As part of the discipline "Parallel Algorithms and Systems" students acquire new knowledge in the field of acceleration of calculations with the use of high-performance computing systems, familiar with the mathematical theory underlying the creation of parallel algorithms, learn the basic characteristics of parallel algorithms and methods to achieve the most efficient algorithms. In practice, students acquire the skills of creating parallel programs using the C language and MPICH library.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Целью дисциплины является изучение основ теории параллельных вычислений, приобретение теоретических знаний и формирование практических умений и навыков параллельного программирования.

2. Задачи дисциплины:

-освоение технологии параллельного программирования на системах с разделяемой памятью;

-формирование навыков параллельного программирования;

-приобретение умений разработки параллельных алгоритмов, проведения экспериментов, анализа эффективности программ.

3. Получение знаний по основным направлениям в области организации параллельных вычислений на многопроцессорных вычислительных системах и знаний технологий параллельного программирования.

4. Формирование умений создавать параллельные программы для решения задач из различных предметных областей.

5. Формирование у студентов навыков параллельного программирования с использованием многопоточного программирования.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Программирование»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Архитектура вычислительных и информационных систем»

2. «Организация процессов и программирование в среде Linux»

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
СПК-9	Способен разрабатывать программные компоненты компьютерных вычислительных систем и сетей, систем автоматизированного проектирования
<i>СПК-9.1</i>	<i>Разрабатывает программные модули и компоненты</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 в параллельные вычисления. Основные проблемы и задачи	1			
2	Взаимное исключение. Алгоритмы взаимного исключения	2	4		6
3	Разделяемые объекты. Линеаризуемость	2	4		8
4	Основы теории разделяемой памяти	2	4		8
5	Регистры. Консенсус. Протоколы консенсуса	2	6	1	20
6	Универсальность консенсуса	2	6		20
7	Алгоритмы реализации спинлоков	2	6		20
8	Алгоритмы реализации разделяемых связанных списков	2	4		10
9	Алгоритмы реализации разделяемых очередей и стеков	2			
	Итого, ач	17	34	1	92
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение в параллельные вычисления. Основные проблемы и задачи	Краткий обзор курса. Цель курса. Задачи курса. Место курса в общем образовании бакалавра. Связь с другими дисциплинами
2	Взаимное исключение. Алгоритмы взаимного исключения	Определение FLOPS. Границы применимости FLOPS. Причины широкого распространения FLOPS. Параллельность вычислений. Развитие. Тенденции и проблемы. Трудности параллельного программирования.
3	Разделяемые объекты. Линеаризуемость	Пути достижения параллелизма. Устройстве компьютера. Параллельная обработка данных. Конвейерная обработка данных. Техничко-эксплуатационные характеристики ЭВМ. Характеристика типовых схем коммуникации в многопроцессорных вычислительных системах

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
4	Основы теории разделяемой памяти	Классификации по признакам: принцип действия; используемая элементная база; назначение; размеры и вычислительная мощность; особенности архитектуры. Классификация Флинна. Векторные устройства. Классификация Ванга и Бриггса.
5	Регистры. Консенсус. Протоколы консенсуса	Система функциональных устройств. Модель вычислений в виде информационного графа алгоритма. Концепция неограниченного параллелизма. Определение времени выполнения параллельного алгоритма. Учебный пример: вычисление частных сумм последовательности числовых значений. Неформальная постановка задач параллельного программирования ВС. Граф-схемы параллельных алгоритмов.
6	Универсальность консенсуса	Алгоритмы оптимизации информационного графа по ширине и высоте. Определение групп вершин графа и минимальных высоты и ширины (приведение к параллельной форме). Оптимизация информационного графа с учетом межпроцессорных передач данных.
7	Алгоритмы реализации спинлоков	Оценка максимально достижимого параллелизма. Анализ масштабируемости параллельных вычислений. Временные оценки на информационных графах. Алгоритм нахождения ранних сроков окончания выполнения работ. Алгоритм нахождения поздних сроков окончания выполнения работ при заданном значении. Нижняя оценка минимального числа процессоров, необходимого для выполнения алгоритма за заданное время. Нижняя оценка минимального времени выполнения данного алгоритма на ВС.
8	Алгоритмы реализации разделяемых связанных списков	Простые сети Петри. Маркировка сети. Моделирование простой вычислительной системы. Моделирование конструкции fork/join сетью Петри. Моделирование структуры parbegin/parend сетью Петри.
9	Алгоритмы реализации разделяемых очередей и стеков	Подведение итогов. Обзор специальных глав теории параллельных вычислений.

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Создание, компиляция и запуск параллельной программы	6
2. Организация обмена сообщениями между процессами	4
3. Параллельная реализация алгоритмов матричной алгебры.	4

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
4. Работа с коллективными функциями	6
5. Функции оценки параметров работы параллельных программ, функции блокировки и другие вспомогательные функции MPICH.	8
6. Распараллеливание численных методов	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 пройденно-

го 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	20
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	20
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	17
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
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	0
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	92

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	Воеводин, Валентин Васильевич. Параллельные вычисления [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению 510200 "Прикладная математика и информатика" / В.В. Воеводин, Вл.В. Воеводин, 2002. -VII, 599 с.	12
2	Эндрюс, Грегори Р. Основы многопоточного, параллельного и распределенного программирования [Текст] : [Пер. с англ.] / Г.Р. Эндрюс, 2003. - 505 с.	20
3	Немнюгин, Сергей А. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем [Текст] : монография / С.А.Немнюгин, О.Л.Стефик, 2002. -396 с.	10
Дополнительная литература		
1	Параллельные вычисления в локальных сетях [Текст] : метод. указания к лаб. работам по дисциплине "Параллельные алгоритмы и системы" / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2005. -44 с.	83
2	Орлов, Сергей Александрович. Организация ЭВМ и систем [Текст] : учеб. для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Информатика и вычисл. техника" / С. А. Орлов, Б. Я. Цилькер, 2011. -686 с.	15

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Cit Forum http://www.citforum.ru/
2	ИНТУИТ Национальный открытый университет. Параллельные вычисления и многопоточное программирование http://www.intuit.ru/studies/courses/10554/1092/info

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10928>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Параллельные алгоритмы и системы» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: 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
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

Для допуска к экзамену нужно сдать все практические работы. Экзамен проводится по билетам.

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

Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Основные принципы построения вычислительных систем с общей памятью
2	Основные задачи синхронизации в многопоточном программировании
3	Алгоритмы Peterson, Bakery для взаимного исключения
4	Основные критерии корректности разделяемых структур данных
5	Классификация регистров, алгоритмы построения регистров
6	Не блокируемые алгоритмы атомарных снимков
7	Понятие консенсуса, теорема об ограничениях операций чтения и записи
8	Практические алгоритмы взаимного исключения
9	Алгоритмы взаимного исключения на основе очередей
10	Разделяемый потокобезопасное множество на основе связного списка
11	Потокобезопасные очереди
12	Потокобезопасные стеки
13	Сети подсчета
14	Потокобезопасные пулы
15	Потокобезопасные хеш-таблицы с закрытой адресацией
16	Потокобезопасные хеш-таблицы с открытой адресацией
17	Алгоритмы барьерной синхронизации
18	Алгоритмы work-stealing
19	Алгоритмы на основе комбинирования
20	Принципы построения программной транзакционной памяти

Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина Параллельные алгоритмы и системы ФКТИ

1. Разделяемый потокобезопасное множество на основе связного списка
2. Алгоритмы Peterson, Bakery для взаимного исключения

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

М.С. Куприянов

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	7. Алгоритмы реализации спинлоков	
2		
3		
4		Практическая работа
5	8. Алгоритмы реализации разделяемых связанных списков	
6		Практическая работа
7	9. Алгоритмы реализации разделяемых очередей и стеков	
8		Практическая 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), по результатам которого 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 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, маркерная доска, видеопроектор или мультимедиа-система, ПК	1) Операционная система GNU/Linux 3) Компиляторы clang, gcc 3) Стандартный стек ПО GNU/Linux
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, проектор, экран, маркерная доска, ПК в количестве 1/2 контингента	1) Операционная система GNU/Linux 3) Компиляторы clang, gcc 3) Стандартный стек ПО GNU/Linux
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) Операционная система GNU/Linux 3) Компиляторы clang, gcc 3) Стандартный стек ПО GNU/Linux

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