

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Вятский государственный университет»
(ВятГУ)
г. Киров

Утверждаю
Директор/Декан Бушмелева Н. А.



Номер регистрации
РПД_3-01.03.02.52_2021_119624
Актуализировано: 12.04.2021

Рабочая программа дисциплины
Параллельное программирование

	наименование дисциплины
Квалификация выпускника	Бакалавр
Направление подготовки	01.03.02 шифр
	Прикладная математика и информатика наименование
Направленность (профиль)	3-01.03.02.52 шифр
	Математическое и программное обеспечение информационных систем наименование
Формы обучения	Очная наименование
Кафедра-разработчик	Кафедра прикладной математики и информатики (ОРУ) наименование
Выпускающая кафедра	Кафедра прикладной математики и информатики (ОРУ) наименование

Сведения о разработчиках рабочей программы дисциплины

Торбеева Анна Владимировна

ФИО

Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины	Цель дисциплины: ознакомление студентов с теоретическими и практическими аспектами параллельного программирования. Формирование знаний и представлений о современных технологиях параллельного программирования и их применении в научной деятельности и при разработке программных систем и комплексов.
Задачи дисциплины	<ol style="list-style-type: none"> 1. Формирование представления об общих принципах параллельного программирования. 2. Знакомство с технологиями параллельного программирования. 3. Ознакомление с основными тенденциями развития и требованиями, предъявляемыми к параллельному программированию. 4. Обучение самостоятельному поиску и использованию нормативно-технической и справочной литературы и электронных источников информации. 5. Развитие всех видов мышления в процессе творческого исследования различных методов решения задач. 6. Воспитание творческого подхода к решению проблем, возникающих в процессе профессиональной деятельности.

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

Компетенция ПК-1

Способен разрабатывать и анализировать требования к программному обеспечению, разрабатывать технические спецификации на программные компоненты и их взаимодействие, проектировать программное обеспечение		
Знает	Умеет	Владеет
классификацию вычислительных систем, принципы взаимодействия и взаимоисключения потоков, средства синхронизации потоков; общую схему разработки параллельных методов; параллельные алгоритмы умножения матрицы на вектор; технологии параллельного программирования	выбирать технологию параллельного программирования в зависимости от архитектуры вычислительной системы; разрабатывать параллельные алгоритмы и выполнять оценку их временной сложности; проектировать взаимодействие потоков с учетом возможностей используемой технологии и вычислительной системы	навыками разработки параллельных программ, их отладки и оценки временной сложности

Структура дисциплины
Тематический план

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Шифр формируемых компетенций
1	Введение в параллельное программирование	ПК-1
2	Основы разработки параллельных программ для систем с общей памятью	ПК-1
3	Основы разработки параллельных программ для распределенных и гибридных систем	ПК-1
4	Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	ПК-1

Формы промежуточной аттестации

Зачет	Не предусмотрен (Очная форма обучения)
Экзамен	6 семестр (Очная форма обучения)
Курсовая работа	Не предусмотрена (Очная форма обучения)
Курсовой проект	Не предусмотрена (Очная форма обучения)

Трудоемкость дисциплины

Форма обучения	Курсы	Семестры	Общий объем (трудоемкость)		Контактная работа, час	в том числе аудиторная контактная работа обучающихся с преподавателем, час				Самостоятельная работа, час	Курсовая работа (проект), семестр	Зачет, семестр	Экзамен, семестр
			Часов	ЗЕТ		Всего	Лекции	Семинарские, практические занятия	Лабораторные занятия				
Очная форма обучения	3	6	144	4	83	54	18	0	36	61			6

Содержание дисциплины

Очная форма обучения

Код занятия	Наименование тем занятий	Трудоемкость, академических часов
Раздел 1 «Введение в параллельное программирование»		14.50
Лекции		
Л1.1	Понятие параллельного программирования. Необходимость параллельного программирования. Значимость параллельного программирования. Примеры параллельных вычислительных систем: суперкомпьютеры, кластеры. Классификация архитектур вычислительных систем: SMP, MPP, PVP. Классификация вычислительных систем (систематика Флинна).	2.00
Л1.2	Оценка эффективности параллельных вычислений. Общая схема разработки параллельных методов. Оценка коммуникационной сложности алгоритмов	2.00
Лабораторные занятия		
Р1.1	Оптимизация при работе с памятью на примере умножения матриц	4.00
Самостоятельная работа		
С1.1	Подготовка к лекциям	2.00
С1.2	Подготовка к лабораторным работам	2.00
Контактная внеаудиторная работа		
КВР1.1	Контактная внеаудиторная работа	2.50
Раздел 2 «Основы разработки параллельных программ для систем с общей памятью»		45.00
Лекции		
Л2.1	Организация параллельных программ как системы потоков: понятия процесса и потока. Взаимодействие и взаимоисключение потоков. Алгоритмы взаимоисключения потоков. Проблемные ситуации при многопоточности: гонки, тупики, бесконечное откладывание.	2.00
Л2.2	Средства синхронизации потоков: семафоры, мьютексы, условные переменные. Потоки и их синхронизация средствами стандартной библиотеки языка C++ (начиная со стандарта C++11).	1.00
Л2.3	Классические задачи синхронизации: «поставщики-потребители», «обедающие философы», «читатели-писатели», «спящий парикмахер».	1.00
Л2.4	Основы технологии OpenMP.	2.00
Лабораторные занятия		
Р2.1	Основы работы с потоками средствами стандартной библиотеки языка C++ (заголовочный файл thread)	2.00

P2.2	Синхронизация потоков в C++	2.00
P2.3	Классические задачи синхронизации.	4.00
P2.4	Введение в OpenMP	2.00
P2.5	OpenMP. Синхронизация потоков	2.00
Самостоятельная работа		
C2.1	Подготовка к лекциям	3.00
C2.2	Подготовка к лабораторным работам	12.00
Контактная внеаудиторная работа		
КВР2.1	Контактная внеаудиторная работа	12.00
Раздел 3 «Основы разработки параллельных программ для распределенных и гибридных систем»		57.50
Лекции		
ЛЗ.1	Основы программирования для систем с распределенной памятью. Особенности разработки параллельных алгоритмов для распределенных и гибридных систем на примере параллельных методов умножения матрицы на вектор.	2.00
ЛЗ.2	Технология MPI. Введение. Компиляция и запуск MPI-программы. Парные операции.	1.00
ЛЗ.3	Технология MPI. Двухточечные обмены. Синхронная, буферизованная отправка и отправка по готовности. Неблокирующие обмены. Отложенные запросы.	1.00
ЛЗ.4	Технология MPI. Коллективные операции. Группы процессов и коммутаторы. Создание виртуальных топологий. Производные типы данных. Упаковка и распаковка данных.	2.00
ЛЗ.5	Основы программирования графических процессоров и гибридных систем. Технология CUDA.	2.00
Лабораторные занятия		
P3.1	MPI. Введение. Простейшие обмены. Синхронная, буферизованная отправка и отправка по готовности.	4.00
P3.2	MPI. Неблокирующие обмены и отложенные запросы.	4.00
P3.3	MPI. Коллективные обмены	4.00
P3.4	Реализация параллельных алгоритмов умножения матрицы на вектор с использованием технологии MPI	4.00
P3.5	Основы технологии CUDA. Программирование графических процессоров	4.00
Самостоятельная работа		
C3.1	Подготовка к лекциям	4.00
C3.2	Подготовка к лабораторным работам	13.50
Контактная внеаудиторная работа		
КВР3.1	Контактная внеаудиторная работа	12.00
Раздел 4 «Подготовка и прохождение промежуточной аттестации»		27.00
Э4.1	Подготовка к сдаче экзамена	24.50
КВР4.1	Консультация перед экзаменом	2.00
КВР4.2	Сдача экзамена	0.50
ИТОГО		144.00

Содержание дисциплины данной рабочей программы используется при обучении по индивидуальному учебному плану, при ускоренном обучении, при применении дистанционных образовательных технологий и электронном обучении (при наличии).

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие обучающегося на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной работы. Обучающийся обязан посещать лекции, семинарские, практические и лабораторные занятия (при их наличии), получать консультации преподавателя и выполнять самостоятельную работу.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, методических указаний и разработок, указанных в программе, особое внимание уделить целям, задачам, структуре и содержанию дисциплины.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Тематика лекций определяется настоящей рабочей программой дисциплины.

Лекции – это систематическое устное изложение учебного материала. На них обучающийся получает основной объем информации по каждой конкретной теме. Лекции обычно носят проблемный характер и нацелены на освещение наиболее трудных и дискуссионных вопросов.

Предполагается, что обучающиеся приходят на лекции, предварительно проработав соответствующий учебный материал по источникам, рекомендованным программой. Часто обучающимся трудно разобраться с дискуссионными вопросами, дать однозначный ответ. Преподаватель, сравнивая различные точки зрения, излагает свой взгляд и нацеливает их на дальнейшие исследования и поиск научных решений. После лекции желательно вечером перечитать и закрепить полученную информацию, тогда эффективность ее усвоения значительно возрастает. При работе с конспектом лекции необходимо отметить материал, который вызывает затруднения для понимания, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю.

Целью семинарских занятий является проверка уровня понимания обучающимися вопросов, рассмотренных на лекциях и в учебной литературе.

Целью практических и лабораторных занятий является формирование у обучающихся умений и навыков применения теоретических знаний в реальной практике решения задач; восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса.

Семинарские, практические и лабораторные занятия в равной мере направлены на совершенствование индивидуальных навыков решения теоретических и прикладных задач, выработку навыков интеллектуальной работы, а также ведения дискуссий. Для успешного участия в семинарских, практических и лабораторных занятиях обучающемуся следует тщательно подготовиться.

Основной формой подготовки обучающихся к практическим (лабораторным) занятиям является самостоятельная работа с учебно-методическими материалами, научной литературой, статистическими данными и т.п.

Изучив конкретную тему, обучающийся может определить, насколько хорошо он в ней разобрался. Если какие-то моменты остались непонятными, целесообразно составить список вопросов и на занятии задать их преподавателю. Практические (лабораторные) занятия предоставляют обучающемуся возможность творчески раскрыться, проявить инициативу и развить навыки публичного ведения дискуссий и общения.

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя выполнение различного рода заданий (изучение учебной и научной литературы, материалов лекций, систематизацию прочитанного материала, подготовку контрольной работы, решение

задач, подготовка докладов, написание рефератов, публикация тезисов, научных статей, подготовка и защита курсовой работы / проекта и другие), которые ориентированы на глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины.

Обучающимся рекомендуется систематически отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки.

Внутренняя система оценки качества освоения дисциплины включает входной контроль уровня подготовленности обучающихся, текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию, направленную на оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (в том числе результатов курсового проектирования (выполнения курсовых работ) при наличии).

При проведении промежуточной аттестации обучающегося учитываются результаты текущего контроля, проводимого в течение освоения дисциплины.

Процедура оценивания результатов освоения дисциплины осуществляется на основе действующих локальных нормативных актов ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», с которыми обучающиеся знакомятся на официальном сайте университета www.vyatsu.ru.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, в том числе учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося по дисциплине

Учебная литература (основная)

3) Сиротина, Н. Ю. Параллельные вычислительные системы : учебное пособие / Н. Ю. Сиротина, О. В. Непомнящий, К. В. Коршун, В. С. Васильев. - Красноярск : СФУ, 2019. - 178 с. - ISBN 978-5-7638-4180-0 : Б. ц. - URL: <https://e.lanbook.com/book/157580> (дата обращения: 15.05.2020). - Режим доступа: ЭБС Лань. - Текст : электронный.

4) Каропова, Е. Д. Основы многопоточного и параллельного программирования : учебное пособие / Е.Д. Каропова. - Красноярск : СФУ, 2016. - 355 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7638-3385-0 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497217/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

1) Гергель, Виктор Павлович. Высокопроизводительные вычисления для многопроцессорных многоядерных систем : учеб. пособие / В. П. Гергель ; ННГУ. - М. : Изд-во МГУ : Физматлит : Изд-во ННГУ, 2010. - 539, [4] с. - (Суперкомпьютерное образование). - Библиогр.: с. 534-539. - ISBN 978-5-211-059937-5 : 220.00 р. - Текст : непосредственный.

2) Антонов, Александр Сергеевич. Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP : учеб. пособие / А. С. Антонов ; МГУ. - Москва : Изд-во Моск. ун-та, 2012. - 339, [1] с. - (Суперкомпьютерное образование). - Библиогр.: с. 333-334. - ISBN 978-5-211-06343-3 : 130.00 р. - Текст : непосредственный.

5) Основы высокопроизводительных вычислений. Т. 2 Технологии параллельного программирования : учебное пособие / К.Е. Афанасьев, С.В. Стуколов, В.В. Малышенко, С.Н. Карабцев, Н.Е. Андреев. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2012. - 412 с. - ISBN 978-5-8353-1246-7 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232204/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

Учебная литература (дополнительная)

4) Арыков, С. Б. Параллельное программирование над общей памятью: OpenMP : учебное пособие / С.Б. Арыков, М.А. Городничев, Г.А. Шукин. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. - 95 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 88-90. - ISBN 978-5-7782-3796-4 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576119/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

3) Туральчук, К. А. Параллельное программирование с помощью языка C# / К.А. Туральчук. - 2-е изд., испр. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 190 с. - Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429098/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

5) Гергель, Виктор Павлович. Современные языки и технологии параллельного программирования : учебник / В. П. Гергель ; Б-ка Нижегород. гос. ун-та им. Н. И. Лобачевского. - М. : Изд-во Моск. ун-та, 2012. - 402, [4] с. - (Суперкомпьютерное образование). - Библиогр.: с. 394-402. - ISBN 978-5-211-06380-8 : 130.00 р. - Текст : непосредственный.

1) Кудин, А. В. Архитектура и операционные системы параллельных вычислительных систем : учебно-методические материалы по программе повышения квалификации «информационные технологии и компьютерное моделирование в прикладной математике» / А. В. Кудин, А. В. Линёв. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2007. - 73 с. - Б. ц. - URL: <https://e.lanbook.com/book/153263> (дата обращения: 15.05.2020). - Режим доступа: ЭБС Лань. - Текст : электронный.

2) Якобовский, М. В. Введение в параллельные методы решения задач : учебное пособие / М.В. Якобовский. - Москва : Московский Государственный Университет, 2013. - 330 с. : ил., табл. - (Суперкомпьютерное образование). - ISBN 978-5-211-06382-2 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=595703/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

6) Немнюгин, С. А. Введение в программирование на кластерах / С.А. Немнюгин. - 2-е изд., испр. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 247 с. - Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429082/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

7) Основы высокопроизводительных вычислений. Т. 1 Высокопроизводительные вычислительные системы : учебное пособие / К.Е. Афанасьев. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2011. - 246 с. - ISBN 978-5-8353-1098-2 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232203/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

8) Афанасьев, К. Е. Основы высокопроизводительных вычислений. Т. 3 Параллельные вычислительные алгоритмы : учебное пособие / К.Е. Афанасьев. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2012. - 185 с. - ISBN 978-5-8353-1546-8 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232205/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

Учебно-методические издания

РПД_3-01.03.02.52_2021_119624

1) Практикум по методам параллельных вычислений : учебник / А. В. Старченко, Е. А. Данилкин, В. И. Лаева, С. А. Проханов ; ред. А. В. Старченко ; Том. гос. ун-т . - М. : [б. и.], 2010. - 199 с. - (Суперкомпьютерное образование). - Библиогр.: с. 194-195. - ISBN 978-5-211-05976-4 : 99.00 р. - Текст : непосредственный.

Электронные образовательные ресурсы

- 1) Портал дистанционного обучения ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://mooc.do-kirov.ru/>
- 2) Раздел официального сайта ВятГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: https://www.vyatsu.ru/php/programms/eduPrograms.php?Program_ID=3-01.03.02.52
- 3) Личный кабинет студента на официальном сайте ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <https://new.vyatsu.ru/account/>
- 4) Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы (ЭБС)

- ЭБС «Научная электронная библиотека eLIBRARY» (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>)
- ЭБС «Издательства Лань» (<http://e.lanbook.com/>)
- ЭБС «Университетская библиотека online» (www.biblioclub.ru)
- Внутренняя электронно-библиотечная система ВятГУ (<http://lib.vyatsu.ru/>)
- ЭБС «ЮРАЙТ» (<https://urait.ru>)

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- ГАРАНТ
- КонсультантПлюс
- Техэксперт: Нормы, правила, стандарты
- Роспатент (<https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema>)
- Web of Science® (<http://webofscience.com>)

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Демонстрационное оборудование

Перечень используемого оборудования
Компьютер в сборе №1
Компьютер персональный
МУЛЬТИМЕДИА ПРОЕКТОР CASIO XJ-F210WN С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ КАБЕЛЕМ HDMI

Специализированное оборудование

Перечень используемого оборудования
ПЕРСОНАЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР ICL S273.Mi (МОНОБЛОК)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, в том числе лицензионное и свободно распространяемое ПО (включая ПО отечественного производства)

№ п.п	Наименование ПО	Краткая характеристика назначения ПО
1	Программная система с модулями для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»	Программный комплекс для проверки текстов на предмет заимствования из Интернет-источников, в коллекции диссертация и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ) и коллекции нормативно-правовой документации LEXPRO
2	Microsoft Office 365 ProPlusEdu ALNG SubsVL MVL AddOn toOPP	Набор веб-сервисов, предоставляющий доступ к различным программам и услугам на основе платформы Microsoft Office, электронной почте бизнес-класса, функционалу для общения и управления документами
3	Office Professional Plus 2016	Пакет приложений для работы с различными типами документов: текстами, электронными таблицами, базами данных, презентациями
4	Windows Professional	Операционная система
5	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса	Антивирусное программное обеспечение
6	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
7	Электронный периодический справочник ГАРАНТ Аналитик	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
8	Security Essentials (Защитник Windows)	Защита в режиме реального времени от шпионского программного обеспечения, вирусов.
9	МойОфис Стандартный	Набор приложений для работы с документами, почтой, календарями и контактами на компьютерах и веб браузерах
10	Visual Studio Community	Интегрированная среда разработки ПО
11	CUDA Toolkit	программно-аппаратная архитектура параллельных вычислений, которая позволяет существенно увеличить вычислительную производительность благодаря использованию графических процессоров фирмы Nvidia
12	Microsoft MPI	для разработки и параллельного запуска программ

Обновленный список программного обеспечения данной рабочей программы находится по адресу:
https://www.vyatsu.ru/php/list_it/index.php?op_id=119624