

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Факультет естественных наук, математики и технологий
Кафедра Математики и информатики

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Факультет естественных
наук, математики и
технологий

Токарева Юлия Сергеевна

« ____ » _____ 20 ____
г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.02.02 Параллельная обработка данных
на 108 часа(ов), 3 зачетных(ые) единиц(ы)
для направления подготовки (специальности) 01.03.02 - Прикладная математика и
информатика

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом
Министерства образования и науки Российской Федерации от
« ____ » _____ 20 ____ г. № ____

Профиль – Исследование операций и системный анализ (для набора 2023)
Форма обучения: Очная

1. Организационно-методический раздел

1.1 Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

Освоение базовых знаний по вопросам организации параллельных вычислительных систем, знакомство с основными технологиями организации параллельных вычислений на многопроцессорных вычислительных комплексах с распределенной или общей оперативной памятью

Задачи изучения дисциплины:

- освоение базовых знаний по вопросам организации параллельных вычислительных систем;
- освоение математических моделей и методов параллельного программирования для многопроцессорных вычислительных систем;
- знакомство с основными технологиями организации параллельных вычислений на многопроцессорных вычислительных комплексах с распределенной или общей оперативной памятью.

1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Дисциплина входит в модуль "Дисциплины по выбору"

1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы), 108 часов.

Виды занятий	Семестр 7	Всего часов
Общая трудоемкость		108
Аудиторные занятия, в т.ч.	51	51
Лекционные (ЛК)	17	17
Практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	34	34
Лабораторные (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа студентов (СРС)	57	57
Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет	0
Курсовая работа (курсовой		

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

Планируемые результаты освоения образовательной программы		Планируемые результаты обучения по дисциплине
Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции, формируемые в рамках дисциплины	Дескрипторы: знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности
ОПК-4	Владеет навыками использования современных информационных технологий для решения задач профессиональной деятельности	<p>Знать: основные направления развития высокопроизводительных компьютеров</p> <p>Уметь: использовать теоретические знания для решения практических задач</p> <p>Владеть: навыками использования полученных теоретических и практических знаний в профессиональной деятельности</p>
ПК-1	Знает современные технологии проектирования и производства программного продукта	<p>Знать: парадигмы, модели и технологии параллельного программирования</p> <p>Уметь: использовать теоретические знания для решения практических задач</p> <p>Владеть: навыками использования полученных теоретических и практических знаний в профессиональной деятельности</p>

3. Содержание дисциплины

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

3.1 Структура дисциплины для очной формы обучения

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Темы раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			С Р С
					Л	П	Л	

					К	З (С З)	Р	
1	1.1	<p>Основные направления развития высокопроизводительных компьютеров. Оценки производительности вычислительных систем. Классификация многопроцессорных вычислительных систем.</p>	<p>Пути достижения параллелизма: независимость функционирования отдельных функциональных устройств, избыточность элементов вычислительной системы, дублирование устройств. Многопроцессорная и многомашинная, параллельная обработка данных. Закон Мура. Сдерживающие факторы повсеместного внедрения параллельных вычислений. Стандартные методики измерения производительности MIPS, MFLOPS и т.д. Производительность кластера – латентность, пропускная способность. Общепризнанные методики измерения производительности многопроцессорных вычислительных систем. Системы с распределенной, общей памятью, примеры систем. Массивно-параллельные системы (MPP). Симметричные мультипроцессорные системы (SMP). Параллельные векторные системы (PVP). Примеры сетевых решений для создания кластерных систем. Современные</p>	26	4	8	0	14

			микропроцессоры, используемые при построении кластерных решений.						
2	2.1	Проблемы создания кластерных систем	<p>Плюсы и минусы своего кластера и арендуемого.</p> <p>Проектирование архитектуры: базовые компоненты кластера, компоновка кластера, выбор процессора, оперативная память, диски, головной узел кластера, сетевая инфраструктура (коммуникационная, транспортная, сервисная). Поставка и монтаж оборудования. Установка и настройка программного обеспечения. Средства разработки и прикладное программное обеспечение.</p> <p>Мониторинг кластера. Обслуживание кластера.</p>	26	4	8	0	14	
3	3.1	Парадигмы, модели и технологии параллельного программирования	<p>Функциональный параллелизм, параллелизм по данным. Парадигма master-slave. Парадигма SPMD.</p> <p>Параллельное программирование с использованием интерфейса передачи сообщений MPI.</p> <p>Параллельное программирование на системах с общей памятью (OpenMP).</p> <p>Параллельное программирование на системах смешанного типа. Отладка, трассировка и профилирование</p>	27	4	9	0	14	

			параллельных программ. Проблемы создания средства автоматического распараллеливания программ.					
4	4.1	Основные понятия параллелизма алгоритмов. Алгоритмы матричной алгебры и их распараллеливание.	Степень параллелизма численного алгоритма. Средняя степень параллелизма численного алгоритма. Закон Амдала. Алгоритм исследования свойств параллельного алгоритма. Параллельный алгоритм умножения матрицы на вектор и его ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом. Параллельный алгоритм умножения матрицы на матрицу и его ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом. Параллельный алгоритм решения СЛАУ прямым методом Гаусса и его ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом. Параллельный алгоритм решения СЛАУ итерационными методами Якоби, Гаусса-Зейделя и их ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом.	29	5	9	0	15
Итого				108	17	34	0	57

3.2. Содержание разделов дисциплины

3.2.1. Лекционные занятия, содержание и объем в часах

--	--	--	--	--	--	--	--

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Пути достижения параллелизма: независимость функционирования отдельных функциональных устройств, избыточность элементов вычислительной системы, дублирование устройств. Многопроцессорная и многомашинная, параллельная обработка данных. Закон Мура. Сдерживающие факторы повсеместного внедрения параллельных вычислений. Стандартные методики измерения производительности MIPS, MFLOPS и т.д. Производительность кластера – латентность, пропускная способность.	Пути достижения параллелизма: независимость функционирования отдельных функциональных устройств, избыточность элементов вычислительной системы, дублирование устройств. Многопроцессорная и многомашинная, параллельная обработка данных. Закон Мура. Сдерживающие факторы повсеместного внедрения параллельных вычислений. Стандартные методики измерения производительности MIPS, MFLOPS и т.д. Производительность кластера – латентность, пропускная способность.	2
	1.1	Общепризнанные методики измерения производительности многопроцессорных вычислительных систем. Системы с распределенной, общей памятью, примеры систем. Массивно-параллельные системы	Общепризнанные методики измерения производительности многопроцессорных вычислительных систем. Системы с распределенной, общей памятью, примеры систем. Массивно-параллельные системы	2

		<p>ислительных систем. Системы с рас- пределенной, общей памятью, примеры систем. Масси- вно- параллельные системы (MPP). Симметричны- е мультипроце- ссорные системы (SMP). Параллельные векторные системы (PVP). Примеры сетевых решений для создания кластерных систем. Современные микропроцесс- оры, используемые при построении кластерных решений.</p>	<p>(MPP). Симметричные мультипроцессорные системы (SMP). Параллельные векторные системы (PVP). Примеры сетевых решений для создания кластерных систем. Современные микропроцессоры, используемые при построении кластерных решений.</p>	
2	2.1	<p>Плюсы и минусы своего кластера и арендуемого. Проектирован- ие архитектуры: базовые компоненты кластера, компоновка кластера, выбор</p>	<p>Плюсы и минусы своего кластера и арендуемого. Проектирование архитектуры: базовые компоненты кластера, компоновка кластера, выбор процессора, оперативная память, диски, головной узел кластера, сетевая инфраструктура (коммуникационная, транспортная, сервисная).</p>	2

		процессора, оперативная память, диски, головной узел кластера, сетевая инфраструктура (коммуникационная, транспортная, сервисная).		
	2.1	Поставка и монтаж оборудования. Установка и настройка программного обеспечения. Средства разработки и прикладное программное обеспечение. Мониторинг кластера. Обслуживание кластера.	Поставка и монтаж оборудования. Установка и настройка программного обеспечения. Средства разработки и прикладное программное обеспечение. Мониторинг кластера. Обслуживание кластера.	2
3	3.1	Функциональный параллелизм, параллелизм по данным. Парадигма master-slave. Парадигма SPMD. Параллельное программирование с использованием интерфейса передачи сообщений MPI.	Функциональный параллелизм, параллелизм по данным. Парадигма master-slave. Парадигма SPMD. Параллельное программирование с использованием интерфейса передачи сообщений MPI.	2
	3.1	Параллельное программирование на	Параллельное программирование на системах с общей памятью (OpenMP). Параллельное программирование на	2

		<p>системах с общей памятью (OpenMP). Параллельное программирование на системах смешанного типа. Отладка, трассировка и профилирование параллельных программ. Проблемы создания средства автоматического распараллеливания программ.</p>	<p>системах смешанного типа. Отладка, трассировка и профилирование параллельных программ. Проблемы создания средства автоматического распараллеливания программ.</p>	
4	4.1	<p>Степень параллелизма численного алгоритма. Средняя степень параллелизма численного алгоритма. Закон Амдала. Алгоритм исследования свойств параллельного алгоритма. Параллельный алгоритм умножения матрицы на вектор и его ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом. Параллельный</p>	<p>Степень параллелизма численного алгоритма. Средняя степень параллелизма численного алгоритма. Закон Амдала. Алгоритм исследования свойств параллельного алгоритма. Параллельный алгоритм умножения матрицы на вектор и его ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом. Параллельный алгоритм умножения матрицы на матрицу и его ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом.</p>	2

		алгоритм умножения матрицы на матрицу и его ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом.		
	4.1	Параллельный алгоритм решения СЛАУ прямым методом Гаусса и его ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом. Параллельный алгоритм решения СЛАУ итерационными методами Якоби, Гаусса-Зейделя и их ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом.	Параллельный алгоритм решения СЛАУ прямым методом Гаусса и его ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом. Параллельный алгоритм решения СЛАУ итерационными методами Якоби, Гаусса-Зейделя и их ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом.	3

3.2.2. Практические занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Оценка производительности вычислительных систем.	Оценка производительности вычислительных систем.	4
	1.1	Тестовые задания.	Тестовые задания.	4
2	2.1	Проектирован	Проектирование архитектуры:	8

		ие архитектуры: базовые компоненты кластера, компоновка кластера, выбор процессора, оперативная память, диски, головной узел кластера, сетевая инфраструктура (коммуникационная, транспортная, сервисная).	базовые компоненты кластера, компоновка кластера, выбор процессора, оперативная память, диски, головной узел кластера, сетевая инфраструктура (коммуникационная, транспортная, сервисная).	
3	3.1	Параллельное программирование с использованием интерфейса передачи сообщений MPI.	Параллельное программирование с использованием интерфейса передачи сообщений MPI.	4
	3.1	Параллельное программирование на системах с общей памятью (OpenMP). Параллельное программирование на системах смешанного типа. Отладка, трассировка и профилирование параллельных программ.	Параллельное программирование на системах с общей памятью (OpenMP). Параллельное программирование на системах смешанного типа. Отладка, трассировка и профилирование параллельных программ.	5
4	4.1	Параллельный алгоритм	Параллельный алгоритм умножения матрицы на вектор и его ускорение	4

		умножения матрицы на вектор и его ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом.	по сравнению с последовательным алгоритмом.	
	4.1	Параллельный алгоритм умножения матрицы на матрицу и его ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом.	Параллельный алгоритм умножения матрицы на матрицу и его ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом.	5

3.2.3. Лабораторные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)

3.3. Содержание материалов, выносимых на самостоятельное изучение

Модуль	Номер раздела	Содержание материалов, выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной деятельности	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Ведомственные, национальные и другие программы, направленные на развитие параллельных вычислений в России. Перечень критических задач, решение которых без использования параллельных вычислений затруднено или вовсе невозможно. Повышение производительности процессора при	Составление опорного конспекта. Выполнение домашней работы.	14

		<p>обработке массивов с использованием циклов.</p> <p>Явные циклы с постоянными границами.</p> <p>Многokратное использование КЭШа.</p> <p>Использование предварительной выборки при загрузке данных из оперативной памяти в кэш второго уровня. Изменение инструкций задачи для лучшего кэширования.</p> <p>Архитектурно-зависимая оптимизация; отличия разворачивания циклов для векторных и кэш-ориентированных архитектур. Конвейерная обработка данных.</p> <p>Зависимость производительности процессора от способа описания и хранения данных.</p>		
2	2.1	<p>Проектирование архитектуры: базовые компоненты кластера, компоновка кластера, выбор процессора, оперативная память, диски, головной узел кластера, сетевая инфраструктура (коммуникационная, транспортная, сервисная). Доставка и монтаж оборудования. Установка и настройка программного обеспечения. Средства разработки и прикладное программное обеспечение.</p> <p>Мониторинг кластера.</p>	<p>Составление опорного конспекта. Выполнение домашней работы.</p>	14
3	3.1	<p>Библиотека MPI. Модель SIMD. Инициализация и</p>	<p>Составление опорного конспекта. Выполнение</p>	14

		<p>завершение MPI-приложения. Точечные обмены данными между процессами MPI-программы. Режимы буферизации. Проблема deadlock'ов.</p> <p>Коллективные взаимодействия процессов в MPI.</p> <p>Управление группами и коммутаторами в MPI.</p> <p>Использование многопоточности при программировании для многоядерных платформ.</p> <p>Синхронизация данных между ветвями в параллельной программе.</p> <p>Директивы языка OpenMP.</p>	домашней работы.	
4	4.1	<p>Параллельный алгоритм решения СЛАУ прямым методом Гаусса и его ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом.</p> <p>Параллельный алгоритм решения СЛАУ итерационными методами Якоби, Гаусса-Зейделя и их ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом.</p>	Составление опорного конспекта. Выполнение домашней работы.	15

4. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлен в приложении.

[Фонд оценочных средств](#)

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Основная литература

5.1.1. Печатные издания

1. Лацис, Алексей Оттович. Параллельная обработка данных: учеб. пособие / Лацис Алексей Оттович. – Москва: Академия, 2010. – 336с.: ил. – (Университетский учебник. Прикладная математика и информатика). – ISBN 978-5-7695-5951-8: 289-08

5.1.2. Издания из ЭБС

1. Малявко, Александр Антонович. Параллельное программирование на основе технологий openmp, mpi, cuda: Учебное пособие / Малявко Александр Антонович; Малявко А.А. – 2-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 115. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-02916-1: 45.05.

<https://biblio-online.ru/viewer/46BBEB77-8697-4FF5-BE49-711BB1388D50#page/1>

2. Кубенский, А.А.Функциональное программирование: учебник и практикум для академического бакалавриата / А.А. Кубенский. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 348 с. – (Серия: Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-9916-9242-7. <https://www.biblio-online.ru/book/658E3C89-AAD5-498B-8B34-A29E1750D8>

5.2. Дополнительная литература

5.2.1. Печатные издания

1. Воеводин, Валентин Васильевич. Параллельные вычисления / Воеводин Валентин Васильевич, Воеводин Владимир Валентинович. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2004. – 608с.: ил. - ISBN 5-94157-160-7: 320-17

5.2.2. Издания из ЭБС

1. Трофимов, В.В.Алгоритмизация и программирование: учебник для академического бакалавриата / В.В. Трофимов, Т.А. Павловская; под ред. В.В. Трофимова. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 137 с. – (Серия: Бакалавр. Академический курс. Модуль.). – ISBN 978-5-9916-9866-5. <https://biblio-online.ru/book/B08DB966-3F96-4B5A-B030-E3CD9085CED>

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Название	Ссылка
----------	--------

6. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МераПро".

Программное обеспечение специального назначения:

1) RAD Studio XE6

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование помещений для проведения учебных занятий и для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по факультету
Учебные аудитории для проведения практических занятий	
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по кафедре

8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

При изучении курса «Параллельная обработка данных» предусматриваются следующие виды работ:

1. Выполнение лабораторных работ, за выполнение на оценку отлично студент может получить 11 баллов.
2. Выполнение кратковременных самостоятельных работ в каждом модуле:
 - подготовка конспекта – максимальное количество баллов – 5
 - выполнение домашних заданий – максимальное количество баллов – 5.
3. Контроль в конце семестра в форме теста, максимальное количество баллов – 16.
4. За несвоевременную сдачу задания в срок, снимаются штрафные баллы, 2 балла за каждое задание.

Таким образом, сумма по всем видам деятельности составляет 100 баллов, без учета пункта 4.

Зачет студентам выставляется следующим образом:

«Зачтено» – от 55 до 69 баллов.

Студент, набравший от 0 до 54 баллов, обязан сдать зачет по данной дисциплине в период сессии.

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- развития познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя без его непосредственного участия, студент имеет право получить консультацию у преподавателя.

Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы:

- поиск информации на заданную тему;
- работа с электронными ресурсами;

- составление конспекта;
- подготовка к аудиторным занятиям.

Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов организуется как:

- самоконтроль и самооценка обучающегося;
- контроль и оценка со стороны преподавателя.

Разработчик/группа разработчиков:
Надежда Николаевна Замощникова

Типовая программа утверждена

Согласована с выпускающей кафедрой
Заведующий кафедрой

_____ «___» _____ 20___ г.