

ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
СИБАЙСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) УУиТ
ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол № 11 от «31» мая 2023 г.

Зав. кафедрой  Гумеров И.С.



Согласовано:
Председатель УМК
математического факультета

естественно-
математического факультета
/Ильбулова Г.Р.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина **ТЕХНОЛОГИИ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ**
(наименование дисциплины)

Часть, формируемая участниками образовательных отношений
(обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений, факультатив)

программа бакалавриата

Направление подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика
(указывается код и наименование направления подготовки)

Направленность (профиль) подготовки

Прикладная математика и информационные технологии
(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация

бакалавр
(указывается квалификация)

Разработчик (составитель)
Доцент кафедры, к.ф.-м.н.
(должность, ученая степень, ученое звание)

/ Хисаметдинов Ф.З.

Для приема: 2023 г.

Сибай 2023 г.

Составитель: Хисаметдинов Ф.З.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры прикладной математики и информационных технологий, протокол № 11 от «31» мая 2023 г.

И.о. заведующего кафедрой И / Гумеров И.С./

Дополнения и изменения, внесенную в рабочую программу дисциплины

утверждены на заседании кафедры

протокол №__ от «__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ /

Дополнения и изменения, внесенную в рабочую программу дисциплины

утверждены на заседании кафедры

протокол №__ от «__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ /

Дополнения и изменения, внесенную в рабочую программу дисциплины

утверждены на заседании кафедры

протокол №__ от «__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ /

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
-Профессиональные компетенции	ПК-4. Владеет навыками проектирования программного обеспечения	<p>ПК-4.1. Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> -принципы построения архитектуры программного обеспечения и виды архитектуры программного обеспечения; - типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения; -методы и средства проектирования программного обеспечения; -методы и средства проектирования баз данных; -методы и средства проектирования программных интерфейсов. 	<p><i>Знать</i> принципы построения архитектуры программного обеспечения и виды архитектуры программного обеспечения; типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения; методы и средства проектирования программного обеспечения; методы и средства проектирования баз данных; методы и средства проектирования программных интерфейсов.</p>
		<p>ПК-4.2. Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения; -применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов; -осуществлять коммуникации с заинтересованными сторонами. 	<p><i>Уметь</i> использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения; применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов; осуществлять коммуникации с заинтересованными сторонами.</p>
		<p>ПК-4.3. Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> -навыками разработки и согласования технических спецификаций на программные компоненты и их взаимодействие с архитектором программного обеспечения; - навыками распределения заданий между программистами в соответствии с техническими спецификациями; -навыками осуществления контроля выполнения заданий; -навыками осуществления обучения и наставничества; -навыками формирования и предоставления отчетности в соответствии с установленными регламентами; -навыками оценки и согласования сроков выполнения поставленных задач. 	<p><i>Владеть</i> навыками разработки и согласования технических спецификаций на программные компоненты и их взаимодействие с архитектором программного обеспечения; навыками распределения заданий между программистами в соответствии с техническими спецификациями; навыками осуществления контроля выполнения заданий; навыками осуществления обучения и наставничества; навыками формирования и предоставления отчетности в соответствии с установленными регламентами; навыками оценки и согласования сроков выполнения поставленных задач.</p>

1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технологии параллельного программирования» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 3 курсе в (5 семестр) очной и на 3 курсе в (5 семестр) очно-заочной форм обучения.

2. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соответствующих с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Код и формулировка компетенции: **ПК – 4** – способность осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") и в других источниках

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
ПК-4.1. Знает: -принципы построения архитектуры программного обеспечения и виды архитектуры программного обеспечения; - типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения; -методы и средства проектирования программного обеспечения; -методы и средства проектирования баз данных; -методы и средства проектирования программных интерфейсов.	Знает: -принципы построения архитектуры программного обеспечения и виды архитектуры программного обеспечения; - типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения; -методы и средства проектирования программного обеспечения; -методы и средства проектирования баз данных; -методы и средства проектирования программных интерфейсов.	Не знает принципы построения архитектуры программного обеспечения и виды архитектуры программного обеспечения; типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения; методы и средства проектирования программного обеспечения; методы и средства проектирования баз данных; методы и средства проектирования программных интерфейсов.	Обладает на хорошем уровне знаниями о принципах построения архитектуры программного обеспечения и виды архитектуры программного обеспечения; типовых решениях, библиотеках программных модулей, шаблонах, классах объектов, используемых при разработке программного обеспечения; методах и средствах проектирования программного обеспечения; методах и средствах проектирования баз данных; методах и средствах проектирования программных интерфейсов
ПК-4.2. Умеет: - использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения; -применять методы и средства проектирования программного обеспечения,	Умеет использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения; применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных,	Не умеет использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения; применять методы и средства проектирования программного обеспечения,	Хорошо умеет использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения; применять методы и средства проектирования программного обеспечения,

структур данных, баз данных, программных интерфейсов; -осуществлять коммуникации с заинтересованными сторонами.	баз данных, программных интерфейсов; осуществлять коммуникации с заинтересованными сторонами.	структур данных, баз данных, программных интерфейсов; осуществлять коммуникации с заинтересованными сторонами.	структур данных, баз данных, программных интерфейсов; осуществлять коммуникации с заинтересованными сторонами.
ПК4.3. Владеет навыками разработки и согласования технических спецификаций на программные компоненты и их взаимодействие с архитектором программного обеспечения; - навыками распределения заданий между программистами в соответствии с техническими спецификациями; -навыками осуществления контроля выполнения заданий; -навыками осуществления обучения и наставничества; -навыками формирования и предоставления отчетности в соответствии с установленными регламентами; -навыками оценки и согласования сроков выполнения поставленных задач.	Владеет навыками разработки и согласования технических спецификаций на программные компоненты и их взаимодействие с архитектором программного обеспечения; - навыками распределения заданий между программистами в соответствии с техническими спецификациями; навыками осуществления контроля выполнения заданий; навыками осуществления обучения и наставничества; навыками формирования и предоставления отчетности в соответствии с установленными регламентами; навыками оценки и согласования сроков выполнения поставленных задач.	Не владеет разработки и согласования технических спецификаций на программные компоненты и их взаимодействие с архитектором программного обеспечения; - навыками распределения заданий между программистами в соответствии с техническими спецификациями; навыками осуществления контроля выполнения заданий; навыками осуществления обучения и наставничества; навыками формирования и предоставления отчетности в соответствии с установленными регламентами; навыками оценки и согласования сроков выполнения поставленных задач.	Хорошо владеет навыками разработки и согласования технических спецификаций на программные компоненты и их взаимодействие с архитектором программного обеспечения; - навыками распределения заданий между программистами в соответствии с техническими спецификациями; навыками осуществления контроля выполнения заданий; навыками осуществления обучения и наставничества; навыками формирования и предоставления отчетности в соответствии с установленными регламентами; навыками оценки и согласования сроков выполнения поставленных задач.

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),
не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК-4.1. Знает: -принципы построения архитектуры программного обеспечения и виды архитектуры программного обеспечения; - типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны,	Знает: -принципы построения архитектуры программного обеспечения и виды архитектуры программного обеспечения; - типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы	Индивидуальный опрос; Групповой опрос; Решение задач; Тесты; Контрольные работы

<p>классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения;</p> <p>-методы и средства проектирования программного обеспечения;</p> <p>-методы и средства проектирования баз данных;</p> <p>-методы и средства проектирования программных интерфейсов.</p>	<p>объектов, используемые при разработке программного обеспечения;</p> <p>-методы и средства проектирования программного обеспечения;</p> <p>-методы и средства проектирования баз данных;</p> <p>-методы и средства проектирования программных интерфейсов.</p>	
<p>ПК-4.2. Умеет:</p> <p>- использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения;</p> <p>-применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов;</p> <p>-осуществлять коммуникации с заинтересованными сторонами.</p>	<p>Умеет:</p> <p>- использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения;</p> <p>-применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов;</p> <p>-осуществлять коммуникации с заинтересованными сторонами.</p>	<p>Индивидуальный опрос;</p> <p>Групповой опрос;</p> <p>Решение задач;</p> <p>Тесты;</p> <p>Контрольные работы</p>
<p>ПК-4.3. Владеет:</p> <p>-навыками разработки и согласования технических спецификаций на программные компоненты и их взаимодействие с архитектором программного обеспечения;</p> <p>- навыками распределения заданий между программистами в соответствии с техническими спецификациями;</p> <p>-навыками осуществления контроля выполнения заданий;</p> <p>-навыками осуществления обучения и наставничества;</p> <p>-навыками формирования и предоставления отчетности в соответствии с установленными регламентами;</p> <p>-навыками оценки и согласования сроков выполнения поставленных задач.</p>	<p>Владеет:</p> <p>-навыками разработки и согласования технических спецификаций на программные компоненты и их взаимодействие с архитектором программного обеспечения;</p> <p>- навыками распределения заданий между программистами в соответствии с техническими спецификациями;</p> <p>-навыками осуществления контроля выполнения заданий;</p> <p>-навыками осуществления обучения и наставничества;</p> <p>-навыками формирования и предоставления отчетности в соответствии с установленными регламентами;</p> <p>-навыками оценки и согласования сроков выполнения поставленных задач.</p>	<p>Подготовка докладов (рефератов);</p> <p>Индивидуальный опрос;</p> <p>Групповой опрос;</p> <p>Решение задач;</p> <p>Тесты;</p> <p>Контрольные работы;</p> <p>Вопросы экзамена</p>

Критериями оценивания при *модульно-рейтинговой системе* являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для экзамена*: текущий контроль – максимум 70 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

Примерные темы лекций

Вводная тема.

1.Цели и задачи параллельных вычислений. Необходимость применения подхода распараллеливания. Пути повышения производительности и достижения параллелизма. Формы параллелизма. Сложности параллельной обработки. Области применения высокопроизводительных параллельных систем. Потенциальные потребности в больших вычислительных ресурсах. Решение "больших" задач (grandchallenges).

Раздел 1. Архитектура параллельных вычислительных систем.

2. Классификация параллельных вычислительных систем. Классификация по Флинну - SIMD, MIMD-компьютеры. Расширение класса MIMD Ванга и Бриггса - сильносвязанные с общей памятью и слабосвязанные с распределенной памятью. Классификации Хокни, Джонсона. Мультипроцессорные комплексы - симметричные мультипроцессоры (SMP), системы с массовым параллелизмом (MPP), системы с виртуальной разделяемой памятью (DSM, NUMA), мультитранспьютерные системы, параллельно-векторные системы (PVP). Многомашинные комплексы - локальные сети, кластеры, метакомпьютеры. Характеристики каждого класса.

3. Исторический аспект развития параллельных вычислительных систем (от первых параллельных ЭВМ до современных суперкомпьютеров). Эволюция концепций построения систем параллельной обработки. Классические архитектуры IBM 70x, STRETCH, BurroughB5000, ATLAS, CDC-6600/7600, Минск-222, БЭСМ-6, Эльбрус, MULTICS, ASC, Cray-1, ILLIACIV, STARAN, PEPE, STAR-100, EGPA, С.mmp, Cm*, DeneclorHEP, ICLDAP, BBNButterfly, NECSX-1, GoodyearMPP, IntelIPSC/1 Hypercube, CM-1 и т.д.

4. Применяемые вычислительные компоненты. Процессорные элементы для параллельных вычислительных систем: параллелизм на микроуровне. Конвейер команд, SIMD-технологии, суперскалярная архитектура, VLIW-архитектура. Современные серийные микропроцессоры.

5. Коммуникационная подсистема параллельных вычислительных систем. Типы топологий связывающей сети (кольцо, решетка, тор, гиперкуб и т.д.). Характеристики коммуникационных сред (пропускная способность, латентность). Современные технологии высокоскоростных сетей: SCI, Myrinet, Raceway, MemoryChannel, InfiniBand.

6. Принципы построения современных параллельных вычислительных систем на примере ряда архитектур. Суперкомпьютеры HPSuperdome (ccNUMA), CrayC90/T90 (векторный), MBC-100/1000/1000M (MPP) - устройство и функционирование.

7. Транспьютерные системы. Структура транспьютеров, чипы INMOST400- T9000, информационный межпроцессорный обмен по линкам. Системное программное обеспечение, ОС Helios. Язык ОККАМ.

8. Кластерные технологии. Однородные/гетерогенные кластерные системы, принципы построения, преимущества и недостатки, перспективы применения. Кластерные установки Beowulf, Avalon, TheHIVE, NOW. Программное обеспечение для кластерных систем. Кластерные технологии в глобальных сетях - метакомпьютинг, проекты метавычислений - Globus, Distributed.net.

9. Оценка производительности параллельных вычислительных систем. Стандартные тесты (benchmarks), LINPACK, SPEC. Единицы измерения MFLOPS, MIPS, пиковая производительность, список Top500. Закон Гроша, гипотеза Минского, закон Амдала, закон Мура.

Раздел 2. Модели и методы параллельных вычислений.

10. Мультипрограммные системы. Базовые понятия процессов, потоков. Поддержка операционной системы многозадачного режима работы. Обеспечение средств управления жизненным циклом процессов и потоков (создание, уничтожение, приоритеты) в Unix (библиотека Pthreads), Win32.

11. Спецификация взаимодействующих параллельных процессов. Проблемы взаимодействия и синхронизации параллельных процессов. Взаимодействие через разделяемые переменные, обмен сообщениями, вызов удаленных процедур. Синхронизирующие примитивы для разделения доступа к ресурсам - мониторы, семафоры, взаимоисключения, критические секции. Проблема возникновения "дедлока" (тупика), условий "гонка". Задачи "читатели-писатели", "обедающие философы".

12. Графовые модели параллельных программ. Представление параллельного алгоритма в виде графа зависимостей, графа потока данных. Анализ структуры графов.

13. Задачи реализации параллельного алгоритма. Декомпозиция, разделение, планирование обмена, укрупнение, распределение. Параллелизм данных и команд, модель SPMD, гранулярность параллелизма.

Раздел 3. Средства параллельного программирования.

14. Описание лингвистических средств. Различные подходы - создание специализированных параллельных языков и систем программирования, параллельных расширений существующих традиционных языков программирования, параллельных библиотек. Характеристики и сравнительный анализ ряда распространенных технологий параллельного программирования (HPF, Linda, mpC, DVM, T-system, NOPMA).

15. Языки АДА, Оккам для разработки параллельных программ. Описание, краткий обзор основных конструкций, приемы программирования.

16. Библиотеки передачи сообщений MPI, PVM (MPI: коммуникации "точка-точка", коллективные операции обмена, блокирующие и неблокирующие функции, барьерная синхронизация, виртуальные топологии).

17. Стандарт OpenMP для многопроцессорных систем с общей памятью. Краткое описание.

18. Инструментальные средства параллельного программирования. Компиляторы, отладчики, профайлеры, автоматические распараллеливатели и оптимизаторы.

Раздел 4. Параллельные алгоритмы.

19. Реализации параллельных алгоритмов для практических задач вычислительной математики. Решение систем линейных алгебраических уравнений, дифференциальных уравнений, итерационные методы Якоби, Гаусса-Зейделя, алгоритмы параллельной сортировки, распараллеливание матричных операций

20. Оценка эффективности и оптимизация параллельных алгоритмов. Понятия ускорения, масштабируемости, коммуникационной составляющей вычислений, проблема балансировки загрузки.

Заключительная тема.

21. Текущее состояние в области технологий параллельной обработки. Перспективы развития методов и средств параллельных вычислений.

Примерные темы лабораторных работ

1. Организация параллельных вычислений в системе с разделяемой памятью. (Программирование многопоточных приложений в ОС Windows).

2. Реализация параллельного алгоритма с использованием средств библиотеки передачи сообщений MPI. (Применение коммуникаций типа "точка-точка" и коллективных обменов).

3. Реализация параллельного алгоритма с использованием технологии OpenMP.

4. Отображение вычислительной задачи на топологию параллельной системы и анализ характеристик взаимодействия (Использование средств описания виртуальной топологии в библиотеке MPI).

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Цели и задачи параллельных вычислений. Необходимость применения подхода распараллеливания. Пути повышения производительности и достижения параллелизма. Формы параллелизма. Сложности параллельной обработки.

2. Области применения высокопроизводительных параллельных систем. Потенциальные потребности в больших вычислительных ресурсах. Решение "больших" задач (grandchallenges).

3. Исторический аспект развития параллельных вычислительных систем (от первых параллельных ЭВМ до современных суперкомпьютеров). Эволюция концепций построения систем параллельной обработки. Классические архитектуры.
4. Классификация параллельных вычислительных систем. Классификация по Флинну. Расширение классов Ванга и Бриггса. Классификации Хокни, Джонсона. Характеристики каждого класса.
5. Обобщенная классификация универсальных параллельных вычислительных систем. Классификация параллельных вычислительных систем. Иерархия классов, характеристики.
6. Принципы построения параллельных вычислительных систем. Применяемые вычислительные компоненты. Процессорные элементы для параллельных вычислительных систем: параллелизм на микроуровне.
7. Коммуникационная подсистема параллельных вычислительных систем. Типы топологий связывающей сети. Характеристики коммуникационных сред. Современные технологии высокоскоростных сетей.
8. Построение современных параллельных вычислительных систем на примере ряда архитектур. Суперкомпьютеры HP Superdome (ccNUMA), Cray C90/T90 (векторный), MBC-100/1000/1000M (MPP) - устройство и функционирование.
9. Транспьютерные системы. Структура транспьютеров, чипы T400- T9000, информационный межпроцессорный обмен. Системное программное обеспечение.
10. Кластерные технологии. Кластерные системы: принципы построения, преимущества и недостатки, перспективы применения. Примеры классических кластерных установок.
11. Кластерные технологии в глобальных сетях - метакомпьютеры, метакомпьютинг. Особенности метавычислений. Метакомпьютерные проекты.
12. Оценка производительности параллельных вычислительных систем. Стандартные тесты (benchmarks), LINPACK, SPEC. Единицы измерения MFLOPS, MIPS, пиковая производительность, список Top500. Закон Гроша, гипотеза Минского, закон Амдала, закон Мура.
13. Мультипрограммные системы. Базовые понятия процессов, потоков. Поддержка операционной системы многозадачного режима работы. Обеспечение средств управления жизненным циклом процессов и потоков) в Unix (библиотека Pthreads), Win32.
14. Задачи реализации параллельного алгоритма. Основные этапы разработки параллельных программ. Концепции параллелизма данных и команд, модель SPMD, гранулярность параллелизма.
15. Проблемы декомпозиции и проектирования коммуникаций. Методы декомпозиции и типы коммуникаций.
16. Задача укрупнения и распределения вычислений, масштабируемость. Планирование вычислений, балансировка загрузки. Классификация методов балансировки загрузки, алгоритмы.
17. Параллельные алгоритмы. Реализации параллельных алгоритмов для практических задач вычислительной математики. Алгоритм суммирования, каскадная схема, алгоритмы матричных операций. Оценка эффективности и оптимизация параллельных алгоритмов.
18. Средства параллельного программирования. Классификация лингвистических средств. Характеристики и сравнительный анализ каждого подхода. Примеры конкретных языков и технологий.
19. Стандарт OpenMP. Назначение, краткое описание. Языки HPF, mpC, система DVM. Параллельные языки функционального программирования.
20. Параллельные библиотеки MPI, PVM. Особенности и различия. Описание основных функций MPI.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Афанасьев, К. Е. Многопроцессорные вычислительные системы и параллельное программирование : учеб. пособие / К. Е. Афанасьев, С. В. Стуколов; Министерство образования РФ; Кемеровский государственный университет. — Кемерово: Кузбассвузиздат, 20016 .— 233 с.
2. Газизов , Рафаил Кавыевич. Основы параллельного программирования с использованием MPI : учеб. пособие / Р. К. Газизов, С. Ю. Лукашук, С. Д. Тулебаев; Министерство образования и науки Российской Федерации; Уфимский государственный авиационный технический университет .— Уфа : УГАТУ, 2014. — 90 с.

Дополнительная литература:

- 3 Абрамян М.Э. Практикум по параллельному программированию с использованием электронного задачника Programming Taskbook for MPI: учебное пособие — Ростов-н/Д: Издательство Южного федерального университета, 2014. — 172 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=240951
4. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI: курс — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2016. — 71 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=233577

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

- 1) <http://www.mcsme.ru> - сайт Московского центра непрерывного образования;
- 2) <http://www.etudes.ru> – научно-популярный сайт по математике;
- 3) <http://www.mathedu.ru> – сайт «Математическое образование: прошлое и настоящее»;
- 4) <http://www.math.ru>.
- 5) www.lib.bashedu.ru – сайт библиотеки БашГУ;
- 6) «Электронный читальный зал» (ЭБС «Библиотех»);
- 7) ЭБС «Университетская библиотека online» - www.biblioclub.ru;
- 8) ЭБС изд-ва «Лань» - www.e.lanbook.com;
- 9) <http://www.exponenta.ru> –образовательный математический сайт.

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Перечень специальных помещений и используемого лицензионного программного обеспечения представлен в справке о материально-техническом обеспечении ОП ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, направленность (профиль) программы «Прикладная математика и информационные технологии» (<http://www.sibsu.ru/sveden/education>).

ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
 СИБАЙСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) УУНиТ
 ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Технологии параллельного программирования на 5 семестр

очная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
	5 сем
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2 / 72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
Лекций	12
практических/ семинарских	
лабораторных	24
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	35,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	

Форма(ы) контроля:

Зачет 5 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5 семестр								
1.	Архитектура параллельных вычислительных систем	3		6	8	1,2,3,4	– проработка лекций и работа с литературой по теме; – изучение ФГОС и ПООП;	– опрос (тестирование) по теории; – проверка д.з.; – решение задач
2.	Модели и методы параллельных вычислений	3		6	8	1,2,3,4	– проработка лекций и работа с литературой по теме; – изучение действующих учебников по математике	– опрос (тестирование) по теории; – проверка д.з.; – решение задач
3.	Средства параллельного программирования	3		6	8	1,2,3,4	– проработка лекций и работа с литературой по теме; – изучение действующих учебников по математике; – дополнительное изучение отдельных тем;	– опрос (тестирование) по теории; – проверка д.з.; – решение задач; – контрольная работа;
4.	Параллельные алгоритмы	3		6	11,8	1,2,3,4	– проработка лекций и работа с литературой по теме; – дополнительное изучение отдельных тем;	– опрос (тестирование) по теории; – проверка д.з.; – решение задач
	Всего часов:	12		24	35,8			

ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
 СИБАЙСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) УУиТ
 ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Технологии параллельного программирования на б семестр

очно-заочная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
	б сем
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2 / 72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
Лекций	8
практических/ семинарских	
лабораторных	18
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	46
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	

Форма(ы) контроля:

Зачет б семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
6 семестр								
1.	Архитектура параллельных вычислительных систем	2		4	12	1,2,3,4	– проработка лекций и работа с литературой по теме; – изучение ФГОС и ПООП;	– опрос (тестирование) по теории; – проверка д.з.; – решение задач
2.	Модели и методы параллельных вычислений	2		4	12	1,2,3,4	– проработка лекций и работа с литературой по теме; – изучение действующих учебников по математике	– опрос (тестирование) по теории; – проверка д.з.; – решение задач
3.	Средства параллельного программирования	2		6	12	1,2,3,4	– проработка лекций и работа с литературой по теме; – изучение действующих учебников по математике; – дополнительное изучение отдельных тем;	– опрос (тестирование) по теории; – проверка д.з.; – решение задач; – контрольная работа;
4.	Параллельные алгоритмы	2		4	10	1,2,3,4	– проработка лекций и работа с литературой по теме; – дополнительное изучение отдельных тем;	– опрос (тестирование) по теории; – проверка д.з.; – решение задач
	Всего часов:	8		18	46			

Рейтинг-план дисциплины

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1 (Разделы 1, 2 по РПД)				
Текущий контроль			12	20
1. Работа на занятиях	2	15	12	20
Рубежный контроль				
1. Контрольная работа	3	5	10	15
Модуль 2 (Разделы 3, 4 по РПД)				
Текущий контроль			13	20
1. Работа на занятиях	4	5	13	20
Рубежный контроль				
1. Контрольная работа	3	5	10	15
Поощрительные баллы				
1. Выполнение заданий повышенной трудности	2	5	0	10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
Посещение лекционных и практ. занятий			-7	0
Итоговый контроль				
1. Экзамен			0	30
ИТОГО			45	110