

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт вычислительной математики и информационных технологий



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский

» 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Параллельные алгоритмы

Направление подготовки: 01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Открытая информатика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Бандеров В.В. (кафедра анализа данных и исследования операций, отделение фундаментальной информатики и информационных технологий), Victor.Banderov@kpfu.ru ; заведующий кафедрой, к.н. (доцент) Вахитов Г.З. (кафедра технологий программирования, отделение фундаментальной информатики и информационных технологий), GZVahitov@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-3	Способен осуществлять руководство проектированием программного обеспечения
ПК-4	Способен выполнять работы и управление работами по созданию, модификации и сопровождению информационных систем

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен демонстрировать способность и готовность:

- управлять аналитическими работами по реализации параллельных алгоритмов, управлять подразделением, инфраструктурой разработки и сопровождением требований к системам
- руководить проектированием программного обеспечения
- выполнять работы и управлять работами по созданию, модификации и сопровождению ИС, построенных на параллельных алгоритмах
- способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.05 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.04.02 "Прикладная математика и информатика (Открытая информатика)" и относится к вариативной части.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 56 часа(ов), в том числе лекции - 14 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 42 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 52 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Графический конвейер. Архитектура GPU-устройства.	3	1	0	4	6
2.	Тема 2. Иерархия памяти GPU. Константная, глобальная, текстурная, разделяемая память.	3	2	0	4	6
3.	Тема 3. Общие принципы построения программ для GPU. Модель программирования в общей памяти. SIMD (SIMT) модель программы.	3	1	0	4	6
4.	Тема 4. Программная модель CUDA.	3	2	0	4	6
5.	Тема 5. Некоторые алгоритмы обработки массивов. Параллельная редукция. Префиксная сумма.	3	2	0	4	6
6.	Тема 6. Некоторые численные алгоритмы.	3	2	0	4	6
7.	Тема 7. Прикладные математические библиотеки: CUBLAS, CUSPARSE, CUFFT, CURAND	3	2	0	4	6
8.	Тема 8. Большие задачи параллельных вычислений.	3	2	0	4	6
9.	Тема 9. Подготовка к экзамену	3	0	0	10	4
Итого			14	0	42	52

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Графический конвейер. Архитектура GPU-устройства.

Эволюция графических ускорителей. Появление и эволюция графического конвейера. Текстуры, шейдеры. Шейдерные процессоры. Общие черты внутреннего устройства графических ускорителей разных производителей. Недостатки традиционной модели

GPGPU. Триггерная разделяемая память. Массивно-параллельный процессор.

Тема 2. Иерархия памяти GPU. Константная, глобальная, текстурная, разделяемая память.

Виды памяти в GPU устройствах. Константная, глобальная, текстурная, разделяемая память.

Расположение на графическом чипе, кэширование, ограничения доступа. Обмен данными

между GPU и CPU. Общее виртуальное адресное пространство. Быстродействие памяти.

Экономия времени при обращении к наиболее часто используемым данным и загрузка процессора собственно вычислениями.

Тема 3. Общие принципы построения программ для GPU. Модель программирования в общей памяти. SIMD (SIMT) модель программы.

Классификация Флинна. Место GPU в классификации Флинна. Отличия модели SIMT от классической SIMD-архитектуры.

Командный процессор и модули обработки данных (называемых процессорными элементами).

Поток как последовательность элементов, команд или данных, обрабатываемая процессором. Выделение четырех классов архитектур: SISD, MISD, SIMD, MIMD.

Тема 4. Программная модель CUDA.

Программная модель CUDA. Взаимодействие CPU->GPU->CPU. Взаимодействие CUDA и C/C++. Расширение языка C/C++. Встроенные типы данных, дополнительные языковые конструкции. CUDA-библиотека времени исполнения. Атомарные операции.

Преимущества и недостатки программной модели CUDA. Возможности использования графического оборудования компьютера для выполнения сложных неграфических вычислений.

Тема 5. Некоторые алгоритмы обработки массивов. Параллельная редукция. Префиксная сумма.

Установка и настройка программного обеспечения CUDA под ОС семейств Windows и Linux. Расширение языка C/C++. Встроенные типы данных, дополнительные языковые конструкции. Компиляция CUDA-программ. XOR (англ. eXclusive OR - исключающее ИЛИ) - одна из основных побитовых операций. Обобщение префиксных сумм на двумерные и многомерные массивы.

Тема 6. Некоторые численные алгоритмы.

Программная реализация алгоритма параллельного суммирования элементов одномерного массива на GPU. Сравнение производительности CPU и GPU-реализаций.

Элементы компьютерной арифметики. Итерационные методы решения СЛАУ. Прямые методы решения СЛАУ. Методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений.

Тема 7. Прикладные математические библиотеки: CUBLAS, CUSPARSE, CUFFT, CURAND

Выбор подходящих для параллельных вычислений алгоритмов. Типичные схемы декомпозиции задачи. Использование CPU для последовательных вычислений и

GPU для параллельных. Минимизация обмена между хостом

и устройством и/или выполнение его асинхронно. Программная реализация на GPU алгоритмов: - транспонирования матрицы - вычисления числа "пи" при помощи составных квадратурных формул - вычисления числа "пи" методом Монте-Карло.

Тема 8. Большие задачи параллельных вычислений.

Введение в шаблоны C++. Функтор, итератор. Их реализация на C++. ZIP-итератор. Общая идеология Thrust. Примеры использования. Взаимодействие Thrust и CUDA Plain C.

Оценка максимально достижимого параллелизма, закон Амдаля. Понятие ускорения и эффективности параллельных алгоритмов. Анализ масштабируемости параллельных вычислений.

Тема 9. Подготовка к экзамену

Самостоятельная работа. Подготовка к экзамену.

1. Эволюция GPU. Современный графический конвейер.
2. Архитектура графического ускорителя nVidia. Шейдер. Шейдерный процессор. Управление потоком инструкций и данных.
3. Виды памяти GPU. Константная, глобальная, текстурная, разделяемая память. Расположение на графическом чипе, кеширование, ограничения доступа.
4. Программная модель CUDA. Расширение языка C/C++. Встроенные типы данных, дополнительные языковые конструкции.
5. Программная модель CUDA. Расширение языка C/C++. CUDA-библиотека времени исполнения. Атомарные операции.
6. Предназначение и структура библиотек CUBLAS, CUSPARSE, CURAND.
7. Библиотека Thrust. Идеология. Детали реализации вычислительных алгоритмов с использованием Thrust. Функтор, итератор, zip-итератор.
8. Опишите структуру графического процессора G80.
9. Каковы основные вычислительные возможности нитевых ядер?
10. Опишите структуру потокового мультипроцессора.
11. Как должны быть организованы вычисления в процессоре G80?
12. В чем состоят принципы организации и функционирования массива взаимодействующих нитей?
13. В соответствии с техникой массива взаимодействующих нитей распишите один из известных вам алгоритмов численного интегрирования.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модуля).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Сайт - <http://bigor.bmstu.ru/?cnt/?doc=Parallel/base.cou>

Сайт - <https://parallel.ru>

Сайт - Nvidia.com

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Теоретический материал излагается на лекциях. Причем конспект лекций, который остается у студента в результате прослушивания лекции не может заменить учебник. Его цель - формулировка основных утверждений и определений. Прослушав лекцию, полезно ознакомиться с более подробным изложением материала в учебнике. Список литературы разделен на две категории: необходимый для сдачи экзамена минимум и дополнительная литература.

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	В рамках лабораторных работ студенты имеют возможность не только решать те задачи, которые им дает в качестве заданий преподаватель, но и могут еще раз в практической форме разобрать методы реализации параллельных алгоритмов, которые им были представлены на лекциях. На лабораторных работах внимание уделяется не только параллельным алгоритмам обработки данных, но и правильному формированию интерфейса программ. Поэтому рекомендуется активно участвовать в обсуждениях, показывать как можно больше решенных задач преподавателю, уточнять непонятные моменты, разбирать сделанные ошибки.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студентов - планируемая учебная, учебно- исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия или при частичном участии преподавателя, оставляющим ведущую роль в работе студентам.</p> <p>Количество часов на самостоятельную работу студента по дисциплине устанавливается учебным планом и рабочей программой учебной дисциплины. В рабочей программе указываются виды планируемой самостоятельной работы студента, их содержание, трудоемкость выполнения, методы контроля и перечень рекомендуемой учебной и учебно-методической литературы.</p> <p>Самостоятельная работа студентов проводится с целью:</p> <ul style="list-style-type: none"> - систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений; - углубления и расширения теоретических знаний; - формирования умений использовать справочную литературу; - развития познавательных и творческих способностей студентов; - формирования самостоятельности мышления; - развития исследовательских умений. <p>Для достижения указанной цели студенты должны решать следующие задачи:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изучить рекомендуемые литературные источники; - изучить основные понятия и определения; - решить предложенные задачи; - ответить на контрольные вопросы. <p>В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - аудиторная (самостоятельная работа на учебных занятиях под руководством преподавателя); - внеаудиторная (самостоятельная работа по заданию преподавателя, но без его участия). <p>Основными видами внеаудиторной самостоятельной работы являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> - подготовка к лекционным занятиям; - индивидуальные домашние задания; - подготовка к лабораторным и практическим занятиям; - решение тестов; - подготовка к зачету и экзамену. <p>Рекомендации к организации самостоятельной работы студентов при подготовке к лекциям. Главное в период подготовки к лекционным занятиям - научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения. Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы.</p> <p>Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Эффективным методом получения знания является самостоятельная работа с учебником, учебным пособием, справочной литературой, периодическими изданиями и поиск информации в Интернете. Полезно составлять опорные конспекты, дополнять конспекты лекций, записывать вопросы для консультации с преподавателем.</p> <p>Рекомендуется изучение конспекта лекции в тот же день после лекции и перед следующей лекцией. Рекомендации к организации самостоятельной работы студентов при подготовке к практическим занятиям. Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. При подготовке к практическим занятиям необходимо:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изучить соответствующую литературу; - иллюстрировать теоретические положения самостоятельно подобранными примерами; - разобрать примеры решения типовых задач (приводятся в методических указаниях); <p>При выполнении практических работ студент пользуется справочной литературой и вычислительной техникой.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	<p>Изучение дисциплины завершается экзаменом. Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач.</p> <p>Готовясь к экзамену, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по конкретной учебной дисциплине. За 3-4 дня нужно систематизировать уже имеющиеся знания. На консультации перед экзаменом студентов познакомят с основными требованиями, ответят на возникшие у них вопросы. Поэтому посещение консультаций обязательно.</p> <p>Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. При подготовке к экзаменам у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Здесь можно эффективно использовать листы опорных сигналов. Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом листы опорных сигналов.</p>

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Компьютерный класс.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" и магистерской программе "Открытая информатика".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.05 Параллельные алгоритмы

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Открытая информатика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Основная литература:

1. Параллельные вычисления: Пособие / Воеводин В.В., Воеводин В.В. - СПб:БХВ-Петербург, 2015. - 603 с. ISBN 978-5-9775-1860-4 Режим доступа:

<http://znanium.com/bookread2.php?book=940115>

2. Параллельные вычисления общего назначения на графических процессорах: Учебное пособие / Некрасов К.А., Поташников С.И., Боярченко А.С., - 2-е изд., стер. - М.:Флинта, Изд-во Урал. ун-та, 2017. - 102 с. ISBN 978-5-9765-3182-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/949717>

Дополнительная литература:

1. Параллельный алгоритм численного моделирования акустического поля с учетом рассеивания звука при переотражениях [Электронный ресурс] / С.Н. КУЛИГИН [и др.]. // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. ? Электрон. дан. ? 2016. ? ♦ 4. ? С. 3-15. ? Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/journal/issue/307273>

2. Ершова, А.В. ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО АЛГОРИТМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СИЛЬНОЙ ОТДЕЛИМОСТИ НА БАЗЕ ФЕЙЕРОВСКИХ ОТОБРАЖЕНИЙ. [Электронный ресурс] / А.В. Ершова, И.М. Соколинская. ? Электрон. дан. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование. ? 2012. ? ♦ 18. ? С. 5-12. ? Режим доступа:

<http://e.lanbook.com/journal/issue/296916>

3. Разработка параллельного алгоритма вычисления кэш-рейтинга в системах кэширования [Интернет-журнал 'Науковедение', Вып. 2 (21), 2014, стр. -] - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/518916>

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.05 Параллельные алгоритмы

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Открытая информатика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.