


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет»

РЕКОМЕНДОВАНО  
К УТВЕРЖДЕНИЮ:  
Декан факультета  
магистерской подготовки,

  
Ашуралиева Р.К.

«14» декабрь 2018г.

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе,  
председатель методического  
совета ДГТУ

  
Суракатов Н.С.

«14» 10 2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина М1.В.ОД.3 Технология высокопроизводительных вычислений

наименование дисциплины по ООП и код по ФГОС

для направления 09.04.04 – «Программная инженерия»

шифр и полное наименование направления

по программе магистерской подготовки «Разработка программно-информационных систем»

факультет Магистерской подготовки,

наименование факультета, где ведется дисциплина

кафедра Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем

наименование кафедры, за которой закреплена дисциплина

Квалификация выпускника (степень) Магистр.

Форма обучения очная, курс 1 семестр (ы) 2.

очная, заочная, др.

Всего трудоемкость в зачетных единицах (часах) 5 ЗЕТ (180 ч);

лекции 9 (час); экзамен 2 (1 ЗЕТ – 36 час.);

(семестр)

практические (семинарские) занятия \_\_\_\_\_ (час); зачет \_\_\_\_\_

(семестр)

лабораторные занятия 17 (час); самостоятельная работа 118 (час);

курсовой проект (работа, РГР) \_\_\_\_\_ (семестр).

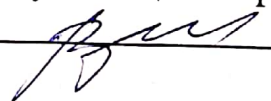
Зав. кафедрой   
подпись /Мелехин В.Б./  
ФИО

Начальник УО   
подпись /Магомаева Э.В./  
ФИО



Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ООП ВО по направлению 09.04.04 «Программная инженерия» и программе магистерской подготовки «Разработка программно-информационных систем».

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры от 12 сентября 2018 года, протокол № 1.

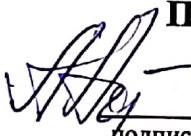
Зав. выпускающей кафедрой по данному направлению (специальности, профилю)  /Мелёхин В.Б./

**ОДОБРЕНО:**

**Методической комиссией по УГС  
направлений подготовки  
09.00.00 «Информатика и вычислительная  
техника»**

шифр и полное наименование

**Председатель МК**

 /Абдулгалимов А.М./  
подпись, ФИО

« 13 » сентября 2018г.

**АВТОР ПРОГРАММЫ:**

Джанмурзаев А.А.,  
ФИО

К.Т.Н., ст. преподаватель  
уч. степень, ученое звание, подпись

  
подпись

## **1. Цели освоения дисциплины.**

Учебная дисциплина «Технология высокопроизводительных вычислений» реализует требования федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.04.04 – «Программная инженерия», магистерская программа «Разработка программно-информационных систем».

### **Цели освоения дисциплины:**

- освоить алгоритмы параллельной обработки, средств их представления, методы отображения алгоритмов на регулярные матричные структуры, методы отображения матричных структур в среду процессорных элементов;
- познакомиться с устройством высокопроизводительных ЭВМ и систем;
- изучить технологии программирования параллельных программ.

### **Задачи дисциплины:**

- научить студентов использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; применять методы математического анализа и моделирования; теоретические и экспериментальные исследования; ставить задачи, связанные с параллельными вычислениями, для решения в среде векторных и матричных структур из процессорных элементов вычислительных систем; строить параллельные вычислительные алгоритмы для конструирования, проектирования и отладки программных продуктов, оценки времени выполнения параллельных программ; разработки, отладки и запуска параллельных программы;
- помочь студентам приобрести навыки формализации области параллельных вычислений с учетом ограничений используемых методов исследования; разрабатывать и анализировать алгоритмы и программы в области параллельных вычислений; использовать математические модели вычислительных процессов и структур вычислительных систем.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры.**

«Технология высокопроизводительных вычислений» входит в блок обязательных дисциплин (вариативная часть) М1.В.ОД.3.

Для успешного усвоения данной дисциплины необходимо, чтобы обучаемый владел знаниями, умениями и навыками, сформированными в процессе изучения дисциплин «Математическая логика и теория алгоритмов», «Теория алгоритмов и формальных языков», «Нечёткая логика». Знания, полученные обучаемыми по дисциплине «Технология высокопроизводительных вычислений», могут быть использованы при изучении дисциплины «Разработка и реализация сетевых протоколов».

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) «Технология высокопроизводительных вычислений».**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у обучающегося следующих компетенций:

- использованием на практике умений и навыков в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом (ОК-5);
- способностью проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности (ОК-6);
- способностью воспринимать математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания, умением самостоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте (ОПК-1);
- культурой мышления, способностью выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных их разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных (ОПК-2);
- способностью анализировать и оценивать уровни своих компетенций в сочетании со способностью и готовностью к саморегулированию дальнейшего образования и профессиональной мобильности (ОПК-3);
- способностью проектировать системы с параллельной обработкой данных и высокопроизводительные системы, и их компоненты (ПК-8).

В результате изучения дисциплины студенты должны:

**•Знать:**

- основные направления развития высокопроизводительных компьютеров;
- основные классификации многопроцессорных вычислительных систем;
- основные подходы к разработке параллельных программ
- основные технологии и модели параллельного программирования.
- методы параллельных вычислений для задач вычислительной математики (матричные вычисления, решение систем линейных уравнений, сортировка, обработка графов, уравнения в частных производных, многоэкстремальная оптимизация).

**•Уметь:**

- создавать параллельные программы для вычислительных систем с распределенной, общей оперативной памятью;
- проводить распараллеливание вычислительных алгоритмов;
- строить модель выполнения параллельных программ;
- оценивать эффективности параллельных вычислений;
- анализировать сложность вычислений и возможность распараллеливания разрабатываемых алгоритмов;
- применять общие схемы разработки параллельных программ для реализаций собственных алгоритмов;
- оценивать основные параметры получаемых параллельных программ, таких как ускорение, эффективность и масштабируемость.

**•Владеть:**

- навыками создания параллельные программы для вычислительных систем с распределенной, общей оперативной памятью;

- навыками построения параллельных аналогов вычислительных алгоритмов.

#### 4. Структура и содержание дисциплины (модуля) «Технология высокопроизводительных вычислений»

##### 4.1. Содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

##### 4.1. Содержание дисциплины

№	Раздел дисциплины Тема лекции и вопросы	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				ЛК	ЛР	ПЗ	СР	
1	<p><b>Тема 1: Введение в понятия высокопроизводительных вычислений.</b> Основные направления развития высокопроизводительных компьютеров. Понятие суперкомпьютера. Способы увеличения производительности суперкомпьютера. Основные способы достижения параллелизма. Перечень критических задач, решение которых без использования параллельных вычислений затруднено или вовсе невозможно. Закон Мура, сдерживающие факторы наращивания количества транзисторов на кристалле и частоты процессоров. Сдерживающие факторы повсеместного внедрения параллельных вычислений.</p>	2	1	2	2		13	Входная контрольная работа
2	<p><b>Тема 2: Классификация многопроцессорных</b></p>				2		13	

	<p><b>ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ</b>  Различия параллельных вычислительных систем.  Классификация Флинна.  Классы систем мультимикомпьютеров.  Массивно-параллельный компьютер. Векторно-конвейерный компьютер.  Однопроцессорная оптимизация. Архитектурно-зависимая оптимизация; отличия развертывания циклов для векторных и кэш-ориентированных архитектур. Конвейерная обработка данных.  Зависимость производительности процессора от способа описания и хранения данных.</p>							Контрольная работа №1
3	<p><b>Тема 3: Современные проблемы построения высокопроизводительных вычислителей</b>  Положительные и отрицательные стороны кластерных систем.  Концепции метакомпьютинга.  Grid проекты и Grid технологии.  Стандартные методики измерения производительности MIPS, MFLOPS и т.д.</p>		5	2	2		13	
4	<p><b>Тема 4: Основные принципы организации параллельной обработки данных: модели, методы и технологии параллельного программирования</b>  Парадигмы, модели и технологии параллельного программирования.  Параллельное программирование с использованием интерфейса передачи сообщений MPI.  Параллельное программирование на системах с общей памятью (OpenMP).  Параллельное</p>				2		13	

	программирование на системах смешанного типа.						
5	<p><b>Тема 5: Аппаратная поддержка математического обеспечения высокопроизводительных вычислителей</b></p> <p>Классификация ошибок параллельных программ (сильные, слабые ошибки ...). Особенности отладки параллельных приложений. Трассировка. Степень параллелизма численного алгоритма. Средняя степень параллелизма численного алгоритма. Зернистость алгоритма. Ускорение и эффективность. Закон Амдала.</p>	9	2	2		13	Контрольная работа №2
6	<p><b>Тема 6: Параллельное программирование с использованием интерфейса передачи сообщений MPI.</b></p> <p>Определение параллелизма: анализ задачи с целью выделить подзадачи, которые могут выполняться одновременно. Выявление параллелизма: изменение структуры задачи таким образом, чтобы можно было эффективно выполнять подзадачи. Выражение параллелизма: реализация параллельного алгоритма в исходном коде с помощью системы обозначений параллельного программирования.</p>			2		13	
7	<p><b>Тема 7: Параллельное программирование на системах с общей памятью (OpenMP).</b></p> <p>Параллельный алгоритм умножения матрицы на вектор и его ускорение по сравнению с последовательным</p>	13	2	2		13	

	<p>алгоритмом.</p> <p>Параллельный алгоритм умножения матрицы на матрицу и его ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом.</p> <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>						
8	<p><b>Тема 8: Параллельное программирование многоядерных GPU. Кластеры из GPU и суперкомпьютеры на гибридной схеме.</b></p> <p>Виды кластеров, их особенности. Положительные и отрицательные стороны кластерных систем. Этапы численного эксперимента.</p> <p>Определение требуемой производительности для решения конкретной задачи.</p> <p>Определение расписания для распределения вычислений между процессорами. Определение времени выполнения параллельного алгоритма.</p> <p>Определение минимально возможного времени решения задачи.</p> <p>Перспективы реализации высокопроизводительных вычислений на основе использования облачных вычислений.</p>			2		13	Контрольная работа № 3
9	<p><b>Тема: Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной</b></p>		17	1	1		14



	<p><b>математики.</b>  Параллельная сортировка  (алгоритмы пузырьковой  сортировки, сортировки  Шелла и быстрой  сортировки).  Задачи обработки графов  (построение минимального  охватывающего дерева,  поиск кратчайших путей).</p>								
Итого:			9	17			118		Экзамен (1 зет – 36 ч.)

#### 4.2. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	№ лекции из рабочей программы	Наименование лабораторного занятия	Количество часов	Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы)
1	1	Обработки данных: модели, методы и технологии параллельного программирования	2	№1-8
2	2	Исследования алгоритмов распараллеливания решения задач	2	№1-8
3	3	Параллельное программирование в MPI	2	№1-8
4	4	Параллельное программирование с использованием интерфейса передачи сообщений MPI.	2	№1-8
5	5	Параллельное программирование многоядерных GPU	2	№1-8
6	6	Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики.	2	№1-8
7	7	Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики.	2	№1-8
8	8	Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики.	2	№1-8
9	9	Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики.	1	№1-8
Итого:			17 час.	

### 4.3. Тематика для самостоятельной работы студента

№ п/п	Тематика по содержанию дисциплины, выделенная для самостоятельного изучения	Количество часов из содержания дисциплины	Рекомендуемая литература и источники информации	Формы контроля СРС
1	2	3	4	5
1	Перечень критических задач, решение которых без использования параллельных вычислений затруднено или вовсе невозможно. Закон Мура, сдерживающие факторы наращивания количества транзисторов на кристалле и частоты процессоров. Сдерживающие факторы повсеместного внедрения параллельных вычислений.	13	№1-8	Контр. раб.
2	Векторно-конвейерный компьютер. Однопроцессорная оптимизация. Архитектурно-зависимая оптимизация; отличия развертывания циклов для векторных и кэш-ориентированных архитектур. Конвейерная обработка данных. Зависимость производительности процессора от способа описания и хранения данных.	13	№1-8	Контр. раб.
3	Причины появления Grid проектов. Метакомпьютинг и Grid технологии. Стандартные методики измерения производительности MIPS, MFLOPS и т.д.	13	№1-8	Контр. раб.
4	Параллельное программирование на системах с общей памятью (OpenMP). Параллельное программирование на системах смешанного типа.	13	№1-8	Контр. раб.
5	Степень параллелизма численного алгоритма. Средняя	13	№1-8	Контр. раб.

	<p>степень параллелизма численного алгоритма. Зернистость алгоритма. Ускорение и эффективность. Закон Амдала.</p>			
6	<p>Выявление параллелизма: изменение структуры задачи таким образом, чтобы можно было эффективно выполнять подзадачи. Выражение параллелизма: реализация параллельного алгоритма в исходном коде с помощью системы обозначений параллельного программирования.</p>	13	№1-8	Контр. раб.
7	<p>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.</p>	13	№1-8	Контр. раб.
8	<p>Определение расписания для распределения вычислений между процессорами. Определение времени выполнения параллельного алгоритма. Определение минимально возможного времени решения задачи. Перспективы реализации высокопроизводительных вычислений на основе использования облачных вычислений.</p>	13	№1-8	Контр. раб.
9	<p>Задачи обработки графов (построение минимального охватывающего дерева, поиск кратчайших путей).</p>	14	№1-8	Контр. раб.
<b>Итого:</b>		118 часов		

## 5. Образовательные технологии.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины, и в целом в учебном процессе они составляют не менее 20% аудиторных занятий.

При проведении занятий по учебной дисциплине рекомендуется следовать и традиционным технологиям, в частности, в каждом разделе курса выделять наиболее важные моменты, акцентировать на них внимание обучаемых.

При чтении лекций по всем разделам программы иллюстрировать теоретический материал большим количеством примеров, что позволит сделать изложение наглядным и продемонстрировать обучаемым приемы программирования.

При изучении всех разделов программы добиться точного знания обучаемыми основных исходных понятий.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Вопросы к входной контрольной работе.

1. Основные направления развития высокопроизводительных компьютеров.
2. Пути достижения параллелизма: независимость функционирования отдельных функциональных устройств, избыточность элементов вычислительной системы, дублирование устройств.
3. Векторная и конвейерная обработка данных.
4. Многопроцессорная и многомашинная, параллельная обработка данных.
5. Закон Мура, сдерживающие факторы наращивания количества транзисторов на кристалле и частоты процессоров.
6. Сдерживающие факторы повсеместного внедрения параллельных вычислений.
7. Перечень критических задач, решение которых без использования параллельных вычислений затруднено или вовсе невозможно.
8. Понятие случайной величины.
9. Нормальное распределение случайной величины.
10. Основные понятия теории вероятностей: случайная величина, закон распределения случайной величины, математическое ожидание, дисперсия.
11. Метод Жордана - Гаусса.
12. Статистическая обработка результатов эксперимента.
13. Основные понятия теории множеств.
14. Методы решения дифференциальных уравнений.
15. Численные методы интегрирования.

## Вопросы для текущих контрольных работ

### Контрольная работа №1

1. Поясните понятие суперкомпьютера
2. Возможно ли увеличение производительности суперкомпьютера прямо пропорционально увеличению количества процессорных элементов?
3. В чем заключаются основные способы достижения параллелизма?
4. В чем могут состоять различия параллельных вычислительных систем?
5. Что положено в основу классификация Флинна?
6. Какие классы систем известны для мультикомпьютеров?
7. Что такое массивно-параллельный компьютер?
8. Что такое векторно-конвейерный компьютер?
9. В чем состоят положительные и отрицательные стороны кластерных систем?
10. Каковы причины появления концепции метакомпьютинга?
11. Каковы причины появления Grid проектов?
12. Сравните метакомпьютинг и Grid технологии.

### Контрольная работа №2

1. Что общего и в чем различия между традиционной общей памятью в SMP-компьютерах и пространством кортежей в системе Linda?
2. Необходимо написать программу для компьютера с общей памятью. Чему отдать предпочтение: OpenMP или Linda? Сравните технологии с различных точек зрения.
3. В распоряжении программистов есть, с одной стороны, MPI и OpenMP, а с другой стороны, компьютеры с общей и распределенной памятью. Какая технология программирования какой архитектуре лучше соответствует?
4. Каковы преимущества программирования с использованием OpenMP?
5. В чем состоит концепция нитей?
6. Как достигается балансировка нагрузки в OpenMP?
7. Какие особенности организации параллельного цикла в OpenMP?
8. Какие похожие операции есть в MPI и OpenMP?
9. OpenMP: Директивы OpenMP, Переменные окружения.
10. OpenMP: Библиотечные функции. Средства синхронизации.

### Контрольная работа №3

1. Каковы преимущества программирования на MPI?
2. Какой минимальный набор средств является достаточным для организации параллельных вычислений в системах с распределенной памятью?
3. В чем различие понятий процесса и процессора?
4. Как описываются в MPI передаваемые сообщения?
5. В чем различие парных и коллективных операций передачи данных?
6. Какая функция MPI обеспечивает передачу данных от одного процесса всем процессам?
7. Какие режимы передачи данных поддерживаются в MPI?
8. Как организуется неблокирующий обмен данными в MPI?
9. Дайте определение вычислительного кластера.
10. Опишите виды кластеров, их особенности.
11. В чем состоят положительные и отрицательные стороны кластерных систем?
12. Каковы этапы численного эксперимента?
13. Как можно определить требуемую производительность для решения конкретной задачи?
14. Как определяется расписание для распределения вычислений между процессорами?
15. Как определяется время выполнения параллельного алгоритма?

16. Как определить минимально возможное время решения задачи?
17. Какие оценки следует использовать в качестве характеристики времени последовательного решения задачи?
18. Какие зависимости могут быть получены для времени параллельного решения задачи при увеличении или уменьшения числа используемых процессоров?
19. Как определяются понятия ускорения и эффективности?
20. Как определяется понятие стоимости вычислений?

### Вопросы для экзамена

1. Основные направления развития высокопроизводительных компьютеров. Пути достижения параллелизма: независимость функционирования отдельных функциональных устройств, избыточность элементов вычислительной системы, дублирование устройств.
2. Векторная и конвейерная обработка данных.
3. Многопроцессорная и многомашинная, параллельная обработка данных.
4. Закон Мура, сдерживающие факторы наращивания количества транзисторов на кристалле и частоты процессоров. Сдерживающие факторы повсеместного внедрения параллельных вычислений.
5. Перечень критических задач, решение которых без использования параллельных вычислений затруднено или вовсе невозможно.
6. Однопроцессорная оптимизация. Архитектурно-зависимая оптимизация; отличия развертывания циклов для векторных и кэш-ориентированных архитектур. Конвейерная обработка данных. Зависимость производительности процессора от способа описания и хранения данных.
7. Стандартные методики измерения производительности MIPS, MFLOPS и т.д.
8. Классификация многопроцессорных вычислительных систем
9. Парадигмы, модели и технологии параллельного программирования
10. Параллельное программирование с использованием интерфейса передачи сообщений MPI
11. Параллельное программирование на системах с общей памятью (OpenMP)
12. Параллельное программирование на системах смешанного типа.
13. Классификация ошибок параллельных программ (сильные, слабые ошибки ...). Особенности отладки параллельных приложений. Трассировка.
14. Степень параллелизма численного алгоритма. Средняя степень параллелизма численного алгоритма. Зернистость алгоритма. Ускорение и эффективность. Закон Амдала.
15. Определение параллелизма: анализ задачи с целью выделить подзадачи, которые могут выполняться одновременно. Выявление параллелизма: изменение структуры задачи таким образом, чтобы можно было эффективно выполнять подзадачи. Выражение параллелизма: реализация параллельного алгоритма в исходном коде с помощью системы обозначений параллельного программирования.
16. Параллельный алгоритм умножения матрицы на вектор и его ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом.
17. Параллельный алгоритм умножения матрицы на матрицу и его ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом.
18. Параллельный алгоритм решения СЛАУ прямым методом Гаусса и его ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом.
19. Параллельный алгоритм решения СЛАУ итерационными методами Якоби, Гаусса - Зейделя и их ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом.
20. Параллельная сортировка (алгоритмы пузырьковой сортировки, сортировки Шелла и быстрой сортировки).
21. Задачи обработки графов (построение минимального охватывающего дерева, поиск кратчайших путей).

## Вопросы проверки остаточных знаний

1. Каковы преимущества программирования с использованием OpenMP?
2. В чем состоит концепция нитей?
3. Как достигается балансировка нагрузки в OpenMP?
4. Какие особенности организации параллельного цикла в OpenMP?
5. Какие похожие операции есть в MPI и OpenMP?
6. OpenMP: Директивы OpenMP, Переменные окружения.
7. OpenMP: Библиотечные функции. Средства синхронизации.
8. Поясните понятие суперкомпьютера
9. Возможно ли увеличение производительности суперкомпьютера прямо пропорционально увеличению количества процессорных элементов?
10. Дайте определение вычислительного кластера.
11. Опишите виды кластеров, их особенности.
12. В чем состоят положительные и отрицательные стороны кластерных систем?
13. Каковы этапы численного эксперимента?
14. Как можно определить требуемую производительность для решения конкретной задачи?
15. Как определяется расписание для распределения вычислений между процессорами?
16. Как определяется время выполнения параллельного алгоритма?
17. Как определить минимально возможное время решения задачи?
18. Какие оценки следует использовать в качестве характеристики времени последовательного решения задачи?
19. Какие зависимости могут быть получены для времени параллельного решения задачи при увеличении или уменьшения числа используемых процессоров?
20. Как определяются понятия ускорения и эффективности?
21. Как определяется понятие стоимости вычислений?
22. Как формулируется закон Амдала? Какой аспект параллельных вычислений позволяет учесть данный закон?
23. Представьте перспективы реализации высокопроизводительных вычислений на основе использования облачных вычислений.



7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины  
(модуля) «Технология высокопроизводительных вычислений»

7.1. Рекомендуемая литература и источники информации



№ п/п	Виды занятий	Необходимая учебная, учебно-методическая (основная и дополнительная) литература, программное обеспечение и Интернет ресурсы	Автор(ы)	Издательство и год издания	Количество изданий	
					В библиотеке	На кафедре
1	2	3	4	5	6	7
<b>Основная литература</b>						
1.	лк, лб, срс	Архитектура параллельных вычислительных систем	Ершова Н.Ю., Соловьёв А.В.	М.: ИНТУИТ, 2016. – 224 с.	Режим доступа: <a href="http://www.iprbo.okshop.ru/74339.html">http://www.iprbo.okshop.ru/74339.html</a>	
2.	лк, лб, срс	Параллельные вычисления	Николаев Е.И.	Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. – 185с.	Режим доступа: <a href="http://www.iprbo.okshop.ru/62966.html">http://www.iprbo.okshop.ru/62966.html</a>	
3.	лк, лб, срс	Параллельные вычисления и многопоточное программирование	Биллинг В.А.	М.: ИНТУИТ, 2016. – 310 с.	Режим доступа: <a href="http://www.iprbo.okshop.ru/63218.html">http://www.iprbo.okshop.ru/63218.html</a>	
4.	лк, лб, срс	Параллельные вычисления общего назначения на графических процессорах	Некрасов К.А., Поташников С.И., Боярченко А.С., Купряжкин А.Я.	Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2016.- 104с.	Режим доступа: <a href="http://www.iprbo.okshop.ru/62967.html">http://www.iprbo.okshop.ru/62967.html</a>	
5.	лк, лб, срс	Организация потоков в компьютерных сетях.	Джанмурзаев А.А.	М.: Парнас, 2018 – 102 с.		10
6.	лк, лб, срс	Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP: Учебное пособие".	Антонов А.С.	М.: Изд-во МГУ, 2009, 300с.	1	
7.	лк, лб, срс	Основы многопоточного, параллельного	Эндрюс Г.Р.	Пер. с англ. М.:	1	

		программирования.		Издательский дом "Вильямс", 2011. 512с.		
<b>Дополнительная литература</b>						
8.	лк, лб, срс	Архитектуры и топологии многопроцессорных вычислительных систем // электронный учебник	Богданов А., Мареев В., Станнова Е., Корхов В.		<a href="http://www.informika.ru/text/teach/topolog/index.htm">http://www.informika.ru/text/teach/topolog/index.htm</a>	

### 7.2. Программное обеспечение.

Интегрированные среды разработки программ Borland Developer Studio и Visual Studio . NET, базы данных, информационно – справочные и поисковые системы; вузовские электронно-библиотечные системы учебной литературы; база научно-технической информации ВИНТИ РАН.

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Для проведения лекционных занятий на факультете имеется комплект технических средств обучения в составе:

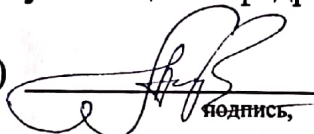
- интерактивная доска;
- переносной компьютер (в конфигурации не хуже: процессор IntelCore 2 Duo, 2 Гбайта ОЗУ, 500 Гбайт НЖМД);
- проектор (разрешение не менее 1280x1024);

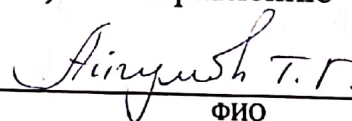
Для проведения лабораторных занятий имеется компьютерный класс, оборудованный компьютерами с установленным программным обеспечением, предусмотренным программой дисциплины.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ООП ВО по направлению 09.04.04 «Программная инженерия» и программе магистерской подготовки «Разработка программно-информационных систем».

Рецензент от выпускающей кафедры (работодателя) по направлению

(специальности)

  
подпись,

  
ФИО