

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Хагуров Т.А.

подпись

«28» мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.04 ТЕХНОЛОГИИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Направление подготовки 09.03.03 Прикладная информатика

Направленность (профиль) Прикладная информатика в экономике

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины «Технологии параллельных вычислений» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика.

Программу составил: Письменский А.В.,
к.ф.-м.н., доцент кафедры прикладной математики

Рабочая программа дисциплины «Технологии параллельных вычислений» утверждена на заседании кафедры прикладной математики
протокол № 10 от 20.05.2021 г.

Заведующий кафедрой (разработчика)
Уртенев М.Х., д.ф.-м.н., профессор

Рабочая программа дисциплины «Технологии параллельных вычислений» обсуждена на заседании кафедры анализа данных и искусственного интеллекта
протокол № 8 от 21.05.2021 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей)
А.В. Коваленко, д.ф.-м.н., к.э.н., доцент

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики
протокол № 1 от 21.05.2021 г.

Председатель УМК факультета компьютерных технологий и
прикладной математики УМК факультета
А.В. Коваленко, д.ф.-м.н., к.э.н., доцент

Рецензенты:

Шапошникова Татьяна Леонидовна.

Доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, профессор.

Почетный работник высшего профессионального образования РФ. Директор института фундаментальных наук (ИФН) ФГБОУ ВО «КубГТУ».

Марков Виталий Николаевич.

Доктор технических наук. Профессор кафедры информационных систем и программирования института компьютерных систем и информационной безопасности (ИКСиИБ) ФГБОУ ВО «КубГТУ».

1 Цели и задачи учебной дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Цели изучения дисциплины определены государственным образовательным стандартом высшего образования и соотнесены с общими целями ООП ВО по направлению подготовки «Прикладная информатика», в рамках которой преподается дисциплина.

Целью приобретение умений, навыков и методологических основ составления параллельных алгоритмов для решения вычислительных задач, в том числе, в экономической предметной области, овладение соответствующим системным и прикладным инструментарием, приобретение умений и навыков студентами методологии параллельного программирования.

1.2 Задачи дисциплины

- ознакомление студентов с архитектурными принципами реализации параллельной обработки в вычислительных машинах;
- изучение студентами параллельных вычислительных методов и освоение принципов составления параллельных алгоритмов как для систем с разделяемой памятью, так и распределенной памятью;
- комплексное использование методологии и инструментальных средств параллельного программирования, освоение студентами технологий MPI и OpenMP;
- приобретение опыта в решении вычислительных задач, в том числе, связанных с ресурсоемкими информационными системами (ИС).

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технологии параллельных вычислений» относится к базовой части (Б1.Б) учебного плана.

Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- Программирование.
- Информационные системы и технологии.
- Вычислительные системы, сети и телекоммуникации.
- Безопасность информационных экономических систем.

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

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения курса «Технологии параллельных вычислений»:

№ п. п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-1	Способен решать актуальные и значимые задачи прикладной информатики	- основные понятия и законы параллельных вычислений, область их применения в актуальные и значимые	- выбирать инструментальные средства разработки параллельных программ для решения задач прикладной информатики;	- современными инструментальными средствами и методами раз-

№ п. п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
			мые задачи прикладной информатики; - основы технологий параллельного программирования MPI и OpenMP; - параллельные вычислительные методы и принципы составления параллельных алгоритмов	- проводить формализацию и реализацию решения прикладных задач; - составлять параллельные программы для систем с общей и распределенной памятью; - оценивать вычислительные затраты проекта и эффективность параллельных решений	работки параллельных приложений;
2.	ПК-8	Способен планировать необходимые ресурсы и этапы выполнения работ в области информационно-коммуникационных технологий, составлять соответствующие технические описания и инструкции	- особенности высокопроизводительных вычислительных систем, существенные при планировании необходимых ресурсов и этапов выполнения работ в области информационно-коммуникационных технологий	- находить ресурсы для распараллеливания вычислительной работы; - планировать этапы выполнения работ для осуществления параллельных вычислений в области информационно-коммуникационных технологий	- навыками планирования необходимых ресурсов и этапов выполнения работ в области технологий параллельных вычислений

2 Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Трудовоемкость, часов
	8 семестр
Контактная работа, в том числе:	44,3
Аудиторные занятия:	42
Занятия лекционного типа (Л)	14
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) (ПЗ)	—
Лабораторные работы (ЛР)	28
Иная контактная работа:	2,3

Контроль самостоятельной работы (КСР)		2
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3
Самостоятельная работа, в том числе:		10
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)		–
Проработка учебного (теоретического) материала (ПМ)		6
Подготовка к текущему контролю (ПТК)		4
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		–
Реферат (Р)		–
Контроль: подготовка к зачету		53,7
Общая трудоемкость	час.	108
	зач. ед.	3

2.2 Структура учебной дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раз- дела	Наименование разделов, тем	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеауди- торная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
	Раздел 1. Особенности параллельных вычислений	8	4	0	2	2
1.	Введение. Парадигмы программирования. Организация вычислений в многопроцессорных системах	2	2			
2.	Законы Амдала и коммуникационные сети	2	1			1
3.	Параллелизм и его использование. Методы практического распараллеливания кода	4	1		2	1
	Раздел 2. Технология параллельных вычислений в системах с распределенной памятью MPI	15	4	0	8	3
4.	Понятие и основные особенности технологии MPI. Процессы, группы и коммуниторы. Базовые функции библиотеки MPI	7	2		4	1
5.	Синхронная и асинхронная передача сообщений между процессами	4	1		2	1
6.	Коллективные взаимодействия процессов: передача данных, барьерная синхронизация, операции с группами и коммуниторами	4	1		2	1
	Раздел 3. Технология параллельных вычислений в системах с разделяемой памятью OpenMP	17	4		10	3
7.	Понятие и основные особенности технологии OpenMP. Использование потоков (общее адресное пространство). Пульсирующий (fork-join) параллелизм	5	2		2	1
8.	Директивы OpenMP. Формат, области видимости, типы. Определение параллельной области.	9	2		6	1

№ раз-дела	Наименование разделов, тем	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеауди-торная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
	Управление областью видимости данных. Распределение вычислений между потоками. Операция редукции. Синхронизация. Совместимость директив и их параметров					
9.	Библиотека функций OpenMP. Переменные окружения	3			2	1
	Раздел 4. Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач	12	2		8	2
10.	Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики и прикладной информатики	10			8	2
11.	Обобщающий обзор современных технологий параллельного программирования ИС. <i>Выставление зачетов по дисциплине</i>	2	2			
	ИТОГО по дисциплине:	52	14	0	28	10

Сокращения: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные работы, СРС – самостоятельная работа студентов, КСР – контролируемая самостоятельная работа, ИКР – иная контактная работа.

2.3 Содержание разделов дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Особенности параллельных вычислений	Введение. Парадигмы программирования. Организация вычислений в многопроцессорных системах. Законы Амдала и коммуникационные сети. Параллелизм и его использование. Методы практического распараллеливания кода	Участие в семинаре, защита ЛР
2.	Технология параллельных вычислений в системах с распределенной памятью MPI	Понятие и основные особенности технологии MPI. Процессы, группы и коммуникаторы. Базовые функции библиотеки MPI. Синхронная и асинхронная передача сообщений между процессами. Коллективные взаимодействия процессов: передача данных, барьерная синхронизация, операции с группами и коммуникаторами	Участие в семинаре, защита ЛР
3.	Технология параллельных вычислений в системах с разделяемой памятью OpenMP	Понятие и основные особенности технологии OpenMP. Использование потоков (общее адресное пространство). Пульсирующий (fork-join) параллелизм. Директивы OpenMP. Формат, области видимости, типы. Определение параллельной области. Управление областью видимости данных. Распределение вычислений между потоками. Операция	Участие в семинаре, защита ЛР

		редукции. Синхронизация. Совместимость директив и их параметров. Библиотека функций OpenMP. Переменные окружения	
4.	Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач	Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики и прикладной информатики. Обобщающий обзор современных технологий параллельного программирования ИС	Участие в семинаре, защита ЛР

2.3.2 Семинарские занятия

Семинарские занятия не предусмотрены учебным планом.

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Содержание раздела (номера и наименования лабораторных работ)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Особенности параллельных вычислений	1. Методы практического распараллеливания кода	Защита ЛР
2.	Технология параллельных вычислений в системах с распределенной памятью MPI	2. Установка и настройка реализации MPI. Базовые функции библиотеки MPI	Защита ЛР
		3. Синхронная передача сообщений между процессами. Оценка эффективности параллельных вычислений	Защита ЛР
		4. Асинхронная передача сообщений между процессами	Защита ЛР
		5. Коллективные взаимодействия процессов: операции с группами и коммуникаторами	Защита ЛР
3.	Технология параллельных вычислений в системах с разделяемой памятью OpenMP	6. Настройка проекта MS Visual Studio для использования технологии OpenMP. Создание потоков.	Защита ЛР
		7. Определение параллельной области. Управление областью видимости данных. Распределение вычислений между потоками. Синхронизация доступа к общим данным	Защита ЛР
		8. Распараллеливание циклов	Защита ЛР
		9. Использование операции редукции	Защита ЛР
		10. Переменные окружения и функции библиотеки OpenMP	Защита ЛР
4.	Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач	11. Параллельные численные алгоритмы решения задач линейной алгебры	Защита ЛР
		12. Параллельные численные алгоритмы решения задач математического анализа	Защита ЛР
		13. Параллельные численные алгоритмы сортировки	Защита ЛР
		14. Параллельные алгоритмы в современных ИС. <i>Выставление зачетов по дисциплине</i>	Защита ЛР

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине

Целью самостоятельной работы студента является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий. Вырабатываются навыки самостоятельной работы. Закрепляются опыт и знания, полученные во время лабораторных занятий. Ниже представлен перечень учебно-методических материалов, которые помогают обучающемуся организовать самостоятельное изучение тем (вопросов) дисциплины по всем видам СРС.

№	Вид самостоятельной работы	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка и повторение лекционного материала, материала учебной и научной литературы, подготовка к семинарским занятиям	Методические указания для подготовки к лекционным и семинарским занятиям, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г. Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.
2	Подготовка к лабораторным занятиям	Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.
3	Подготовка к решению задач и тестов	Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.
4	Подготовка докладов	Методические указания для подготовки эссе, рефератов, курсовых работ, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.
5	Подготовка к решению расчетно-графических заданий (РГЗ)	Методические указания по выполнению расчетно-графических заданий, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г. Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.
6	Подготовка к текущему контролю	Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть расширен и конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3 Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

Лекционные материалы реализуются с помощью электронных презентаций. При реализации учебной работы по дисциплине «Технологии параллельных вычислений» используются следующие образовательные технологии:

- интерактивная подача материала с мультимедийной системой;
- обсуждение сложных и дискуссионных вопросов;
- разбор конкретных исследовательских задач.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (зачета).

В качестве оценочных средств, используемых для текущего контроля успеваемости, предлагается перечень вопросов по выполненным лабораторным работам, которые прорабатываются в процессе освоения курса. Данный перечень охватывает все основные разделы курса, включая знания, получаемые во время самостоятельной работы. Кроме того, важным элементом обучения является самостоятельное решение студентами и сдача индивидуальных заданий в рамках КСР. Студент демонстрирует свое решение преподавателю, отвечает на дополнительные вопросы.

Примерные задания для индивидуальных проектов

Провести анализ задачи согласно варианту. Выявить ресурсы для распараллеливания. Осуществить выбор более подходящей технологии параллельных вычислений. Написать алгоритм параллельного решения. Написать и отладить параллельную программу, реализующую алгоритм. Провести оценку эффективности параллельного решения.

Варианты заданий:

Сортировки использующие сравнения:

1. Сортировка выбором.
2. Пузырьковая сортировка.
3. Шейкерная сортировка.

4. Сортировка вставками.
5. Сортировка слиянием.
6. «Гномья» сортировка.
7. Челночная сортировка:
8. Пирамидальная сортировка.
9. Сортировка с помощью d-кучи.
10. Сортировка Шелла.
11. Сортировка Хоара (быстрая).

Сортировки не использующие сравнения:

12. Сортировка подсчетом.
13. Поразрядная нисходящая сортировка.
14. Поразрядная восходящая сортировка.

Численное интегрирование:

15. Численное интегрирование с использованием формулы прямоугольников 1-го порядка с автоматическим выбором шага интегрирования (апостериорная оценка погрешности методом Рунге).
16. Численное интегрирование с использованием формулы прямоугольников 2-го порядка с автоматическим выбором шага интегрирования (апостериорная оценка погрешности методом Рунге).
17. Численное интегрирование с использованием формулы трапеций с автоматическим выбором шага интегрирования (апостериорная оценка погрешности методом Рунге).
18. Численное интегрирование с использованием формулы Симпсона с автоматическим выбором шага интегрирования (апостериорная оценка погрешности методом Рунге).

Численное дифференцирование:

19. Численное дифференцирование функции одной переменной на отрезке с использованием формулы 1-го порядка.
20. Численное дифференцирование функции одной переменной на отрезке с использованием формулы 2-го порядка.

Интеллектуальные системы:

21. Обучение искусственной нейронной сети однослойный Персептрон по дельта-правилу.
22. Обучение искусственной нейронной сети Персептрон по правилу обратного распространения ошибки.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

4.2.1 Примерный перечень вопросов к зачёту

1. Две модели программирования: последовательная и параллельная.
2. Парадигмы параллельного программирования: параллелизм данных и параллелизм задач.
3. Основные концепции параллелизма. Конвейерная обработка и параллельная обработка.
4. Классификация компьютерных архитектур по Флинну.
5. Многопроцессорные ЭВМ с разделяемой и распределенной памятью. Их достоинства и недостатки.
6. Возможная некорректность вычислений в ЭВМ с разделяемой памятью.
7. Классы технической реализации многопроцессорных ЭВМ. Симметричные мультипроцессоры (SMP). Особенности систем с массовым параллелизмом (MPP).
8. Вычислительный кластер: определение и особенности. Влияние характеристик коммуникационной сети на производительность кластерной системы.
9. Ускорение параллельной системы. Основной закон Амдала.

10. Сетевой закон Амдала. Факторы, влияющие на эффективность параллельных вычислений.
11. Классы задач, которые можно эффективно векторизовать и распараллелить.
12. Основные требования к распределению итераций для параллельной обработки данных.
13. Методы распределения итераций одномерных циклов.
14. Методы распределения итераций многомерных циклов.
15. Основы технологии MPI. Понятие и принципы работы MPI-программы.
16. Общие функции MPI. Определение номера текущего процесса и общего количества запущенных процессов. Пример простейшей MPI-программы.
17. Основные команды компиляции и выполнения MPI-программ.
18. Прием и передача сообщений между отдельными процессами MPI-программы. Функции приема/передачи с блокировкой.
19. Примеры тупиковых ситуаций, вызванных некорректным использованием индивидуальных операций с блокировкой.
20. Прием и передача сообщений между отдельными процессами MPI-программы. Функции приема/передачи без блокировки.
21. Прием и передача сообщений между отдельными процессами MPI-программы. Объединение запросов на взаимодействие.
22. Прием и передача сообщений между отдельными процессами MPI-программы. Совмещенные прием и передача сообщений.
23. Коллективные взаимодействия процессов MPI-программы. Широковещательный обмен.
24. Коллективные взаимодействия процессов MPI-программы. Сбор данных.
25. Коллективные взаимодействия процессов MPI-программы. Рассылка.
26. Коллективные взаимодействия процессов MPI-программы. Глобальные операции редукции.
27. Синхронизация процессов в технологии MPI. Барьерная синхронизация процессов.
28. Преимущество использования коллективных операций перед парными.
29. Пример некорректного использования коллективных операций, приводящего к тупиковой ситуации.
30. Группы процессов и коммуникаторы. Операции с коммуникаторами.
31. Основные особенности технологии OpenMP. Пульсирующий (fork-join) параллелизм.
32. Динамика развития стандарта OpenMP. Поддерживающие OpenMP компиляторы.
33. OpenMP: формат записи директив.
34. OpenMP: директива определения параллельной области. Пример использования.
35. OpenMP: способы задания количества потоков, управление областью видимости данных.
36. OpenMP: распределение вычислений между потоками. Директива for. Пример.
37. OpenMP: распределение вычислений между потоками. Директива sections. Пример.
38. OpenMP: операция редукции. Пример.
39. OpenMP: синхронизация. Директивы barrier, single и master.
40. OpenMP: синхронизация. Директивы critical, atomic и flush.
41. OpenMP: совместимость директив и их параметров.
42. Библиотека функций OpenMP.
43. Переменные окружения OpenMP.
44. Основные классы технологий параллельного программирования.

4.2.2 Критерии оценки

Оценка «Зачтено»:

– студент показывает хорошие знания изученного учебного материала;

- самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса;
- полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса;
- владеет основными терминами и понятиями изученного курса;
- показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.

Оценка «Не зачтено»:

- фрагментарные знания по дисциплине;
- отказ от ответа (выполнения письменной работы);
- знание отдельных источников, рекомендованных учебной программой по дисциплине;
- неумение использовать научную терминологию;
- наличие грубых ошибок;
- низкий уровень культуры исполнения заданий;
- низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть дополнен и конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1 Основная литература

1. Миков А.И. Распределенные компьютерные системы и алгоритмы: учебное пособие. – Краснодар: Кубанский государственный университет, 2009. – 87 с. (40 экз.)
2. Гергель В.П., Воеводин В.В., Сысоев А.В., Баркалов К.А., Кудин А.В. Intel Parallel Programming Professional (Introduction) [Электронный ресурс]. – Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. – 569 с. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=429006.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2 Дополнительная литература

1. Воеводин В.В. Параллельные вычисления [Текст]: учебное пособие для студентов вузов / В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 599 с. (50 экз.)
2. Гергель В.П. Высокопроизводительные вычисления для многопроцессорных многоядерных систем [Текст]: учебник для студентов вузов / В. П. Гергель; Библиотека Нижегородского гос. ун-та им. Н. И. Лобачевского. – М.: Изд-во Московского университета: ФИЗМАТЛИТ, 2010; Нижний Новгород: Нижегородский государственный университет, 2010. – 543 с. (10 экз.)
3. Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений [Текст]: учебное пособие / В. П. Гергель. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2007. – 423 с.
4. Кепнер Дж. Параллельное программирование в среде MATLAB для многоядерных и многоузловых вычислительных машин: учебное пособие / науч. ред. Д. В. Дубров; [предисл. В. А. Садовничий]. – М.: Изд-во Московского университета, 2013. – 294 с. (10 экз.)
5. Афанасьев К.Е., Стуколов С.В., Малышенко В.В., Карабцев С.Н., Андреев Н. Е. Основы высокопроизводительных вычислений Т.2 [Электронный ресурс]. Технологии параллельного программирования: учебное пособие. – Кемеровский государственный университет, 2012. – 412 с. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=232204.
6. Бабенко Л.К. Параллельные алгоритмы для решения задач защиты информации [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л. К. Бабенко, Е. А. Ищукова, И. Д. Сидоров. – М.: Горячая линия-Телеком, 2014. – 304 с. – <https://e.lanbook.com/reader/book/63228/#1>.

6 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Википедия, свободная энциклопедия – Wikipedia [Электронный ресурс]. - URL: <http://ru.wikipedia.org>.
2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс]. - URL: <http://e.lanbook.com>.
3. Научная электронная библиотека в рамках проекта Федерального агентства по науке и инновациям [Электронный ресурс]. - URL: elibrary.ru.

7 Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий и индивидуальных консультаций. Самостоятельная работа студентов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

8.1 Перечень информационных технологий

– Проверка домашних заданий и консультирование посредством ЭИОС, электронной почты и социальной сети «ВКонтакте».

– Использование электронных презентаций при проведении лекционных и лабораторных занятий.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения

1. Операционная система MS Windows или Linux.
2. Пакет MS Office или LibreOffice.
3. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет.
4. Система программирования MS Visual Studio.

8.3 Перечень необходимых информационных справочных систем

1. Википедия, свободная энциклопедия – Wikipedia [Электронный ресурс]. - URL: <http://ru.wikipedia.org>.
2. Электронная библиотека КубГУ [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.kubsu.ru/ru/node/1145>.
3. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.elibrary.ru>.
4. Профессиональная база данных zbMath [Электронный ресурс]. - URL: <https://zbmath.org/>.

9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук), соответствующим программным обеспечением, а также необходимой мебелью (доска, столы, стулья) (аудитории: 129, 131, 133, А305, А307)
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью, техническими средствами обучения (современными ПЭВМ на базе процессоров Intel или AMD, объединёнными локальной сетью) с выходом в глобальную сеть Интернет, а также современным лицензионным программным обеспечением (операционная система Windows 8/10, пакет Microsoft Office, среды программирования MS Visual Studio и Delphi) (аудитории: 101, 102, 105, 106, 107, А301а)

3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория для семинарских занятий, групповых и индивидуальных консультаций, укомплектованные необходимой мебелью (доска, столы, стулья) (аудитории: 129, 131)
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для семинарских занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья) (аудитории: 129, 131, 133, А305, А307, 147, 148, 149, 150, 100С, А3016, А512), компьютерами с лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет (аудитории: 106, 106а. А301)
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет, программой экранного увеличения, обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, необходимой мебелью (доска, столы, стулья) (аудитория 102а, читальный зал).