

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
качеству образования – первый
проректор

_____ подпись Т.А. Загуров
«31» мая 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.В.06
ЭФФЕКТИВНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В ЗАДАЧАХ
АЛГЕБРЫ И АНАЛИЗА**

Направление подготовки

02.04.01 Математика и компьютерные науки

Программа магистратуры

«Математическое и компьютерное моделирование»

Форма обучения

очная

Квалификация

магистр

Краснодар 2024

Рабочая программа дисциплины «Эффективные вычисления в задачах алгебры и анализа» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.04.01 Математика и компьютерные науки (уровень высшего образования: магистратура)

Программу составил:

Лежнев А. В., доцент, канд. физ.-мат. наук, доцент



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры математических и компьютерных методов, протокол № 10 от 07.05.2024.

Заведующий кафедрой математических и компьютерных методов Лежнев А. В.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук, протокол № 3 от 14.05.2024.

Председатель УМК факультета математики и компьютерных наук Шмалько С. П.



Рецензенты:

Савенко И. В., коммерческий директор ООО «РосГлавВино»

Никитин Ю. Г., доцент кафедры теоретической физики и компьютерных технологий ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Целями освоения дисциплины «Эффективные вычисления в задачах алгебры и анализа» являются: подготовка в области применения современной вычислительной техники для решения практических задач математического и компьютерного моделирования, информатики; получение высшего (на уровне магистра) образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности с применением современных компьютерных технологий.

1.2 Задачи дисциплины.

Развитие профессиональных компетентностей и приобретение практических навыков численного решения задач механики и математической физики современными методами.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Эффективные вычисления в задачах алгебры и анализа» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплины (модули).

Знания и умения, приобретенные студентами в результате изучения дисциплины, будут использоваться при изучении общих и специальных курсов, при выполнении курсовых работ, связанных с применением вычислительных методов и компьютерных технологий.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций.

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 – Способен демонстрировать фундаментальные знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий	
ПК-1.1 – Демонстрирует навыки решения задач классической математики, теоретической механики, математической физики	Знает основные методы и приемы, используемые при компьютерной реализации с применением параллельных вычислений
	Умеет пользоваться возможностями параллельных вычислений, создавать и запускать параллельные программы
	Владеет методикой разработки параллельных программ, способами оценки эффективности параллельных алгоритмов и максимально достижимого параллелизма на целевой вычислительной архитектуре
ПК-1.3 – Владеет сетевыми технологиями, в том числе, основами теории нейронных сетей	Знает методы решения классических вариационных задач
	Умеет применять методы вариационного исчисления к практически возникающим задачам

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	Владеет навыками решения подчинённых задач, возникающих в области вариационного исчисления
ПК-1.4 – Собирает и анализирует научно-техническую информацию с учетом базовых представлений, полученных в области фундаментальной математики, механики, естественных наук, программирования и информационных технологий	Знает о потенциальной эффективности применения математических методов при проведении научных и прикладных исследований
	Умеет составлять вариационные задачи при проведении научных и прикладных исследований
	Владеет навыками адаптации общих методов вариационного исчисления к особенностям постановок прикладных вариационных задач
ПК-3 - Способен преподавать физико-математические дисциплины и информатику в сфере общего образования, среднего профессионального образования, дополнительного образования, высшего образования	
ПК-3.3 - Конструирует предметное содержание и адаптирует его в соответствии с особенностями целевой аудитории	Обладает фундаментальными знаниями в области информатики и ИКТ
	Умеет формулировать и решать задачи, возникающие в ходе преподавательской деятельности и требующие углубленных
	Владеет культурой мышления; способностью к восприятию, анализу, обобщению информации

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		2	—		
Контактная работа, в том числе:					
Аудиторные занятия (всего):	26	26			
Занятия лекционного типа	12	12	-	-	-
Лабораторные занятия	14	14	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
Иная контактная работа:					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3			
Курсовая работа (КРП)	14	14			

Самостоятельная работа, в том числе:		68	68			
Проработка учебного (теоретического) материала		68	68	-	-	-
Контроль:		35,7	35,7			
Подготовка к экзамену		35,7	35,7			
Общая трудоемкость	час.	144	144	-	-	-
	в том числе контактная работа	40,3	40,3			
	зач. ед	4	4			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 2 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение в параллельные вычисления	34	4		4	20
2.	Методы передачи данных. Стандарт MPI.	48	4		5	20
3.	Базовые средства параллельного программирования систем с общей памятью	62	4		5	28
	<i>Итого по дисциплине:</i>		12		14	68

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение в параллельные вычисления	Обзор параллельных вычислительных систем и их классификация. Способы организации параллельной обработки данных Вычислительные кластеры: основные понятия, архитектура, типовой набор кластерного программного обеспечения, средства доступа и управления, тестирование производительности. Моделирование параллельных программ. Реализация параллелизма различного вида. Общая схема и методика разработки параллельных алгоритмов. Цели и задачи параллельной обработки данных. Необходимость и актуальность параллельных вычислений. Различия между многозадачным,	РГЗ

		параллельным и распределенным режимами выполнения программ. Закон Амдаля. Закон Мура. Гипотеза Минского. Способы построения многопроцессорных вычислительных систем. Краткая история развития высокопроизводительных вычислений	
2.	Методы передачи данных. Стандарт MPI.	Общая характеристика методов передачи данных, оценка времени выполнения коммуникационных операций. Оценка трудоемкости операций передачи данных для кластерных систем. Модель Хокни. MPI: основные понятия и определения. Базовый (минимальный) набор функций MPI, достаточный для разработки параллельных программ. Операции передачи данных между двумя процессами. Коллективные операции передачи данных. Упаковка и распаковка разнотипных данных в MPI. Управление группами процессов и коммутаторами. Виртуальные топологии Модельный пример: умножение матрицы на вектор.	РГЗ
3.	Базовые средства параллельного программирования систем с общей памятью	Общие сведения. Структура стандарта OpenMP. Достоинства технологии OpenMP. Модель параллелизма OpenMP. Модель памяти OpenMP. Директивы OpenMP. Типы директив. Формат записи директив. Определение параллельной области. Распределение вычислений между потоками. Директивы синхронизации. Директивы управления областью видимости данных. Совместимость директив и их параметров. Библиотека функций OpenMP. Функции для контроля/запроса параметров среды исполнения. Функции синхронизации. Переменные среды исполнения. Пример программы произведения матриц. Сравнение технологий MPI и OpenMP для SMP-систем. Гибридный (MPI+OpenMP) подход для SMP-кластеров. Компиляторы Intel с поддержкой OpenMP. Инструментальные средства разработки и отладки многопоточных приложений.	РГЗ

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Занятия семинарского типа не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4

1.	Введение в параллельные вычисления	<p>Понятие кластера и кластерной архитектуры. Классификация кластерных вычислительных систем. Состав сетевой инфраструктуры кластера. Типы топологий и критерии эффективности коммуникационной сети кластера.</p> <p>Сетевые решения для кластерных систем.</p> <p>Основные критерии оценки кластерных систем.</p> <p>Типичный набор программно-аппаратного обеспечения кластеров.</p> <p>Особенности запуска задач на кластерах.</p> <p>Системы управления заданиями.</p> <p>Интегрированные наборы кластерного программного обеспечения.</p>	проверка домашнего практического задания
2.	Методы передачи данных. Стандарт MPI.	<p>Общая характеристика методов передачи данных, оценка времени выполнения коммуникационных операций.</p> <p>Оценка трудоемкости операций передачи данных для кластерных систем. Модель Хокни. MPI: основные понятия и определения. Базовый (минимальный) набор функций MPI, достаточный для разработки параллельных программ. Пример: программа вычисления числа π.</p> <p>Операции передачи данных между двумя процессами</p> <p>Коллективные операции передачи данных. Упаковка и распаковка разнотипных данных в MPI. Управление группами процессов и коммутаторами. Виртуальные топологии Модельный пример: умножение матрицы на вектор</p>	проверка домашнего практического задания
3.	Базовые средства параллельного программирования систем с общей памятью	<p>Общие сведения. Структура стандарта OpenMP. Достоинства технологии OpenMP. Модель параллелизма OpenMP. Модель памяти OpenMP. Директивы OpenMP. Типы директив. Формат записи директив. Определение параллельной области. Распределение вычислений между потоками. Директивы синхронизации. Директивы управления областью видимости данных. Совместимость директив и их параметров. Библиотека функций OpenMP. Функции для контроля/запроса параметров среды исполнения. Функции синхронизации. Переменные среды исполнения. Пример программы произведения матриц. Сравнение технологий MPI и OpenMP для SMP-систем. Гибридный (MPI+OpenMP) подход для SMP-кластеров. Компиляторы Intel с поддержкой OpenMP. Инструментальные средства разработки и отладки многопоточных приложений.</p>	практико-ориентированный проект №1

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Моделирование обтекания тел с подвижными частями поверхности в приближении аэроупругости.
2. Численное моделирование пространственно-периодических квантовых систем.
3. Постановка задачи об аккреции в осесимметричном приближении.
4. Особенности динамических систем с хаотическим поведением.
5. Исследование динамических систем с непрерывным временем численными методами.
6. Фрактальные аттракторы для нескольких типов динамических систем.
7. Свойства фрактальных множеств и их связь с детерминированным хаосом.
8. Морфологический анализ цифровых изображений.
9. Гармоническое сглаживание цифровых изображений.
10. Сжатие изображения матричным методом.
11. Алгоритмы подбора методов компрессии.
12. Модели с открытой обратной связью и оптимизация обучения.
13. Численные методы решения задач механики сплошных сред.
14. Геометрические и вариационные методы в теории функций и математической физике.
15. Конечно-разностные методы решения краевых задач.
16. Метод конечных элементов в решении краевых задач.
17. Визуализация волновых явлений с помощью прикладных математических пакетов.
18. Математическое моделирование и численный анализ рассеяния упругих волн на множественных микродефектах.
19. Движение точечных вихрей в ограниченной области.
20. Решение бигармонического уравнения.
21. Алгоритм решения квадратных уравнений в конечных полях и его применение в криптографии.
22. Замечательные кривые 3-го порядка. Циссоида Диоклеса.
23. Алгебры Лейбница небольших размерностей.
24. Замечательные кривые 4-го порядка. Конхоида Никомеда.
25. Использование укрупненных дидактических единиц на математическом анализе.
26. Гипотеза Коллатца.
27. Алгебры и супералгебры Лейбница.
28. Диффузная теория А. Тьюринга применительно к биосистемам.
29. Моделирование в инструментальной среде AnyLogic.
30. Программирование семантических сетей на языке Пролог.
31. Разработка программного обеспечения для численных алгоритмов оптимизации.
32. Разработка приложений для реализации метода анализа иерархий.
33. Применение искусственных нейронных сетей для решения задачи прогнозирования.
34. Применение искусственных нейронных сетей для решения задачи классификации.
35. Приложения в нейрокриптографии рекуррентных конвергентных нейросетей и потенциальных динамических систем.
36. Применение нейросетевых технологий для определения эмоциональной окраски текста.
37. Применение нейронных сетей для аппроксимации функций
38. Применение многослойной нейронной сети прямого распространения для распознавания предметов одежды.

39. Решение задачи регрессии на основе многослойной полносвязной нейронной сети.
40. Математические модели рыболовства.
41. Исследование энергетической модели сердца при вариации параметров.
42. Моделирование и оптимизация технологических процессов в газовой промышленности.
43. Численный анализ краевых задач моделей добычи тяжёлой нефти и теплофизики кипения.
44. Задачи компьютерного зрения в пищевой промышленности.
45. Оптимизация технологических процессов пищевой промышленности.
46. Некоторые приложения СВ к техническим и военным процессам.
47. Вероятностное моделирование некоторых процессов в военной области.
48. Стохастическое моделирование боевых действий.
49. Моделирование экономических процессов и систем.
50. Математическое моделирование экологических процессов.
51. Оптимизация сетевых графиков.
52. Прогнозирование финансово-экономических показателей деятельности предприятия.
53. Методы оптимизации инвестиционного портфеля.
54. Моделирование и анализ рисков инвестиционных проектов.
55. Прогнозирование ценовых показателей в микроэкономике.
56. Математическая модель динамики финансовых эффектов в микроэкономике.
57. Оценка доходности облигаций на основе модели Васичека.
58. Вероятностные методы прогнозирования ценообразования.
59. Математические методы прогнозирования социально-экономических явлений и процессов.
60. Имитационное моделирование и задачи теории массового обслуживания.
61. Применение имитационного моделирования для решения логистических задач.
62. Реализация алгоритмов машинного обучения.
63. Математические аспекты реализации криптоалгоритмов типа «невзаимозаменяемый токен».
64. Компьютерное моделирование сложных непрерывно-стохастических систем.
65. Моделирование картографических изображений с помощью гауссовского шума.
66. Моделирование вычислительного процесса получения изображения пространственных моделей многогранников.
67. Оценка внутренне нелинейных множественных регрессионных моделей.

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

Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины представлен в таблице.

№	Вид самостоятельной работы	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1.	Подготовка к текущему контролю	Методические указания для подготовки к занятиям лекционного и семинарского типа. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г. Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся. Утверждены на заседании Совета

		факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г. Методические указания по использованию интерактивных методов обучения. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5т от 05 мая 2022 г. Методические указания по подготовке эссе, рефератов, курсовых работ. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5т от 05 мая 2022 г.
2.	Выполнение лабораторных работ и расчетно-графических заданий	Методические указания по выполнению лабораторных работ. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г. Методические указания по выполнению расчетно-графических заданий. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.
3.	Подготовка и оформление отчетов по практике	1. Методические указания по подготовке и оформлению отчета по практике. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.
4.	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	1. Методические указания по выполнению и защите выпускной квалификационной работы (бакалавриат, магистратура, специалитет). Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 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;
- в форме аудиофайла;
- в печатной форме на языке Брайля.

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;
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

Лекции, практические занятия, контрольные работы, коллоквиумы, зачеты и экзамен. К образовательным технологиям относятся интерактивные методы обучения. Интерактивность подачи материала по дисциплине «Эффективные вычисления в задачах алгебры и анализа» предполагает не только взаимодействия вида «преподаватель - студент» и «студент - преподаватель», но и «студент - студент». Все эти виды взаимодействия

хорошо достигаются при изложении материала на практических занятиях и в процессе докладов с использованием компьютерных технологий.

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 текущего контроля.

Примерный перечень заданий и контрольных вопросов

1. История и классификация суперкомпьютеров. Состав программного обеспечения современной параллельной вычислительной системы.

2. Программистская модель двусторонних обменов сообщениями на примере решения задачи Дирихле методом Якоби с использованием простейших возможностей MPI.

3. Некоторые дополнительные возможности MPI на примере параллельной реализации решения СЛАУ с заполненной матрицей методом Гаусса, с частичным и полным выбором главного элемента.

4. Систематический обзор возможностей MPI на примере различных вариантов записи метода Якоби для задачи Дирихле.

5. Параллельная реализация решения СЛАУ большого размера методом простой итерации.

6. Обзор OpenMP, иллюстрация основных возможностей на ранее рассмотренных примерах.

7. Обзор альтернативных моделей и технологий параллельного программирования. Где они встречаются, для чего нужны. Базовые и производные модели и технологии. Базовые технологии для промежуточных классов коммуникационного оборудования.

8. Обзор альтернативных моделей и технологий параллельного программирования. Технологии, производные от явного двустороннего обмена сообщениями. Характер и причины неприятия некоторых усовершенствованных технологий параллельного программирования пользователями.

9. Обзор нетрадиционных суперкомпьютерных архитектур. Причины и неизбежность их появления, какие они бывают. Системные трудности в разработке приложений.

10. Общее представление о программировании GPGPU на примере метода Якоби. Подробный разбор гибридной реализации MPI+CUDA.

11. Общий обзор вычислительного и сетевого оборудования, применяемого в современной суперкомпьютерной отрасли.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Систематика Флинна.
2. Понятия мультипроцессора, мульти-компьютера, вычислительного кластера.
3. Особенности организации параллельных вычислений в системах с общей памятью (обеспечение однозначности кэш-памяти разных процессоров, синхронизация вычислений).
4. Особенности организации параллельных вычислений в системах с распределенной памятью посредством передачи сообщений.
5. Классификация кластерных вычислительных систем.
6. Общая схема и методика разработки параллельных алгоритмов.
7. Пример использования методики разработки параллельных алгоритмов для параллельного решения гравитационной задачи N тел.
8. Оценка трудоемкости операций передачи данных для кластерных систем.
9. Коллективные операции передачи данных. Упаковка и распаковка разнотипных данных в MPI.
10. Управление группами процессов и коммутаторами. Виртуальные топологии.
11. Достоинства технологии OpenMP.
12. Модель памяти OpenMP.
13. Типы директив OpenMP.
14. Формат записи директив OpenMP.
15. Определение параллельной области.
16. Распределение вычислений между потоками в OpenMP.
17. Директивы синхронизации OpenMP.
18. Директивы управления областью видимости данных. Совместимость директив и их параметров.
19. Переменные среды исполнения OpenMP.
20. Гибридный (MPI+OpenMP) подход для SMP-кластеров.
21. Инструментальные средства разработки и отладки многопоточных приложений.

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 (модулю) 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 конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Учебная литература:

1. Малявко, А. А. Параллельное программирование на основе технологий openmp, mpi, cuda : учебное пособие для академического бакалавриата / А. А. Малявко. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 115 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02916-1. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/46BBEB77-8697-4FF5-BE49-711BB1388D50

2. Гергель, В.П. Intel Parallel Programming Professional (Introduction) / В.П. Гергель, В.В. Воеводин, А.В. Сысоев и др. - 2-е изд., испр. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 569 с. : ил., граф., схем. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429006>

1. В.В. Воеводин. Вычислительная математика и структура алгоритмов. М.: Изд-во МГУ, 2006. 112 с.

<http://www.parallel.ru/sites/default/files/info/parallel/voevodin/voevodin.pdf>

2. В.В. Воеводин, С.А. Жуматий. Вычислительное дело и кластерные системы – М.: Изд-во МГУ, 2007. 150 с. . — URL:

<http://www.parallel.ru/sites/default/files/info/parallel/cluster/cluster.pdf>

3. А.С. Антонов. Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP. М.: Изд-во МГУ, 2009. 77 с. — URL:

<http://www.parallel.ru/sites/default/files/info/parallel/openmp/OpenMP.pdf>

5.2 Периодическая литература

Приведённые журналы имеются в фонде Научной библиотеки КубГУ, <https://www.kubsu.ru/ru/node/15554>,

1. Журнал «Математическое моделирование».
2. Журнал «Кибернетика и программирование» <http://e-notabene.ru/kp>

5.3 Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>
5. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

Профессиональные базы данных:

1. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
2. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ)) <https://rusneb.ru/>
3. «Лекториум ТВ» <http://www.lektorium.tv/>
4. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>
5. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
6. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
7. Scopus <http://www.scopus.com/>
8. ScienceDirect www.sciencedirect.com
9. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
10. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
11. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
12. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда
13. Springer Journals <https://link.springer.com/>
14. Springer Nature Protocols and Methods
15. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
18. zbMath <https://zbmath.org/>
19. Nano Database <https://nano.nature.com/>

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

Ресурсы свободного доступа:

1. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
2. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>;
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/>;
4. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .

5. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
6. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
7. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
8. Образовательный портал «Учеба» <http://www.ucheba.com/>;

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы

КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
4. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

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

В курсе используются следующие методы и формы работы:

- лекции;
- лабораторные занятия в компьютерном классе.

Учебный план по дисциплине предусматривает проведение внеаудиторной самостоятельной работы студентов. Основная цель самостоятельной работы студентов состоит в закреплении, расширении и углублении знаний материала, изучаемого на аудиторных занятиях, формировании навыков исследовательской работы и повышении образовательного уровня студентов без непосредственного участия преподавателя. Самостоятельная работа студентов по дисциплине включает следующие виды деятельности:

- проработку и анализ лекционного материала; изучение учебной литературы;
- поиск информации в сети Интернет по различным вопросам;
- выполнение индивидуальных заданий;
- работу с вопросами для самопроверки по темам курса;
- подготовку к экзамену.

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.

7 Материально-техническое обеспечение по дисциплине

Распределение видов материально-технического обеспечения по видам занятий представлено в таблице.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (302Н, 303Н, 308Н, 309Н, 505А, 507А)	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	средство подготовки презентаций MS PowerPoint;

<p>Учебные аудитории для проведения лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций (301Н, 309Н, 316Н, 320Н)</p>	<p>Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер с доступом к сети «Интернет» и в электронную информационно-образовательную среду организации</p>	<p>Интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет; средство подготовки презентаций MS PowerPoint;</p>
<p>Учебные аудитории для проведения текущей и промежуточной аттестации (301Н, 302Н, 303Н, 307Н, 308Н, 308На, 309Н, 310Н, 312Н, 314Н, 316Н, 318Н, 320Н)</p>	<p>Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер</p>	<p>—</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)</p>	<p>Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	<p>Интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет; средство подготовки презентаций MS PowerPoint</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (301Н, 302Н, 303Н, 307Н, 308Н, 308На, 309Н, 310Н, 312Н, 314Н, 316Н, 318Н, 320Н)</p>	<p>Мебель: учебная мебель. Подключение к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации</p>	<p>Интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет; средство подготовки презентаций MS PowerPoint</p>