

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 25.08.2022 08:24:44  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

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

Утверждаю:

Руководитель ООП

  
С.М. Дудаков

2022 г.



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)  
**ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ И РАСПРЕДЕЛЕННОЕ  
ПРОГРАММИРОВАНИЕ**

Направление подготовки

09.04.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА

Направленность (профиль)

Интеллектуальные системы. Теория и приложения

Для студентов 2 курса

очная форма

Составитель: к.ф.-м.н., доцент А.Б. Семенов



Тверь, 2022

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины**

Курс ориентирован на усвоение материала по параллельному программированию и методам параллельных вычислений. Он объединяет подробное описание параллельной реализации задач вычислительной математики различного уровня сложности – от вычисления частных сумм или рекуррентных соотношений до решения уравнений в частных производных методом конечных разностей. При этом особое внимание уделяется проведению теоретических оценок эффективности известных или вновь созданных параллельных алгоритмов.

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

Дисциплина относится к разделу «Профессиональный» части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.

Требуемые знания опираются на следующий математический аппарат: матрицы, кривые, дифференцирование и поиск экстремумов функций, численные методы работы с матрицами и векторами, теория графов. Обучающийся должен иметь базовые навыки реализации математических алгоритмов на любом современном языке программирования.

**3. Объем дисциплины:** 3 зачетных единиц, 108 академических часов, в том числе:

**контактная аудиторная работа:** лекции 15 часов, в т.ч. практическая подготовка 15 часов; практические занятия 15 часов, в т.ч. практическая подготовка 15 часов;

**самостоятельная работа:** 78 часов, в том числе контроль 0 часов.

**4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен использовать и развивать методы научных исследований и инструментарий в области искусственного интеллекта и его математических основ	ПК-1.3 Анализирует, адаптирует и совершенствует методы искусственного интеллекта для решения поставленной задачи
ПК-9 Способен руководить проектами по созданию комплексных систем на основе аналитики больших данных в различных отраслях	ПК-9.1 Осуществляет руководство проектом по построению комплексных систем на основе аналитики больших данных в различных отраслях

**5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения** – зачет, 3 семестр.

**6. Язык преподавания** русский.

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

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)					Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.)
		Лекции		Практические занятия		Контроль самостоятельной работы (в том числе курсовая работа)	
		всего	в т.ч. практическая подготовка	всего	в т.ч. практическая подготовка		
<b>Введение. Критерии оценки производительности параллельного алгоритма. Закон Амдала.</b>	16	3	3	3	3	-	10

Рекуррентные формулы. Вычисление частичных сумм последовательности числовых значений. Последовательная сумма. Каскадная схема суммирования. Алгоритм сдваивания. Оценка производительности.	23	3	3	3	3	--	17
Библиотека параллельных вычислений pthreads.	23	3	3	3	3	--	17
Библиотека параллельных вычислений OpenMP.	23	3	3	3	3	--	17
Библиотека параллельных вычислений MPI.	23	3	3	3	3	--	17
ИТОГО	108	15	15	15	15	--	78

### III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем (в строгом соответствии с разделом II РПД)	Вид занятия	Образовательные технологии
Введение. Критерии оценки производительности параллельного алгоритма. Закон Амдала.	Лекции, практические занятия	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изложение теоретического материала</li> <li>2. Решение задач</li> </ol>
Рекуррентные формулы. Вычисление частичных сумм последовательности числовых значений. Последовательная сумма. Каскадная схема суммирования. Алгоритм сдваивания. Оценка производительности.	Лекции, практические занятия	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изложение теоретического материала</li> <li>2. Решение задач</li> </ol>

Библиотека параллельных вычислений pthreads.	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
Библиотека параллельных вычислений OpenMP.	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
Библиотека параллельных вычислений MPI.	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач

Преподавание учебной дисциплины строится на сочетании лекционных и практических занятий и различных форм самостоятельной работы студентов. В процессе освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии, способы и методы формирования компетенций: практические занятия в диалоговом режиме, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы.

Дисциплина предусматривает выполнение контрольных работ, письменных домашних заданий.

#### **IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации**

Для проведения текущей и промежуточной аттестации:

ПК-1 Способен использовать и развивать методы научных исследований и инструментарий в области искусственного интеллекта и его математических основ

ПК-1.3 Анализирует, адаптирует и совершенствует методы искусственного интеллекта для решения поставленной задачи

Разработать программу, обеспечивающую, параллельную реализацию задачи умножения вектора на матрицу с использованием библиотеки OpenMP. Обеспечить равномерную загрузку всех процессорных элементов, участвующих в работе программы.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 6 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 4 балла;

Решение содержит грубые ошибки - 2 балла.

ПК-9 Способен руководить проектами по созданию комплексных систем на основе аналитики больших данных в различных отраслях

ПК-9.1 Осуществляет руководство проектом по построению комплексных систем на основе аналитики больших данных в различных отраслях ПК-3

Способен создавать, адаптировать и развивать системы обработки информации, автоматизации и принятия решений на основе искусственного интеллекта

Разработать программу, обеспечивающую, параллельную реализацию задачи умножения вектора на матрицу с использованием библиотеки OpenMP. Обеспечить равномерную загрузку всех процессорных элементов, участвующих в работе программы.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Дан правильный развернутый ответ – 2 балла;

Ответ содержит неточности – 1 балл.

Разработать программу, обеспечивающую, параллельную реализацию задачи умножения вектора на матрицу с использованием библиотеки OpenMP. Обеспечить равномерную загрузку всех процессорных элементов, участвующих в работе программы.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 6 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 4 балла;

Решение содержит грубые ошибки - 2 балла.

Разработать программу, обеспечивающую, параллельную реализацию задачи умножения вектора на матрицу с использованием библиотеки OpenMP. Обеспечить равномерную загрузку всех процессорных элементов, участвующих в работе программы.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 6 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 4 балла;

Решение содержит грубые ошибки - 2 балла.

## **V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **1) Рекомендуемая литература**

#### **а) Основная литература:**

1. Левин, М.П. Параллельное программирование с использованием OpenMP: учебное пособие / М.П. Левин. - М.: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2008. - 120 с. - (Основы информационных технологий). - ISBN 978-5-94774-857-4; [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233111>
2. Антонов, А.С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI: курс / А.С. Антонов. - М.: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2008. - 71 с.; [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233577>
3. Информационные технологии: учебник / Ю.Ю. Громов, И.В. Дидрих, О.Г. Иванова, и др.; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - 260 с.: ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-8265-1428-3; [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444641>
4. Туральчук, К.А. Параллельное программирование с помощью языка C# / К.А. Туральчук. - 2-е изд., испр. - М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 190 с.: ил. ; [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429098>

#### **б) дополнительная литература**

1. Гринберг, А.С. Информационные технологии управления: учебное пособие / А.С. Гринберг, А.С. Бондаренко, Н.Н. Горбачёв. - М.: Юнити-Дана, 2015. - 479 с. - ISBN 5-238-00725-6; [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=119135>
2. Пилко, И.С. Информационные технологии: практикум / И.С. Пилко, О.В. Дворовенко; Министерство культуры Российской Федерации, Кемеровский государственный институт культуры, Институт

информационных и библиотечных технологий, Кафедра технологии документальных коммуникаций. - Кемерово: Кемеровский государственный институт культуры, 2016. - 76 с.: табл. - ISBN 978-5-8154-0359-8; [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=472702>

3. Алексеев, А.А. Основы параллельного программирования с использованием Visual Studio 2010 / А.А. Алексеев. - 2-е изд., испр. - М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 332 с.: ил.; [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428829>

## 2) Программное обеспечение

### а) Лицензионное программное обеспечение

<p>Компьютерная лаборатория факультета ПМиК № 201а (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)</p>	<p>Перечень программного обеспечения (со свободными лицензиями):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Linux OpenSuse Tumbleweed, KDE</li> <li>TeXLive, Mozilla Firefox</li> <li>TeXStudio, Qt, QtCreator</li> <li>Gcc, Python, Eric</li> <li>LibreOffice, Cervisia</li> <li>Kdbg, Umbrello</li> <li>wxMaxima, Blender</li> <li>digikam, GIMP</li> <li>Gwenview, hugin</li> <li>Inkscape, Okular</li> <li>showFoto, Kmail</li> <li>Konqueror, Konversation</li> <li>Kopete, TigerVNC viewer</li> <li>Amarok, K3b</li> <li>Kdenlive, VLC media player</li> <li>Kontakt, Korganizer</li> <li>Yast, Ark</li> <li>Dolphin, Info Center</li> <li>Kget, Konsole</li> <li>Krusader, Midnight commander</li> <li>OpenJDK, pgadmin3</li> <li>Xterm, Emacs</li> <li>Kate, Kcalc, Kpgp</li> <li>Kleopatra, Kompare</li> <li>Sweeper, Perl</li> <li>Apache, PostgreSQL</li> <li>MariaDB, SQLite, PHP</li> </ul>
<p>Компьютерный класс факультета ПМиК № 46 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)</p>	<p>Adobe Acrobat Reader DC – Russian – бесплатное ПО;          Apache Tomcat 8.0.27 – бесплатное ПО;          Cadence SPB/OrCAD 16.6 - Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009;          GlassFish Server Open Source Edition 4.1.1 – бесплатное ПО;          Google Chrome – бесплатное ПО;          Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit) – бесплатное ПО;          JetBrains PyCharm Community Edition 4.5.3 – бесплатное ПО;</p>

	<p>JetBrains PyCharm Edu 3.0 – бесплатное ПО;  Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – бесплатное ПО;  Lazarus 1.4.0 - бесплатное ПО;  MATLAB R2012b – Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012;  Mathcad 15 M010 – Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011;  Microsoft Office профессиональный плюс 2013 – Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017;  Microsoft SQL Server 2014 Express LocalDB - бесплатное ПО;  Microsoft Visio Professional 2013 - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017;  MS Visual Studio Ultimate 2013 с обновлением 4 - Акт предоставления прав № Tr035055 от 19.06.2017;  MiKTeX 2.9 – бесплатное ПО;  MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK - бесплатное ПО;  NetBeans IDE 8.0.2- бесплатное ПО;  NetBeans IDE 8.2- бесплатное ПО;  Notepad++ - бесплатное ПО;  Oracle VM VirtualBox 5.0.2 - бесплатное ПО;  Origin 8.1 Sr2 – договор №13918/M4 от 24.09.2009 с ЗАО «СофтЛайн Трейд»;  Python 3.1 pygame-1.9.1 - бесплатное ПО;  Python 3.4 numpy-1.9.2 - бесплатное ПО;  Python 3.4.3 - бесплатное ПО;  Python 3.5.1 (Anaconda3 2.5.0 64-bit) - бесплатное ПО;  WCF RIA Services V1.0 SP2 - бесплатное ПО;  WinDjView 2.1 - бесплатное ПО;  MS Windows 10 Enterprise – Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017.</p>
--	--

**б) Свободно распространяемое программное обеспечение**

**3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. ЭБС «**ZNANIUM.COM**» [www.znanium.com](http://www.znanium.com);
2. ЭБС «**Университетская библиотека онлайн**» <https://biblioclub.ru/>;
3. ЭБС «**Лань**» <http://e.lanbook.com>.

**4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Интернет-университет <http://www.intuit.ru>

1. Microsoft Visual Studio (2008, 2010) /Visual Studio Express (download.microsoft.com)
2. Microsoft .NET Framework 3.5 (download.microsoft.com)
3. MonoDevelop IDE (<http://monodevelop.com/download>) (для Windows или Linux)

**VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

**Учебное пособие:**

Семенов А.Б. Основы компьютерной графики. - Тверь: Тверской государственный университет, 2007. - 135 с.

В итоге проводятся 2 контрольных мероприятия, распределение баллов между которыми составляет 40/60. Контрольные работы проводятся в письменной форме.

### **Вопросы к зачету**

Рекуррентные формулы.

Параллельные алгоритмы вычисления определенных интегралов.

Параллельные методы работы с матрицами. Умножение матрицы на вектор.

Умножение матрицы на матрицу.

Библиотека параллельных вычислений pthreads.

Библиотека параллельных вычислений OpenMP.

Библиотека параллельных вычислений MPI.

### **Примерные задачи для зачета**

- Вычисление частичных сумм последовательности числовых значений.
- Последовательная сумма.
- Каскадная схема суммирования.
- Алгоритм сдваивания.
- Оценка производительности.
- Метод Монте-Карло.
- Метод трапеций.
- Метод прямоугольников.
- Метод Симпсона.
- Параллельные алгоритмы умножения матриц
- Определение производительности методов
- Практическая реализация
- Правила компиляции программ
- Функции создания потока
- Механизмы синхронизации
- Работа с общими данными

### **Задачи для самостоятельной работы**

- Принцип распараллеливания с использованием OpenMP. Инструкция pragma omp.
- Определение количества и номера потока
- Распараллеливание циклов. Инструкция pragma omp for.
- Конфигурирование вычислительного кластера на базе ОС Linux

- Установка и настройка библиотеки MPICH
- Понятие коммуникатора. Принципы распараллеливания.
- Взаимодействие между отдельными процессами
- Примеры параллельных алгоритмов на MPI

## VII. Материально-техническое обеспечение

Для аудиторной работы.

<p>Учебная аудитория № 310 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)</p>	<p>Ауд. 310 приспособлена для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации и оснащена комплектом учебном мебели и меловой доской.</p>
<p>Учебная аудитория № 304 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)</p>	<p>Ауд. 304 приспособлена для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации и оснащена набором учебной мебели, меловой доской, проекционным оборудованием (мультимедийный проектор Casio XJ-N2650 с потолочным креплением и моториз.экраном), звуковым оборудованием (радиосистема Shure PG288/PG58, петличный радиомикрофон AKG WMS40Pro, стационарный микрофон SOUNDKING EG002 с настольным держателем, усилитель Roxton AA-120, микшер Mackie 402 VLZ, акустическая система Roxton MS-40T 00000000008641 (4 шт.)), ноутбуком ASUS "N45SF", шкафом напольным 19".</p>

Для самостоятельной работы.

<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся: Компьютерный класс №3 факультета ПМиК № 243 170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35</p>	<p>Персональные ЭВМ (компьютер (1. Системный блок Norbel в сборе: мат.плата Gigabyte GA-H110M-S2V, Процессор CPU Intel Pentium G4560 Kaby Lake, ОЗУ Crucial DDR4 DIMM 4GB CT4G4DFS8213, твердотельный накопитель Patriot SSD 256Gb Spark PSK256GS25SSDR, Блок питания 350w) (2. Мышь Oklick 185M черный оптическая (800dpi) USB) (3. Клавиатура Oklick 130M черный USB) (4. Коврик BURO BU-M90002 автомобиль для мыши, пластиковый, 230x180x2мм) (5. Монитор LCD BenQ 21.5" GW2270HM) – 12 штук.</p>
---	--

### **VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины**

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.			
2.			