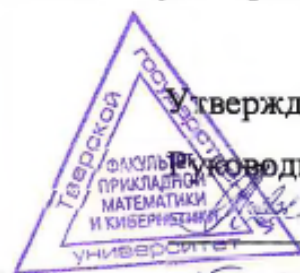


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 20.10.2023 20:45:17  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

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



Утверждаю:

Руководитель ООП

А.В.Язенин/

«25» мая 2023 года

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

Направление подготовки

02.04.02 ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ

Направленность (профиль)

Информационные технологии в управлении и принятии решений

Для студентов 1-го курса

Форма обучения - очная

Составитель:

к.ф.-м.н., доцент А.Б. Семенов

Тверь, 2023

## **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.

Предоставляет вспомогательный материал для изучения дисциплин «Распознавание образов», «Обработка и анализ изображений».

**3. Объем дисциплины:** 5 зачетных единиц, 180 академических часов, в том числе:

**контактная аудиторная работа:** лекции 15 часов, в т.ч. практическая подготовка 0 часов; практические занятия 15 часов, в т.ч. практическая подготовка 10 часов;

**самостоятельная работа:** 150 часов, в том числе контроль 36.

#### 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
<p>УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий</p>	<p>УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними</p> <p>УК-1.2 Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению</p> <p>УК-1.3 Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников</p> <p>УК-1.4 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов</p> <p>УК-1.5 Строит сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения</p>
<p>ПК-3 Способен проектировать информационные системы, их компоненты и протоколы их взаимодействия, собирать, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные и знания, необходимые для проектной и производственно-технологической деятельности; разрабатывать новые алгоритмические, методические и технологические решения в конкретной сфере профессиональной деятельности</p>	<p>ПК-3.1 Знает основы проектирования и элементы архитектурных решений информационных систем</p> <p>ПК-3.2 Применяет в практической деятельности профессиональные стандарты в области информационных технологий</p> <p>ПК-3.3 Составляет техническое задание на разработку информационной системы</p>

**5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения – экзамен,**

1 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 аудиторная работа (час.)					Самостояте льная работа, в том числе Контроль (час.)
		Лекции		Практическ ие 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 производительнос ти параллельного алгоритма. Закон Амдала.</b>	36	3	0	3	2	--	30
<b>Рекуррентные формулы. Вычисление частичных сумм последовательнос ти числовых значений. Последовательная сумма. Каскадная схема суммирования. Алгоритм сдваивания. Оценка производительнос ти.</b>	36	3	0	3	2	--	30
<b>Библиотека параллельных вычислений pthreads.</b>	36	3	0	3	2	--	30
<b>Библиотека параллельных вычислений OpenMP.</b>	36	3	0	3	2	--	30

<b>Библиотека параллельных вычислений MPI.</b>	36	3	0	3	2	--	30
<b>ИТОГО</b>	180	15	0	15	10	--	150

### **III. Образовательные технологии**

Учебная программа – наименование разделов и тем <i>(в строгом соответствии с разделом II РПД)</i>	Вид занятия	Образовательные технологии
Введение. Критерии оценки производительности параллельного алгоритма. Закон Амдала.	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
Рекуррентные формулы. Вычисление частичных сумм последовательности числовых значений. Последовательная сумма. Каскадная схема суммирования. Алгоритм сдваивания. Оценка производительности.	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
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 лабораторных 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:

УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними

Разработать программу вычисления определенного интеграла заданной функции с использованием параллельного и последовательного алгоритмов. Провести тестирование на различных исходных данных (границы интегрирования, величина шага), провести анализ полученных временных характеристик.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Дан правильный развернутый ответ – 2 балла;

Ответ содержит неточности – 1 балл.

УК-1.2 Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению

Решение задачи «обедающие философы» на многопроцессорной машине. Сравнение с теоретическими оценками ускорения параллельного алгоритма. Объяснение результатов.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 6 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 4 балла;

Решение содержит грубые ошибки - 2 балла.

УК-1.3 Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников

Параллельная реализация задачи нахождения максимальной устойчивости чисел. Сравнение с теоретическими оценками ускорения параллельного алгоритма. Объяснение результатов.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 6 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 4 балла;

Решение содержит грубые ошибки - 2 балла.

УК-1.4 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов

Разработать программу, обеспечивающую, параллельную реализацию задачи умножения вектора на матрицу с использованием библиотеки pthreads. 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.

УК-1.5 Строит сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения

Разработать программу, обеспечивающую, параллельную реализацию задачи умножения матрицы на матрицу с использованием библиотеки pthreads. 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-3 Способен проектировать информационные системы, их компоненты и протоколы их взаимодействия, собирать, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные и знания, необходимые для проектной и производственно-технологической деятельности; разрабатывать новые алгоритмические, методические и технологические решения в конкретной сфере профессиональной деятельности

ПК-3.1 Знает основы проектирования и элементы архитектурных решений информационных систем

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.

ПК-3.2 Применяет в практической деятельности профессиональные стандарты в области информационных технологий

Разработать программу, обеспечивающую, параллельную реализацию задачи умножения матрицы 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-3.3 Составляет техническое задание на разработку информационной системы

Разработать программу, обеспечивающую, параллельную реализацию задачи умножения матрицы на матрицу с использованием библиотеки MPI. 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 С# / 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, 2017. - 479 с. - ISBN 5-238-00725-6; [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=685108>
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

Компьютерная лаборатория факультета ПМиК № 201а (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Перечень программного обеспечения (со свободными лицензиями): Linux Kubuntu, KDE, TeXLive, TeXStudio, LibreOffice, GIMP, Gwenview, ImageMagick, Okular, Skanlite, Google Chrome, KDE Connect, Konversation, KRDC, KTorrent, Thunderbird, Elisa, VLC media player, PulseAudio, KAppTemplate, KDevelop, pgAdmin4, PostgreSQL, Qt, QtCreator, R, RStudio, Visual Studio Code, Perl, Python, Ruby, clang, clang++, gcc, g++, nasm, flex, bison, Maxima, Octave, Dolphin, HTop, Konsole, KSystemLog, Xterm, Ark, Kate, KCalc, Krusader, Spectacle, Vim
--	---

<b>Компьютерный класс факультета прикладной математики и кибернетики № 4б (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)</b>	
Adobe Acrobat Reader DC - Russian	бесплатно
Apache Tomcat 8.0.27	бесплатно
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	бесплатно
Google Chrome	бесплатно
Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit)	бесплатно
JetBrains PyCharm Community Edition 4.5.3	бесплатно
JetBrains PyCharm Edu 3.0	бесплатно
Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows	Акт на передачу прав ПК545 от 16.12.2022
Lazarus 1.4.0	бесплатно
Mathcad 15 M010	Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011
MATLAB R2012b	Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012
Многофункциональный редактор ONLYOFFICE бесплатное ПО	бесплатно
ОС Linux Ubuntu бесплатное ПО	бесплатно
MiKTeX 2.9	бесплатно
MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK	бесплатно
NetBeans IDE 8.0.2	бесплатно
NetBeans IDE 8.2	бесплатно
Notepad++	бесплатно
Oracle VM VirtualBox 5.0.2	бесплатно
Origin 8.1 Sr2	договор №13918/M41 от 24.09.2009 с ЗАО «СофтЛайн Трейд»

Python 3.1 pygame-1.9.1	бесплатно
Python 3.4 numpy-1.9.2	бесплатно
Python 3.4.3	бесплатно
Python 3.5.1 (Anaconda3 2.5.0 64-bit)	бесплатно
WCF RIA Services V1.0 SP2	бесплатно
WinDjView 2.1	бесплатно
R Studio	бесплатно
Anaconda3 2019.07 (Python 3.7.3 64-bit)	бесплатно

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 3 контрольных мероприятия, распределение баллов между которыми составляет 30/30/40. Контрольные работы проводятся в письменной форме.

**Вопросы к экзамену**

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 экзамена**

- 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 коммутатора. Принципы распараллеливания.
- Взаимодействие между отдельными процессами
- Примеры параллельных алгоритмов на MPI

## **VII. Материально-техническое обеспечение**

Для аудиторной работы.

Учебная аудитория № 310 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Набор учебной мебели.
---	-----------------------

Компьютерная лаборатория факультета ПМиК № 201а (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Набор учебной мебели, доска маркерная, компьютер, сервер (системный блок), концентратор сетевой.
--	--

Для самостоятельной работы.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся: Компьютерный класс №2 факультета ПМиК № 249 170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35	Набор учебной мебели, компьютер, проектор.
--	--

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

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.	V. Учебно-методическое и информационное обеспечение, необходимое для проведения практики 2) Программное обеспечение	Внесены изменения в программное обеспечение	От 24.08.2023 года, протокол № 1 ученого совета факультета
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			