

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Физико-технический факультет
Кафедра компьютерных технологий



УТВЕРЖДАЮ
проректор

П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.

МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ

Укрупненная группа направлений
подготовки

Программа высшего образования

Направление подготовки

Профиль подготовки

Квалификация

Форма обучения

09.00.00 Информатика и вычислительная
техника

Программа магистратуры

09.04.01 Информатика и вычислительная
техника

Информатика и вычислительная техника

Технологии искусственного интеллекта

Магистр

Очная, заочная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Параллельные методы и алгоритмы» для обучающихся по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, магистерских программ (Профиль подготовки: Информатика и вычислительная техника, Технологии искусственного интеллекта), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 918 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчики:

Старший преподаватель кафедры
компьютерных технологий



И.И. Максименко

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры компьютерных технологий.
Протокол от 26.03.2024 г. № 12

Заведующий кафедрой



Г.В. Аверин

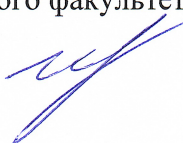
СОГЛАСОВАНО:

Декан физико-технического факультета
28.03.2024 г.



С.А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета.
Протокол от 27.03.2024 г. № 2
Председатель



В. Н. Котенко

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы,
д-р технических наук, проф.
26.03.2024 г.



Г.В. Аверин

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ / ПРАКТИКИ / КУРСОВОЙ РАБОТЫ / ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

- 1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной: «Основы программирования», «Системное программирование».
- 1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Вычислительные системы».

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ / ПРАКТИКИ / КУРСОВОЙ РАБОТЫ / ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.М4 Параллельные методы и алгоритмы
Часть образовательной программы	Базовая часть Вариативная часть: выбор вуза Вариативная часть: выбор обучающегося
Количество зачетных единиц / всего часов	4 / 128

2.2. Распределение часов по периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы	всего	
Очная	1	1	18	108	-	-	126	зачет
Очная, всего								
Заочная	1	1	0,8	1,2	-	-	2	зачет

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ / ПРАКТИКИ / КУРСОВОЙ РАБОТЫ / ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Изучение современных принципов, моделей и методов распараллеливания вычислений; изучение классов параллельных систем; приобретение практических навыков параллельного программирования на уровне потоков / процессов и на уровне CPU / GPU; понимание модели распределенных вычислений MapReduce и умение применять ее на практике; знание и умение пользоваться сервисами обмена сообщениями в микросервисной архитектуре.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

4.1. Компетенции

ОПК-7. Способен участвовать в настройке и наладке программно- аппаратных комплексов.

4.2. Индикаторы компетенций

ОПК-7.3. Обладает навыками проверки работоспособности программно- аппаратных комплексов.

4.3. Результаты обучения

ОПК-7.3.1. Знает методы настройки, наладки программно-аппаратных комплексов.

ОПК-7.3.2. Умеет анализировать техническую документацию, производить настройку, наладку и тестирование программно- аппаратных комплексов.

ОПК-7.3.3. Аргументированно выбирает метод проверки работоспособности программно- аппаратных комплексов.

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-7. Способен участвовать в настройке и наладке программно- аппаратных комплексов.	ОПК-7.3. Обладает навыками проверки работоспособности программно- аппаратных комплексов.	ОПК-7.3.1. Знает методы настройки, наладки программно-аппаратных комплексов. ОПК-7.3.2. Умеет анализировать техническую документацию, производить настройку, наладку и тестирование программно- аппаратных комплексов. ОПК-7.3.3. Аргументированно выбирает метод проверки работоспособности программно- аппаратных комплексов.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
Содержательный модуль 1. Параллельные вычисления на CPU и GPU	
Тема 1. Параллелизм. Основные понятия	Типы параллелизма. Оценка эффективности параллельных алгоритмов. Основные классы параллельных вычислительных систем. Закон Амдала. Многопоточность. Асинхронность.
Тема 2. Параллелизм на уровне процессов	Межпроцессное взаимодействие. Модель передачи сообщений. Библиотеки MPI и OpenMP.
Тема 3. Синхронизация потоков	Механизмы синхронизации потоков. Критические секции, атомарные операции. Мьютексы, семафоры, события, барьеры памяти.
Тема 4. Параллельные вычисления на GPU	Платформа CUDA. Потоки GPU. Модель памяти CUDA. Реализация параллельных алгоритмов на платформе CUDA.
Содержательный модуль 2. Модель MapReduce и сервисы обмена сообщениями	
Тема 5. Модель распределенных вычислений MapReduce	Модель MapReduce. Библиотеки Hadoop, Spark, Hive, mrjob.
Тема 6. Сервисы обмена сообщениями	Декомпозиция системы на микросервисы. Фреймворки RabbitMQ и Kafka.

Курс дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» предусматривает следующие **формы организации учебного процесса**:

- 1) лекции;
- 2) лабораторные занятия;
- 3) самостоятельная работа студента.

Электронные материалы по всем формам организации учебного процесса размещены на сайте <https://github.com/ar1st0crat/ParallelCourse>.

По источнику передачи и восприятия учебной информации используются словесные (лекция, беседа), наглядные (иллюстрация, демонстрация), практические (исследования, упражнения, лабораторные работы) методы.

По характеру познавательной деятельности студентов используются объяснительно-иллюстративные и репродуктивные методы, проблемное преподавание, частично-поисковый и исследовательский методы. В зависимости от основной дидактической цели и задач используются методы устного изложения знаний, закрепление учебного материала, самостоятельной работы студентов по осмыслению и усвоению нового материала, работы по применению знаний на практике и выработке умений и навыков, проверки и оценки знаний, умений и навыков. Используются следующие методы контроля:

- 1) устный контроль (экспресс-опрос на лекциях);
- 2) проверка конспектов;
- 3) защита лабораторных работ;

- 4) проверка самостоятельных работ;
5) модульная контрольная работа.

Тематический план

Содержательный модуль 1											
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов										
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения				
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.			
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа
Тема 1. Параллелизм. Основные понятия	8	2		2	4		9,25	0,25		1	8
Тема 2. Параллелизм на уровне процессов	18	2		4	12		17,25	0,25		1	16
Тема 3. Синхронизация потоков	16	2		4	10		16,25	0,25		1	15
Тема 4. Параллельные вычисления на GPU	22	2		6	14		21,25	0,25		1	20
Итого по содержательному модулю 1	64	8		16	40		64	1		4	59

Содержательный модуль 2											
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов										
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения				
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.			
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа
Тема 5. Модель распределенных вычислений MapReduce	32	4		6	22		36,5	0,5		1	35
Тема 6. Сервисы обмена сообщениями	30	2		6	22		25,5	0,5		1	24
Итого по содержательному модулю 2	62	6		12	44		62	1		2	59

6. ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Темы лекционных занятий

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Параллелизм. Основные понятия. Многопоточность и асинхронность	2
2	Параллелизм на уровне процессов. MPI. IPC	2
3	Нюансы синхронизации потоков	2
4	Параллельные вычисления на GPU. CUDA	2
5	Модель распределенных вычислений MapReduce	2
6	Библиотеки Hadoop, Spark, Hive	2
7	Сервисы обмена сообщениями	2
	ВСЕГО	14

Темы лабораторных занятий

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Разработка многопоточных приложений	6
2	Работа с библиотекой MPI	4
3	Параллельные вычисления на GPU. Работа с CUDA	6
4	Распределенные вычисления MapReduce	6
5	Сервисы обмена сообщениями	6
	ВСЕГО	28

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов по курсу «Параллельные методы и алгоритмы» предусматривает изучение дополнительной технической литературы и интернет-источников, рекомендуемые этой программой; самостоятельную разработку алгоритмов и текстов программ лабораторных работ, изучение дополнительного инструментария. При желании студент может подготовить реферат или доклад по одной из приведенных ниже тем:

1. Обзор реализаций асинхронности в различных языках программирования.
2. Библиотека OpenMP.
3. Исторический обзор SIMD. Технологии MMX, SSE, AVX.
4. Популярные фреймворки, основанные на CUDA.
5. Библиотеки Spark, Hive.
6. Библиотека MassTransit.

<i>№</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество</i>
----------	----------------------	-------------------

<i>n/n</i>		<i>часов</i>
1	Параллелизм. Основные понятия. Многопоточность и асинхронность	4
2	Параллелизм на уровне процессов. MPI. IPC	12
3	Нюансы синхронизации потоков	10
4	Параллельные вычисления на GPU. CUDA	14
5	Модель распределенных вычислений MapReduce	10
6	Библиотеки Hadoop, Spark, Hive, mrjob	12
7	Сервисы обмена сообщениями	22
	ВСЕГО	84

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Параллелизм: основные понятия. Многопоточность и асинхронность.
2. Синхронизация потоков.
3. Параллелизм на уровне процессов. Библиотека MPI.
4. Параллельные вычисления на GPU. Платформа CUDA.

9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

Направление подготовки: **09.04.01 Информатика и вычислительная техника**
 Магистерская программа: **Информатика и вычислительная техника**
 Программа подготовки: **академическая магистратура**
 Семестр **3**
 Учебная дисциплина **Параллельные методы и алгоритмы**

МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ВАРИАНТ №1

1. В соответствии с классификацией Флина, вычислительные системы делятся на:
 - а) SIMD, CUDA, MPI, MT
 - б) SIMD, MIMD, CUDA, MUDA
 - в) SIMD, MISD, SISD, MIMD
 - г) MPI, SPI, SIMD, MIMD
2. MPI-коммуникатор по умолчанию называется:
 - а) MPI_DEF_COMM
 - б) DEFAULT_COMMUNICATOR
 - в) COMM_WORLD
 - г) MPI_COMM_WORLD
3. Когда функция MPI_recv возвращает управление?
 - а) после прибытия сообщения, ожидаемого функцией
 - б) никогда
 - в) сразу
 - г) спустя время, указанное в параметре функции

4. Во сколько раз быстрее выполнится программа, в соответствии с законом Амдала, с долей последовательных вычислений **25%** при использовании **10** процессоров?

- а) 10
- б) 3,077
- в) 9,174
- г) 2,174

5. Компилятором CUDA является приложение:

- а) nvcc.exe
- б) cu.exe
- в) gpgpu.exe
- г) mpicc.exe

6. Напишите на любом языке программирования приложение с 2 потоками. Первый поток генерирует случайные числа в диапазоне от 0 до 1000000 с периодичностью 20 мс. Второй поток ожидает ситуации, когда в первом потоке будет сгенерировано число от 0 до 100. В этом случае второй поток начинает принимать от первого очередное сгенерированное число и выводить его на консоль, а первый поток должен также начать выводить на консоль сообщение «New number!» после каждой генерации нового числа. Если во второй поток опять пришло число в диапазоне от 0 до 100, первый поток должен перестать генерировать числа и ждать, пока второй поток не выведет на консоль сообщение «ОК» после секундного простоя. Далее потоки переводятся в исходное состояние задачи (первый поток генерирует числа без вывода на консоль, второй – ожидает число от 0 до 100) и алгоритм повторяется.

Утверждено на заседании кафедры компьютерных технологий,
протокол № ____ от «_____» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой
Преподаватель

Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
1	2
2	2
3	2
4	2
5	2
6	15
Всего	25

10 . ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Экзамен не предусмотрен программой.

11. ОБРАЗЕЦ ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

1. В соответствии с классификацией Флина, вычислительные системы делятся на:

- а) SIMD, CUDA, MPI, MT
- б) SIMD, MIMD, CUDA, MUDA
- в) SIMD, MISD, SISD, MIMD
- г) MPI, SPI, SIMD, MIMD

2. MPI-коммуникатор по умолчанию называется:

- а) MPI_DEF_COMM
- б) DEFAULT_COMMUNICATOR
- в) COMM_WORLD
- г) MPI_COMM_WORLD

12. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

По курсу предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля, выполнение лабораторных работ.

*Распределение баллов, которые могут получить студенты
в процессе изучения дисциплины*

	Содержательный модуль №1					Содержательный модуль №2			Всего
	Лабораторные работы			Мод. контр. работа	Всего С.М. №1	Лабораторные работы		Всего С.М. №2	
	№1	№2	№3			№4	№5		
Макс. балл	10	10	15	25	60	20	20	40	100

Шкала соответствия баллов национальной шкале

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

Оценка за овладение курса выставляется по следующим критериям:

– Оценку «отлично» заслуживает студент, который обнаружил глубокие знания при ответах на теоретические вопросы по темам курса, а также выполнил практические задания в полном объеме и набрал более 90 баллов.

– Оценку «хорошо» заслуживает студент, сделавший ошибки в теоретических или практических ответах, которые могут быть интерпретированы как малозначительные для вопросов, которые рассматривались. Студент должен набрать более 75 баллов.

– Оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, который выполнил задания неполно и с ошибками, но при этом набрал более 60 баллов.

– Оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, который не выполнил большинства теоретических и практических задач и набрал менее 60 баллов.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой и доской. Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе, оборудованном компьютерами с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет, столами, доской.

14. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
Основная литература			
1.	Гергель, В. П. Теория и практика параллельных вычислений : учеб. пособие / В. П. Гергель. - М. : Интернет-Ун-т информ. технологий : БИНОМ. Лаб. знаний, 2007. - 423 с.	1	Да
2.	Воеводин, В. В. Параллельные вычисления : Учеб. пособие для вузов по направлению "Прикладная математика и информатика" / В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. - СПб. : БХВ-Петербург, 2002. - 608 с.	1	Да
Дополнительная литература			
3.	Э. Уильямс Параллельное программирование на C++ в действии. Практика разработки многопоточных программ. — М.: ДМК Пресс, 2012. – 672с.	-	Нет

15. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. A Comprehensive MPI Tutorial Resource. URL: <https://mpitutorial.com/> (дата обращения 17.03.2020 г.)
2. Курс лекций по CUDA. URL: https://www.nvidia.ru/object/cuda_state_university_courses_new_ru.html (дата обращения 17.03.2020 г.)
3. MapReduce tutorial. URL: <https://hadoop.apache.org/docs/current/hadoop-mapreduce-client/hadoop-mapreduce-client-core/MapReduceTutorial.html> (дата обращения 17.03.2020 г.)
4. RabbitMQ tutorials. URL: <https://www.rabbitmq.com/getstarted.html> (дата обращения 17.03.2020 г.).

16. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

- Microsoft Visual Studio Community 2017 или более поздних версий;
- MPI toolkit;
- CUDA toolkit;
- Apache Hadoop;
- RabbitMQ или Kafka (по выбору студента);
- Docker (при необходимости).