

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

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

Факультет математики и информационных технологий
Кафедра прикладной математики и теории систем управления

УТВЕРЖДАЮ
проректор

_____ П. А. Машаров
«17» апреля 2025 г.
МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ И РАСПРЕДЕЛЕННОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Укрупненная группа направлений подготовки	02.00.00	Компьютерные	и
Программа высшего образования		информационные науки	
Направление подготовки	Программа магистратуры		
	02.04.02	Фундаментальная информатика и	
		информационные технологии	
Направленность (профиль)	Фундаментальная информатика	и	
образовательной программы	информационные технологии		
Квалификация	Магистр		
Форма обучения	Очная		

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2025

Рабочая программа дисциплины **«Параллельное и распределенное программирование»** для обучающихся по направлению подготовки 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии (Профиль: Фундаментальная информатика и информационные технологии), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23 августа 2017 г. № 811 (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 2025 года.

Разработчик:

Старший преподаватель кафедры прикладной математики и теории систем управления

Е.С. Платонова

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры прикладной математики и теории систем управления.

Протокол от 10.04.2025 г. № 9а

Заведующий кафедрой

Д.В. Шевцов

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета математики и информационных технологий
16.04.2025 г.

И.А. Моисеенко

Учебно-методическая комиссия факультета математики и информационных технологий.
Протокол от 16.04.2025 № 3.

Председатель

Л. И. Селякова

Руководитель основной образовательной программы, д-р техн. наук, доц.
10.04.2025 г.

Д.В. Шевцов

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

1.2. дисциплины программы бакалавриата: Основы программирования, Дискретная математика, Математическая логика, Языки программирования, Введение в объектно-ориентированное программирование, Прикладные информационные технологии 1, Математические модели в информационных технологиях 1.

1.3. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:
курсовая работа по профилю обучения, Прикладные информационные технологии 7-8, Математические модели в информационных технологиях 7-8, Производственная практика (научно-исследовательская работа).

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы (далее ОП)	02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии (Профиль: Фундаментальная информатика и информационные технологии)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.10 Параллельное и распределенное программирование
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	5/ 180

В случае предъявления от обучающегося или его родителя (законного представителя) заявления на обучение по адаптированной образовательной программе высшего образования, подкрепленного заключением психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК) или медико-социальной экспертизы (МСЭ) с рекомендациями создания индивидуальной программы реабилитации и абилитации (ИПРА), данная рабочая программа может быть адаптирована с учетом индивидуальных особенностей здоровья обучающегося.

2.2. Распределение часов по периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы	Всего	
Очная	1	2	17	34	—	129	180	экзамен

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Формирование у обучающихся представления о технологиях параллельного программирования и распределенного программирования. Студент знает модель

параллельного и распределенного программирования, понятия облачных вычислений, топология сети вычислительных кластеров. Умеет применять полученные знания в практической деятельности, профессионально использует технологии параллельного программирования, технологию облачных вычислений, а также реализует и применяет модели эквивалентного выполнения, алгоритм Лэмпорта и алгоритм Рикарта- Агравала

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

4.1. Компетенции

ОПК-5. Способен устанавливать и сопровождать программное обеспечение информационных систем, осуществлять эффективное управление разработкой программных средств и проектов.

4.2. Индикаторы компетенций

ОПК-5.1 Применяет основные знания об обеспечении информационных систем и базовых структур параллельных и распределенных технологий, организации программ, как системных процессов.

4.3. Результаты обучения

ОПК-5.1.1. Знает модель параллельного и распределенного программирования, понятия облачных вычислений, топологии сети вычислительных кластеров.

ОПК-5.1.2. Умеет проектировать архитектурные шаблоны и организовывать бизнес-логику источников данных.

ОПК-5.1.3. Реализует и применяет модели эквивалентного выполнения, алгоритм Лэмпорта и алгоритм Рикарта-Агравала.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержания темы (вопросы темы)
Введение в предмет. Основные понятия и определения	Цели построения параллельных и распределенных вычислительных систем. Требования к средствам и методам. Классификация параллельных компьютеров и систем
Принципы построения систем в ПиРТ.	Принципы построения параллельных вычислительных систем. Кластеры. Топология сети вычислительных кластеров параллельного программирования.
Основные шаблоны ПиРТ	Шаблоны проектирования параллельных распределенных систем. Архитектурные шаблоны, шаблоны организации бизнес-логики, шаблоны организации источников данных.
Моделирование и анализ ПиРТ	Модель распределённого вычисления. Причинно-следственный порядок событий. Эквивалентные выполнения. Модель вычислений в виде графа «операции – операнды». Сети Петри.
Модели функционирования параллельных программ	Организация программ как системы процессов. Модель «Клиент-Сервер». Агентные технологии. Стандарт WSDL.
Технологии	Грид-системы. Архитектура Грид. Система Globus. Параметрические модели производительности.
Технологии облачных вычислений	Понятие облачных вычислений. Область применения облачных технологий. Обзор средств организации облачных вычислений. Сравнение Грид и Облачных вычислений.
Решение задач и построение алгоритмов	Взаимное исключение в распределённых системах. Общие концепции. Централизованный алгоритм. Алгоритмы на основе

	получения разрешений. Алгоритм Лэмпорта. Алгоритм Рикарта-Агравала.
Технологии параллельного программирования. Библиотека MPI	Программирование для систем с разделяемой памятью: Open MP. Систем Linda. Программирование для систем с передачей сообщений: MPI. Реализации интерфейса программирования MPI. Общие процедуры MPI. Прием/передача сообщений между отдельными процессами. Объединение запросов на взаимодействие. Совмещенные прием/передача сообщений.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Форма обучения – очная, курс –1, семестр – 2

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Введение в предмет. Основные понятия и определения	1	4		15	20
Принципы построения систем в ПиРТ.	2	4		14	20
Основные шаблоны ПиРТ	2	4		14	20
Моделирование и анализ ПиРТ	2	4		14	20
Модели функционирования параллельных программ	2	4		14	20
Технологии	2	4		14	20
Технологии облачных вычислений	2	4		14	20
Решение задач и построение алгоритмов	2	4		14	20
Технологии параллельного программирования. Библиотека MPI	2	2		16	20
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОП	17	34		129	180

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

1. Тенденции развития вычислительных систем, обуславливающие необходимость применения распределённых (параллельных) методов вычислений
2. Проблема автоматизации распараллеливания: текущее состояние средств, способных выявлять некоторые виды параллелизма
3. Создание потоков.
4. Корректное завершение потоков .
5. Передача данных в поток.
6. Объединение потоков.
7. Отмена потока.
8. Обработка исключений
9. Прimitives синхронизации
10. Инварианты, критичные секции и предикаты
11. Состояние гонки
12. Мьютекс (futex)
13. Семафор
14. Событие
15. Какие бывают параллельные архитектуры? Каковы их основные особенности?
16. Какие средства программирования могут быть использованы для данной архитектуры? Какие средства программирования эффективны для данной архитектуры?
17. Какова должна быть структура параллельной программы при использовании данной программной библиотеки?
18. Каковы основные функции OpenMP/MPI/PVM?

19. Почему важна балансировка нагрузки? Как ее добиться на разных архитектурах?
20. Для чего нужна синхронизация потоков/процессов?
21. Какова область применения метода Монте-Карло?
22. Напишите параллельную программу, реализующую скалярное произведение двух векторов.
23. Напишите параллельную программу, реализующую поиск максимального значения вектора.
24. Напишите параллельную программу, реализующую транспонирование матрицы $n \times n$.
25. Реализуйте параллельный алгоритм метода Гаусса решения систем линейных алгебраических уравнений.
26. Создать 2 вектора с 1000 элементами из случайных чисел. Скалярно умножить эти вектора. Сравнить время счета параллельного и последовательного алгоритмов
27. Чем механизм передачи сообщения отличается от передачи данных через общую память?
28. Методы взаимодействия параллельных процессов используются при передаче сообщений?
29. Изложите общую концепцию построения MPI-программы
30. Опишите основные принципы декомпозиции на блоки регулярной многомерной сетки
31. Опишите четыре режима обмена сообщениями при парном обмене
32. В чем особенность блокирующих посылок сообщений? Опишите синтаксис четырех основных функций. В чем особенность каждой из них? Ответ проиллюстрируйте примерами.
33. Какие MPI-функции информируют о характеристиках сообщения до его получения? Ответ проиллюстрируйте примерами.
34. В чем особенность неблокирующих посылок сообщений? Опишите синтаксис четырех основных функций. В чем особенность каждой из них? Ответ проиллюстрируйте примерами.
35. Как выполняется проверка выполнения обмена? Ответ проиллюстрируйте примерами.
36. Как выполняется проверка выполнения обмена? Ответ проиллюстрируйте примерами.
37. Как отправить и получить упакованное сообщение? Ответ проиллюстрируйте примерами.
38. Опишите глобальные функции связи в MPI. Ответ проиллюстрируйте несколькими примерами их использования
39. Как следует учитывать проблемы латентности и пропускной способности сети при проектировании MPI-программ?
40. Опишите глобальные функции приведения в MPI. Ответ проиллюстрируйте несколькими примерами их использования.

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольные работы по всем темам.

Домашние (индивидуальные) задания по всем темам.

7.3. Образец содержания экзаменационного билета (при наличии экзамена по дисциплине)

Экзаменационный билет № _

1. Что такое алгоритм Лэмпорта?
2. Технологии параллельного программирования

3. Модели функционирования параллельных программ.

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже.

Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

Самостоятельная работа оценивается на основе предоставленных на проверку выполненных домашних, индивидуальных заданий с учетом своевременности их предоставления и соответствия требованиям к их выполнению.

Количество баллов за контрольную работу вычисляется как сумма баллов за все входящие в её состав задания. Каждое задание оценивается исходя из максимально возможного количества баллов с учетом правильности выполнения задания, полноты приводимых обоснований.

По результатам работы в семестре обучающийся, набравший не менее 60 баллов, имеет право получить оценку. Те, кто претендует на более высокий балл, проходят промежуточную аттестацию. Максимальное количество баллов на промежуточной аттестации – 100. Общее количество баллов за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на промежуточной аттестации и выставляется согласно принятому порядку.

8.1. Семестр 2

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-19	Практические работы (1-5)	20
	Практические работы (5-10)	20
	Контрольная работа по практическому материалу	40
	Контрольная работа по теоретическому материалу	40
ИТОГО		100
Экзамен		100
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в Главном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 6). Для проведения занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете Главного корпуса (ауд.401).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

10.1. Основная литература

1. Бересков А.В., Харламов А.А. Основы работы с технологией CUDA/ А.В.Бересков - М.: ДМК Пресс, 2010. - 232 с.
2. Корнеев В.Д. Параллельное программирование в MPI./ В.Д. Корнеев- Москва- Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. - 304 с.
3. Люгер, Дж. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем / Дж. Люгер, С. Рассел, П. Норвиг. . [пер. с англ.]. Галагана Н.И. – 4-е изд.– М. : Изд. дом «Вильямс», 2003. – 864 с.
4. Рассел, С. Искусственный интеллект: современный подход / С. Рассел, П. Норвиг. [пер. с англ.]. Слепцов А.В.– 2-е изд.;– М. : Изд. дом «Вильямс», 2006. – 1408 с.

10.2. Дополнительная литература

1. Фу К. Робототехника: Пер. с англ./ К Фу, ., Гонсалес Р., Ли К Ли [пер. с англ.]. Градецкий В.Г – М.: Мир, 1989. – 624 с.
2. Горелов Н.И. Разговор с компьютером./ Н.И.Горелов – М.: Наука, 1987. – 256 с.

11. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

4. Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. ЭБС Юрайт: электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. Электронно-библиотечная система ДонГУ: сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. Электронный каталог Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.
8. Электронный архив ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

12. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).