

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им.
Н.И. Лобачевского»

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
от 30.11.2022 г. протокол № 13

Рабочая программа дисциплины

Параллельная обработка графов

Уровень высшего образования
магистратура

Направление подготовки
010402 Прикладная математика и информатика

Направленность образовательной программы
Вычислительные методы и суперкомпьютерные технологии

Форма обучения
очная

Нижегород
2022

1. Место и цели дисциплины в структуре ООП

Место дисциплины в структуре ООП

Данная дисциплина (Б1.В.ДВ.06.02) читается в третьем семестре магистратуры, относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. Дисциплина опирается на материал курсов «Анализ и разработка алгоритмов», «Параллельное программирование».

Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Параллельная обработка графов» является овладение основными алгоритмами на больших графах, а также рассмотрение круга вопросов, связанных с их распараллеливанием.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
<i>ПК-4 Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач</i>	<i>ПК-4.1. Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач</i>	ЗНАТЬ – Базовые параллельные алгоритмы обработки графов и теоретические оценки их трудоемкости. – Способы представления графа в памяти компьютера.	Собеседование (зачет)
	<i>ПК-4.2. Умеет применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач</i>	УМЕТЬ Разрабатывать параллельный алгоритм обработки графа по описанию последовательного алгоритма.	Лабораторная работа (текущий контроль)
	<i>ПК-4.3 Имеет навыки применения методов разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач</i>	ВЛАДЕТЬ – Навыками анализа научной литературы в заданной предметной области. – Методами анализа трудоемкости последовательных и параллельных алгоритмов.	Лабораторная работа (текущий контроль)

<i>ПК-11 Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач производственно-технологической деятельности</i>	<i>ПК-11.1. Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач</i>	<i>ЗНАТЬ Особенности программной реализации и оптимизации алгоритмов на графах.</i>	Собеседование (зачет)
	<i>ПК-11.2. Умеет применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач</i>	<i>УМЕТЬ – Разрабатывать программное обеспечение, включающее реализацию параллельного алгоритма на графе, с учетом специфики таких алгоритмов. – Тестировать программную реализацию алгоритмов на предмет корректности. – Проводить вычислительные эксперименты для разработанного программного обеспечения.</i>	Лабораторная работа (текущий контроль)
	<i>ПК-11.3 Имеет навыки применения методов разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач</i>	<i>ВЛАДЕТЬ – Современными технологиями параллельного программирования – Современными средствами анализа производительности программного обеспечения.</i>	Лабораторная работа (текущий контроль)

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	33
– занятия лекционного типа	16
– занятия семинарского типа	0
– занятия лабораторного типа	0
– текущий контроль (КСР)	1
самостоятельная работа	75
Промежуточная аттестация: зачет	0

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
		из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего контактных часов	
Введение. Обзор задач на графах	5	2			2	3
Коллекции графов и синтетические графы. Форматы хранения графов	5	2			2	3
Подходы к параллельной обработке графов	9	2		2	4	5
Алгоритмы поиска кратчайшего пути в графе	16	4		5	9	7
Алгоритмы поиска минимального остовного дерева	12	2		3	5	7
Алгоритмы разделения графа	12	2		3	5	7
Алгоритмы для потоков в сетях	12	2		3	5	7
Текущий контроль (КСР)	1				1	
Промежуточная аттестация – зачет	0					
Итого	72	16		16	33	39

Практические занятия (семинарские занятия /лабораторные работы) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Текущий контроль успеваемости реализуется в форме опросов на занятиях семинарского типа.

Промежуточная аттестация проходит в форме зачета.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Основная самостоятельная работа студента выполняется в виде лабораторной работы. Лабораторная работа заключается в разработке программы, решающей одну из задач, рассмотренных в курсе, выполнении ее тестирования и проведении вычислительных экспериментов. Лабораторная работа предполагает самостоятельное изучение материала научной и технической литературы. В конце курса проводится семинар, на котором студенты представляют результаты своих работ.

Студентам предлагаются лабораторные работы на следующие темы:

- Параллельный алгоритм k-разделения графа
- Параллельный алгоритм нахождения минимального остовного дерева
- Параллельный алгоритм поиска кратчайшего пути в графе из одной вершины ко всем
- Параллельный алгоритм поиска кратчайшего пути между всеми парами вершин

- Параллельный алгоритм раскраски графа
- Параллельный алгоритм поиска максимального потока в сети
- Параллельный алгоритм поиска максимальной клики в графе

Задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	Плохо	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Очень хорошо	Отлично	Превосходно
	Не зачтено		Зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

	обучающего ся от ответа	место грубые ошибки.					
--	----------------------------	----------------------------	--	--	--	--	--

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
Зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
Не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

Критерий оценивания лабораторной работы

Результаты работы	Оценка
Работа выполнена в полном объеме и в срок, результаты работы алгоритма корректные на тестовых примерах, проведены вычислительные эксперименты на трудоемких тестовых данных, результаты работы представлены преподавателю.	Зачтено
Работа не выполнена или выполнена не в полном объеме (программа работает некорректно на тестовых примерах, не проведены вычислительные эксперименты на трудоемких тестовых данных, результаты работы не представлены преподавателю).	Не зачтено

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1. Контрольные вопросы

Вопрос	Код компетенции
1. Каковы основные вычислительные особенности задач на графах?	ПК-4
2. Какие форматы хранения графа в памяти компьютера вы знаете?	ПК-4
3. Сколько памяти необходимо для хранения невзвешенного графа с n вершинами и m ребрами в формате списков смежности?	ПК-4
4. Как генерируются случайные RМAT графы?	ПК-4

5. Как генерируются разреженные графы с заданной плотностью?	ПК-4
6. Какие параллельные библиотеки по обработке графов вы знаете? Какие специализированные библиотеки по обработке графов вы знаете?	ПК-11
7. В каких прикладных областях решается задача k-разделения графа?	ПК-11
8. Какие методы k-разделения графа вы знаете?	ПК-4
9. В чем заключается основная идея распараллеливания k-разделения графа?	ПК-11
10. Какие структуры данных используются для улучшения k-разделения графа?	ПК-4
11. Какие алгоритмы поиска в графе минимального пути из одной вершины во все вы знаете? Какова их вычислительная сложность? Как выбрать алгоритм в зависимости от свойств графа?	ПК-4
12. Какова идея распараллеливания алгоритма Дейкстры?	ПК-11
13. Как выбор реализации структур данных влияет на производительность алгоритма Дейкстры?	ПК-4
14. Какова идея распараллеливания алгоритма Беллмана-Форда?	ПК-11
15. Какие алгоритмы поиска кратчайшего пути между всеми парами вершин вы знаете? Какова их вычислительная сложность?	ПК-4
16. Какова идея распараллеливания алгоритма Флойда-Уоршала?	ПК-11
17. Какова идея распараллеливания алгоритма Джонсона?	ПК-11
18. В каких прикладных областях решается задача нахождения минимального остовного дерева?	ПК-11
19. Какие алгоритмы нахождения минимального остовного дерева вы знаете? Какова их вычислительная сложность?	ПК-4
20. В чем заключается основная идея распараллеливания алгоритма Краскала?	ПК-11
21. В чем заключается основная идея распараллеливания алгоритма Прима?	ПК-11
22. В чем заключается основная идея распараллеливания алгоритма Борувки?	ПК-11
23. Чем сеть отличается от графа?	ПК-4
24. Какие основные задачи решаются для сетей?	ПК-4
25. В каких прикладных областях решается задача определения максимального потока в сети?	ПК-11
26. Назовите основные методы определения максимального потока в сети.	ПК-4
27. Какова основная идея распараллеливания алгоритмов проталкивания предпотока?	ПК-11
28. Как выбор структур данных для алгоритма проталкивания предпотока влияет на производительность программы?	ПК-4

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

- Учебный курс "Графы и алгоритмы" (Алексеев В.Е., Таланов В.А.): <http://www.intuit.ru/studies/courses/101/101/info>.
- Учебный курс "Теория и практика параллельных вычислений" (Гергель В.П.): <http://www.intuit.ru/studies/courses/1156/190/info>.

б) дополнительная литература:

- Гергель В.П. Курс «Основы параллельных вычислений». <http://www.intuit.ru/studies/courses/1091/293/info>.
- Корняков К.В., Мееров И.Б., Сиднев А.А., Сысоев А.В., Шишков А.В. Инструменты параллельного программирования в системах с общей памятью. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2010. (19 экз.).

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой (лекционного и лабораторного типа), оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению 01.04.02 Прикладная математика и информатика.

Авторы: И.Б. Мееров
А.Ю. Пирова

Заведующий кафедрой Р.Г. Стронгин

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 30 ноября 2022 года, протокол № 3.