

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
президиумом Ученого совета ННГУ
протокол от
«14» декабря 2021 г. № 4

Рабочая программа дисциплины

Многопроцессорные вычислительные
системы и параллельное программирование
(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
Бакалавриат
(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
01.03.02 Прикладная математика и информатика
(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Прикладная математика и информатика (общий профиль)
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения
Очная
(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2020 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Б1.В.ДВ.04.03 Многопроцессорные вычислительные системы и параллельное программирование.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.ДВ.04.03 Многопроцессорные вычислительные системы и параллельное программирование относится к части ООП направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», формируемой участниками образовательных отношений.

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	
ПК-5. Способен проектировать программное обеспечение	<i>ПК-5.1. Знает типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения</i> <i>ПК-5.2. Знает методы и средства проектирования программного обеспечения</i>	Знать методику разработки параллельных программ для систем с распределенной памятью, анализа их эффективности и подходы к ее повышению.	Собеседование
	<i>ПК-5.3. Знает методы и средства проектирования баз данных</i> <i>ПК-5.4. Умеет использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения</i>	Уметь применять на практике технологию MPI для разработки параллельных программ.	Задания

	<i>ПК-5.5. Умеет применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных и обработки информации, систем цифровой обработки сигналов.</i>	Умеет настраивать IDE Microsoft Visual Studio для разработки MPI-программ, конфигурировать системное окружение для запуска MPI-программ, использование библиотеки MPI.	Задания

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	33
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа	16
- занятия лабораторного типа	0
- текущий контроль (КСР)	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация – зачет	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Цели и задачи введения параллельной обработки данных	4	2	0		2	2
Обзор современных параллельных вычислительных систем. Классификация и оценка производительности	4	2	0		2	2
Понятие многоядерных и многопроцессорных вычислительных систем с общей и распределенной памятью	4	2	0		2	2
Показатели эффективности параллельных вычислений: ускорение, эффективность, масштабируемость. Модель	7	2	1		3	4

вычислений в виде графа «операции-операнды»						
Анализ модели вычислений: определение времени выполнения параллельного метода, оценка максимально достижимого распараллеливания, выбор вариантов распределения вычислительной нагрузки, методы оценки масштабируемости параллельных алгоритмов. Агрегация модели вычислений	7	2	1		3	4
Принципы организации параллелизма с использованием MPI	11	2	2		4	7
Передача данных средствами MPI. Операции «точка-точка» и коллективные. Задача редукции	8	0	2		2	6
Передача данных средствами MPI. Типы операций передачи/приема. Сбор и рассылка данных. Организация асинхронной схемы вычислений	13	2	5		7	6
Типы данных MPI. Виртуальные топологии	13	2	5		7	6
Текущий контроль (КСР)	1				1	
Промежуточная аттестация – зачет						
Итого	72	16	16		33	39

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

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачет).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов подразделяется на следующие категории:

- Изучение учебной литературы (см. перечень образовательных материалов).
- Выполнение практических работ на следующие темы: настройка среды разработки и проекта в Microsoft Visual Studio для сборки MPI-программ, конфигурирование системного окружения для запуска MPI-программ, вычисление скалярного произведения векторов, вычисление числа Пи, параллельная сортировка, решение задач матрично-векторного и матричного умножения.

Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов

- Гергель В.П. Курс «Основы параллельных вычислений». <http://www.intuit.ru/studies/courses/1091/293/info>
- Гергель В.П. Курс «Теория и практика параллельных вычислений». <http://www.intuit.ru/studies/courses/1156/190/info>
- Немнюгин С. Курс «Основы параллельного программирования с использованием MPI». <http://www.intuit.ru/studies/courses/1090/294/info>
- Бахтин В. Курс «Параллельное программирование с OpenMP». <http://www.intuit.ru/studies/courses/1111/295/info>

Контрольные вопросы и 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 (модулю), 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 обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	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.

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»

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

5.2.1 Контрольные вопросы

Вопрос	Код формируемой компетенции
1. Цели и задачи введения параллельной обработки данных.	ПК-5
2. Принципы построения параллельных вычислительных систем.	ПК-5
3. Классификация современных параллельных вычислительных систем.	ПК-5
4. Оценка производительности современных параллельных вычислительных систем.	ПК-5
5. Понятие многоядерных и многопроцессорных вычислительных систем с общей и распределенной памятью.	ПК-5
6. Показатели эффективности параллельных вычислений: ускорение, эффективность, масштабируемость.	ПК-5
7. Модель вычислений в виде графа «операции-операнды».	ПК-5
8. Анализ модели вычислений в виде графа «операции-операнды»: определение времени выполнения параллельного метода, оценка максимально достижимого распараллеливания.	ПК-5
9. Анализ модели вычислений в виде графа «операции-операнды»: выбор вариантов распределения вычислительной нагрузки, методы оценки масштабируемости параллельных алгоритмов.	ПК-5
10. Агрегация модели вычислений в виде графа «операции-операнды».	ПК-5
11. Принципы организации параллелизма с использованием MPI.	ПК-5
12. Передача данных средствами MPI. Операции «точка-точка» и коллективные. Задача редукции.	ПК-5
13. Передача данных средствами MPI. Типы операций передачи/приема. Сбор и рассылка данных.	ПК-5
14. Передача данных средствами MPI. Организация асинхронной схемы вычислений.	ПК-5
15. Типы данных MPI. Виртуальные топологии.	ПК-5

5.2.2. Типовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-5

- 1) Умножение плотных матриц. Блочная схема, алгоритм Фокса
- 2) Умножение плотных матриц. Блочная схема, алгоритм Фокса. Реализовать и использовать виртуальную топологию решетки
- 3) Умножение плотных матриц. DNS-алгоритм

5.2.3. Задания, выносимые на зачет для оценки сформированности компетенции ПК-5

- 1) Указать цели и задачи введения параллельной обработки данных.
- 2) Перечислить принципы построения параллельных вычислительных систем.
- 3) Перечислить классификации современных параллельных вычислительных систем.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

- Гергель В.П. Курс «Основы параллельных вычислений».
<http://www.intuit.ru/studies/courses/1091/293/info>
- Гергель В.П. Курс «Теория и практика параллельных вычислений».
<http://www.intuit.ru/studies/courses/1156/190/info>

б) дополнительная литература:

- Немнюгин С. Курс «Основы параллельного программирования с использованием MPI». <http://www.intuit.ru/studies/courses/1090/294/info>
- Бахтин В. Курс «Параллельное программирование с OpenMP».
<http://www.intuit.ru/studies/courses/1111/295/info>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, 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 ННГУ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Автор (ы) _____ А.В. Сысоев

Рецензент (ы) _____

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

от 1 декабря 2021 года, протокол № 2.