

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

УТВЕРЖДЕНО
решением президиума ученого совета ННГУ
протокол от
«20» апреля 2021 г. № 1

Рабочая программа дисциплины

**Параллельное программирование в системах с общей
памятью (Параллельное программирование-2)**

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность образовательной программы
Прикладная математика и информатика (общий профиль)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Нижний Новгород
2018

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Место дисциплины в структуре ОПОП

Варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) вариативная часть	Дисциплина Б1.В.ДВ.12.03 «Параллельное программирование в системах с общей памятью (Параллельное программирование-2)» относится к вариативной части ОПОП направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Данная дисциплина читается на 4-м курсе в восьмом семестре бакалавриата (Б1.В.ДВ.12.03 – вариативная часть, блок дисциплин по выбору). Дисциплина опирается на базовые знания студентов по языкам и методам программирования, алгоритмам и структурам данных, системному программированию (архитектура ЭВМ, операционные системы).

Цель освоения дисциплины

Цель данной дисциплины состоит в изучении математических моделей, методов и технологий параллельного программирования для многоядерных вычислительных систем в объеме, достаточном для успешного начала работ в области параллельного программирования. Излагаемый набор знаний и умений составляет теоретическую основу для методов разработки сложных программ. Изучение курса поддерживается расширенным компьютерным практикумом.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
<i>Способность к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения (ПК-7) (завершающий этап)</i>	<p>ЗНАТЬ</p> <p>З1 (ПК-7) Методику разработки параллельных программ для систем с общей памятью, анализа их эффективности и подходы к ее повышению.</p> <p>УМЕТЬ</p> <p>У1 (ПК-7) Применять на практике технологии OpenMP и ArBB для разработки параллельных программ.</p> <p>ВЛАДЕТЬ</p> <p>В1 (ПК-7) Навыками настройки IDE Microsoft Visual</p>

	<i>Studio для разработки OpenMP- и ArBB-программ, использования технологий OpenMP и ArBB.</i>
--	---

3. Структура и содержание дисциплины «Параллельное программирование в системах с общей памятью»

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 41 час составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (20 часа занятия лекционного типа, 20 часа занятия семинарского типа, 1 час – мероприятия промежуточной аттестации), 67 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	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								
	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная				Очная	Очно-заочная	Заочная			
Основы параллельного программирования для многоядерных систем. Взаимодействие и взаимоисключение потоков, синхронизация потоков. Проблемы взаимоблокировки потоков.	20			4			3									7			13		
Примеры классических задач синхронизации: «Производители-Потребители», «Читатели-Писатели», «Обедающие философы» и «Спящий парикмахер». Обзор методов повышения	22			6			4									10			12		

эффективности параллельных программ.																				
Принципы организации параллелизма с использованием технологии OpenMP.	23			4			5								9			14		
Распределение вычислений и синхронизация с использованием технологии OpenMP.	23			4			5								9			14		
Параллельное программирование для систем с общей памятью на основе технологии Intel Array Building Blocks (ArBB)	19			2			3								5			14		
В т.ч. текущий контроль	2																			
Промежуточная аттестация - Зачет																				

4. Образовательные технологии

Обучение данной дисциплине организовано следующим образом: предусмотрено 2 вида занятий: лекционные и семинарские. В рамках лекционных занятий дается необходимый теоретический материал. В рамках практических занятий и самостоятельной работы студента формируются навыки применения технологий MPI и ArBB для разработки параллельных программ для систем с общей памятью. Часть занятий могут проводиться в режиме мастер-класса, подразумевающего демонстрацию студентам методики разработки параллельных программ на конкретных задачах.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

5.1. 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 OpenMP- и ArBB-программ, вычисление скалярного произведения векторов, вычисление числа Пи, параллельная сортировка, решение задач матрично-векторного и матричного умножения.

5.2. 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>

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

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Оценка уровня формирования компетенции (ПК-7)

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)	Шкала оценивания
ЗНАТЬ <i>З1 (ПК-7) Методику разработки параллельных программ для систем с общей памятью, анализа их эффективности и подходы к ее повышению.</i> УМЕТЬ <i>У1 (ПК-7) Применять на практике технологии OpenMP и ArBB для разработки параллельных программ.</i> ВЛАДЕТЬ <i>В1 (ПК-7) Навыками настройки IDE Microsoft Visual Studio для разработки OpenMP- и ArBB-программ, использования технологий OpenMP и ArBB.</i>	Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач, полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией.	Плохой уровень формирования компетенции. «Плохо»
	Наличие грубых ошибок в основном материале, наличие грубых ошибок при решении стандартных задач, отсутствие навыков, предусмотренных данной компетенцией.	Неудовлетворительный уровень формирования компетенции. «Неудовлетворительно»
	Знать некоторые основные понятия, изучаемые в рамках дисциплины. Уметь У1 с погрешностями. Владеть некоторыми основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях.	Удовлетворительный уровень формирования компетенции. «Удовлетворительно»
	Знать большинство основных понятий, изучаемых в рамках дисциплины (З1). Уметь У1 с незначительными погрешностями. Владеть основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях.	Хороший уровень формирования компетенции. «Хорошо»
	Знать основные понятия, изучаемые в рамках дисциплины (З1). Уметь У1 с незначительными погрешностями. Владеть всеми основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях, в том числе при решении дополнительных задач.	Очень хороший уровень формирования компетенции «Очень хорошо»
	Знать основной материал, предусмотренный	Отличный уровень

	компетенцией (З1), без ошибок и погрешностей. Уметь У1 в полном объеме. Владеть всеми навыками, демонстрируя их не только в стандартных ситуациях, но и при решении нестандартных задач.	формирования компетенции «Отлично»
	Знать основной и дополнительный материал, предусмотренный компетенцией, без ошибок и погрешностей (З1). Уметь У1 в полном объеме. Владеть всеми навыками, демонстрируя их не только в стандартных ситуациях, но и при решении нестандартных задач.	Превосходный уровень формирования компетенции «Превосходно»

Студенту выставляется оценка «Зачтено» при выполнении условий для оценки «удовлетворительно» и выше.

6.2. Описание шкал оценивания

Оценивание уровня владения компетенциями выполняется по результатам проверки выполненных студентами практических работ. При этом каждый студент получает задачу для самостоятельного выполнения. Суть работы, выполняемой студентом, заключается в ознакомлении с постановкой задачи, изучении литературы по теме задачи, ознакомлении с алгоритмом решения задачи, разработке параллельной программной реализации, оценке эффективности разработанной программы, повышения эффективности (при необходимости). Студентам предоставляется возможность неоднократно тестировать свое решение на выбранном для оценки результатов программно-аппаратном окружении (может меняться от года к году в соответствии с развитием вычислительной техники и программных средств). В установленные сроки студенты сдают разработанные программы для их автоматизированного запуска с контролем корректности и времени работы. Для получения положительной оценки требуется корректная работа программы, иные случаи соответствуют оценкам «плохо» (программа не сдана) и «неудовлетворительно» (программа работает неправильно). Преподавателем определяется базовая эффективность параллельных реализаций, соответствующая оценкам «удовлетворительно» и выше. Оценивание уровня владения компетенциями (в части «знать») выполняется по результатам собеседования на зачете по вопросам.

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения используются практические работы (проекты), включающие постановку одной достаточно сложной учебной задачи в виде краткой формулировки действий, которые следует выполнить, и описания результата, который нужно получить. Оценивание уровня владения компетенциями (в части «знать») выполняется по результатам собеседования на зачете по вопросам.

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Примеры тем практических работ для оценивания результатов обучения в виде умений и владений по компетенции ПК-7:

- 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

Примеры вопросов к зачету для оценивания знаний по компетенции ПК-7:

1. Взаимодействие и взаимоисключение потоков, синхронизация потоков. Проблемы взаимоблокировки потоков.
2. Задача синхронизации: «Производители-Потребители».
3. Задача синхронизации: «Читатели-Писатели».
4. Задача синхронизации: «Обедающие философы».
5. Задача синхронизации: «Спящий парикмахер».
6. Методы повышения эффективности параллельных программ.
7. Принципы организации параллелизма с использованием технологии OpenMP.

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД, URL:

http://www.unn.ru/site/images/docs/obrazov-org/Formi_stroki_kontrolya_13.02.2014.pdf

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

7. 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>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа (оснащенные проектором), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ. Наличие рекомендованной литературы.

Компьютерный класс с установленным лицензионным программным обеспечением:

- Операционные системы семейства Microsoft Windows, – лицензия по подписке Microsoft Imagine;
- Intel Parallel Studio XE 2017, – годовая бесплатная лицензия для проведения занятий по параллельному программированию.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Авторы _____ В.П. Гергель,

_____ А.В. Сысоев

Рецензент _____

Заведующий кафедрой МОСТ _____ Р.Г. Стронгин

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

от 24.02.2021 года, протокол № 5.