

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УМР

\_\_\_\_\_ Е.В. Коновалова

15 июня 2023 г., протокол УМС №5

**МОДУЛЬ ДИСЦИПЛИН ПРОФИЛЬНОЙ  
НАПРАВЛЕННОСТИ**  
**Высокопроизводительные и распределённые  
вычисления**  
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Прикладной математики**

Учебный план b010302-ТехнолПрог-23-1.plx  
Направление 01.03.02 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА  
Направленность (профиль): Технологии программирования и анализ данных

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **8 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 288  
в том числе:  
аудиторные занятия 128  
самостоятельная работа 124  
часов на контроль 36

Виды контроля в семестрах:  
экзамены 8  
зачеты 7

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		8 (4.2)		Итого	
	уп	рп	уп	рп		
Неделя	17 2/6		9 1/6			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	уп	рп
Лекции	32	32	32	32	64	64
Лабораторные	32	32	32	32	64	64
Итого ауд.	64	64	64	64	128	128
Контактная работа	64	64	64	64	128	128
Сам. работа	44	44	80	80	124	124
Часы на контроль			36	36	36	36
Итого	108	108	180	180	288	288

Программу составил(и):

*к.ф.-м.н, Доцент, Ряховский А.В.*

Рабочая программа дисциплины

**Высокопроизводительные и распределённые вычисления**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (приказ Минобрнауки России от 10.01.2018 г. № 9)

составлена на основании учебного плана:

Направление 01.03.02 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Направленность (профиль): Технологии программирования и анализ данных

утвержденного учебно-методическим советом вуза от 15.06.2023 протокол № 5.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Прикладной математики**

Зав. кафедрой к.ф.-м.н., доцент Гореликов А.В.

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
1.1	Формирование у обучающихся знания основных стандартов параллельного программирования - OpenMP и MPI.
1.2	Формирование навыков проектирования и разработки параллельного программного обеспечения, ориентированного на работу с большими данными.
1.3	Формирования навыка проведения анализа данных с использованием высокопроизводительных и распределенных вычислений.

<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП</b>	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.01
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Численные методы
2.1.2	Базы данных
2.1.3	Теория вероятностей и математическая статистика
2.1.4	Алгоритмы и структуры данных
2.1.5	Технологии программирования
2.1.6	Объектно-ориентированное программирование
2.1.7	Математический анализ
2.1.8	Информатика
2.1.9	Алгебра и геометрия
2.1.10	Программирование
2.1.11	Дискретная математика
2.1.12	Информационные технологии
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.2	Производственная практика, преддипломная практика

<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
<b>ПК-4.1: Понимает теоретические и прикладные основы анализа данных, видов аналитики, методов и инструментальных средств анализа больших данных, технологий анализа больших данных, методов и интерпретации и визуализации больших данных</b>	
<b>ПК-4.2: Проводит аналитические работы с использованием методов и технологий больших данных</b>	
<b>ПК-4.3: Программирует на языках высокого уровня, ориентированных на работу с большими данными</b>	
<b>ПК-2.3: Составляет отчеты по результатам исследований и разработок и оценивает полученные результаты</b>	
<b>ПК-3.3: Применяет методы и средства проектирования компьютерного программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов</b>	

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
	- основные современные научные области знаний, в которых используются параллельные технологии;

	– основные стандарты (OpenMP, MPI), методы и алгоритмы параллельного программирования
<b>3.2 Уметь:</b>	
	- проектировать и разрабатывать параллельное программное обеспечение, ориентированное на работу с большими данными;
	- разрабатывать программный код на языках высокого уровня
<b>3.3 Владеть:</b>	
	- навыками создания документации, описывающей модули параллельного программного обеспечения;
	- навыками проведения анализа данных с использованием высокопроизводительных вычислений.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Примечание
	<b>Раздел 1. Стандарт OpenMP</b>					
1.1	Введение в параллельное программирование. Научные и технические задачи, требующие использования параллельных вычислений. Основы стандарта OpenMP. Директива parallel. Модель памяти OpenMP. Директивы распределения работы: for, sections, single. Директивы синхронизации: barrier, atomic, critical, master. Функции и переменные окружения OpenMP. Замки, функции для работы с замками. Директива task. Векторные инструкции, директива simd. Типы переменных по умолчанию. Изолированные директивы. Тестирование и оптимизация программ OpenMP. /Лек/	7	32	ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3	
1.2	Введение в параллельное программирование. Научные и технические задачи, требующие использования параллельных вычислений. Основы стандарта OpenMP. Директива parallel. Модель памяти OpenMP. Директивы распределения работы: for, sections, single. Директивы синхронизации: barrier, atomic, critical, master. Функции и переменные окружения OpenMP. Замки, функции для работы с замками. Директива task. Векторные инструкции, директива simd. Типы переменных по умолчанию. Изолированные директивы. Тестирование и оптимизация программ OpenMP. /Лаб/	7	32	ПК-3.3 ПК-4.2 ПК-4.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	

1.3	Введение в параллельное программирование. Научные и технические задачи, требующие использования параллельных вычислений. Основы стандарта OpenMP. Директива parallel. Модель памяти OpenMP. Директивы распределения работы: for, sections, single. Директивы синхронизации: barrier, atomic, critical, master. Функции и переменные окружения OpenMP. Замки, функции для работы с замками. Директива task. Векторные инструкции, директива simd. Типы переменных по умолчанию. Изолированные директивы. Тестирование и оптимизация программ OpenMP. /Ср/	7	44	ПК-2.3 ПК-4.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3	
1.4	Контрольная работа №1 /Контр.раб./	7	0	ПК-3.3 ПК-2.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3	
1.5	Зачет /Зачёт/	7	0	ПК-3.3 ПК-2.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3	
<b>Раздел 2. Стандарт MPI</b>						
2.1	Основы стандарта MPI. Функции пересылки сообщений. Глобальные коммуникации. Управление группами и коммуникаторами. Производные типы MPI. Топологии. /Лек/	8	16	ПК-4.1 ПК-4.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Э1 Э2 Э3	
2.2	Основы стандарта MPI. Функции пересылки сообщений. Глобальные коммуникации. Управление группами и коммуникаторами. Производные типы MPI. Топологии. /Лаб/	8	16	ПК-3.3 ПК-4.2 ПК-4.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3	
2.3	Основы стандарта MPI. Функции пересылки сообщений. Глобальные коммуникации. Управление группами и коммуникаторами. Производные типы MPI. Топологии. /Ср/	8	42	ПК-3.3 ПК-2.3 ПК-4.2 ПК-4.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Э1 Э2 Э3	
2.4	Контрольная работа №2 /Контр.раб./	8	0	ПК-3.3 ПК-2.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Э1 Э2 Э3	
<b>Раздел 3. Проектирование параллельного программного обеспечения</b>						
3.1	Параллельные алгоритмы. Анализ эффективности параллельных алгоритмов. Анализ производительности параллельных программ. Понятия ускорения и эффективности. Закон Амдала. Закон Густавссона-Барсиса. Разработка гибридных OpenMP/MPI программ. Интеграция OpenMP модулей в MPI-программу. Тестирование программного обеспечения. Описание и документация для параллельного программного обеспечения. /Лек/	8	16	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3	

3.2	Параллельные алгоритмы. Анализ эффективности параллельных алгоритмов. Анализ производительности параллельных программ. Понятия ускорения и эффективности. Закон Амдала. Закон Густавссона-Барсиса. Разработка гибридных OpenMP/MPI программ. Интеграция OpenMP модулей в MPI-программу. Тестирование программного обеспечения. Описание и документация для параллельного программного обеспечения. /Лаб/	8	16	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	
3.3	Параллельные алгоритмы. Анализ эффективности параллельных алгоритмов. Анализ производительности параллельных программ. Понятия ускорения и эффективности. Закон Амдала. Закон Густавссона-Барсиса. Разработка гибридных OpenMP/MPI программ. Интеграция OpenMP модулей в MPI-программу. Тестирование программного обеспечения. Описание и документация для параллельного программного обеспечения. /Ср/	8	38	ПК-2.3 ПК-4.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
3.4	Экзамен /Экзамен/	8	36	ПК-3.3 ПК-2.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

### 5.1. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

Представлены отдельным документом

### 5.2. Оценочные материалы для диагностического тестирования

Представлены отдельным документом

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Гергель В. П.	Теория и практика параллельных вычислений: Учебное пособие	Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2007, электронный ресурс	1
Л1.2	Федотов И. Е.	Модели параллельного программирования: учебное пособие	Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2012, электронный ресурс	1
Л1.3	Федотов И. Е.	Приемы параллельного программирования: Учебное пособие	Москва: Российский новый университет, 2009, электронный ресурс	1

<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Левин М. П.	Параллельное программирование с использованием OpenMP: учебное пособие	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016, электронный ресурс	1
Л2.2	Антонов А. С.	Параллельное программирование с использованием технологии MPI	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016, электронный ресурс	1

<b>6.1.3. Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	Ряховский А. В.	Технологии параллельного программирования: Стандарт OpenMP	Сургут: Издательский центр СурГУ, 2015	40
Л3.2	Абрамян М. Э.	Практикум по параллельному программированию с использованием электронного задачника Programming Taskbook for MPI	Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2010, электронный ресурс	1

## **6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"**

Э1	Научная электронная библиотека
Э2	Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента»
Э3	Государственная публичная научно-техническая библиотека России

### **6.3.1 Перечень программного обеспечения**

6.3.1.1	Операционная система Microsoft Windows, пакет прикладных программ Microsoft Office.
6.3.1.2	Операционная система Linux (свободное программное обеспечение)
6.3.1.3	Коллекция компиляторов gcc (свободное программное обеспечение)

### **6.3.2 Перечень информационных справочных систем**

6.3.2.1	«Национальная электронная библиотека» нэб.рф
6.3.2.2	Гарант-информационно-правовой портал. <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>
6.3.2.3	КонсультантПлюс – надежная правовая поддержка. <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

7.1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (доска, экран (стационарный или переносной), проектор (стационарный или переносной)). Учебные аудитории
7.2	для проведения лабораторных занятий - компьютерный класс, оборудованный техникой из расчета один компьютер на одного обучающегося, с обустроенным рабочим местом преподавателя.
7.3	Требуются персональные компьютеры, локальная вычислительная сеть с выходом в глобальную сеть Internet. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.