

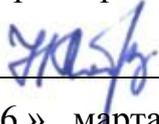
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 06 » марта \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ **Технологии параллельного программирования** \_\_\_\_\_  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ **очная** \_\_\_\_\_  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ **магистратура** \_\_\_\_\_  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ **144 (4)** \_\_\_\_\_  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ **09.04.04 Программная инженерия** \_\_\_\_\_  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ **Разработка программно-информационных систем** \_\_\_\_\_  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование комплекса знаний, умений и навыков в области технологий параллельного программирования.

Задачи учебной дисциплины:

Изучение: тенденций и перспектив развития современных высокопроизводительных вычислительных систем и суперкомпьютеров; моделей параллельной обработки данных; архитектур систем с общей и распределенной памятью; алгоритмов параллельной обработки данных; технологий параллельной обработки данных, в том числе MPI, OpenMP, GPGPU, MapReduce; технологий векторизации.

Формирование умений: обосновывать выбор технологий и необходимость систем с параллельной обработкой данных для решаемой задачи; проектировать программное обеспечение для высокопроизводительных вычислительных систем и систем с параллельной обработкой данных; использовать технологии параллельной обработки данных.

Формирование навыков: работы с многопроцессорными и высокопроизводительными вычислительными системами и суперкомпьютерами; разработки приложений для многопроцессорных и высокопроизводительных вычислительных систем и суперкомпьютеров; работы с инструментами разработки параллельных и распределенных приложений; работы с инструментами отладки параллельных и распределенных приложений.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- технологии параллельного программирования;  
- модели разработки систем параллельной обработки данных;  
- архитектура распределенных вычислительных систем и суперкомпьютеров;  
- технологии разработки программного обеспечения для высокопроизводительных вычислительных систем.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.3	ИД-1ПК-2.3	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- тенденции и перспективы развития современных высокопроизводительных вычислительных систем и суперкомпьютеров;</li> <li>- модели параллельной обработки данных;</li> <li>- архитектуры систем с общей и распределенной памятью;</li> <li>- алгоритмы параллельной обработки данных;</li> <li>- технологии параллельной обработки данных, в том числе MPI, OpenMP, GPGPU, MapReduce;</li> <li>- технологии векторизации.</li> </ul>	<p>Знает нормативно-технические документы (стандарты и регламенты), лучшие мировые практики и внутренние нормативные документы в части разработай требований к программному обеспечению;</p>	Защита лабораторной работы
ПК-2.3	ИД-2ПК-2.3	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обосновывать выбор технологий и необходимость систем с параллельной обработкой данных для решаемой задачи;</li> <li>- проектировать программное обеспечение для высокопроизводительных вычислительных систем и систем с параллельной обработкой данных;</li> <li>- использовать технологии параллельной обработки данных.</li> </ul>	<p>Умеет применять методы и средства разработки технических спецификаций программного обеспечения;</p>	Защита лабораторной работы
ПК-2.3	ИД-3ПК-2.3	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с многопроцессорными и высокопроизводительным и вычислительными системами и суперкомпьютерами;</li> <li>- навыками разработки приложений для многопроцессорных и высокопроизводительных вычислительных систем и суперкомпьютеров;</li> </ul>	<p>Владеет навыками распределение заданий на разработку технических спецификаций программного обеспечения.</p>	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		- навыками работы с инструментами разработки параллельных и распределенных приложений; - навыками работы с инструментами отладки параллельных и распределенных приложений.		

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	24	24	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	26	26	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
4-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Введение в технологии параллельного программирования	4	4	4	16
История развития вычислительной техники. Тенденции и перспективы развития вычислительной техники. Проблематика разработки высокопроизводительных систем с параллельной обработкой данных. Закон Амдала. Закон Густавсона–Барсиса. Классификация параллельных вычислительных систем.				
Технологии параллельного программирования для параллельных вычислительных систем с общей памятью	6	10	11	28
Ограничения систем с общей памятью. Общие принципы разработки программного обеспечения для систем с общей памятью. Векторизация кода (SIMD). Стандарт OpenMP. Высокоуровневые библиотеки для разработки параллельных приложений (стандартная библиотека C++, Intel TBB). Программирование графических ускорителей (GPGPU, Nvidia CUDA).				
Технологии параллельного программирования для распределенных вычислительных систем	8	10	11	28
Compute-intensive и Data-intensive задачи. Общие принципы разработки программного обеспечения для систем с распределенной памятью. Масштабируемость распределенных вычислительных систем. Масштабируемость приложений для распределенных вычислительных систем. Технологии параллельного программирования для суперкомпьютеров - стандарт MPI. Технологии решения Data-intensive задач. Понятие BigData. Идеи функционального программирования для разработки параллельных приложений. Парадигма MapReduce. Системы потоковой обработки данных.				
ИТОГО по 4-му семестру	18	24	26	72
ИТОГО по дисциплине	18	24	26	72

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Оценка масштабируемости параллельных алгоритмов
2	Общие принципы разработки параллельных алгоритмов
3	Распараллеливание вычислительных алгоритмов: перемножение матриц
4	Распараллеливание вычислительных алгоритмов: решение СЛАУ

## Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Применение векторных операций при разработке параллельных приложений (SIMD)
2	Разработка параллельных приложений с использованием технологии OpenMP
3	Разработка параллельных приложений с использованием высокоуровневых библиотек
4	Разработка параллельных приложений с использованием Nvidia CUDA
5	Разработка параллельных приложений с использованием MPI
6	Запуск MPI-приложений на суперкомпьютерах
7	Введение в парадигму MapReduce
8	Разработка параллельного приложения на платформе Apache Hadoop

### 5. Организационно-педагогические условия

#### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

## 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Антонов А. С. Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP : учебное пособие для вузов / А. С. Антонов. - Москва: Изд-во МГУ им. М. В. Ломоносова, 2012.	35
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Левин М.П. Параллельное программирование с использованием OpenMP : учебное пособие / М.П. Левин. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2008.	7
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	MPI Documents	<a href="https://www.mpi-forum.org/docs/">https://www.mpi-forum.org/docs/</a>	сеть Интернет; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Debian (GNU GPL)
Среды разработки, тестирования и отладки	MS Visual studio 2019 community (Free)

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.com/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

## 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	ПЭВМ	10
Лекция	Мультимедийный проектор, экран	1
Практическое занятие	ПЭВМ	10

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе