

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

**УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета ВТ**

(Подпись) **Фионова Л.Р.**
(Фамилия, инициалы)

« _____ » _____ 201_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.03.02 РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ**

Направление подготовки 01.03.01 Математика

Направленность (профиль подготовки) Вычислительная математика и компьютерные науки

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения очная

Пенза, 2019

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Распределенные вычисления» являются приобретение обучающимися знаний и умений по разработке и распараллеливанию алгоритмов для решения задач вычислительной математики.

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих трудовых функций: А/01.5 «Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований», А/02.5 «Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок», А/03.5 «Подготовка элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ» (профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «4» марта 2014 г. № 121н).

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Распределенные вычисления» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные знания и навыки, характерные для бакалавра по направлению подготовки 01.03.01 «Математика» направленности (профиля подготовки) «Вычислительная математика и компьютерные науки».

Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:

- алгоритмы и алгоритмические языки; численные методы (в полном объеме);
- технология программирования и работа на ЭВМ (в полном объеме).

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:

- численные методы решения интегральных уравнений, численные методы решения краевых задач, математические модели в науке и технике;
- производственная практика.

3. Результаты освоения дисциплины «Распределенные вычисления»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
------------------	--------------------------	---	--

ПК-6	Способен выполнять работы по созданию (модификации) и сопровождению программного продукта в области реализации конкретных алгоритмов математических моделей в математике, естествознании, технике, экономике и управлении	ПК-6.1. Осуществляет самостоятельную разработку параллельного алгоритма реализующего задачи в математике, естествознании, технике, экономике и управлении.	<p>Знать: основные принципы распараллеливания алгоритмов.</p> <p>Уметь: анализировать задачи осуществлять их разделение на параллельные и последовательные части.</p>
------	---	--	---

4. Структура и содержание дисциплины «Распределенные вычисления»

4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	
				Контактная работа				Самостоятельная работа			Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Всего	Лекция	Лабораторные занятия	Др. виды контакт. Работы	Всего	Подготовка к экзамену	Другие виды самостоятельной работы	Коллоквиум	Проверка лабораторных работ
1.	Раздел 1. Архитектура суперкомпьютерных вычислительных систем	7	1-2	12	6	6		5		6		2
2.	Раздел 2. Коммуникационная среда суперкомпьютерных вычислительных систем.	7	3-5	12	6	6		6		6		3-5
3.	Раздел 3. Классификация и основные понятия операционных систем супер-компьютерных вычислительных систем.	7	6-8	12	6	6		6		6		6-8
4.	Раздел 4. OpenMP (Open Multi-Processing).	7	9-11	12	6	6		6		6		9-11
5.	Раздел 5. MPI: The Message Passing Interface.	7	12-14	12	6	6		6		6		12-14
6.	Раздел 6. CUDA (Compute Unified Device Architecture)	7	15-17	8	4	4		6		6		15-16
	<i>Иная контактная работа</i>	7		5			5					
	<i>Подготовка к экзамену</i>	7						35	35			
	Общая трудоемкость, в часах	7		73	34	34	5	71	35	36		
											Промежуточная аттестация	
											Форма	Семестр
											Зачет	7
											Зачет с оценкой	
											Экзамен	7

4.2. Содержание дисциплины

1. Архитектура суперкомпьютерных вычислительных систем.

Классификация суперкомпьютерных вычислительных систем. Классификация вычислительных систем по типу строения памяти. Векторно-конвейерные системы и векторно-параллельные (SIMD-системы). Классификация SIMD-вычислительных систем. Многопроцессорные системы (MIMD-системы). Классификация MIMD-систем. Многопроцессорные системы (MIMD-системы). Вычислительные кластеры. Классификация вычислительных кластеров. Производительность параллельных вычислительных систем. Основные меры производительности параллельных вычислительных систем

2. Коммуникационная среда суперкомпьютерных вычислительных систем. Компоненты коммуникационной среды. Топологии коммуникационных сетей. Расстояние между процессорами и диаметр и коммуникационной сети. Типовые топологии коммуникационной сети.

3. Классификация и основные понятия операционных систем суперкомпьютерных вычислительных систем. Понятия процесса, контекста процесса, потока (нити). Необходимость синхронизации процессов. Варианты реализации обмена данными между процессами посредством передачи сообщений.

4. OpenMP (Open Multi-Processing). Основные конструкции (директивы). PARALLEL - порождение нитей. DO/SECTIONS - распределение работы; распределение итераций в циклах. Средства синхронизации. Классы переменных (PRIVATE, SHARED, REDUCTION, etc.). Runtime-поддержка. Процедуры, переменные среды. Привязки к C/C++.

5. MPI: The Message Passing Interface. Обмены типа точка-точка, коллективные обмены, контексты, группы и коммуникаторы, топологии процессов

6. CUDA (Compute Unified Device Architecture) Введение в CUDA. Модель исполнения CUDA. Иерархия памяти. Глобальная, локальная и регистровая память. Иерархия памяти. Разделяемая память. Оптимизация CUDA программ. Стандарт директивного программирования OpenACC.

5. Образовательные технологии

Активные и интерактивные формы: лекции, лабораторные работы. В течение семестров студенты выполняют лабораторные работы, указанные преподавателем, готовят к защите отчеты о выполнении лабораторных работ.

Обучающиеся, из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья. Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на компьютере, в формате тестирования и т.д.) и позволяют оценить достижения ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровня сформированности всех заявленных компетенций. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете и экзамене.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

В семестре предусмотрены лабораторные работы. Лабораторные работы оцениваются по пятибалльной системе.

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1-2, 7сем.	Архитектура суперкомпьютерных вычислительных систем.	Подготовка к аудиторным занятиям, лабораторным работам	Изучить архитектуру параллельных вычислительных систем.	Гергель, В.П. Теория и практика параллельных вычислений [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : , 2016. — 500 с.	6
3-5, 7сем.	Коммуникационная среда суперкомпьютерных вычислительных систем.	Подготовка к аудиторным занятиям, лабораторным работам	Изучить коммуникационные среды суперкомпьютерных систем.	Гергель, В.П. Теория и практика параллельных вычислений [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : , 2016. — 500 с.	6
6-8, 7сем.	Классификация и основные понятия операционных систем суперкомпьютерных вычислительных систем.	Подготовка к аудиторным занятиям, лабораторным работам	Изучить классификацию параллельных вычислительных систем.	Гергель, В.П. Теория и практика параллельных вычислений [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : , 2016. — 500 с.	6
9-11, 7сем.	OpenMP (Open Multi-Pro-cessing)	Подготовка к аудиторным занятиям, лабораторным работам	Изучить работу системы OpenMP.	Гергель, В.П. Теория и практика параллельных вычислений [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : , 2016. — 500 с.	6
12-14, 7сем.	MPI: The Message PassingInterface.	Подготовка к аудиторным занятиям, лабораторным работам	Изучить работу системы MPI.	Гергель, В.П. Теория и практика параллельных вычислений [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : , 2016. — 500 с.	6
15-17, 7сем.	CUDA (Compute UnifiedDevice Architecture).	Подготовка к аудиторным занятиям, лабораторным работам	Изучить работу CUDA	Гергель, В.П. Теория и практика параллельных вычислений [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : , 2016. — 500 с.	6
7 сем.		Подготовка к экзамену			36

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Студенты получают от преподавателя задание на повторение пройденного материала и самостоятельное изучение дополнительного материала по изучаемым темам лекционного курса. Преподаватель предлагает студентам литературу для самостоятельного изучения, а также выдает лабораторные задания.

Подготовка к лабораторным работам включает самостоятельное изучение необходимого теоретического материала, написание и отладку вычислительной программы, проведение вычислительных экспериментов (решение модельных и конкретных задач), подготовку отчета по лабораторной работе.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

Контроль освоения компетенций

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	проверка лабораторных работ, зачет	Раздел 1. Архитектура суперкомпьютерных вычислительных систем	ПК-6
2	проверка лабораторных работ, зачет	Раздел 2. Коммуникационная среда суперкомпьютерных вычислительных систем.	ПК-6
3	проверка лабораторных работ, зачет	Раздел 3. Классификация и основные понятия операционных систем супер-компьютерных вычислительных систем.	ПК-6
4	проверка лабораторных работ, зачет	Раздел 4. OpenMP (Open Multi-Processing).	ПК-6
5	проверка лабораторных работ, зачет	Раздел 5. MPI: The Message Passing Interface.	ПК-6
6	проверка лабораторных работ, зачет	Раздел 6. CUDA (Compute Unified Device Architecture)	ПК-6

Примерные темы лабораторных работ (ЛР):

ЛР №1. OS Linux, вычислительные системы

ЛР №2. MPI инициализация параллельных вычислений

ЛР №3. Алгоритм умножения матрицы на вектор

ЛР №4. Алгоритм умножения матрицы на матрицу

Материалы для проведения текущего контроля знаний и промежуточной аттестации составляют отдельный документ – Фонд оценочных средств по дисциплине «Распределенные вычисления»

Демонстрационные варианты оценочных средств для каждого вида контроля доступны в ЭИОС (<http://moodle.pnzgu.ru>) в разделе Оценочные средства по дисциплине в курсе «Распределенные вычисления».

7. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины «Распределенные вычисления»

а) учебная литература:

1. Гергель, В.П. Теория и практика параллельных вычислений [Электронный ресурс] :учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : , 2016. — 500 с. — Режим доступа:<https://e.lanbook.com/book/100527>. — Загл. с экрана.

2. Гергель, В.П. Технологии построения и использования кластерных систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : , 2016. — 548 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100517>. — Загл. с экрана.

б) Интернет-ресурсы

1. <http://www.mccme.ru/free-books/>- Свободно распространяемые издания Московского Центра непрерывного математического образования.
2. <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm> - Электронная физико-математическая библиотека EqWorld
3. <http://www.mathnet.ru/> - Общероссийский математический портал Math-Net.Ru
4. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека

в) Программное обеспечение

1. OS Linux.
2. Библиотека OpenMP
3. Библиотека MPICH (<https://www.mpich.org>)

г) Другое материально-техническое обеспечение: компьютеры с доступом в сеть Internet для самостоятельной работы

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.03.02 «Распределенные вычисления» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.01 «Математика», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «10» января 2018 г. № 8, с учетом профессионального стандарта 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «4» марта 2014 г. № 121н.

Программу составили:

1. _____ Антонов А.В., доцент каф. МСМ
(Ф.И.О., должность, подпись)

2. _____
(Ф.И.О., должность, подпись)

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

Программа одобрена на заседании кафедры МСМ

Протокол № _____ от «_____» _____ 20__ года

Зав. кафедрой _____ Смирнов Ю.Г.
(подпись, Ф.И.О.)

Программа одобрена методической комиссией факультета ВТ

Протокол № _____ от «_____» _____ 20__ года

Председатель методической комиссии
факультета ВТ _____ Глотова Т.В.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.03.02 «Распределенные вычисления» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.01 «Математика», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «10» января 2018 г. № 8.

Программу составили:

1. _____ Антонов А.В., доцент каф. МСМ _____
(Ф.И.О., должность, подпись)
2. _____
(Ф.И.О., должность, подпись)

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

Программа одобрена на заседании кафедры МСМ

Протокол № _____ от « _____ » _____ 20__ года

Зав. кафедрой _____ Смирнов Ю.Г.
(подпись, Ф.И.О.)

Программа одобрена методической комиссией факультета ВТ

Протокол № _____ от « _____ » _____ 20__ года

Председатель методической комиссии
факультета ВТ _____ Глотова Т.В.
(подпись) (Ф.И.О.)

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой