

Федеральное агентство научных организаций  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
**Институт механики сплошных сред**  
**Уральского отделения**  
**Российской академии наук**



**УТВЕРЖДАЮ**

Зам. директора по научной работе

Д. ф.-м., н.,

О. А. Плехов

«окт 10»

2015 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Параллельные вычисления в механике сплошных сред»**  
(наименование дисциплины по учебному плану)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Направление 01.06.01 «Математика и механика»  
(код и наименование)

Профиль программы аспирантуры Механика деформируемого твердого тела

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: Очная

Курс: 1, 2

Семестр(ы): 2-4

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану:

108 ч

**Виды контроля:**

Экзамен: - нет

Диф.зачёт: - 1

Курсовой проект: - нет Курсовая работа: - нет

Пермь 2015

**Учебно-методический комплекс дисциплины**  
**«Параллельные вычисления в механике сплошных сред»**  
 (полное наименование дисциплины)

разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «25» августа 2014 г. номер приказа «866» по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации)»;
- компетентностной модели выпускника ОПОП по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации), программы аспирантуры «Механика деформируемого твёрдого тела», утверждённой «10» 09 2015 г.;
- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации), программы аспирантуры «Механика деформируемого твёрдого тела», утверждённой «10» 09 2015 г.

**Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин**

1. Соотношения на поверхностях разрыва
2. Специальная теория относительности

участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик

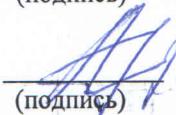
к.ф.-м.н..  
(учёная степень, звание)



Вертгейм И.И.  
(инициалы, фамилия)

Рецензент

д.ф.-м. н.,  
(учёная степень, звание)



А.А.Роговой  
(инициалы, фамилия)

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена учёным советом ИМСС УрО РАН**  
«10» 09 2015 г., протокол № 6-15

## 1. Общие положения

**1.1. Цель учебной дисциплины** - знакомство аспирантов с новым бурно развивающимся направлением вычислительных технологий – программированием для параллельных вычислительных систем, формирование базовых представлений об особенностях разработки параллельных вариантов численных алгоритмов для них, их структуре и способах их разработки и обеспечения эффективности в применении к задачам механики сплошных сред, физики и техники. Курс является междисциплинарным, опирается на базовые понятия и концепции программирования и численных методов механики сплошных сред.

**В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет и углубляет следующие компетенции:**

- способность получать численные и аналитические решения краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях (ПК-2);
- способность анализировать и формулировать связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения (ПК-3);
- способность проводить моделирование технологических проблем деформирования и разрушения, а также предупреждения недопустимых деформаций и трещин в конструкциях различного назначения (ПК-4).

### **1.2. Задачи учебной дисциплины:**

- **изучение**
  - параллельных вычислительных систем (ПВС), их развития, современного состояния и способов классификации;
  - основных теоретических понятий и принципов, на которых базируются функционирование современных ПВС и разработка параллельных вычислительных алгоритмов;
  - методов и средств достижения высоких эффективности и качества параллельных алгоритмов для различных типов задач механики сплошных сред и других областей физики;
- **формирование умения и формирование навыков**
  - методами и приемами программирования для ПВС с учетом особенностей разработки параллельных алгоритмов для задач механики сплошных сред и других областей физики
  - методами оценки эффективности и качества параллельных вычислительных алгоритмов и способов их повышения

### **1.3. Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:**

**Представления** об основных типах современных параллельных вычислительных систем (ПВС), способах их классификации; теоретических понятиях и принципах, на которых основано функционирование ПВСа.

**Методы разработки** эффективных параллельных вычислительных алгоритмов задач механики сплошных сред и способы оценки их качества;

**Знание принципов и овладение методикой** программирования с использованием основных функций библиотек параллельных функций MPI, Open MP, Cuda, специализированных библиотек параллельных программ для научных вычислений.

#### **1.4. Место учебной дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников.**

Дисциплина «Параллельные вычисления в механике сплошных сред» относится к *вариативной* части блока 1 и является *дисциплиной по выбору аспирантов* при освоении ООП ВО по направлению подготовки 01.06.01 – «Математика и механика», направленность «01.02.04 – механика деформируемого твердого тела».

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить следующие компетенции и демонстрировать следующие результаты:

- **знать:**

- методологию, конкретные методы и приемы анализа связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения;
- современные методы моделирования технологических проблем деформирования и разрушения, а также предупреждения недопустимых деформаций и трещин в конструкциях различного назначения.

- уметь:

- ставить задачу и проводить численные и аналитические исследования краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях;
- применять теоретические знания по методам сбора, хранения, обработки и передачи информации
- ставить и решать задачу о связи между изменением структуры материала и особенностями процесса деформирования и разрушения;
- ставить задачу и проводить анализ технологических проблем деформирования и разрушения, прогнозировать особенности возникновения и распространения трещин в конструкционных материалах.

#### **Связь с предшествующими дисциплинами**

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний по высшей математике, уравнениям математической физики, линейной алгебре, численным методам в механике и общей физике в объеме программы высшего профессионального образования.

#### **Связь с последующими дисциплинами**

Знания и навыки, полученные аспирантом при изучении данного курса, необходимы при работе над и при написании диссертации по специальность 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела и специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

## 2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ПК-2, ПК-3, ПК-4.

### 2.1. Дисциплинарная карта компетенции ПК-2

Код ПК-2	<b>Формулировка компетенции</b>
	Способность получать численные и аналитические решения краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях
Код ПК-2. Б1.В.01.02	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b>
	Способность приобретать знания современных методов анализа вычислительных алгоритмов, на их основе выявлять возможности их распараллеливания и оценивать достигаемые при этом эффективность и ускорение в расчетах задач механики сплошных сред.

### Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>В результате освоения компетенции студент:</b> <b>Умеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ставить задачу и проводить численные и аналитические исследования краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях (Код У1 ПК-2);</li> <li>- применять теоретические знания по методам сбора, хранения, обработки и передачи информации (Код У2 ПК-2)</li> </ul>	Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям), ведение текущей научно-исследовательской работы	Выполнение индивидуального плана аспирантов, в части публикаций и участия в конференциях. Дифференцированный зачёт для итогового контроля.

### 2.2. Дисциплинарная карта компетенции ПК-3

Код ПК-3	<b>Формулировка компетенции</b>
	Способность анализировать и формулировать связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения
Код ПК-3. Б1.В.01.02	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b>
	Способность применять существующие библиотеки и пакеты вычислительного моделирования с использованием распараллеливания для решения конкретных задач механики сплошных сред.

## Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p><b>В результате освоения компетенции студент:</b></p> <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологию, конкретные методы и приемы анализа связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения (Код 3 ПК-3);</li> </ul>	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Устный опрос для текущего и промежуточного контроля.
<p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ставить и решать задачу о связи между изменением структуры материала и особенностями процесса деформирования и разрушения (Код У ПК-3).</li> </ul>	Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям), ведение текущей научно-исследовательской работы	Выполнение индивидуального плана аспирантов, в части публикаций и участия в конференциях. Дифференцированный зачёт для итогового контроля.

### 2.3. Дисциплинарная карта компетенции ПК-4

<b>Код ПК-4</b>	<b>Формулировка компетенции</b>
	Способность проводить моделирование технологических проблем деформирования и разрушения, а также предупреждения недопустимых деформаций и трещин в конструкциях различного назначения
<b>Код ПК-4.Б1.В.01.02</b>	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b>
	Способность к разработке и применению технологий программирования на параллельных вычислительных системах для решения задач механики сплошных сред.

## Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной Работы	Средства оценки
<p><b>В результате освоения компетенции студент:</b></p> <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные методы моделирования технологических проблем деформирования и разрушения, а также предупреждения недопустимых деформаций и трещин в конструкциях различного назначения (Код 3 ПК-4);</li> </ul>	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Устный опрос для текущего и промежуточного контроля.
<p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ставить задачу и проводить анализ</li> </ul>	Самостоятельная работа студентов	Выполнение индивидуального

технологических проблем деформирования и разрушения, прогнозировать особенности возникновения и распространения трещин в конструкционных материалах (Код У ПК-4).	(подготовка к лекциям), ведение текущей научно-исследовательской работы	плана аспирантов, в части публикаций и участия в конференциях. Дифференцированный зачёт для итогового контроля.
---	---	---

### 3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч		
		по семестрам		всего
		3	4	
1	2	2й	3й	4
1	<b>Аудиторная работа</b>	<b>16</b>	-	-
	- лекции (Л)	14	-	-
	- практические занятия (ПЗ)	2	-	-
	- лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
2	<b>Контроль самостоятельной работы (КСР)</b>	<b>4</b>	-	-
3	<b>Самостоятельная работа студентов (СРС)</b>	<b>16</b>	<b>36</b>	<b>34</b>
	- изучение теоретического материала	14	36	34
	- подготовка реферата	2	-	-
4	<b>Итоговая аттестация по дисциплине: дифференцированный зачёт</b>	-	-	2
5	<b>Трудоёмкость дисциплины, всего:</b> в часах (ч) в зачётных единицах (ЗЕ)	36 1	36 1	36 1
				108 3

### 4. Содержание учебной дисциплины

#### 4.1. Модульный тематический план

Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номе р учеб- ного мо- дуля	Номер раз- дела дисци- плины	Номер темы дисципл ины	Количество часов (очная форма обучения)						Трудоём кость, ч / ЗЕ	
			аудиторная работа					итогова я аттеста ция	самос тояте льная работ а	
			всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	Введение	1	1	-	-	-	-	-	1
		1	2	2	-	-	-	-	8	10
		2	1	-	-	-	1	-	8	9
	2	3	3	3	-	-	-	-	13	16
		4	1	-	-	-	1	-	13	14
	3	5	3	3	-	-	-	-	7	10
		6	3	3	-	-	-	-	7	10
		7	2	-	2	-	-	-	7	9
		8	1	-	-	-	1	-	9	10

	4	9	3	2	-	-	1	-	14	17
<b>Итого по модулю:</b>		<b>18</b>	<b>14</b>	<b>2</b>		<b>-</b>	<b>4</b>		<b>86</b>	<b>106/2.95</b>
<b>Итоговая аттестация</b>		-	-	-	-	-	2	-	-	2
<b>Всего:</b>		<b>18</b>	<b>14</b>				<b>4</b>	<b>2</b>	<b>88</b>	<b>108/3</b>

## 4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

### Введение.

Л – 1 ч.

Организация учебного процесса. Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины.

### Модуль 1.

#### Раздел 1. Введение в параллельные вычислительные системы

Л – 2 ч., КСР – 1 ч., СРС – 16 ч.

##### Тема 1.

Исторический обзор основных идей и методов, способы классификации параллельных вычислительных систем.

Методы разработки и способы представления параллельных вычислительных алгоритмов. Алгоритмические проблемы параллелизма

Характеристики и показатели качества параллельных вычислительных алгоритмов. Законы Амдала.

##### Тема 2.

Модификация языков программирования для параллельных вычислений. Системы параллельных вычислений.

#### Раздел 2. Стандарты параллельного программирования для ПВС

Л – 3 ч., КСР – 1 ч., СРС – 26 ч.

##### Тема 3.

Основные цели и задачи разработки, функции и компоненты библиотеки MPI.

Программирование на основе MPI. Точечные взаимодействия, прием и передача сообщений.

Коллективный обмен данными и распределенные операции в MPI.

Группы и топологии процессов в MPI. Разработка программ на MPI.

##### Тема 4.

Системы параллельного программирования, отличные от MPI: PVM, OpenMP, CUDA и др.

#### Раздел 3. Средства параллельного программирования для кластеров PC

Л – 6 ч., ПЗ – 2 ч., КСР – 1 ч., СРС – 30 ч.

##### Тема 5.

Кластеры ПК и рабочих станций как перспективный вид ПВС. Особенности реализации и программирования MPI и других систем параллельного программирования для различных платформ. Знакомство и

работа с базовым ПО кластера ИМСС УрО РАН и средой про-граммирования на основе MPI. Способы автоматического распараллеливания программ на основе анализа структуры алгоритма. Библиотеки параллельных программ на основе MPI.

#### Тема 6.

Библиотеки параллельных программ и средства автоматического распараллеливания на основе MPI и других систем («НОРМА», OpenMP, CUDA, и др.).

#### Тема 7.

Практическое занятие: разработка программ на MPI для кластера ИМСС УрО РАН и освоение технологии параллельного программирования на сравнительно несложных задачах, требующих реализации отдельных алгоритмов из области линейной алгебры, вычисления сумм рядов, определенных интегралов и т.д.

#### Тема 8.

Обработка полученных при выполнении практического задания результатов, определение параметров эффективности и качества параллельного алгоритма.

### **Раздел 4. Параллельные алгоритмы решения задач механики сплошных сред**

Л – 2 ч., КСР – 1 ч., СРС – 14 ч.

#### Тема 9.

Особенности и способы построения параллельных алгоритмов для задач линейной алгебры, конечно-разностных и спектральных методов решения задач механики сплошных сред.

Тема раскрывается путем выступлений с рефератами (см. ниже список тем), подготовленными аспирантами в ходе самостоятельной работы с литературой по вопросам разработки параллельных программ для реальных проблем механики сплошных сред и других областей физики.

#### **4.3. Перечень тем практических занятий**

Практические занятия по дисциплине предназначены для закрепления знаний полученных в лекционном курсе и приобретению навыков использования этих знаний для решения практических задач. В ходе занятий в компьютерном классе, где установлен параллельный кластер, предполагается развитие практических навыков построения вычислительных алгоритмов и программирования для ПВС. Методология параллельного программирования иллюстрируется на сравнительно несложных задачах, требующих реализации отдельных алгоритмов из области линейной алгебры, вычисления сумм рядов, определенных интегралов и т.д.

#### **4.4. Перечень тем лабораторных работ**

Лабораторные работы не предусмотрены.

#### **4.5. Перечень тем рефератов**

Тематика определяется темой планируемой диссертационной работы аспиранта в соответствии с нижеследующим примерным списком.

- 1) Разработка параллельных алгоритмов решения задач линейной алгебры (умножение матриц и векторов, задачи на собственные значения и др.)
- 2) Разработка параллельных алгоритмов решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем
- 3) Разработка параллельных алгоритмов численного решения уравнений в частных производных математической физики (ур-я Лапласа, Пуассона, Бюргерса, Навье-Стокса и др.)
- 4) Параллельные алгоритмы для «клеточных автоматов» (игра «жизнь» и ее модификации, модели диффузии, звуковых волн, гидродинамических течений, фазовых переходов и др.)
- 5) Параллельные алгоритмы расчета геометрических, динамических и статистических свойств сложных объектов и процессов (фрактальные размерности, показатели Ляпунова, корреляционные функции, статистические моменты и структурные функции и т.п.).
- 6) Параллельные алгоритмы для задач теории вероятности и статистической физики, в расчетах с применением методов Монте-Карло, молекулярной динамики и пр.
- 7) Быстрые параллельные алгоритмы для математических преобразований (быстрые преобразования Фурье, вейвлет-преобразование, преобр-е Лагранжа и др.)
- 8) Распределенные параллельные вычисления с использованием метакомпьютера в технологии GRID (проекты SETI, GIMPS, Globus и др.)
- 9) Возможности, способы и оценка качества параллельной реализации программ в среде ANSYS 11-14 или ANSYS CFX 11-14 (на примере решения трехмерной задачи расчета напряжений тела заданной формы или расчета трехмерного течения жидкости).
- 10) Возможности, способы и оценка качества параллельной реализации программ решения задач мат. физики в среде MATLAB
- 11) Возможности, способы и оценка качества параллельной реализации программ решения задач мат. физики в среде MATHEMATICA (6.0- 10.0)
- 12) Возможности, способы и оценка качества параллельной реализации программ на гетерогенных кластерах с графическими процессорами NVIDIA в среде CUDA (на примере одной из задач пп. 1-7).

#### **4.6. Виды самостоятельной работы студентов**

Виды самостоятельной работы студентов (СПС)

<b>Номер темы дисциплины</b>	<b>Вид самостоятельной работы студентов</b>	<b>Трудоёмкость, часов</b>
1	2	3
1	изучение теоретического материала	8
2	изучение теоретического материала	8
3	изучение теоретического материала	13
4	изучение теоретического материала	13

5	изучение теоретического материала	7
6	изучение теоретического материала	7
7	изучение теоретического материала	7
8	изучение теоретического материала	9
9	изучение теоретического материала, подготовка реферата	14
	Итого: в ч / в ЗЕ	86/2,39

## 5. 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.

### Участие в научных мероприятиях различного уровня.

№ п/п	Полное название мероприятия
1	Научный семинар Лаборатории кинетики анизотропных жидкостей, научный семинар ИМСС УрО РАН
2	Зимняя школа по механике сплошных сред, г. Пермь, ИМСС УрО РАН (каждые два года)
3	Всероссийская конференция молодых ученых «Математическое моделирование в естественных науках», г. Пермь, ПНИПУ (ежегодная)
4	Всероссийская конференция молодых ученых «Неравновесные процессы в сплошных средах», г. Пермь, ПГНИУ (ежегодная)

## 6. Управление и контроль освоения компетенций

### 6.1. Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в форме:

- устного опроса.

### 6.2. Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Промежуточный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится по окончании разделов дисциплины в следующих формах:

- устного опроса;

- подготовки реферата.

### **6.3. Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций**

#### **1) Дифференцированный зачёт**

Условия проставления зачёта по дисциплине:

- зачёт по дисциплине выставляется по итогам проведённого промежуточного контроля и самостоятельной работы.

#### **2) Экзамен**

Не предусмотрен.

### **6.4. Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций**

<b>Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)</b>	<b>Вид контроля</b>			
	<b>ТК</b>	<b>ПК</b>	<b>ЛР</b>	<b>Диф. зачёт</b>
<b>В результате освоения компетенции студент:</b>				
<b>Знает:</b>				
- методологию, конкретные методы и приемы анализа связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения (ПК-3);	+	+		
-современные методы моделирования технологических проблем деформирования и разрушения, а также предупреждения недопустимых деформаций и трещин в конструкциях различного назначения (ПК-4);	+	+		
<b>Умеет:</b>				
- применять теоретические знания по методам сбора, хранения, обработки и передачи информации (ПК-2);				+
- ставить задачу и проводить численные и аналитические исследования краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях (ПК-2);				+
- ставить и решать задачу о связи между изменением структуры материала и особенностями процесса деформирования и разрушения (ПК-3).				+
-ставть задачу и проводить анализ технологических проблем деформирования и разрушения, прогнозировать особенности возникновения и распространения трещин в конструкционных материалах (ПК-4).				+

ТК – текущий контроль в форме устного опроса по темам (контроль знаний по теме);

ПК – промежуточный контроль в форме устного опроса по модулю (контроль знаний по теме);

ЛР – выполнение лабораторных работ с подготовкой отчёта (оценка умений и навыков).

### **7. График учебного процесса по дисциплине**

**2-й семестр**

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям																		Итого, ч
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Раздел:	B	P1			P2			P3			P4								
Лекции	1	-	2	-	1	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	-	-	14
Практические занятия	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2
KCP	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1	4
Изучение теоретического материала	-	1	-	1	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	-	2	-	14
Подготовка реферата	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2
Модуль:	M1																		
Устный опрос				+					+						+			+	
Дисциплинарный Контроль									.										диф. зачёт
Итого за семестр:																			36

**3-й семестр**

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям																		Итого, ч
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Раздел:	P1						P2												
Лекции	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Практические занятия	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KCP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Изучение теоретического материала	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	36
Модуль:	M1																		
Устный опрос																			диф. зачёт
Дисциплинарный Контроль																			
Итого за семестр:																			36

**4-й семестр**

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям																		Итого, ч
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Раздел:	P3						P4												
Лекции	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KCP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Изучение теоретического материала	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	34
Модуль:	M1																		
Устный опрос																			диф. зачёт
Дисциплинарный Контроль																		2	
Итого за семестр:																			36

**8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

## СПИСОК ИЗДАНИЙ

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)		Количество экземпляров в библиотеке
	1	2	
<b>1 Основная литература</b>			
1	Вертгейм И.И., Терпугов В.Н. Параллельные технологии вычислений в механике сплошных сред и механике деформируемого твердого тела. Пермь: Изд. Пермского университета, 2007, 84 с.		56
2	Воеводин В.В., Воеводин Вл. В. Параллельные вычисления. СПб, «БХВ-Петербург», 2002, 608 с.		2
3	Богачев К.Ю. Основы параллельного программирования. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2003, 342 с.		10
4	Шпаковский Г.И., Серикова Н.В. Программирование для многопроцессорных систем в стандарте MPI. Минск: БГУ, 2002. - 323 с.		0
<b>2 Дополнительная литература</b>			
<b>2.1 Учебные и научные издания</b>			
1	Корнеев В.В. Параллельные вычислительные системы. М.: Нолидж, 1999б -312с.		3
2	Миллер Р., Боксер Л. Последовательные и параллельные алгоритмы: Общий подход. Пер. с англ. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. - 406 с.		0
3	Валях Е. Последовательно-параллельные вычисления. М.: Мир, 1985		1
4	Ахо А., Хопкрофт Дж., Ульман Дж. Построение и анализ вычислительных алгоритмов. М.: Мир, 1979		1
5	Программирование на параллельных вычислительных системах: Пер. с англ./ Под ред. Р. Бэбба. М.: Мир, 1991.		1
6	Деменев А.Г. Параллельные вычислительные системы: основы программирования и компьютерного моделирования. Пермь: ПГПУ, 2001		14
<b>2.2 Периодические издания</b>			
1	Журнал «Вычислительная механика сплошных сред»		
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>			
<b>2.4 Официальные издания</b>			
<b>2.5 Электронные информационно-образовательные ресурсы</b>			
1	Полнотекстовая БД диссертаций РГБ		
2	Научная электронная библиотека РИНЦ (Elibrary)		
3	Университетские библиотеки г. Перми ONLINE		

4	Университетская информационная система Россия	
---	---	--

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

### 9.1. Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1.	Лекционная мультимедийная аудитория	ИМСС, корп. А,	ауд.321	72	30
2.	Лекционная мультимедийная аудитория	ИМСС, корп. Б,	ауд.233	72	30

### 9.2. Основное учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)		Номер аудитории
			4	5	
1	2	3	4	5	
1	Компьютеры	10	оперативное управление	220	