

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 13 » февраля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Методы высокопроизводительных вычислений и параллельных технологий
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика
(код и наименование направления)

Направленность: Математическое моделирование (СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель данной учебной дисциплины состоит в теоретическом и практическом освоении математических моделей и методов параллельного программирования для многопроцессорных вычислительных систем.

Задачами изучения дисциплины является привитие студенту следующих способностей:

- знание архитектурных принципов реализации параллельной обработки в вычислительных машинах;
- владение принципами построения параллельных вычислительных систем;
- умение выполнять моделирование и анализ параллельных вычислений;
- знание и практическое применение принципов разработки параллельных алгоритмов и программ;
- изучение системы разработки параллельных программ и овладение навыками их использования.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- архитектурные принципы реализации параллельной обработки в вычислительных машинах;
- моделирование и анализ параллельных вычислений;
- принципы разработки параллельных алгоритмов;
- вычислительные системы с распределенной памятью;
- параллельные аналоги вычислительных алгоритмов.

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
ПК–2.1	ИД-1ПК-2.1	Знает современные технологии параллельных вычислений, их достоинства и недостатки по сравнению с традиционными технологиями, структуру и основные методы индексации, поиска, сортировки и отбора информации;	Знает методы и приемы формализации и алгоритмизации поставленных задач, алгоритмы решения типовых задач, синтаксис выбранного языка программирования, особенности программирования на этом языке, стандартные библиотеки языка программирования, технологии программирования, методы и приемы отладки программного кода	Курсовая работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	Умеет понимать и применять на практике технологии параллельных вычислений для решения различных вычислительных задач,	Умеет использовать методы и приемы формализации и алгоритмизации задач, применять стандартные алгоритмы, применять выбранные языки программирования для написания программного кода, применять современные компиляторы	Контрольная работа
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	Владеет навыками решения практических вычислительных задач с применением параллельных технологий; навыками разработки алгоритмов параллельных вычислений	Владеет навыками составления формализованных описаний решений и разработки алгоритмов, создания программного кода решения поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания	Курсовая работа

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	63	63	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	45	45	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	81	81	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18	18	
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

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	СРС
7-й семестр				
Цели и задачи введения параллельной обработки данных	4	0	10	21
<p>Тема 1. Необходимость введения параллельной обработки данных.</p> <p>Тема 2. Различие многозадачных, параллельных и распределенных вычислений.</p> <p>Тема 3. Проблемы использования параллелизма: Существование последовательных алгоритмов (закон Амдаля). Повышение производительности последовательных компьютеров (закон Мура). Потери на взаимодействие и передачу данных (гипотеза Минского). Высокая стоимость параллельных систем (закон Гроша). "Последовательность" существующих алгоритмов и программного обеспечения. Зависимость эффективности параллельных вычислений от учета особенностей аппаратуры. Сложность разработки параллельных алгоритмов. Трудоемкость проверки правильности параллельных программ.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Принципы построения параллельных вычислительных систем	5	0	15	30
<p>Тема 4. Пути достижения параллелизма: Функциональные вычислительные устройства. Многоуровневая и модульная память. Конвейерные и векторные вычисления. Процессорные матрицы. Многопроцессорные вычислительные системы с общей и распределенной памятью (мультипроцессоры и мультикомпьютеры). Микропроцессорные системы.</p> <p>Тема 5. Способы построения многопроцессорных вычислительных систем: схемы коммутации (полная коммутация - общая память, перекрестные коммутаторы, локальные схемы коммутации - общая шина, решетки, кластеры). Анализ параллельных алгоритмов и типовые топологии схем коммутации - кольцо, линейка, решетки, полный граф, гиперкуб, тор, дерево. Аппаратная реализация и программная эмуляция топологий.</p> <p>Тема 6. Виды параллельных вычислительных систем: суперЭВМ. Многопроцессорные вычислительные комплексы (МВС). Многомашинные вычислительные комплексы. Сети ЭВМ. Примеры современных высокопроизводительных вычислительных систем (Cray T932, IBM SP2, HP Exemplar, ASCI RED). Суперкомпьютерные вычислительные системы в России.</p> <p>Тема 7. Оценка производительности МВС: Общее выражение для оценки производительности для разного типа МВС. Максимальная (пиковая) производительность. Степень параллелизма (длина полупроизводительности). Удельная производительность. Значения показателей для ряда МВС.</p>				
Системы разработки параллельных программ с помощью библиотеки MPI	7	0	20	30
<p>Тема 8. Основные понятия: SPMD-модель организации параллельных вычислений (Single Instruction – Multiple Data) на основе одновременного выполнения одной и той же программы на нескольких процессорах с организацией взаимодействия процессов при помощи передачи сообщений. Основные понятия: процесс, группа процессов, область связи, коммуникатор, сообщение, тег сообщения. Обрамляющие и информационные функции. Простейшая программа.</p> <p>Тема 9. Парный обмен: Функции пересылки данных в MPI. Способы зацепления процессов и взаимодействия коммуникационного модуля MPI с</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
вызывающим процессом. Особенности двухточечных обменов в MPI: блокирующие и не блокирующие, программы пробники, отложенные обмены, совмещенные обмен-передача. Тема 10. Коллективные обмены: Управление областью взаимодействия и группой процессов. Топологии. Производные типы данных. Операции упаковки и распаковки данных. Ввод и вывод в MPI. Дополнительные возможности реализации MPI-2: односторонние коммуникации MPI-2; порождение процессов в MPI-2; параллельный файловый ввод-вывод MPI-2.				
ИТОГО по 7-му семестру	16	0	45	81
ИТОГО по дисциплине	16	0	45	81

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Организация очереди приема сообщений (произвольных чисел целого типа) одним процессором от всех остальных. Использование блокирующих операций парного обмена.
2	Мини-MPI (старт, финиш, передача и прием сообщений).
3	Начальная параллельная программа (печать идентификаторов процессов) - запуск (локальный, распределенный). Оценка времени выполнения программы, синхронизация, коллективные операции.
4	Численное интегрирование- создание проекта на основе готового исходного текста программы, настройка опций, компиляция, запуск.
5	Скалярное произведение векторов.
6	Обзор библиотеки MPI: установка, настройка, схема функционирования.
7	Решение задач распознавания образов (выполнение задания под руководством преподавателя).
8	Умножение матриц, ленточный алгоритм (самостоятельное задание 2).
9	Умножение матриц, блочные схемы распределения данных (алгоритмы Фокса и Кеннона)

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Найти 5-е по порядку число n , при котором есть единственное целочисленное решение уравнения $x*x-y*y-z*z=n$. Использовать функции коллективного обмена.
2	Найти 20-е по порядку число кратное числам от 1 до 9. Использовать функции парного неблокирующего обмена.

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
3	Найти $f[i, 10000]$, если $f[i, n+1] = f[i, n] + 0.01(f[i-1, n-1] - 2 * f[i, n-1] + f[i+1, n-1])$, где $f[i, 0] = 1$ при $i=10$, а иначе $f[i, 0] = 0$ (i меняется от 1 до N). Пусть $f[N+1, n] = f[1, n]$, $f[0, n] = f[N, n]$. Использовать функции парного блокирующего обмена.
4	Найти $f[i, 10000]$, если $f[i, n+1] = f[i, n] + 0.01(f[i-1, n-1] - 2 * f[i, n-1] + f[i+1, n-1])$, где $f[i, 0] = 1$ при $i=10$, а иначе $f[i, 0] = 0$ (i меняется от 1 до N). Пусть $f[N+1, n] = f[1, n]$, $f[0, n] = f[N, n]$, $N=100$. Использовать функции парного неблокирующего обмена.
5	Найти 100-е по порядку число Фибоначчи, в котором сумма цифр больше 30. Использовать функции глобальной редукции.
6	Провести вычисления числа π на различном числе процессоров и различном числе точек разбиения (100, 1000, 10000, 1000000). Построить графики зависимости ускорения от числа процессоров для каждого значения числа точек разбиения.
7	Выполнить передачу 1000 случайных вещественных чисел «от каждого каждому». Контроль передачи по значению сумму передаваемых чисел. Осуществить обмен в двух вариантах: с использованием блокирующих функции парного обмена, с использованием MPI_Alltoall. Построить график зависимости времени обмена от числа процессоров для каждого варианта.
8	Матрица $N \times N$ точек разделена на M частей по горизонтали и вертикали (всего $M * M$ блоков). Данные блоков распределены по $M * M$ процессорам. Организовать упорядоченную запись блоков в один файл таким образом, чтобы восстановить исходную структуру матрицы.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором 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 установление 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.

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, 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
1. Основная литература		
1	Антонов А. С. Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP : учебное пособие для вузов. Москва : Изд-во МГУ им. М. В. Ломоносова, 2012. 339 с. 27,74 усл. печ. л.	35
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Воеводин В. В. Параллельные вычисления : учебное пособие для вузов. Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2002. 599 с.	3
2	Гергель В. П. Теория и практика параллельных вычислений : учебное пособие. Москва : ИНТУИТ : БИНОМ. Лаб. знаний, 2007. 423 с.	4
3	Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA : учебное пособие для вузов / Боресков А. В., Харламов А. А., Марковский Н. Д., Микушин Д. Н. Москва : Изд-во МГУ им. М. В. Ломоносова, 2012. 333 с. 27,09 усл. печ. л.	5
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Введение в математическое моделирование: Учеб. пособие / Под ред. П.В. Трусова. — М.: Университетская книга, Логос, 2007. - 440 с. ISBN 978-5-98704-037-X.	http://www.mmsp.pstu.ru/userfiles/Posobie/MM_intro_PVTrusov.pdf	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	MS Windows 7 (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Mathematica Professional Version (лиц. L3263-7820*)
Среды разработки, тестирования и отладки	Embarcadero Delphi 2007, лиц. № 33948, 137 лиц. ПНИПУ 2008 г.
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
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
-------------	---	-------------------

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть)	10
Лекция	Аудитории, оборудованные ноутбуком, видеопроектором	1
Практическое занятие	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть)	10

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Методы высокопроизводительных вычислений и параллельных технологий»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) образовательной программы:	Математическое моделирование
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Выпускающая кафедра:	Математическое моделирование систем и процессов
Форма обучения:	Очная

Курс: 4

Семестр: 8

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	5	ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	180	ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 8 семестр	Курсовая работа: 8 семестр
--------------------	----------------------------

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (8-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выступлении на семинарах и экзамена.. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий	Рубежный		Промежуточный	
	ТО	ВС	РКР	РП	Экзамен
Усвоенные знания					
З.1 знать современные понятия, подходы и методы высокопроизводительных технологий и параллельных вычислений; - современные тенденции развития высокопроизводительных технологий.	ТО1		КР1	РП	ТВ
З.2 знать современные технологии параллельных вычислений их достоинства и недостатки по сравнению с традиционными технологиями	ТО2		КР2	РП	ТВ
З.3. знать структуру и основные методы индексации, поиска, сортировки и отбора информации;	ТО3		КР3	РП	ТВ
Освоенные умения					
У.1 уметь применять методы и принципы параллельных вычислений при численной реализации математических моделей	ТО4		КР2	РП	ПЗ
У.2 уметь понимать и применять на практике технологии параллельных вычислений для решения различных вычислительных задач;	ТО5		КР1	РП	ПЗ
У.3. уметь строить эффективные поисковые фразы в большинстве популярных поисковых машин Интернет;	ТО6		КР3	РП	ПЗ
Приобретенные владения					
В.1 владеть навыками построения математических моделей физико-механических систем и процессов с использованием современных		ДС1	КР1	РП	КЗ

высокопроизводительных технологий					
В.2 владеть навыками решения практических вычислительных задач с применением параллельных технологий; навыками разработки алгоритмов параллельных вычислений		ДС2	КР2	РП	КЗ
В.3 владеть - навыками работы с поисковыми машинами в сети Интернет; - средствами поиска в профессиональных электронных библиотеках; - функциями расширенного поиска в профессиональных электронных библиотеках.		ДС3	КР3	РП	КЗ

ТО – теоретический опрос; ИЗ – индивидуальное задание (с защитой); РКР – рубежная контрольная работа; КР – курсовая работа; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ДС – представление доклада или сообщения на семинаре; РП – работа по проекту

Итоговой оценкой результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена и курсовой работы, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль для оценивания знаний компонента дисциплинарных

частей компетенций (табл. 1.1) в форме опроса студентов об усвоенных на предыдущей лекции знаниях. Результаты учитываются в рейтинговой системе оценивания (при неудовлетворительном уровне освоения необходимо исправление данной работы), путём суммирования всех накопленных баллов и сравнением с итоговой таблицей.

Таблица 2.1 Система оценки знаний теоретических опросов

Балл за знания	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения дисциплинарных компетенций после изучения учебного материала
2	Средний уровень	<i>Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения.</i>
1	Минимальный уровень	<i>Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая затруднения.</i>
0	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не ответил на теоретические вопросы.</i>

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль освоения заданной дисциплинарной части компетенции проводится по окончании разделов (модулей) в форме письменных контрольных работ и представления доклада на семинаре. Результаты учитываются в рейтинговой системе оценивания (при неудовлетворительном уровне освоения необходимо исправление данной работы), путём нахождения среднего балла за все контрольные мероприятия.

В состав контрольной работы входит теоретический вопрос и практическое задание, успешность выполнения разделов оценивается отдельно.

Таблица 2.2 Система оценки знаний и умений контрольных работ

Балл за		Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения дисциплинарных компетенций после изучения учебного материала
умения	навыки		
3	3	Максимальный уровень	<i>Студент точно ответил на контрольные вопросы. Задание по работе выполнено в полном объеме.</i>
2	2	Средний уровень	<i>Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Задание по работе выполнено в полном объеме, за исключением некоторых неточностей.</i>
1	1	Минимальный уровень	<i>Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая затруднения. Студент частично выполнил задание к работе.</i>
0	0	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не ответил на теоретические вопросы. Студент не выполнил задание к работе.</i>

Итоговый балл за контрольную работу считается путем суммирования баллов за освоенные умения и освоенные навыки.

Типовые задания первой КР:

1. Классификация многопроцессорных систем по модели памяти.
2. Распараллелить цикл на P процессоров `for (i = 100; i < N; i++) a[i] = a[i] + a[i+100];`

Типовые задания второй КР:

1. Конвейер состоит из 2 устройств, выполняющих подопераций типа А за 1 единицу времени и 5 устройств, выполняющих подопераций типа В за 3 единицы времени. Сколько потребуется времени на максимальную загрузку конвейера операциями, состоящими из последовательного выполнения 2 операций А и затем 2 операций В?
2. От каких свойств вычислительного алгоритма зависит достигаемое ускорение при распараллеливании?

Типовые задания третьей КР

1. Назначение MPI. Сообщения в MPI. Общие процедуры.
2. Распараллелить цикл на P процессоров
`for (i = 1; i < N; i+=2)`
`for (j = 1; j < M; j+=2)`
`a[i,j] = a[i,j] + b[i-1,j-1];`

Таблица 2.3 Система оценки знаний и умений выступления/доклада

Балл за		Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения дисциплинарных компетенций после изучения учебного материала
умения	знания		
3	3	Максимальный уровень	<i>Студент подготовил и сделал информативный и целостный доклад. Студент ответил на вопросы по докладу.</i>
2	2	Средний уровень	<i>Студент подготовил и сделал информативный доклад. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения.</i>
1	1	Минимальный уровень	<i>Студент подготовил и сделал доклад. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая затруднения.</i>
0	0	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не сделал доклад. Студент не ответил на теоретические вопросы.</i>

Итоговый балл за доклад считается путем суммирования баллов за освоенные умения и приобретенные знания, в случае, если доклад представлен после окончания семестра, оценивается только сам доклад.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех контрольных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего

и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролируемые уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Назначение MPI. Сообщения в MPI. Общие процедуры.
2. *Парный блокирующий обмен данными.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Схема взаимодействия «один со всеми»:
 - a. передача строки от всех одному с использованием блокирующий парных обменов (на основе примера 2.1)
 - b. передача случайного целого числа (от 0 до 100) от всех одному с использованием блокирующий парных обменов
 - c. передача 10 случайных чисел (от 0 до 100) от всех одному с использованием блокирующий парных обменов и определение максимального значения принимающим процессором
 - d. передача 10 случайных чисел (от 0 до 100) от всех одному с использованием неблокирующий парных обменов и определение максимального значения принимающим процессором
 - e. передача 10 случайных чисел (от 0 до 100) от всех одному с использованием коллективной операции обмена MPI_Gather и определение максимального значения принимающим процессором
 - f. определение максимального значения корневым процессором с использованием операции глобальной редукции.
2. Схема взаимодействия «каждый с каждым»
 - a. Рассылка и прием случайных чисел (различных для различных процессоров) типа double от каждого каждому с использованием блокирующих операций обмена
 - b. Рассылка и прием случайных чисел типа double от каждого каждому с использованием неблокирующих операций обмена
 - c. Рассылка и прием случайных чисел типа double от каждого каждому с использованием коллективной операций обмен

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. В каких случаях размер буфера, используемый операциями коллективного обмена, зависит от числа процессоров?
2. *Получить результат аналогичный вызову
MPI_Allreduce(&myri, &ri, 1, MPI_DOUBLE, MPI_MAX,
MPI_COMM_WORLD);
через вызов MPI_Reduce и одной из процедур коллективного обмена.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.