

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

« 03 » мая 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Вычислительные комплексы и системы  
(наименование)

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

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

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

**Направление подготовки:** 09.03.01 Информатика и вычислительная техника  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Информатика и вычислительная техника (общий профиль,  
СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование комплекса знаний, умений и навыков системного подхода к изучению и проектированию сложных систем; систематизация сведений о структуре и принципах работы вычислительных систем разного назначения, о методах исследования вычислительных систем, об основах их проектирования; систематизация знаний и умений по вычислительной технике и программированию через изучение различных архитектур параллельных вычислительных систем и основ параллельного программирования.

Задачи учебной дисциплины:

1. Изучение:

- способов параллельной обработки информации;
- принципов системной организации вычислительных средств;
- параллельного программирования и алгоритмов функционирования;
- современного состояния развития вычислительных систем.

2. Формирование умений:

- выбирать структуру вычислительной системы и режим ее функционирования;
- разрабатывать структурные и функциональные схемы составляющих ВС.

3. Формирование навыков:

- решения задач работы с отечественным и зарубежным информационно-справочным материалом;
- применения методов повышения производительности систем и увеличения их надежности;
- оценки проектируемого устройства с точки зрения быстродействия, стоимости и надежности.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- основные структуры вычислительных систем;
- алгоритмы функционирования вычислительных систем;
- методы параллельных вычислений.

### 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-2.2	ИД-1ПК-2.2	принципы организации вычислительных комплексов и систем; взаимосвязь программных и аппаратных вычислительных комплексов и систем; основные теоретические методы построения вычислительных комплексов и систем; основные архитектуры параллельных вычислительных систем; языки и парадигмы параллельного программирования; основы сетевого взаимодействия вычислительных комплексов и систем.	Знает общие принципы функционирования аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети.	Защита лабораторной работы
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	применять вычислительные комплексы и системы для решения сложных задач математического моделирования, планирования и обработки данных; использовать вычислительные средства с нетрадиционной архитектурой; визуализировать данные; оценивать эффективность параллельного алгоритма; создавать параллельные программы для вычислительных комплексов и систем.	Умеет применять различные методы управления сетевыми устройствами.	Курсовая работа
ПК-2.2	ИД-3ПК-2.2	навыками проектирования многопроцессорной вычислительной системы; навыками развёртывания кластерной вычислительной системы; навыками установки и	Владеет навыками установки сетевых элементов инфокоммуникационной системы.	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		конфигурирования операционных систем для вычислительных комплексов и систем; навыками распараллеливания программ; навыками создания программ для вычислительных комплексов и систем.		

### 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:	80	80	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	42	42	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	64	64	
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	
7-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
Архитектура, классификация и топология вычислительных комплексов и систем	8	20	8	32
Введение. Тема 1. Основные черты вычислительных систем, понятия и определения. Тема 2. Способы повышения производительности, классификация архитектур ВС. Тема 3. Классификация вычислительных систем Флинна.				
Программное обеспечение, парадигмы программирования и показатели эффективности вычислительных комплексов и систем	10	22	10	32
Тема 4. Параллельные модели программирования. Стандарты MPI и OpenMP. Тема 5. Оценка коммуникационной трудоёмкости параллельных алгоритмов. Характеристики компьютерных сетей. Тема 6. Показатели эффективности параллельного алгоритма. Тема 7. Вычислительные средства с нетрадиционной архитектурой. Заключение.				
ИТОГО по 7-му семестру	18	42	18	64
ИТОГО по дисциплине	18	42	18	64

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Основные признаки вычислительных систем
2	Способы повышения производительности вычислительных систем
3	Оценка трудоёмкости параллельных алгоритмов
4	Классификации вычислительных систем
5	Современные факторы, влияющие на развитие вычислительных систем
6	Исследование и анализ современного состояния индустрии суперкомпьютеров в России и мире
7	Исследование и анализ современного состояния индустрии суперкомпьютеров в России

#### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Развертывание вычислительного кластера

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
2	Знакомство со структурой MPI-программы и процедурами блокирующего двухточечного обмена
3	Знакомство с процедурами буферизованного и неблокирующего двухточечного обмена MPI
4	Знакомство с процедурами коллективного обмена MPI
5	Изучение методики визуализации данных
6	Распараллеливание программы вычисления определенного интеграла с помощью OpenMP

### Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Исследование и реализация заданного алгоритма решения задачи на вычислительных системах с общей (SMP) и распределённой памятью (Cluster)

## 5. Организационно-педагогические условия

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

<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.</p>
--

## 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	Максимов Н. В. Архитектура ЭВМ и вычислительных систем : учебник для среднего профессионального образования / Н. В. Максимов, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. - Москва: ФОРУМ, 2010.	10
2	Орлов С. А. Организация ЭВМ и систем : учебник для вузов / С. А. Орлов, Б. Я. Цилькер. - Санкт-Петербург: Питер, 2011.	22
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Кузнецов И. И. Микропроцессоры и микроЭВМ. Периферийные устройства : учебное пособие для вузов / И. И. Кузнецов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007.	66
2	Мелехин В. Ф. Вычислительные машины, системы и сети : учебник для вузов / В. Ф. Мелехин, Е.Г. Павловский. - М.: Академия, 2007.	15
<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)
Основная литература	Кузнецов И. И. Микропроцессоры и микроЭВМ. Периферийные устройства : учебное пособие для вузов / И. И. Кузнецов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007.	<a href="https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2738">https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2738</a>	сеть Интернет; авторизованный 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)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Oracle VM VirtualBox (GNU GPL 2)

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</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
Курсовая работа	ПЭВМ	13
Лабораторная работа	ПЭВМ	13
Лекция	Доска	1
Практическое занятие	Мультимедийный проектор, экран	1



## **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  
**«Вычислительные комплексы и системы»**  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направление подготовки:** 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

**Направленность (профиль) образовательной программы:** Информатика и вычислительная техника (общий профиль, СУОС)

**Квалификация выпускника:** «Бакалавр»

**Выпускающая кафедра:** Информационные технологии и автоматизированные системы

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 4

**Семестр:** 7

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 5 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 180 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 7 семестр

Пермь 2022 г.

**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 (7-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные 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 по дисциплине (таблица 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим, лабораторным и самостоятельным работам. 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		Промежуточный /рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР	КР	Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
3.1 Знать принципы организации вычислительных комплексов и систем.						ТВ
3.2 Знать взаимосвязь программных и аппаратных вычислительных комплексов и систем.	С1					ТВ
3.3 Знать основные методы построения вычислительных комплексов и систем.				КР1		ТВ
3.4 Знать основные архитектуры параллельных вычислительных систем.		ТО1		КР1		ТВ
3.5 Знать языки и парадигмы параллельного программирования.						ТВ
3.6 Знать способы параллельной обработки информации.			ОЛР2 ОЛР3 ОЛР4			ТВ
3.7 Знать основы сетевого взаимодействия вычислительных комплексов и систем.			ОЛР1			ТВ
3.8 Знать современное состояние развития вычислительных систем.		ТО2				ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
У.1 Уметь применять вычислительные комплексы и системы для решения сложных задач математического моделирования, планирования и обработки данных.						ПЗ

У.2 Уметь создавать параллельные программы для вычислительных комплексов и систем.			ОЛР2 ОЛР3 ОЛР4			ПЗ
У.3 Уметь визуализировать данные с помощью графических библиотек.			ОЛР5		КЗ	
У.4 Уметь оценивать эффективность параллельного алгоритма.		ТО3	ОЛР1	КР1	КЗ	
У.5 Уметь использовать вычислительные средства с нетрадиционной архитектурой.	С2					
<b>Приобретенные владения</b>						
В.1 Владеть навыками проектирования многопроцессорной вычислительной системы.						ПЗ
В.2 Владеть навыками развёртывания кластерной вычислительной системы.			ОЛР1			ПЗ
В.3 Владеть навыками установки и конфигурирования операционных систем для вычислительных комплексов и систем.			ОЛР1			ПЗ
В.4 Владеть навыками распараллеливания программ.			ОЛР1 ОЛР2 ОЛР3 ОЛР4			ПЗ
В.5 Владеть навыками создания программ для вычислительных комплексов и систем.			ОЛР1 ОЛР2 ОЛР3 ОЛР4			ПЗ
В.6 Владеть опытом работы с отечественным и зарубежным информационно-справочным материалом.					КЗ	
В.7 Владеть опытом применения методов повышения производительности систем и увеличения их надежности.			ОЛР6	КР1		
В.8 Владеть опытом оценки проектируемого устройства с точки зрения быстродействия, стоимости и надежности.						

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, 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 усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный (промежуточный) контроль**

Рубежный (промежуточный) контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (таблица 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

#### **2.2.1. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 7 практических и 6 лабораторных работ. Типовые темы практических и лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланирована 1 рубежная контрольная работа (КР) после освоения студентами 1-го учебного модуля дисциплины «Архитектура, классификация и топология вычислительных комплексов и систем».

#### **Типовые задания КР:**

1. Назовите области применения многопроцессорных вычислительных систем в науке.

2. Что есть производительность многопроцессорных вычислительных систем.

3. Назовите аппаратно-программные особенности компьютера, влияющие в

реальных условиях на выполнение конкретной программы.

4. Назовите области применения многопроцессорных вычислительных систем в бизнесе.

5. В чём измеряется пиковая производительность вычислительной системы.

6. Назовите факторы, определяющие время взаимодействия с памятью компьютера.

7. Назовите основные характеристики высокопроизводительных систем для глобальных корпоративных вычислений.

8. Назовите единицу производительности многопроцессорных вычислительных систем.

9. Назовите принцип формирования иерархической памяти.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических, лабораторных и курсовой работы 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, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций.

#### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

##### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Сферы применения большой вычислительной мощности. Примеры сложных вычислительных задач.

2. Классификация ЭВМ и систем: по принципу действия, по этапам создания и элементной базе, назначению, размеру и вычислительной мощности.

3. Основные черты вычислительных систем. Понятие вычислительного комплекса и вычислительной системы. Области применения вычислительных комплексов и вычислительных систем.

4. Понятие архитектуры вычислительной системы. Составные части понятия архитектура вычислительной системы.

5. Краткая история развития вычислительных систем.

6. Способы повышения производительности компьютеров: CISC-процессоры, конвейеризация, векторные процессоры, суперскалярные процессоры.

7. Классификации архитектур вычислительных систем.

8. Классификация вычислительных систем Флинна (Flynn). Недостатки классификации Флинна. Уточнение классификации вычислительных систем внутри

класса MIMD, основанное на способе организации оперативной памяти.

9. Многомашинные и многопроцессорные вычислительные системы. Примеры.

10. Симметричные мультипроцессорные системы (SMP). Архитектура SMP. Сильные и слабые стороны SMP-систем. Проблема когерентности кэш-памяти SMP-систем и способы её решения.

11. Вычислительные системы с неоднородным доступом к памяти (гибридная архитектура NUMA). Архитектура NUMA. Разновидности архитектуры NUMA: COMA, NCC-NUMA, CC-NUMA. Сильные и слабые стороны гибридной архитектуры NUMA.

12. Системы с массовым параллелизмом (MPP). Архитектура MPP. Особенности организации MPP-систем. Сильные и слабые стороны архитектуры MPP.

13. Кластерные вычислительные системы (Cluster). Виды кластеров. Классификация вычислительных кластеров по: физической реализации, способу представления вычислительных узлов, однородности вычислительных узлов. Сильные и слабые стороны кластерных вычислительных систем.

**Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Суперкомпьютеры. Лидеры рейтинга суперкомпьютеров Top500 и их характеристики (архитектура, производительность, число процессоров и т.д.). Пиковая и реальная производительность вычислительных систем, методы измерения.

2. Системы распределённых вычислений (GRID-системы). Архитектура. Примеры.

3. Топологии коммуникационной сети в многопроцессорных вычислительных системах (MPP). Какие топологии коммуникационной сети существуют? Приведите основные характеристики топологий коммуникационной сети.

4. Парадигма программирования в вычислительных системах с общей памятью (SMP). Стандарт OpenMP: общая концепция, основные конструкции для организации параллельных и последовательных секций, общие и локальные данные.

5. Парадигма программирования в вычислительных системах с распределённой памятью (MPP, Cluster). Стандарт MPI: общая концепция, структура программы, функции двухточечного обмена, функции коллективного обмена, коммутаторы.

6. Ускорение и эффективность параллельного алгоритма. Стоимость (cost) вычислений. В чём состоит противоречивость показателей ускорения и эффективности? Что такое сверхлинейное ускорение и чем оно обусловлено?

7. Оценка достижимого параллелизма. Закон Амдала (Amdahl) и его следствие.

8. Оценка достижимого параллелизма. Сетевой закон Амдала (Amdahl). Коэффициент сетевой деградации вычислений, сетевое ускорение, коэффициент утилизации.

9. Вычислительные системы с нетрадиционной архитектурой: квантовые компьютеры, нейрокомпьютеры, ассоциативные и потоковые вычислительные

системы. Области применения и перспективы развития.

### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Разверните кластер на базе дистрибутива PelicanHPC на 4-х узлах. Проведите тестирование работоспособности кластера на стандартном тесте, входящем в поставку PelicanHPC.

2. Напишите программу, используя функции двухточечного блокирующего обмена, реализующую передачу массива из 50 целых чисел от одного процессора другому, сортировку массива по возрастанию и отсылку обратно. Выводить всю необходимую информацию на экран. Библиотека MPI.

3. Напишите программу, используя функции двухточечного блокирующего обмена, реализующую передачу данных по кольцу: очередной процессор дожидается сообщения от предыдущего и потом посылает следующему процессору. Выводить всю необходимую информацию на экран. Библиотека MPI.

4. Напишите программу, используя функции широковещательной рассылки, реализующую передачу данных от одного процесса всем остальным. Выводить всю необходимую информацию на экран. Библиотека MPI.

5. Напишите программу, используя функции широковещательной рассылки, реализующую передачу массива символов от одного процесса всем остальным. Процессы выводят на экран полученную строку с символа, порядковый номер которого равен номеру процесса. Библиотека MPI.

6. Напишите программу, используя функции широковещательной рассылки, реализующую передачу массива из 25 чисел с плавающей точкой от одного процесса всем остальным. Чётные процессы сортируют массив по возрастанию, нечётные – по убыванию. Процессы выводят на экран свой порядковый номер и отсортированный массив. Библиотека MPI.

7. Напишите программу поиска суммы элементов двухмерного массива. Библиотека MPI.

8. Напишите программу, используя коммуникационную функцию `MPI_Bcast(...)` и глобальную вычислительную функцию `MPI_Reduce(...)`, реализующую алгоритм поиска максимального элемента в одномерном массиве целых чисел. Первоначальный массив формируется нулевым процессом из псевдослучайных чисел. Библиотека MPI.

9. Напишите программу, используя коммуникационную функцию `MPI_Bcast(...)` и глобальную вычислительную функцию `MPI_Reduce(...)`, реализующую алгоритм произведения ряда чисел. Библиотека MPI.

10. Напишите программу поиска суммы элементов массива. Используйте раздел `reduction(+: sum)`. Библиотека OpenMP.

11. Напишите программу поиска места заданного элемента в массиве. Библиотека OpenMP.

12. Напишите программу подсчёта суммы положительных и отрицательных элементов массива. Библиотека OpenMP.

13. Напишите программу поиска максимального и минимального элемента в массиве. Библиотека OpenMP.

### **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.