

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника**

**Наименование образовательной программы: Цифровые технологии**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Вычислительные системы**

**Москва  
2021**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Филатов А.В.
	Идентификатор	R48fdeb40-FilatovAV-93eea018

(подпись)

А.В. Филатов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Вишняков С.В.
	Идентификатор	R35b26072-VishniakovSV-02810d9

(подпись)

С.В.

Вишняков

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Вишняков С.В.
	Идентификатор	R35b26072-VishniakovSV-02810d9

(подпись)

С.В.

Вишняков

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ОПК-2 Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач

ИД-1 Демонстрирует знание современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных сред, программно-технических платформ для решения профессиональных задач

2. ОПК-5 Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем

ИД-1 Демонстрирует знание современного программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем

3. ОПК-6 Способен разрабатывать компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования

ИД-1 Демонстрирует знание аппаратных средств и платформ инфраструктуры информационных технологий, видов, назначения, архитектуры, методов разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Защита задания

1. Защита ЛР №1 (Лабораторная работа)
2. Защита ЛР №2 (Лабораторная работа)
3. Защита ЛР №3 (Лабораторная работа)
4. Защита ЛР №4 (Лабораторная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Вычислительные системы и основы их программирования (Тестирование)

## БРС дисциплины

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	8	12	14	15
Вычислительные системы, цели и области применения вычислительных систем, цели и способы повышения их производительности, основные законы и свойства ВС влияющие на их производительность						

Вычислительные системы, цели и области применения вычислительных систем, цели и способы повышения их производительности, основные законы и свойства ВС влияющие на их производительность	+				
Модели и технологии параллельного программирования систем высокой производительности					
Модели и технологии параллельного программирования систем высокой производительности	+	+			
Технология программирования стандарта MPI и её применение					
Технология программирования стандарта MPI и её применение	+	+	+	+	
Технология программирования стандарта OpenMP и её применение					
Технология программирования стандарта OpenMP и её применение		+	+	+	
Классификации вычислительных систем, особенности разработки применения систем разных классов					
Классификации вычислительных систем, особенности разработки применения систем разных классов			+	+	
Современные микропроцессоры, обзор с точки зрения их организации и особенностей применения в ВС					
Современные микропроцессоры, обзор с точки зрения их организации и особенностей применения в ВС				+	+
Современные высокопроизводительные серверы					
Современные высокопроизводительные серверы				+	+
Вычислительные системы кластерного типа					
Вычислительные системы кластерного типа				+	+
Вычислительные системы наивысшей производительности					
Вычислительные системы наивысшей производительности				+	+
Реконфигурируемые вычислительные системы					
Реконфигурируемые вычислительные системы					+
Вес КМ:	10	20	35	15	20

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ОПК-2	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub> Демонстрирует знание современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных сред, программно-технических платформ для решения профессиональных задач	Знать: особенности разработки параллельных программ для высокопроизводительных систем способы и технологии программирования систем с общей и распределённой памятью технологии параллельного программирования Уметь: разрабатывать алгоритмы и программы для систем с GPU разрабатывать параллельные алгоритмы и программы для систем с общей памятью разрабатывать параллельные алгоритмы и программы для систем с распределённой памятью	Вычислительные системы и основы их программирования (Тестирование) Защита ЛР №1 (Лабораторная работа) Защита ЛР №2 (Лабораторная работа) Защита ЛР №3 (Лабораторная работа) Защита ЛР №4 (Лабораторная работа)
ОПК-5	ИД-1 <sub>ОПК-5</sub> Демонстрирует	Знать:	Защита ЛР №1 (Лабораторная работа)

	<p>знание современного программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем</p>	<p>особенности структур и принципов функционирования вычислительных систем и компонентов для их эффективного использования устройство и принципы работы вычислительных систем высокой производительности устройство и принципы работы современных микропроцессоров и вычислительных узлов</p> <p>Уметь:</p> <p>разрабатывать и отлаживать программы в стандарте технологии OpenMP</p> <p>разрабатывать и отлаживать программы в стандарте технологии MPI</p>	<p>Защита ЛР №2 (Лабораторная работа)</p> <p>Защита ЛР №3 (Лабораторная работа)</p> <p>Защита ЛР №4 (Лабораторная работа)</p>
ОПК-6	<p>ИД-1<sub>ОПК-6</sub> Демонстрирует знание аппаратных средств и платформ инфраструктуры информационных технологий, видов, назначения, архитектуры, методов разработки и администрирования программно-аппаратных</p>	<p>Знать:</p> <p>подходы к использованию современных аппаратных средства и платформ для высокопроизводительных вычислений цели и области применения высокопроизводительных вычислений</p>	<p>Вычислительные системы и основы их программирования (Тестирование)</p> <p>Защита ЛР №3 (Лабораторная работа)</p> <p>Защита ЛР №4 (Лабораторная работа)</p>

	комплексов профессиональной деятельности	объекта	Уметь: разрабатывать и отлаживать программы в стандарте технологии CUDA для систем с ускорителями GPU	
--	--	---------	--	--

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Вычислительные системы и основы их программирования

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тестирование в системах Webex или Прометей

**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы теста

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: технологии параллельного программирования	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Укажите функцию MPI синхронной неблокирующей отправки MPI_Send MPI_Ibsend MPI_Ssend MPI_Irsend *MPI_Issend</li><li>2. Укажите локальные функции MPI: MPI_Send *MPI_Comm_rank MPI_Init MPI_Irecv MPI_Sendrecv</li><li>3. В какой модели параллельного программирования в основном создаются MPI-программы? SPSD *SPMD MPSD MPMD</li><li>4. Например, если 3-й процесс посылает данные функцией MPI_Scatterv, то какой функцией эти данные должен принимать 1-й процесс? MPI_Scatter MPI_Recv MPI_Gather MPI_Sendrecv *MPI_Scatterv</li><li>5. Функция MPI_Send блокирует вызвавший её процесс до тех пор пока посылаемые данные: не будут получены получателем для их приёма не будет вызвана функция MPI_Recv *не будут скопированы из памяти отправителя не будут проверены</li><li>6. Укажите, какими функциями можно послать данные, если их принимает функция MPI_Irecv: *MPI_Send</li></ol>
--	---

	<p>*MPI_Sendrecv          *MPI_Isend          *MPI_Bsend          MPI_Bcast          7. Укажите функции, которые можно вызывать в программе раньше чем MPI_Init:          MPI_Comm_size          *MPI_Initialized          MPI_Comm_rank          MPI_Finalize          MPI_Wtime          8. Какой функцией можно проверить, поступило ли процессу сообщение с данными?          MPI_Wait          MPI_Test          *MPI_Probe</p>
<p>Знать: цели и области применения высокопроизводительных вычислений</p>	<p>1. Укажите, для каких целей применяются высокопроизводительные вычисления:          *сокращение времени решения задач          уменьшения объёма оборудования          *увеличение объёма обрабатываемых данных          *повышение точности:          уменьшения сложности задач          2. Что явилось одной из главных причин появления многопроцессорных вычислительных систем?  <ul style="list-style-type: none"> <li>• открытие закона Гроша</li> <li>• открытие закона Амдала</li> <li>• *нарушение закона Гроша</li> <li>• нарушение закона Амдала</li> </ul>         3. Что позволило преодолеть ограничение Гипотезы Минского?          *изобретение мультизадачного режима          изобретение векторных микропроцессоров          изобретение локальных сетей          появление новых технологий программирования</p>

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 30*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

## КМ-2. Защита ЛР №1

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение задания лабораторной работы на персональном компьютере

### Краткое содержание задания:

Выполнить задание лабораторной работы и защитить его

### Контрольные вопросы/задания:

Знать: особенности разработки параллельных программ для высокопроизводительных систем	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Какие коэффициенты ускорения у вас получились и почему?</li><li>2.Каким образом коэффициент ускорения зависит от размера массива и почему?</li><li>3.Что вы сделали в программе, чтобы увеличить коэффициенты ускорения?</li><li>4.Какие варианты выполнения (среди использованных вами) вашей программы на вычислительной системе для каждого значения N вы считаете лучшим и почему?</li></ol>
Знать: технологии параллельного программирования	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Что такое MPI?</li><li>2.Что такое модель SPMD как взаимодействуют процессы в этой модели?</li><li>3.Какова структура MPI-программы?</li><li>4.Что такое двухточечные передачи данных в MPI, как и какими средствами их организуют?</li></ol>
Уметь: разрабатывать параллельные алгоритмы и программы для систем с распределённой памятью	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Выполните задание лабораторной работы №1</li></ol>
Уметь: разрабатывать и отлаживать программы в стандарте технологии MPI	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Защитите лабораторную работу №1 и ответе на дополнительные вопросы преподавателя</li><li>2.Объясните алгоритм распределения данных по процессам реализованный в вашей программе</li></ol>

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

### КМ-3. Защита ЛР №2

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 35

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение задания лабораторной работы на персональном компьютере

#### Краткое содержание задания:

Выполнить задание лабораторной работы и защитить его

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: особенности разработки параллельных программ для высокопроизводительных систем	1. За счёт чего вы получили (не получили) ускорение выполнения вашей программы использующей отложенные неблокирующие передачи данных?
Знать: способы и технологии программирования систем с общей и распределённой памятью	1. Чем отличаются блокирующие и неблокирующие передачи данных? 2. Как происходит двухточечная отложенная неблокирующая передача данных? 3. Как по-вашему будет различаться выполнение вашей программы на системах разных классов? Что, возможно, вам в вашей программе придётся поменять?
Уметь: разрабатывать параллельные алгоритмы и программы для систем с распределённой памятью	1. Выполните задание лабораторной работы №2
Уметь: разрабатывать и отлаживать программы в стандарте технологии MPI	1. Защитите лабораторную работу №2 и ответе на дополнительные вопросы преподавателя 2. Поясните ЯПФ-граф алгоритма обработки данных и покажите на нём возможные варианты ускорения за счёт фоновых передач 3. Как вы оптимизировали вычисления в вашей программе? 4. Как вы обосновали начало посылки/приёма данных и использование (позиционирование) функций ожидания окончания? 5. Почему вы использовали для хранения промежуточных данных именно эти массивы (по программе)? 6. Есть ли возможность улучшить вашу программу и почему? Как можно улучшить?

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

#### **КМ-4. Защита ЛР №3**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение задания лабораторной работы на персональном компьютере

**Краткое содержание задания:**

Выполнить задание лабораторной работы и защитить его

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: особенности разработки параллельных программ для высокопроизводительных систем	1.Какие значения коэффициентов ускорения у вас получились и почему?
Знать: способы и технологии программирования систем с общей и распределённой памятью	1.Что такое OpenMP? 2.Чем OpenMP отличается от MPI? 3.Какие директивы OpenMP вы знаете? 4.Что делает клауза schedule, чем отличается характер вычислений при параметрах static и dynamic? 5.Для систем каких классов подходит программирование на OpenMP?
Знать: устройство и принципы работы современных микропроцессоров и вычислительных узлов	1.Что такое системы с общей памятью и какие они бывают?
Знать: подходы к использованию современных аппаратных средства и платформ для высокопроизводительных вычислений	1.Как изменился коэффициент ускорения, когда число потоков стало больше числа ядер и почему?
Уметь: разрабатывать параллельные алгоритмы и программы для систем с общей памятью	1.Выполните задание лабораторной работы №3
Уметь: разрабатывать и отлаживать программы в стандарте технологии OpenMP	1.Защитите лабораторную работу №3 и ответе на дополнительные вопросы преподавателя 2.Расскажите о реализованных у вас алгоритмах выполнения параллельных областей программы 3.Постарайтесь определить лучший вариант исполнения программы для значения N, указанного преподавателем

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

#### **КМ-5. Защита ЛР №4**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение задания лабораторной работы на персональном компьютере

#### **Краткое содержание задания:**

Выполнить задание лабораторной работы и защитить его

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: особенности структур и принципов функционирования вычислительных систем и компонентов для их эффективного использования	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Что такое CUDA?</li><li>2.Какие отличия GPU от CPU? Что такое host и device?</li><li>3.Какова структура и состав GPU?</li><li>4.Какие виды памяти имеются у GPU и их назначение?</li><li>5.Что такое ядро? Описание и вызов ядра?</li><li>6.Что такое grid, варп? Как выполняются потоки на GPU?</li><li>7.Как идентифицируются потоки, что такое блок?</li><li>8.Какая по вашему реализация программы на GPU является наиболее эффективной и почему?</li></ol>
Знать: устройство и принципы работы вычислительных систем высокой производительности	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Расскажите, где (в каких системах) и как применяются средства ускорения вычислений и в каких системах какие.</li><li>2.Расскажите, где (в каких системах) и как применяются ускорители. В каких системах и как применяются GPU-ускорители?</li></ol>
Уметь: разрабатывать алгоритмы и программы для систем с GPU	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Выполните задание лабораторной работы №4</li></ol>
Уметь: разрабатывать и отлаживать программы в стандарте технологии CUDA для систем с ускорителями GPU	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Защитите лабораторную работу №4 и ответе на дополнительные вопросы преподавателя</li><li>2.Поясните алгоритм подготовки и вызова функции-ядра</li><li>3.Поясните алгоритм обработки данных в функции-ядре и расположение данных в памяти</li><li>4.Проведите сравнение по времени выполнения</li></ol>

	реализации программ на CPU и GPU, объясните результат сравнения
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 1 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Подсистема управления файловой системой. Монтирование ФС и каталогов. Файловая система *FFS*. Структура файловой системы *FFS*. Структура каталога *FFS*. Взаимодействие процессов с файлами разных ФС.
2. Подсистема управления памятью. Функции подсистемы управления памятью. Стратегии подсистемы управления памятью. Стратегии загрузки разделов. Стратегии размещения разделов, достоинства и недостатки. Методы трансляции адресов.
3. Задача. Создайте два процесса - потомок и предок. Предок забирает информацию из файла и передает ее потомку, который выводит записи на экран. Окончание работы по концу файла. Для передачи данных используйте разделяемую память.

### Процедура проведения

На подготовку 60 минут, далее ответ в устном виде.

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ОПК-2</sub> Демонстрирует знание современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных сред, программно-технических платформ для решения профессиональных задач

### Вопросы, задания

1. Модели программирования систем Класса *MIMD*. Стандарт *MPI*. Операции поддерживаемые и неподдерживаемые в *MPI*. Базовые реализации *MPI*. Содержимое реализации стандарта *MPI*. Структура *MPI*-программы
2. Стандарт *MPI*. Идентификация в *MPI*. Цели разработчиков *MPI*. Классификация функций *MPI*. Структура *MPI* программы. Пример программы
3. Стандарт *MPI*. Операции поддерживаемые и неподдерживаемые в *MPI*. Идентификации в *MPI*. Двухточечные передачи в *MPI* (виды передач и функции для посылок и приёмов сообщений). Примеры организации передач
4. Группы процессов и области связи в *MPI*. Операции с группами процессов. Добавление и удаление групп, логические операции, функции и примеры
5. Стандарт *OpenMP*. Идентификация в *OpenMP*. Схема выполнения *OpenMP* программы. Задание параллельных областей программы. Определение и задание числа потоков. Частные и общие данные в параллельной области

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что такое MPI?

Ответы:

Дать (сформулировать) определение MPI

Верный ответ: MPI (Message Passing Interface) – это стандарт на программный инструментарий для обеспечения связи между ветвями параллельной программы

2. Что такое OpenMP?

Ответы:

Дать (сформулировать) определение OpenMP

Верный ответ: OpenMP (Open MultiProcessing) - стандарт для программирования на масштабируемых мультипроцессорных системах с общей памятью

3. Что такое CUDA?

Ответы:

Дать (сформулировать) определение CUDA

Верный ответ: CUDA (Compute Unified Device Architecture) - аппаратно-программный комплекс для использования графических процессоров в качестве сопроцессоров к центральному процессору (для ускорения вычислений или обработки данных)

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ОПК-5</sub> Демонстрирует знание современного программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем

### Вопросы, задания

1. Двухточечные передачи в *MPI*. Организация блокирующих и неблокирующих посылок/приёмов сообщений. Функции (основные и вспомогательные), используемые при неблокирующих посылках и приёмах. Примеры
2. Двухточечные передачи в *MPI*. Организация отложенных посылок/приёмов сообщений. Функции (основные и вспомогательные), используемые при отложенных посылках и приёмах. Примеры использования
3. Типы данных в *MPI* программе. Структурированные данные, виды и способы их передачи. Передача структурированных данных с сосредоточенными и распределёнными элементами. Примеры
4. Коллективные передачи данных в *MPI*. Виды коллективных операций. Барьерная синхронизация, распределение и сбор данных. Примеры
5. Группы процессов и области связи в *MPI*. Виды областей связи. Операции с интракоммуникаторами (функции и примеры). Интеркоммуникаторы
6. Стандарт *OpenMP*. Частные и общие данные в параллельной области. Клаузы управления содержимым частных переменных. Способы распределения вычислений по потокам в *OpenMP*. Примеры
7. Стандарт *OpenMP*. Способы распределения вычислений по потокам в *OpenMP*. Директивы распределения вычислений, примеры их использования. Директива *for* и её применение
8. Стандарт *OpenMP*. Параллельные области программы. Директива *for* и её применение. Способы и средства синхронизации в *OpenMP*
9. Многоядерные микропроцессоры. Пути и способы повышения производительности современных микропроцессоров. Классификация многоядерных микропроцессоров
10. Многоядерные микропроцессоры. Классификация многоядерных микропроцессоров. Многоядерные микропроцессоры фирм *IBM*, *Intel* и *AMD*, сравнение их архитектур, способов и топологий соединения
11. Многоядерные микропроцессоры. Способы повышения производительности современных микропроцессоров. Процессоры фирм *Intel*, *SUN* и альянса *STI*
12. Многоядерные микропроцессоры. Классификация многоядерных микропроцессоров. Использование графических ускорителей *NVIDIA*. Концепция *CUDA*
13. Ультрапортальная (*UPA*) архитектура. Серверы *SUN* с *UPA*-архитектурой. Конфигурация сервера *SUN Fire 15K*. Назначение доменов в сервере *SUN Fire 15K*
14. Кластерные вычислительные системы (КВС). Сравнение КВС с другими системами. Обобщённая структура кластерных вычислительных систем. Суперкомпьютер *IBM Summit*

- 15.Массивно-параллельные (*MPP*) вычислительные системы, их сравнение с системами других классов. Вычислительные системы семейства *IBM Blue Gene*. Параметры систем *IBM Blue Gene/L*, *IBM Blue Gene/P* и *IBM Blue Gene/Q*. Узел системы *IBM Blue Gene/P*
- 16.Вычислительные системы семейства *IBM Blue Gene*. Параметры системы *IBM Blue Gene/L*. Узлы (виды узлов) системы *IBM Blue Gene/L*. Структурная схема *BLC ASIC*. Структурные компоненты системы *IBM Blue Gene/L*. Коллективные передачи в *IBM Blue Gene/L*. Внешние сети и их подключение. *Link Card* и *Service Card*
- 17.Параметры системы *IBM Blue Gene/L*. Узлы (виды узлов) системы *IBM Blue Gene/L*. Сети и структуры сетей системы *IBM Blue Gene/L*. Структура схемы *BLL ASIC* и схема коммутации портов в ней. Конфигурация торовых колец. Домены в *IBM Blue Gene*

### Материалы для проверки остаточных знаний

1.Напишите как функциями MPI описать посылку из третьего процесса пяти целочисленных элементов с начала второй строки массива A и приём этих элементов в одномерный массив B в первом процессе

Ответы:

Необходимо написать на языке Си две функции MPI (посылки и приёма) сообщения

Верный ответ: `MPI_Send(&A[2][0],5,MPI_INT,1,...) MPI_Recv(B,5,MPI_INT,3,...)`

2.Напишите директиву обозначения параллельной области в OpenMP программе с частной переменной X

Ответы:

Правильно написанная директива (`#pragma omp parallel`) - +40% верного ответа, правильно написанная клауза (`private(X)`) - ещё +60% верного ответа

Верный ответ: `#pragma omp parallel private(X)`

3.Какая технология более предпочтительная при создании программ для многоядерных микропроцессоров: MPI, OpenMP или CUDA ?

Ответы:

Выбрать правильный ответ из:

1. 1. MPI
2. 2. OpenMP
3. 3. CUDA

Верный ответ: OpenMP

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ОПК-6</sub> Демонстрирует знание аппаратных средств и платформ инфраструктуры информационных технологий, видов, назначения, архитектуры, методов разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности

### Вопросы, задания

- 1.Высокопроизводительные вычислительные системы (ВВС). Цели и области применения ВВС. Проблемы развития многопроцессорных вычислительных систем. Закон Гроша. Гипотеза Минского. Законы Амдала
- 2.Коллективные передачи данных в MPI. Виды коллективных операций. Рассылки данных и их редукция. Примеры
- 3.Классификации вычислительных систем. Классификации Флина, Хокни, по доступу к памяти. Достоинства и недостатки систем с различной организацией доступа к памяти
- 4.Высокопроизводительные мультипроцессорные серверы. Требования, предъявляемые к серверам. Ультрапортовая (UPA) архитектура. Пример реализации UPA-архитектуры
- 5.Кластерные вычислительные системы (КВС). Обобщённая структура КВС. Схемы обеспечения отказоустойчивости в КВС. Кластер МЭИ. Структура узла кластера МЭИ
- 6.Массивно-параллельные (*MPP*) вычислительные системы, их сравнение с системами других классов. Суперкомпьютер *IBM Summit*

7.Классификации вычислительных систем (Флина, Хокни, по доступу к памяти).  
Реконфигурируемые вычислительные системы (РВС) на ПЛИС. Концепция,  
архитектура базового модуля РВС, структуры компонентов и системы в целом.  
Требования к элементной базе

### Материалы для проверки остаточных знаний

1.Сформулируйте второй закон Амдала

Ответы:

Надо сформулировать второй закон Амдала формулой и пояснить его словами

Верный ответ:  $K = s / (sB + (1 - B))$ ; где  $K$  -коэффициент ускорения,  $s$  - число одинаковых исполнительных устройств,  $B$  - доля последовательных вычислений.  $B = n/N = (\text{число последовательных операций}) / (\text{общее число операций})$

2.Дайте определение кластерной системы

Ответы:

Надо сформулировать определение. Каждое верное утверждение (помечены цифрами в скобках) даёт 33,(3)% верного ответа

Верный ответ: Кластерная вычислительная система – это много-процессорная ВС с распределённой памятью (1), в которой, процессорные модули представляют собой законченные вычислительные узлы (2) со своей памятью, а в качестве коммуникационной системы используется локальная сеть (3)

3.В вычислительном узле имеются два одноядерных процессора: Intel Pentium 4 и AMD Atlon, имеющие доступ к физически общей памяти. Это какая организация памяти?

Ответы:

Выбрать правильный вариант:

1. 1. UMA(SMP)
2. 2. UMA(ASMP)
3. 3. cc-NUMA
4. 4. ncc-NUMA
5. 5. NORMA

Верный ответ: UMA(ASMP)

4.Если в системе несколько процессоров, у каждого процессора имеется свой собственный банк памяти, при этом он предоставляет доступ к нему других процессоров, и банки памяти всех процессоров включены в единое сквозное адресное пространство. Это какая организация памяти?

Ответы:

Выбрать правильный вариант:

1. 1. UMA(SMP)
2. 2. UMA(ASMP)
3. 3. cc-NUMA
4. 4. ncc-NUMA
5. 5. NORMA

Верный ответ: ncc-NUMA

### II. Описание шкалы оценивания

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих