

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ**  
**УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»**  
**(ТУСУР)**



УТВЕРЖДАЮ  
Директор департамента образования

Документ подписан электронной подписью  
Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820  
Владелец: Троян Павел Ефимович  
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Параллельное программирование**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **09.03.02 Информационные системы и технологии**

Направленность (профиль) / специализация: **Аналитические информационные системы**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**

Кафедра: **ЭМИС, Кафедра экономической математики, информатики и статистики**

Курс: **2**

Семестр: **4**

Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	17	17	часов
2	Практические занятия	17	17	часов
3	Всего аудиторных занятий	34	34	часов
4	Самостоятельная работа	74	74	часов
5	Всего (без экзамена)	108	108	часов
6	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
7	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 4 семестр

Томск 2018

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 09.03.02 Информационные системы и технологии, утвержденного 12.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭМИС «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчик:

старший преподаватель каф.  
ЭМИС

\_\_\_\_\_ А. А. Матолыгин

Заведующий обеспечивающей каф.  
ЭМИС

\_\_\_\_\_ И. Г. Боровской

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФВС

\_\_\_\_\_ Л. А. Козлова

Заведующий выпускающей каф.  
ЭМИС

\_\_\_\_\_ И. Г. Боровской

Эксперты:

Профессор кафедры экономиче-  
ской математики, информатики и  
статистики (ЭМИС)

\_\_\_\_\_ С. И. Колесникова

Доцент кафедры экономической  
математики, информатики и стати-  
стики (ЭМИС)

\_\_\_\_\_ Е. А. Шельмина

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

формирование знаний, умений и навыков использовать современные компьютерные технологии поиска информации для решения поставленной задачи, критического анализа этой информации и обоснования принятых идей и подходов к решению

формирование знаний, умений и навыков разрабатывать средства реализации информационных технологий (методические, информационные, математические, алгоритмические, технические и программные)

### 1.2. Задачи дисциплины

- изучение общих положений и принципов программирования параллельных систем
- изучение методов программирования параллельных систем с общей памятью средствами операционной системы и прикладного окружения
- изучение методов программирования параллельных систем с общей памятью средствами языков программирования
- изучение методов программирования параллельных систем с распределенной памятью посредством передачи сообщений
- изучение методов программирования параллельных суперскалярных систем

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Параллельное программирование» (Б1.В.ДВ.9.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Информатика, Программирование на языках высокого уровня.

Последующими дисциплинами являются: Научно-исследовательская работа, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, Преддипломная практика.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-5 способностью использовать современные компьютерные технологии поиска информации для решения поставленной задачи, критического анализа этой информации и обоснования принятых идей и подходов к решению;
- ПК-12 способностью разрабатывать средства реализации информационных технологий (методические, информационные, математические, алгоритмические, технические и программные);

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** принципы построения параллельных вычислительных систем, основы моделирования и анализа параллельных вычислений, основные операции передачи данных между процессами и производные типы данных в функциях MPI и директивах OpenMP
- **уметь** оценивать коммуникационную трудоемкость параллельных алгоритмов использовать методики создания параллельных программ управлять группами, виртуальными топологиями
- **владеть** навыками параллельного программирования

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		4 семестр
Аудиторные занятия (всего)	34	34
Лекции	17	17

Практические занятия	17	17
Самостоятельная работа (всего)	74	74
Проработка лекционного материала	12	12
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	62	62
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр					
1 Основы параллельного программирования	3	5	24	32	ОПК-5, ПК-12
2 Технология OpenMP	5	6	25	36	ОПК-5, ПК-12
3 Технология MPI	9	6	25	40	ОПК-5, ПК-12
Итого за семестр	17	17	74	108	
Итого	17	17	74	108	

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Основы параллельного программирования	Архитектура суперкомпьютеров. Классификация архитектур суперкомпьютеров. Топология сетей связи	2	ОПК-5, ПК-12
	Основные принципы программирования параллельных систем. Закон Амдала и его следствия	1	
	Итого	3	
2 Технология OpenMP	Характеристика механизмов передачи данных, анализ трудоемкости основных операций обмена информацией. Методы логического представления структуры многопроцессорных вычислительных систем	5	ОПК-5, ПК-12

	Итого	5	
3 Технология MPI	Введение в технологию MPI программирования систем с распределенной памятью. Построение программ на основе MPI: создание и запуск на выполнение программ MPI. Окружение времени выполнения MPI	3	ОПК-5, ПК-12
	Операции передачи данных между процессами и производные типы данных в MPI	3	
	Управление группами процессов и коммуникаторов, виртуальными топологиями и дополнительными возможностями MPI	3	
	Итого	9	
Итого за семестр		17	

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин		
	1	2	3
Предшествующие дисциплины			
1 Информатика	+	+	+
2 Программирование на языках высокого уровня	+	+	+
Последующие дисциплины			
1 Научно-исследовательская работа	+	+	+
2 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	+	+	+
3 Преддипломная практика	+	+	+

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ОПК-5	+	+	+	Экзамен, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию

ПК-12	+	+	+	Экзамен, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию
-------	---	---	---	--

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

### 7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

### 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Основы параллельного программирования	Работа в системе Paralab (ПараЛаб)	5	ОПК-5, ПК-12
	Итого	5	
2 Технология OpenMP	Изучение программирования под стандартом OpenMP	6	ОПК-5, ПК-12
	Итого	6	
3 Технология MPI	Изучение программирования под стандартом MPI	6	ОПК-5, ПК-12
	Итого	6	
Итого за семестр		17	

### 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
4 семестр				
1 Основы параллельного программирования	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	20	ОПК-5, ПК-12	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	24		
2 Технология OpenMP	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	21	ОПК-5, ПК-12	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного	4		

	материала			
	Итого	25		
3 Технология MRI	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	21	ОПК-5, ПК-12	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	25		
Итого за семестр		74		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		110		

### 10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

#### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
4 семестр				
Опрос на занятиях	6	6	6	18
Отчет по практическому занятию	10	11	11	32
Тест	5	10	5	20
Итого максимум за период	21	27	22	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	21	48	70	100

#### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

#### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов,	Оценка (ECTS)
--------------	------------------------	---------------

	учитывает успешно сданный экзамен	
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
65 - 69		
3 (удовлетворительно) (зачтено)	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Гергель, В. П. Современные языки и технологии параллельного программирования [Текст] : учебник для вузов / В. П. Гергель . - М. : Издательство Московского университета, 2012. - 408 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

2. Антонов, А. С. Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP [Текст] : учебное пособие для вузов / А. С. Антонов. - М. : Издательство Московского университета, 2012. - 344 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

### 12.2. Дополнительная литература

1. Инструменты параллельного программирования в системах с общей памятью [Текст] : учебник для вузов / К. В. Корняков [и др.] ; ред. В. П. Гергель. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Издательство Московского университета, 2010. - 271 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 26 экз.)

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Параллельное программирование [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению лабораторных работ и самостоятельной работы для студентов 230400.62 «Информационные системы и технологии» / Шельмина Е. А. - 2014. 22 с. - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/3874> (дата обращения: 10.07.2018).

2. Параллельное программирование [Электронный ресурс]: Методические рекомендации к практическим занятиям / М. Ю. Катаев - 2012. 8 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/570> (дата обращения: 10.07.2018).

#### 12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

##### Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

##### Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

##### Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ:



<https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>

2. <http://openmp.org>
3. <http://www.mpi-forum.org>

### **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение**

#### **13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины**

##### **13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

##### **13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Учебная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 424 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- ПЭВМ (Intel Pentium G3440, 3 G, 4 Gb RAM) (12 шт.);
- Магнито-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- Google Chrome
- Microsoft Office 95
- Microsoft Visual Studio 2012
- Microsoft Windows 7 Pro

##### **13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;

- 7-Zip;
- Google Chrome.

### **13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## **14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

### **14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации**

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### **14.1.1. Тестовые задания**

1. Одним из распространённых средств разработки программ, основанных на модели обмена сообщениями, является:

- a) POSIX Threads
- б) OpenMP
- в) любая реализация MPI
- г) CUDA

2. Какие из перечисленных режимов выполнения программы относятся к организации параллельных вычислений?

- a) многозадачный режим (режим разделения времени);
- б) параллельное выполнение;
- с) распределенные вычисления;
- д) однозадачный режим.

3. Какая из топологий сети передачи данных обеспечивает минимальных затраты при передаче данных? а) «линейка»;

- б) «кольцо»;
- с) «звезда»;
- д) «полный граф».

4. Закон Амдала гласит, что

a) мощность последовательных процессоров возрастает практически в два раза каждые 18 месяцев;

б) ускорение процесса вычислений при использовании  $n$  процессоров ограничивается величиной

$S \leq 1/(f + (1-f)/n)$  где  $f$  есть доля последовательных вычислений в применяемом алгоритме обработки данных;

с) ускорение, достигаемое при использовании параллельной системы, пропорционально двоичному логарифму от числа процессоров;

д) производительность компьютера возрастает пропорционально квадрату его стоимости.

5. Ускорение, достигаемое при использовании параллельной системы, пропорционально двоичному логарифму от числа процессоров. Это утверждение носит название

- a) закон Гроша;
- b) гипотеза Минского;
- c) закон Амдала;
- d) закон Мура.

6. Производительность компьютера возрастает пропорционально квадрату его стоимости.

Это закон...

- a) Гроша;
- b) Амдала;
- c) Фон Неймана;
- d) Мура.

7. По классификация по Флину ЭВМ делятся на:

- a) один поток команд, один поток данных;
- б) один поток программ, один поток данных;
- в) один поток команд, один поток чисел;
- г) один поток команд, много потоков чисел.

8. Мощность последовательных процессоров возрастает практически в два раза каждые 18 месяцев. Это...

- a) закон Амдала;
- b) гипотеза Минского;
- c) закон Мура;
- d) закон Крея.

9. Найдите ошибку в следующем фрагменте программы:

```
#define N 1000
int main (void){
float a[N], tmp;
#pragma omp parallel
{
#pragma omp for
for(int i=0; i<N;i++) {
tmp= a[i]*a[i];
a[i]=1-tmp;
}
}
}
```

- a) в данном фрагменте программы ошибки нет
- б) в директиве for отсутствует клауза private(tmp)
- в) в директиве for отсутствует клауза private(i)
- г) в директиве for отсутствует клауза private(j)

10. При стандартной блокирующей двухточечной передаче сообщения:

- a) после завершения вызова нельзя использовать переменные, использовавшиеся в списке параметров
- б) выполнение параллельной программы приостанавливается до тех пор, пока сообщение будет принято процессом-адресатом
- в) после завершения вызова можно использовать любые переменные, использовавшиеся в списке параметров
- г) остановка программы

11. Вызов подпрограммы MPI\_Cart\_create:

- a) создает новый коммуникатор, наделенный топологией графа
- б) создает новый коммуникатор, наделенный декартовой топологией
- в) не создает нового коммуникатора
- г) создает два коммутатора

12. После завершения вызова `MPI_Wait`:
- а) неблокирующий обмен не выполнен
  - б) возобновляется выполнение всех процессов, относящихся к данной параллельной программе
  - в) неблокирующий обмен выполнен
  - г) остановка программы
13. Подпрограмма выполняет объединение двух коммутаторов:
- а) `MPI_Group_union`
  - б) `MPI_Comm_union`
  - в) `MPI_Intercomm_merge`
  - г) `union_MPI`
14. Неблокирующий обмен позволяет:
- а) повысить производительность параллельной программы
  - б) повысить надежность передачи сообщений
  - в) повысить предсказуемость поведения программы
  - г) понизить предсказуемость поведения программы
15. Клауза `copyin`:
- а) может быть использована только для переменных, указанных в клаузе `private`
  - б) может быть использована только для переменных, указанных в директиве `threadprivate`
  - в) может быть использована как для переменных указанных в директиве `threadprivate`, так и для переменных, указанных в клаузе `private`
  - г) может быть использована всеми переменными
16. Создание векторного типа в MPI выполняется подпрограммой:
- а) `MPI_Type_vector`
  - б) `MPI_Comm_create`
  - в) `MPI_Vector_commit`
  - г) `MPI_Type_matrix`
17. Директива `master`
- а) определяет блок операторов в программе, который будет выполнен одной нитью группы. Остальные нити группы дожидаются завершения выполнения этого блока
  - б) определяет блок операторов в программе, который будет выполнен `master`-нитью. Остальные нити группы не дожидаются завершения выполнения этого блока
  - в) определяет блок операторов в программе, который будет выполнен `master`-нитью. Остальные нити группы дожидаются завершения выполнения этого блока
  - г) ошибочна
18. По классификация по Флину ЭВМ делятся на:
- а) один поток команд, много потоков данных;
  - б) один поток программ, один поток данных;
  - в) один поток команд, один поток чисел;
  - г) один поток команд, много потоков чисел.
19. При реализации компилятором редуционного оператора, описанного при помощи клаузы `reduction (+: sum)`, где переменная `sum` имеет тип `integer`, для каждой нити создается локальная копия переменной `sum`, начальное значение которой будет инициализировано:
- а) `MAXINT` (максимально возможное целое число)
  - б) `-MAXINT` (минимально возможное целое число)
  - в) 0
  - г) 1000
20. По классификация по Флину ЭВМ делятся на:
- а) много потоков команд, много потоков данных;
  - б) один поток программ, один поток данных;
  - в) один поток команд, один поток чисел;
  - г) один поток команд, много потоков чисел.

#### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Интерфейс параллельного программирования MPI

2. Основные функции MPI
3. Распределение работы в OpenMP
4. Переменные окружения OpenMP
6. Функции OpenMP
7. Коэффициент ускорения вычислений и его определение для кластерной системы.
8. Директивы OpenMP
9. Закон Амдала и его следствия
10. Основные принципы программирования параллельных систем
11. Топология сетей связи
12. Современные архитектуры суперЭВМ
13. Классификация ЭВМ по Флину
14. Функции обмена с блокировкой в MPI типа «point-to-point» и их свойства
15. Неблокирующие функции обмена в MPI и их свойства
16. Функции коллективного обмена в MPI
17. Совмещенные коллективные операции в MPI.
18. Интерфейс параллельного программирования OpenMP. Его преимущества и недостатки по сравнению с MPI.
19. Основные принципы распараллеливания численных алгоритмов
20. Оценка эффективности распараллеливания алгоритмов

#### 14.1.3. Темы опросов на занятиях

Архитектура суперкомпьютеров. Классификация архитектур суперкомпьютеров. Топология сетей связи

Основные принципы программирования параллельных систем. Закон Амдала и его следствия

Характеристика механизмов передачи данных, анализ трудоемкости основных операций обмена информацией. Методы логического представления структуры многопроцессорных вычислительных систем

Введение в технологию MPI программирования систем с распределенной памятью. Построение программ на основе MPI: создание и запуск на выполнение программ MPI. Окружение времени выполнения MPI

Операции передачи данных между процессами и производные типы данных в MPI

Управление группами процессов и коммуникаторов, виртуальными топологиями и дополнительными возможностями MPI

#### 14.1.4. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Изучение программирования под стандартом OpenMP

Изучение программирования под стандартом MPI

Работа в системе Paralab (ПараЛаб)

### 14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями	Решение дистанционных тестов,	Преимущественно дистанционными

опорно-двигательного аппарата	контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

### **14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

#### **Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

#### **Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

#### **Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.