

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о подписи:  
ФИО: Выборнова Любовь Алексеевна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 14.04.2021  
Уникальный программный ключ:  
c3b3b9c625f6c113afa2a2c42baff9e05a38b76e

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Поволжский государственный университет сервиса» (ФГБОУ ВО «ПВГУС»)

Кафедра «Информационный и электронный сервис»

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### **Ф.03 «Технологии высокопроизводительных вычислений»**

Направление подготовки:

**09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»**

Направленность (профиль):

«Элементы и устройства вычислительной техники и информационных систем»

Квалификация выпускника: **магистр**

Рабочая программа дисциплины «Технологии высокопроизводительных вычислений» разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - магистратура по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 № 918.

Составители:

          д.т.н., профессор            
(учёная степень, учёное звание)

          В.И. Воловач            
(ФИО)

РПД обсуждена на заседании кафедры           «Информационный и электронный сервис»          

«   28   »   05   20   21   г., протокол №           10          

Заведующий кафедрой,           д.т.н., профессор            
(уч. степень, уч. звание)

          В.И. Воловач            
(ФИО)

Рабочая программа дисциплины утверждена в составе основной профессиональной образовательной программы решением Ученого совета от 29.06.2021 Протокол № 16 (с изменениями от 27.10.2021 Протокол №4)

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## 1.1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является:

- формирование у обучающихся профессиональных компетенций, необходимых для решения задач профессиональной деятельности

## 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Основание (ПС) *для профессиональных компетенций
ПК-2 Способен к организации выполнения научно-исследовательских работ в конкретной области профессиональной деятельности	ИПК-2.1. Разрабатывает программу научно-исследовательских работ в области профессиональной деятельности ИПК-2.2. Применяет актуальную нормативную документацию и методы аналитических исследований в области профессиональной деятельности ИПК-2.3. Проводит фундаментальное и/или прикладное исследование в области профессиональной деятельности и анализирует его результаты	<b>Знает:</b> программу научно-исследовательских работ в области профессиональной деятельности <b>Умеет:</b> Применять актуальную нормативную документацию и методы аналитических исследований в области профессиональной деятельности <b>Владеет:</b> Навыками проведения фундаментального и/или прикладного исследования в области профессиональной деятельности и анализа его результата	40.008 Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к Блоку Ф. Факультативные дисциплины образовательной программы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Объем и структура дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет **2 з.е. (72 час.)**, их распределение по видам работ и семестрам представлено в таблице.

Виды учебных занятий и работы обучающихся	Трудоёмкость, час
Общая трудоёмкость дисциплины, час	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего), в т.ч.:	24/4
занятия лекционного типа (лекции)	12/2
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	-
лабораторные работы	12/2
Самостоятельная работа всего, в т.ч.:	48/68
Самоподготовка по темам (разделам) дисциплины	48/68
Выполнение курсового проекта /курсовой работы	-
Контроль (часы на экзамен, зачет)	-
Промежуточная аттестация	Зачёт

Примечание: -/- объем часов соответственно для очной, заочной форм обучения

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

В процессе освоения дисциплины может применяться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

В процессе освоения дисциплины обучающиеся обеспечены доступом к электронной информационно-образовательной среде и электронно-библиотечным системам.

#### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые результаты освоения: код формируемой компетенции и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Формы проведения учебной работы (наименование оценочного средства)
		Контактная работа				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические работы, час	Самостоятельная работа, час	
ПК-2 ИПК-2.1, ИПК-2.2, ИПК-2.3.	Тема 1 Базовые понятия, используемые в технологиях высокопроизводительных вычислений и смежных технологиях. Вводное занятие по работе на гетерогенной вычислительной платформе ЛИТ ОИЯИ HybriLIT.	2/1				Лекция-визуализация (в т.ч. в ЭИОС) Тестирование по темам лекционных занятий
	Самостоятельная работа				6/12	Самостоятельное изучение учебных материалов
ПК-2 ИПК-2.1, ИПК-2.2, ИПК-2.3.	Тема 2 Базовые средства параллельного программирования систем с общей памятью. Технология параллельного программирования OpenMP: Структура стандарта OpenMP, модель параллелизма OpenMP. Модель памяти OpenMP. Директивы OpenMP	2/1				Лекция-визуализация (в т.ч. в ЭИОС) Тестирование по темам лекционных занятий
	Лабораторная работа № 1		6/1			Отчет по

Планируемые результаты освоения: код формируемой компетенции и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Формы проведения учебной работы (наименование оценочного средства)
		Контактная работа				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические работы, час	Самостоятельная работа, час	
	Исследование эффективности параллельных реализаций приближенного вычисления двойного интеграла					лабораторной работе
	Самостоятельная работа				6/8	Самостоятельное изучение учебных материалов
ПК-2 ИПК-2.1, ИПК-2.2, ИПК-2.3.	Тема 3 <b>Продукты Intel для высокопроизводительных вычислений и анализа данных: инструментальные средства разработки и отладки многопоточных приложений.</b>	2/-				Лекция-визуализация (в т.ч. в ЭИОС) Тестирование по темам лекционных занятий
	Самостоятельная работа				6/8	Самостоятельное изучение учебных материалов
ПК-2 ИПК-2.1, ИПК-2.2, ИПК-2.3.	Тема 4 <b>Разработка и реализация программы, с использованием функций библиотеки Intel MKL, решения краевой задачи для линейного обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка.</b>	2/-				Лекция-визуализация (в т.ч. в ЭИОС) Тестирование по темам лекционных занятий
	Самостоятельная работа				6/8	Самостоятельное изучение учебных материалов
ПК-2 ИПК-2.1, ИПК-2.2, ИПК-2.3.	Тема 5 <b>Закон Амдала для теоретической оценки ускорения выполнения программ в параллельном режиме и его следствия. Факторы, влияющие на производительность. Методы оценки эффективности вычислительных систем (бенчмарки).</b>	1/-				Лекция-визуализация (в т.ч. в ЭИОС) Тестирование по темам лекционных занятий
	Лабораторная работа № 2 Изучение математических библиотек Intel MKL и cuSparse		6/1			Отчет по лабораторной работе
	Самостоятельная работа				6/8	Самостоятельное изучение учебных материалов
ПК-2 ИПК-2.1, ИПК-2.2, ИПК-2.3.	Тема 6 <b>Закон Амдала для теоретической оценки ускорения выполнения программ в параллельном</b>	1/-				Лекция-визуализация (в т.ч. в ЭИОС) Тестирование по темам

Планируемые результаты освоения: код формируемой компетенции и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Формы проведения учебной работы (наименование оценочного средства)
		Контактная работа				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические работы, час	Самостоятельная работа, час	
	<p>режиме и его следствия. Факторы, влияющие на производительность. Методы оценки эффективности вычислительных систем (бенчмарки). Технология параллельного программирования Message Passing Interface (MPI): основные понятия и определения. Базовый (минимальный) набор функций MPI, достаточный для разработки параллельных программ. Определение числа процессов в группе и номера процесса, организация MPI-обмена между отдельными процессами: операции точка-точка, передача и приём сообщений с блокировкой и без блокировки.</p>					лекционных занятий
	Самостоятельная работа				6/8	Самостоятельное изучение учебных материалов

Планируемые результаты освоения: код формируемой компетенции и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Формы проведения учебной работы (наименование оценочного средства)
		Контактная работа				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические работы, час	Самостоятельная работа, час	
ПК-2 ИПК-2.1, ИПК-2.2, ИПК-2.3.	Тема 7 Технология параллельного программирования Message Passing Interface (MPI): основные понятия и определения. Блочное и циклическое распределение данных. Реализация параллельного алгоритма умножения матрицы на вектор. Управление группами процессов и коммутаторами. MPI-реализации программ умножения плотно заполненных квадратных матриц (распределение на одномерную сетку процессов, распределение на двумерную решетку процессов). Организация коллективной рассылки данных, Организация глобальной операции с помощью MPI_Reduce.	1/-/				Лекция-визуализация (в т.ч. в ЭИОС) Тестирование по темам лекционных занятий
	Самостоятельная работа				6/8	Самостоятельное изучение учебных материалов
ПК-2 ИПК-2.1, ИПК-2.2, ИПК-2.3.	Тема 8. Введение в технологию CUDA: модель памяти CUDA, типы памяти, понятия потока. CUDA-расширение языка C (спецификаторы функций, спецификаторы переменных, встроенные переменные, директивы запуска ядра). Примеры программ на CUDA. Шаблон работы с глобальной памятью. Компиляция CUDA-приложений. Технология Nvidia CUDA. Шаблон работы с разделяемой памятью. Оптимизация работы с разделяемой памятью. CUDA-реализация программы нахождения суммы модулей комплексного вектора с	1-				Лекция-визуализация (в т.ч. в ЭИОС) Тестирование по темам лекционных занятий

Планируемые результаты освоения: код формируемой компетенции и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Формы проведения учебной работы (наименование оценочного средства)
		Контактная работа				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические работы, час	Самостоятельная работа, час	
	использованием разделяемой памяти. Технология Nvidia CUDA. CUDA-поток (CUDA-streams).					
	Самостоятельная работа				6/8	Самостоятельное изучение учебных материалов
	<b>ИТОГО</b>	12/2	12/2		48/68	

Примечание: -/- объем часов соответственно для очной, заочной формы обучения



## **4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1. Общие методические рекомендации по освоению дисциплины, образовательные технологии**

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

При проведении учебных занятий по дисциплине обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплины в форме курса, составленного на основе результатов научных исследований, проводимых университетом, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов **образовательных технологий**:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- электронное обучение;

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов. В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего контроля успеваемости. Максимальное количество баллов в семестре – 100.

### **4.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины на занятиях лекционного типа**

*Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины. Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала.*

*Лекционные занятия проводятся в поточной аудитории с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации или в ЭИОС университета.*

*В ходе лекционных занятий рекомендуется конспектирование учебного материала. Возможно ведение конспекта лекций в виде интеллект-карт.*

*Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения (конспектируются).*

*Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.*

### **4.3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины на лабораторных работах**

*Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом по ней подлежит защите преподавателю.*

*При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:*

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

*Лабораторные работы организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.*

### **4.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

Самостоятельная работа студентов включает:

1. *Изучение учебной литературы по курсу.*
2. *Работу с ресурсами Интернет*
3. *Подготовку к тестированию по темам курса*

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный учебный курс, созданный в ЭИОС университета <http://sdo.tolgas.ru/>

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Вся литература, включенная в данный перечень, представлена в виде электронных ресурсов в электронной библиотеке университета (ЭБС). Литература, используемая в печатном виде, представлена в научной библиотеке университета в объеме не менее 0,25 экземпляров на одного обучающегося.

#### Основная литература

1. Кузнецов, А. С. Теория вычислительных процессов : учеб. для вузов по специальностям 230105.65 "Прогр. обеспечение вычисл. техники и автоматизир. систем", 080801.65 "Приклад. информатика (в экономике)", 230700.62 "Приклад. информатика" / А. С. Кузнецов, Р. Ю. Царев, А. Н. Князьков ; Сиб. федер. ун-т. - Документ Bookread2. - Красноярск : СФУ, 2015. - 184 с. - URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=549796> (дата обращения: 14.03.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-7638-3193-1. - Текст : электронный.

2. Федотов, И. Е. Параллельное программирование. Модели и приемы / И. Е. Федотов. - Документ read. - Москва : СОЛОН-Пресс, 2020. - 390 с. - (Библиотека профессионала). - URL: <https://znanium.com/read?id=392257> (дата обращения: 27.12.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-91359-222-4. - Текст : электронный.

#### Дополнительная литература

3. Гергель, В. П. Теория и практика параллельных вычислений : учеб. пособие по приклад. математике и информатике / В. П. Гергель. - Москва : Интернет-Ун-т Информ. Технологий [и др.], 2013. - 423 с. : ил., табл. - (Основы информационных технологий). - ISBN 978-5-9556-0096-3. - 978-5-94774-645-7 : 434-50. - Текст : непосредственный.

4. Лупин, С. А. Технологии параллельного программирования : учеб. пособие для вузов по направлению "Информатика и вычисл. техника" / С. А. Лупин, М. А. Посыпкин. - Москва : ФОРУМ [и др.], 2013. - 206 с. : ил., табл. - (Высшее образование). - Прил. - ISBN 978-5-8199-0336-0. - 978-5-16-003155-2 : 169-49. - Текст : непосредственный.

### 5.2. Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы, интернет-ресурсы

1. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 - . - URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 03.12.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

2. ГАРАНТ.RU : информ. – правовой портал : [сайт] / ООО «НПП «ГАРАНТ-СЕРВИС». – Москва, 1990 - . - URL: <http://www.garant.ru> (дата обращения 03.12.2021). - Текст : электронный.

3. КонсультантПлюс : справочная правовая система : сайт / ЗАО «КонсультантПлюс». – Москва, 1992 - . - URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 03.12.2021). - Текст : электронный.

4. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса : сайт / ФГБОУ ВО «ПВГУС». – Тольятти, 2010 - . - URL. : <http://elib.tolgas.ru> (дата обращения 03.12.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

5. Электронно-библиотечная система Znanium.com : сайт / ООО "ЗНАНИУМ". – Москва, 2011 - . - URL: <https://znanium.com/> (дата обращения 03.12.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

6. Электронно-библиотечная система Лань : сайт / ООО "ЭБС ЛАНЬ". - Москва, 2011 - . - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения 03.12.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

### 5.3. Программное обеспечение

Информационное обеспечение учебного процесса по дисциплине осуществляется с использованием следующего программного обеспечения (лицензионного и свободно распространяемого), в том числе отечественного производства:

№ п/п	Наименование	Условия доступа
1.	Microsoft Windows	из внутренней сети университета (лицензионный договор)

№ п/п	Наименование	Условия доступа
2.	Microsoft Office	из внутренней сети университета (лицензионный договор)
3.	СДО MOODLE	из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет (лицензионный договор)
4.	Браузер	из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет (свободно распространяемое)
5.	Adobe Acrobat Reader DC	из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет (свободно распространяемое)
6.	Git	из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет (свободно распространяемое)
7.	Mathcad	из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет (свободно распространяемое)
8.	MATLAB	из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет (свободно распространяемое)
9.	Microsoft Visual Studio Ultimate 2013	из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет (свободно распространяемое)
10.	Lazarus	из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет (свободно распространяемое)

## **6. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных учебным планом и рабочей программой дисциплины, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

**Занятия лекционного типа.** Учебные аудитории для занятий лекционного типа укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации (стационарные или переносные наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия (презентации по темам лекций), обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие данной программе дисциплины.

**Лабораторные работы.** Для проведения лабораторных работ используется учебная аудитория «Лаборатория \_\_\_\_\_», оснащенная следующим оборудованием:

**Промежуточная аттестация.** Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине используются компьютерные классы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета и/или учебные аудитории, укомплектованные мебелью и техническими средствами обучения.

**Самостоятельная работа.** Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде университета. Для организации самостоятельной работы обучающихся используются:

компьютерные классы университета;

библиотека (медиазал), имеющая места для обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет.

**Электронная информационно-образовательная среда университета (ЭИОС).** Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) <http://sdo.tolgas.ru/> из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", как на территории университета, так и вне ее.

ЭИОС университета обеспечивает:

доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), программам практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик;

формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

В случае реализации образовательной программы с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий ЭИОС дополнительно обеспечивает:

фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения образовательной программы;

проведение учебных занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;

взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействия посредством сети "Интернет".

## **7. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ**

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения. Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида, могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов. В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего контроля успеваемости. Максимальное количество баллов в семестре – 100.

#### Шкала оценки результатов освоения дисциплины, сформированности результатов обучения

Форма проведения промежуточной аттестации	Шкалы оценки уровня сформированности результатов обучения		Шкала оценки уровня освоения дисциплины		
	Уровневая шкала оценки компетенций	100 балльная шкала, %	100 балльная шкала, %	5-балльная шкала, дифференцированная оценка/балл	недифференцированная оценка
Зачёт	допороговый	ниже 61	ниже 61	«неудовлетворительно» / 2	не зачтено
	пороговый	61-85,9	61-69,9	«удовлетворительно» / 3	зачтено
			70-85,9	«хорошо» / 4	зачтено
	повышенный	86-100	86-100	«отлично» / 5	зачтено

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами (по накопительному рейтингу). Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

**Результат обучения считается сформированным (повышенный уровень),** если теоретическое содержание курса освоено полностью; при устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний, использует в ответе дополнительный материал; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий, качество их выполнения оценено числом баллов от 86 до 100, что соответствует повышенному уровню сформированности результатов обучения.

**Результат обучения считается сформированным (пороговый уровень),** если теоретическое содержание курса освоено полностью; при устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий, качество их выполнения оценено числом баллов от 61 до 85,9, что соответствует пороговому уровню сформированности результатов обучения.

**Результат обучения считается несформированным,** если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже 61, что соответствует допороговому уровню.

## Формы текущего контроля успеваемости

Формы текущего контроля	Количество контрольных точек	Количество баллов за 1 контр. точку	Макс. возм. кол-во баллов
Отчёт по лабораторной работе	5	9	45
Тестирование по темам лекционных занятий	9	5	45
Творческий рейтинг (участие в конференциях, олимпиадах и т.п.)	1	10	10
<b>Итого по дисциплине</b>			<b>100 баллов</b>

Система оценивания представлена в электронном учебном курсе по дисциплине <http://sdo.tolgas.ru/>.

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

### 8.2.1. Типовые задания для лабораторных работ

Лабораторная работа № 1 Исследование эффективности параллельных реализаций приближенного вычисления двойного интеграла

1. Приближенное вычисление двойного интеграла методом повторного применения квадратурной формулы (формула средних прямоугольников, формула трапеций, формула Симпсона и др.)

2. Приближенное вычисление двойного интегралов методом Монте-Карло.

Лабораторная работа № 2 Изучение математических библиотек Intel MKL и cuSparse

Найти функцию, являющуюся решением обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка и удовлетворяющую краевым условиям.

#### Типовые тестовые задания

1. Отметьте верные утверждения:

-:MPI – это сокращение от My Personal Identifier

-:MPI – это сокращение от Multiple Parallel Interface

+:MPI – это сокращение от Message Passing Interface

+:каждый параллельный процесс в MPI имеет номер

+:использовать функции MPI можно только после вызова MPI\_Init

2. Отметьте верные утверждения:

-:вызов MPI\_Comm\_rank(&ProcRank) определяет число линейно независимых строк матрицы инцидентности параллельных процессов

-:вызов MPI\_Comm\_rank(&ProcRank) определяет ранг (номер) вызвавшего процесса

+:вызов MPI\_Comm\_rank(&ProcRank, MPI\_COMM\_WORLD) определяет ранг (номер) вызвавшего процесса

-:вызов MPI\_Comm\_size(&ProcNum) определяет общее число запущенных параллельных процессов приложения

+:вызов MPI\_Comm\_size(&ProcNum, MPI\_COMM\_WORLD) определяет общее число запущенных параллельных процессов приложения

3. Под параллельной программой в рамках MPI понимается:

+:множество одновременно выполняемых процессов

-:множество одновременно выполняемых потоков

-:множество одновременно работающих процессоров

4. Отметьте верные утверждения:

-:в коллективных операциях участвуют все процессы приложения

+:в коллективных операциях участвуют все процессы некоторого коммутатора

+:функция, соответствующая коллективной операции, должна быть вызвана каждым процессом, быть может, со своим набором параметров

+:MPI\_Barrier – это пример коллективной операции

-:MPI\_Send – это пример коллективной операции

5. Как определяется число процессов при запуске MPI-программы?

-:оно будет равно числу узлов в кластере

-:оно задается непосредственно в коде программы средствами MPI

+:оно задается явно при запуске MPI-программы



-: оно устанавливается через специальную переменную окружения

6. В программе на MPI требуется с процесса с рангом 0 на процесс с рангом 1 переслать массив *a* из 10 элементов типа *int*. Какой код делает это верно?

-: `MPI_Send(a, 10, int, 1, 0, MPI_COMM_WORLD);`

+: `MPI_Send(a, 10, MPI_INT, 1, 0, MPI_COMM_WORLD);`

-: `MPI_Send(a, 10, MPI_INT, 1, MPI_ANY_TAG, MPI_COMM_WORLD);`

7. В программе на MPI требуется принять от процесса с рангом 0 на процессе с рангом 1 массив *a* из 10 элементов типа *int*. Отметьте верные варианты.

+: `MPI_Recv(a, 10, MPI_INT, 0, 0, MPI_COMM_WORLD, &status);`

-: `MPI_Recv(a, 10, MPI_INT, 0, 0, MPI_COMM_WORLD);`

+: `MPI_Recv(a, 10, MPI_INT, 0, MPI_ANY_TAG, MPI_COMM_WORLD, &status);`

-: `MPI_Recv(a, 10, MPI_INT, 0, MPI_ANY_TAG, MPI_COMM_WORLD);`

8. В программе на MPI, содержащей ввод данных, рассылку данных, вычислительный блок, сбор результатов, необходимо измерить время вычислительного блока. Каким образом это сделать корректно?

-: измерить время на процессе с рангом 0

-: измерить время на каждом процессе, взять среднее

-: измерить время на каждом процессе, взять максимум

+: поставить `MPI_Barrier()` перед вычислительным блоком, затем первый замер времени.

Поставить `MPI_Barrier()` после вычислительного блока, затем второй замер времени

9. В программе на MPI необходимо распределить итерации цикла между процессами, считая, что время выполнения итераций примерно одинаковое

-: это будет сделано автоматически по общему числу процессов

-: вызвать MPI-функцию, которая для каждого процесса определит, какие итерации цикла должен выполнить данный процесс

+: разделить общее число итераций цикла на число процессов. По рангу каждого процесса определить начальное и конечное значение счетчика цикла.

10. Для организации параллельных вычислений в вычислительных системах с распределенной памятью необходимо:

-: обеспечить информационное взаимодействие между процессорами

+: выделить информационно независимые фрагменты вычислений, провести их программную реализацию, разместить полученные части программы на разных процессорах и затем организовать информационное взаимодействие между процессорами

-: распределить исполняемые модули параллельной программы по узлам системы

### **8.3. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: *Зачёт (по результатам накопительного рейтинга или в форме компьютерного тестирования).*

*Устно-письменная форма по экзаменационным билетам предполагается, как правило, для сдачи академической задолженности.*

#### **Примерный перечень вопросов и заданий для подготовки к зачёту (ПК-2, ИПК-2.1, ИПК-2.2, ИПК-2.3)**

1. Базовые понятия, используемые в технологиях высокопроизводительных вычислений и смежных технологиях.

2. Краткая история развития высокопроизводительных вычислений.

3. Базовые средства параллельного программирования систем с общей памятью. Технология параллельного программирования OpenMP: Структура стандарта OpenMP, модель параллелизма OpenMP. Модель памяти OpenMP. Директивы OpenMP.

4. Технология параллельного программирования OpenMP.

6. Компиляторы Intel с поддержкой OpenMP. Инструментальные средства разработки и отладки многопоточных приложений.

7. Архитектура Intel Xeon Phi второго поколения, технологии параллельных вычислений, векторизация

8. Продукты Intel для высокопроизводительных вычислений и анализа данных: инструментальные средства разработки и отладки многопоточных приложений.

9. Библиотека Intel® Math Kernel Library.

10. Задачи на использования функций Intel MKL: векторные операции, умножение матриц.

11. Библиотека Intel MKL: ScaLAPACK – решение систем линейных алгебраических уравнений.

12. Разработка и реализация программы, с использованием функций библиотеки Intel MKL, решения краевой задачи для линейного обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка.

13. Закон Амдала для теоретической оценки ускорения выполнения программ в параллельном режиме и его следствия. Факторы, влияющие на производительность. Методы оценки эффективности вычислительных систем (бенчмарки).

14. Технология параллельного программирования Message Passing Interface (MPI): основные понятия и определения. Базовый (минимальный) набор функций MPI, достаточный для разработки параллельных программ.

15. Определение числа процессов в группе и номера процесса, организация MPI-обмена между отдельными процессами: операции точка-точка, передача и прием сообщений с блокировкой и без блокировки.

### **Примерный тест для итогового тестирования**

1. Отметьте верные утверждения:

-:MPI – это сокращение от My Personal Identifier

-:MPI – это сокращение от Multiple Parallel Interface

+:MPI – это сокращение от Message Passing Interface

+:каждый параллельный процесс в MPI имеет номер

+:использовать функции MPI можно только после вызова MPI\_Init

2. Отметьте верные утверждения:

-:вызов MPI\_Comm\_rank(&ProcRank) определяет число линейно независимых строк матрицы инцидентности параллельных процессов

-:вызов MPI\_Comm\_rank(&ProcRank) определяет ранг (номер) вызвавшего процесса

+:вызов MPI\_Comm\_rank(&ProcRank, MPI\_COMM\_WORLD) определяет ранг (номер) вызвавшего процесса

-:вызов MPI\_Comm\_size(&ProcNum) определяет общее число запущенных параллельных процессов приложения

+:вызов MPI\_Comm\_size(&ProcNum, MPI\_COMM\_WORLD) определяет общее число запущенных параллельных процессов приложения

3. Под параллельной программой в рамках MPI понимается:

+:множество одновременно выполняемых процессов

-:множество одновременно выполняемых потоков

-:множество одновременно работающих процессоров

4. Отметьте верные утверждения:

-:в коллективных операциях участвуют все процессы приложения

+:в коллективных операциях участвуют все процессы некоторого коммуникатора

+:функция, соответствующая коллективной операции, должна быть вызвана каждым процессом, быть может, со своим набором параметров

+:MPI\_Barrier – это пример коллективной операции

-:MPI\_Send – это пример коллективной операции

5. Как определяется число процессов при запуске MPI-программы?

-:оно будет равно числу узлов в кластере

-:оно задается непосредственно в коде программы средствами MPI

+:оно задается явно при запуске MPI-программы

-:оно устанавливается через специальную переменную окружения

6. В программе на MPI требуется с процесса с рангом 0 на процесс с рангом 1 переслать массив a из 10 элементов типа int. Какой код делает это верно?

-:MPI\_Send(a, 10, int, 1, 0, MPI\_COMM\_WORLD);

+:MPI\_Send(a, 10, MPI\_INT, 1, 0, MPI\_COMM\_WORLD);

-:MPI\_Send(a, 10, MPI\_INT, 1, MPI\_ANY\_TAG, MPI\_COMM\_WORLD);

7. В программе на MPI требуется принять от процесса с рангом 0 на процессе с рангом 1 массив a из 10 элементов типа int. Отметьте верные варианты.

- + :MPI\_Recv(a, 10, MPI\_INT, 0, 0, MPI\_COMM\_WORLD, &status);
- :MPI\_Recv(a, 10, MPI\_INT, 0, 0, MPI\_COMM\_WORLD);
- + :MPI\_Recv(a, 10, MPI\_INT, 0, MPI\_ANY\_TAG, MPI\_COMM\_WORLD, &status);
- :MPI\_Recv(a, 10, MPI\_INT, 0, MPI\_ANY\_TAG, MPI\_COMM\_WORLD);

8. В программе на MPI, содержащей ввод данных, рассылку данных, вычислительный блок, сбор результатов, необходимо измерить время вычислительного блока. Каким образом это сделать корректно?

- :замерить время на процессе с рангом 0
- :замерить время на каждом процессе, взять среднее
- :замерить время на каждом процессе, взять максимум
- + :поставить MPI\_Barrier() перед вычислительным блоком, затем первый замер времени.

Поставить MPI\_Barrier() после вычислительного блока, затем второй замер времени

9. В программе на MPI необходимо распределить итерации цикла между процессами, считая, что время выполнения итераций примерно одинаковое

- :это будет сделано автоматически по общему числу процессов
- :вызвать MPI-функцию, которая для каждого процесса определит, какие итерации цикла должен выполнить данный процесс
- + :разделить общее число итераций цикла на число процессов. По рангу каждого процесса определить начальное и конечное значение счетчика цикла.

10. Для организации параллельных вычислений в вычислительных системах с распределенной памятью необходимо:

- :обеспечить информационное взаимодействие между процессорами
- + :выделить информационно независимые фрагменты вычислений, провести их программную реализацию, разместить полученные части программы на разных процессорах и затем организовать информационное взаимодействие между процессорами
- :распределить исполняемые модули параллельной программы по узлам системы

11. Для распределения вычислений между процессорами в вычислительных системах с распределенной памятью необходимо:

- + :выделить информационно независимые фрагменты вычислений, провести их программную реализацию и затем разместить полученные части программы на разных процессорах
- :разделить программу на равные части и распределить между процессорами
- :распределить исполняемые модули параллельной программы по узлам системы

12. Минимально необходимый набор операций для организации информационного взаимодействия между процессорами в вычислительных системах с распределенной памятью включает в себя только:

- + :операции приема и передачи данных
- :операции передачи данных и коллективные операции
- :только коллективные операции

13. Под параллельной программой в рамках MPI понимается:

- + :множество одновременно выполняемых процессов
- :множество одновременно выполняемых потоков
- :множество одновременно работающих процессоров

14. Процессы параллельной программой в рамках MPI:

+ :могут выполняться на разных процессорах, на одном процессоре могут располагаться несколько процессов

- :могут выполняться только на разных процессах
- :обязательно выполняются на одном процессоре

15. Номер процесса в рамках MPI именуется:

- + :рангом процесса
- :идентификатором процесса
- :дескриптором процесса

16. Среди предусмотренных в составе MPI операций передачи сообщений различают:

- + :парные и коллективные операции
- :парные и групповые операции
- :индивидуальные и коллективные операции

17. Под коммуникатором в MPI понимается:

+ : специально создаваемый служебный объект, объединяющий в своем составе группу процессов и ряд дополнительных параметров, используемых при выполнении операций передачи данных

- : группу процессов, в рамках которой выполняются операции передачи данных
- : пару процессов, в рамках которой происходит информационное взаимодействие

18. Указание используемого коммутатора является:

- + : обязательным для всех операций передачи данных в MPI
- : необязательным для некоторых операций передачи данных в MPI
- : обязательным для некоторых операций передачи данных в MPI

19. Все данные для передачи в качестве сообщения MPI описываются с помощью триады:

- + : адрес памяти, количество и тип элементов данных
- : адрес памяти, ранг процесса-отправителя, используемый коммутатор
- : адрес памяти, ранг процесса-получателя, используемый коммутатор

20. Процессы, между которыми выполняется передача данных:

- + : обязательно должны принадлежать одному коммутатору
- : обязательно должны принадлежать двум коммутаторам
- : не обязаны принадлежать одному коммутатору

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации размещен в банке вопросов электронного учебного курса дисциплины в ЭИОС университета <http://sdo.tolgas.ru/>, а также хранится в бумажном и (или) электронном виде на кафедре-разработчике.