

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра компьютерных сетей

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИВТ

 Д.Ю. Чалый

«18» мая 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
«Параллельное программирование»

**Направление подготовки**  
01.03.02 Прикладная математика и информатика

**Направленность (профиль)**  
«Прикладная математика и информатика»

**Квалификация выпускника**  
Бакалавр

**Форма обучения**  
очная

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры  
от 16 апреля 2021 г., протокол № 8

Программа одобрена НМК  
факультета ИВТ  
протокол № 7 от 17 мая 2021 г.

Ярославль

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями дисциплины «Параллельное программирование» являются освоение студентами технологий параллельного программирования, разбор архитектуры параллельных вычислительных систем, ознакомление с принципами распараллеливания программ, получение навыков программирования с использованием технологий OpenMP, MPI, CUDA.

### 2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина «Параллельное программирование» относится к вариативной части (дисциплина по выбору) ОП бакалавриата.

Для освоения данной дисциплиной студенты должны обладать знаниями по математике и информатике, в т.ч.: основы программирования на языках С и/или С++, алгоритмов и структур данных, алгебре, геометрии, дифференциальными уравнениями, уравнениям в частных производных и численным методам; а также проявлять настойчивость, целеустремленность и инициативу в процессе обучения.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП бакалавриата

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Профессиональные компетенции</b>		
ПК-3 Способен к разработке и проектированию программного обеспечения, к использованию современных технологий программирования	ПК – 3.1 Знает основы разработки алгоритмических и программных решений системного и прикладного программного обеспечения; структуру и виды системного и прикладного программного обеспечения; основные принципы модульного, объектно - ориентированного и событийного программирования	Знать: – области применимости параллельных вычислений; Уметь: – интерпретировать результаты полученных вычислений; Владеть навыками: – обработки полученных вычислений для формирования соответствующих выводов об эффективности применяемых параллельных вычислений.

### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. ед., 108 акад. час.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)	Формы текущего контроля успеваемости  Форма
			Контактная работа	

			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1.	Раздел 1. История параллельных вычислительных систем. Параллелизм и его использование	7	2					2	
2.	Раздел 2. Вычислительный кластер. API для управления потоками, их синхронизации и планирования Pthreads		2	4				2	Самостоятельная работа
3.	Раздел 3. Технология программирования OpenMP	7	2	6				2	Самостоятельная работа
4.	Раздел 4. Технология программирования MPI	7	6	12				2	Самостоятельная работа
5.	Раздел 5. Введение в технологию CUDA	7	4	10				2	Самостоятельная работа
6.	Раздел 6. Гибридная модель параллельного программирования	7	2	4				3	Самостоятельная работа
	<b>Всего за 7 семестр</b>		<b>18</b>	<b>36</b>		<b>5</b>		<b>13</b>	<b>Зачет</b>
	<b>Всего</b>		<b>18</b>	<b>36</b>		<b>5</b>		<b>13</b>	

### Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. История параллельных вычислительных систем. Параллелизм и его использование.

- 1.1. История развития параллельных вычислительных систем.
- 1.2. Обзор современных вычислительных систем для параллельных вычислений.
- 1.3. Способы параллельной обработки данных.
- 1.4. Компьютеры с общей и распределенной памятью.
- 1.5. Графы информационных зависимостей.
- 1.6. Концепция неограниченного параллелизма.
- 1.7. Крупноблочное распараллеливание.
- 1.8. Низкоуровневое распараллеливание.
- 1.9. Оценка эффективности параллельных вычислений.

Раздел 2. Вычислительный кластер. API для управления потоками, их синхронизации и планирования Pthreads.

- 2.1. Основы работы с гибридным вычислительным кластером.
- 2.2. Стандарт POSIX-реализации потоков (нитей) выполнения: типы данных, функции управления потоками, функции синхронизации потоков.

Раздел 3. Технология программирования OpenMP.

- 3.1. Основные конструкции.

- 3.2. Работа с переменными.
- 3.3. Распараллеливание циклов.
- 3.4. Параллельные секции.
- 3.5. Критические секции.
- 3.6. Атомарные операции.
- 3.7. Операции синхронизации.

#### Раздел 4. Технология программирования MPI.

- 4.1. Общие функции.
- 4.2. Функции приема/передачи сообщений между процессами.
- 4.3. Функции коллективного взаимодействия процессов, создания пользовательских операций, работа с группами процессов.
- 4.4. Пересылка разнотипных данных, производные типы данных, упаковка данных.

#### Раздел 5. Введение в технологию CUDA.

- 5.1. Архитектура GPU.
- 5.2. Программная модель CUDA.
- 5.3. Иерархия памяти в CUDA.
- 5.4. Библиотека Thrust.

#### Раздел 6. Гибридная модель параллельного программирования.

- 6.1. Совместное использование технологий программирования OpenMP, MPI и CUDA.

### **5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Вводная лекция – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

Академическая лекция (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний.

### **6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

– для формирования текстов материалов для промежуточной и текущей аттестации, для разработки документов, презентаций, для работы с электронными таблицами

программы OfficeStd 2013 RUS OLP NL Acddmc 021-10232, LibreOffice (свободное), издательская система LaTeX;

- компиляторы с высокоуровневых языков программирования;
- вычислительный гибридный кластер ЯрГУ.
- программные библиотеки OpenMP, MPI и Nvidia CUDA.
- для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ – Автоматизированная библиотечная информационная система "БУКИ-NEXT" (АБИС "Буки-Next").

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

а) основная:

1. Параллельное и функциональное программирование: метод. указания. / сост. Д. С. Глызин, Д. С. Кашенко; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Науч.-метод. совет ун-та - Ярославль: ЯрГУ, 2009. - 27 с. .
2. Параллельные вычисления на GPU: архитектура и программная модель CUDA.: учеб. пособие для вузов. / [А. В. Боресков и др.]; УМО по классическому ун-ву. образованию; МГУ - М.: МГУ, 2012. - 333 с.

б) дополнительная:

1. Лупин С. А. Технологии параллельного программирования: учеб. пособие для вузов. / С. А. Лупин, М. А. Посыпкин; УМО вузов по ун-ву. политехническому образованию - М.: ИНФРА-М, 2015. - 205 с. .
2. Левин В. А. Численные методы. Параллельные вычисления на ЭВМ. / В. А. Левин, А. В. Вершинин - М.: Физматлит, 2015. - 542 с.: ил.

в) ресурсы сети «Интернет»

- CUDA developer zone - <http://developer.nvidia.com/category/zone/cuda-zone>
- MPI Documents, user's guide - <http://www.mpi-forum.org/docs/docs.html>
- OpenMP Specifications - <http://openmp.org/>
- The Message Passing Interface (MPI) standard - <http://www.mcs.anl.gov/mpi/index.html>
- Портал по параллельным вычислениям - <http://parallel.ru/>
- Суперкомпьютеры - <http://supercomputers.ru/>
- Электронно-библиотечная система «Юрайт»( <https://urait.ru/> ).
- Электронно-библиотечная система «Лань»( <https://e.lanbook.com/>).

## **8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

- специальные помещения:

- компьютерный класс, оборудованный для проведения лекций и практических занятий;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров)– списочному составу группы обучающихся.

- фонд библиотеки,
- компьютерная техника с доступом к вычислительному гибриднему кластеру ЯрГУ.

**Автор(ы) :**

Старший преподаватель кафедры компьютерных сетей, к.ф.-м.н. С.В. Алешин

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Параллельное программирование»  
Фонд оценочных средств  
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки  
знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы  
формирования компетенций**

**1.1. Контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущей  
аттестации**

**Задания для самостоятельной работы**

*Задания по Разделу 2. Вычислительный кластер. API для управления потоками, их синхронизации и планирования Pthreads.*

Написать программу численного интегрирования функции на отрезке с использованием технологий Pthreads. Функция, отрезок интегрирования и количество потоков вычислений задаются индивидуально.

Построить график зависимости скорости подсчета интеграла от количества потоков.

Критерии оценивая:

Оценка	Критерий
зачтено	ОПК-3: Написана программа на языке C++ численного интегрирования функции на отрезке с использованием технологий Pthreads, программа компилируется без ошибок и предупреждений на вычислительном кластере, в результате работы программы выдаются корректные данные. ПК-1: Проведен комплекс вычислений с использованием написанной программы, построен график зависимости скорости подсчета интеграла от количества потоков, сделаны корректные выводы о зависимости кол-ва потоков на скорость выполнения вычислений.
незачтено	ОПК-3: Программа не написана или написана некорректная программа. ПК-1: Не проведен комплекс вычислений, не построен график зависимости скорости подсчета интеграла от количества потоков

*Задания по Разделу 3. Технология программирования OpenMP.*

Написать программу численного решения дифференциального уравнения в частных производных с использованием технологий OpenMP. Уравнение, начальные и граничные условия, а также количество потоков вычислений задаются индивидуально.

Построить график зависимости скорости численного решения от количества потоков.

Критерии оценивая:

Оценка	Критерий
зачтено	ОПК-3: Написана программа на языке C++ численного решения дифференциального уравнения в частных производных с использованием

	технологий OpenMP, программа компилируется без ошибок и предупреждений на вычислительном кластере, в результате работы программы выдаются корректные данные. ПК-1: Проведен комплекс вычислений с использованием написанной программы, построен график зависимости скорости численного решения от количества потоков, сделаны корректные выводы о зависимости кол-ва потоков на скорость выполнения вычислений.
незачтено	ОПК-3: Программа не написана или написана некорректная программа. ПК-1: Не проведен комплекс вычислений, не построен график зависимости скорости численного решения от количества потоков

#### *Задания по Разделу 4. Технология программирования MPI.*

Написать программу численного решения дифференциального уравнения в частных производных с использованием технологий MPI. Уравнение, начальные и граничные условия, а также количество потоков вычислений задаются индивидуально.

Построить график зависимости скорости численного решения от количества потоков.

Критерии оценивая:

Оценка	Критерий
зачтено	ОПК-3: Написана программа на языке C++ численного решения дифференциального уравнения в частных производных с использованием технологий MPI, программа компилируется без ошибок и предупреждений на вычислительном кластере, в результате работы программы выдаются корректные данные. ПК-1: Проведен комплекс вычислений с использованием написанной программы, построен график зависимости скорости численного решения от количества потоков, сделаны корректные выводы о зависимости кол-ва потоков на скорость выполнения вычислений.
незачтено	ОПК-3: Программа не написана или написана некорректная программа. ПК-1: Не проведен комплекс вычислений, не построен график зависимости скорости численного решения от количества потоков

#### *Задания по Разделу 5. Введение в технологию CUDA.*

Написать программу численного решения дифференциального уравнения в частных производных с использованием технологий CUDA. Уравнение, начальные и граничные условия, а также количество потоков вычислений задаются индивидуально.

Построить график зависимости скорости численного решения от количества потоков.

Критерии оценивая:

Оценка	Критерий
--------	----------

зачтено	<p>ОПК-3: Написана программа на языке C++ численного решения дифференциального уравнения в частных производных с использованием технологий CUDA, программа компилируется без ошибок и предупреждений на вычислительном кластере, в результате работы программы выдаются корректные данные.</p> <p>ПК-1: Проведен комплекс вычислений с использованием написанной программы, построен график зависимости скорости численного решения от количества потоков, сделаны корректные выводы о зависимости кол-ва потоков на скорость выполнения вычислений.</p>
незачтено	<p>ОПК-3: Программа не написана или написана некорректная программа.</p> <p>ПК-1: Не проведен комплекс вычислений, не построен график зависимости скорости численного решения от количества потоков</p>

#### *Задания по Разделу 6. Гибридная модель параллельного программирования*

Написать программу численного решения дифференциального уравнения в частных производных с использованием технологий CUDA, MPI и OpenMP. Уравнение, начальные и граничные условия, а также количество потоков вычислений задаются индивидуально.

Построить график зависимости скорости численного решения от количества потоков.

Критерии оценивая:

Оценка	Критерий
зачтено	<p>ОПК-3: Написана программа на языке C++ численного решения дифференциального уравнения в частных производных с использованием технологий CUDA, MPI и OpenMP, программа компилируется без ошибок и предупреждений на вычислительном кластере, в результате работы программы выдаются корректные данные.</p> <p>ПК-1: Проведен комплекс вычислений с использованием написанной программы, построен график зависимости скорости численного решения от количества потоков, сделаны корректные выводы о зависимости кол-ва потоков на скорость выполнения вычислений.</p>
незачтено	<p>ОПК-3: Программа не написана или написана некорректная программа.</p> <p>ПК-1: Не проведен комплекс вычислений, не построен график зависимости скорости численного решения от количества потоков</p>

#### **Список заданий к зачету**

Зачет выставляется по результатам выполнения заданий для самостоятельной работы и краткого собеседования со студентом после их проверки.

Показатели и критерии, используемые при выставлении оценки:

Оценка	Критерии	Шкала оценивания
зачтено	<b>ОПК-3</b> Знать: – архитектуру параллельных вычислительных систем; Уметь: • разбивать программу на независимые процессы ; Владеть навыками: • разработки программ с использованием технологий параллельного программирования OpenMP, MPI и CUDA.	Получены оценка «зачтено» за выполнение всех пяти заданий для самостоятельной работы
незачтено	<b>ПК-1</b> Знать: – области применимости параллельных вычислений; Уметь: – интерпретировать полученные результаты вычислений; Владеть навыками: – обработки полученных вычислений для формирования соответствующих выводов об эффективности применяемых параллельных вычислений	Не получены хотя бы одной оценки «зачтено» за одно из пяти заданий для самостоятельной работы

**Тест для самопроверки по результатам освоения дисциплины  
(компетенция ОПК-3)**

**1. Для гибридного вычислительного кластера отличительной чертой является:**

- А) вычисления на CPU
- Б) вычисления на GPU
- В) вычисления на CPU и GPU совместно
- Г) ни одно из вышеперечисленных

**2. Какой командой задается ограничение ресурсов при запуске программы на вычислительном кластере (Slurm):**

- А) make
- Б) g++
- В) srun
- Г) ни одно из вышеперечисленных

**3. Обмен данными между процессами, выполняющимися в собственном адресном пространстве, происходит с помощью операций приема и отправки сообщений?**

- А) да
- Б) нет

**4. Удаленный доступ к вычислительному кластеру для выполнения команд операционной системы можно получить по протоколу:**

- А) ssh

- Б) pop3
- В) imap
- Г) rdp

Вопрос №	Правильный ответ
1	В
2	В
3	Б
4	А, Г

### Тест для самопроверки по результатам освоения дисциплины (компетенция ПК-1)

#### 1. Для параллельной программы, написанной с использованием технологии OpenMP характерно:

- А) состоит из последовательных и параллельных секций.
- Б) в начальный момент времени создается главная нить, выполняющая последовательные секции программы.
- В) при входе в параллельную секцию выполняется операция `fork`, порождающая семейство нитей. Каждая нить имеет свой уникальный числовой идентификатор (главной нити соответствует 0). При распараллеливании циклов все параллельные нити исполняют один код. В общем случае нити могут исполнять различные фрагменты кода.
- Г) при выходе из параллельной секции выполняется операция `join`. Завершается выполнение всех нитей, кроме главной.

#### 2. Какие директивы есть в OpenMP?

- А) `#pragma omp`
- Б) `#pragma omp parallel`
- В) `#pragma omp for`
- Г) `#pragma omp while`

#### 3. В OpenMP нет следующих типов синхронизации

- А) `barrier`
- Б) `atomic`
- В) `domain`
- Г) `master`
- Д) `ordered`
- Е) `flush`
- Ж) `sort`
- З) `critical`

#### 4. С помощью вызова функции

**(void) omp\_set\_num\_threads(int num\_threads)**

**можно**

- А) задать количество потоков в области параллельных вычислений
- Б) определить значение переменной окружения `OMP_NUM_THREADS`

#### 5. Какие из понятий не относятся к технологии Nvidia Cuda

- А) `#pragma omp`

- Б) host
- В) kernel
- Г) device

**6. Какие из спецификаторов функций в Cuda не могут быть использованы вместе**

- А) `__host__` и `__device__`
- Б) `__global__` и `__host__`

**7. Для выделения памяти на GPU можно использовать функции**

- А) `cudaMalloc`
- Б) `cudaMallocPitch`
- В) `cudaNew`
- Г) `cudaFree`

**8. Функция `cudaMemcpy` используется для**

- А) копирования памяти между CPU и GPU
- Б) копирования памяти между вычислительными узлами кластера
- В) копирования памяти между различными CPU

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

- А) POSIX Threads
- Б) OpenMP
- В) любая реализация MPI

**10. Неблокирующий обмен позволяет:**

- А) повысить производительность параллельной программы
- Б) повысить надежность передачи сообщений
- В) повысить предсказуемость поведения программы

**11. Подпрограмма `MPI_Bcast`:**

- А) пересылает всем остальным процессам разные фрагменты данных
- Б) пересылает одну и ту же порцию данных всем остальным процессам
- В) выполняет операцию частичного приведения

**12. Второй этап выполнения неблокирующего обмена это:**

- А) создание буфера обмена
- Б) проверка выполнения обмена
- В) проверка доступности буфера обмена

Вопрос №	Правильный ответ	Вопрос №	Правильный ответ	Вопрос №	Правильный ответ
1	А, Б, В, Г	5	А	9	В
2	А, Б, В	6	Б	10	А
3	В, Ж	7	А, Б	11	Б
4	А, Б	8	А	12	Б

## **2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания**

### **2.1. Шкала оценивания сформированности компетенций и ее описание**

Оценивание уровня сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины осуществляется по следующей трехуровневой шкале:

*Пороговый уровень* - предполагает отражение тех ожидаемых результатов, которые определяют минимальный набор знаний и (или) умений и (или) навыков, полученных студентом в результате освоения дисциплины. Пороговый уровень является обязательным уровнем для студента к моменту завершения им освоения данной дисциплины.

*Продвинутый уровень* - предполагает способность студента использовать знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, полученные при освоении дисциплины, для решения профессиональных задач. Продвинутый уровень превосходит пороговый уровень по нескольким существенным признакам.

*Высокий уровень* - предполагает способность студента использовать потенциал интегрированных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, полученных при освоении дисциплины, для творческого решения профессиональных задач и самостоятельного поиска новых подходов в их решении путем комбинирования и использования известных способов решения применительно к конкретным условиям. Высокий уровень превосходит пороговый уровень по всем существенным признакам.

## 2.2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Код компетенции	Форма контроля	Этапы формирования (№ темы (раздела))	Показатели оценивания	Шкала и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования		
				Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>						
ОПК-2	Самостоятельная работа по разделам 2-6. Зачет.	1-6	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– архитектуру параллельных вычислительных систем;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– разбивать программу на независимые процессы ;</li> </ul> <p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– разработки программ с использованием технологий параллельного программирования OpenMP, MPI и CUDA.</li> </ul>	<p>Знание основы архитектуры параллельных систем.</p> <p>Умение выделять в программе независимые процессы</p> <p>Владеть основами работы с использованием технологий параллельного программирования OpenMP, MPI и CUDA</p>	<p>Знать основные параллельные алгоритмы работы для решения практических задач.</p> <p>Владеть продвинутыми средствами работы для технологий параллельного программирования OpenMP, MPI и CUDA.</p>	<p>Знать продвинутые параллельные алгоритмы работы для решения практических задач.</p> <p>Уметь практически решать задачи численного характера с использованием адекватных средств параллельных вычислений.</p> <p>Владеть продвинутыми средствами работы для совместного использования технологий параллельного программирования OpenMP, MPI и CUDA.</p>
<b>Профессиональные компетенции</b>						

ПК-1	Самостоятельная работа по разделам 2-5. Зачет.	1-5	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– области применимости параллельных вычислений;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– интерпретировать полученные результаты вычислений;</li> </ul> <p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обработки полученных вычислений для формирования соответствующих выводов об эффективности применяемых параллельных вычислений</li> </ul>	<p>Базовые знания и понимание применимости параллельных вычислений</p> <p>Базовое умение интерпретировать результаты полученных вычислений.</p> <p>Владение базовыми навыками по обработке вычислений</p>	<p>Продвинутое знание и понимание применимости параллельных вычислений</p> <p>Продвинутое умение интерпретировать результаты полученных вычислений.</p> <p>Владение продвинутыми навыками по обработке вычислений</p>	<p>Продвинутое знание и понимание применимости параллельных вычислений в различных сферах науки и производства</p> <p>Продвинутое умение интерпретировать результаты полученных вычислений.</p> <p>Владение продвинутыми навыками по обработке вычислений</p>
------	--	-----	---	---	---	---

### **3. Методические рекомендации преподавателю по процедуре оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Целью процедуры оценивания является определение степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения (знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности).

Процедура оценивания степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения осуществляется с помощью методических материалов, представленных в разделе «Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций»

#### **3.1 Критерии оценивания степени овладения знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности, определяющие уровни сформированности компетенций**

Пороговый уровень (общие характеристики):

- владение основным объемом знаний по программе дисциплины;
- знание основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы без существенных ошибок;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- знание базовых теорий, концепций и направлений по изучаемой дисциплине;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

Продвинутый уровень (общие характеристики):

- достаточно полные и систематизированные знания в объёме программы дисциплины;
- использование основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

Высокий уровень (общие характеристики):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины;
- точное использование терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;

- безупречное владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

### **3.2 Описание процедуры выставления оценки**

В зависимости от уровня сформированности каждой компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка. Вид оценки («зачтено», «незачтено») определяется рабочей программой дисциплины в соответствии с учебным планом.

Оценка «зачет» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Параллельное программирование»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Параллельное программирование» являются лекции и практические занятия. Это связано с тем, что в основе читаемого курса лежит особый математический аппарат, с помощью которого решаются довольно сложные и громоздкие задачи. По большому числу тем предусмотрены практические занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала путем применения его к конкретным задачам и отработка практических навыков программирования.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагаются задачи, аналогичные разобранным на лекциях и практических занятиях или немного более сложные, которые являются результатом объединения нескольких базовых задач.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков работы в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде самостоятельных работ.

В конце изучения дисциплины студенты сдают зачет. Зачет выставляется по итогам выполнения самостоятельных заданий и краткого собеседования по его результатам.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Параллельное программирование» самостоятельно студенту достаточно сложно. Это связано со сложностью изучаемого материала, требованиям к техническому оснащению курса и большим объемом материала курса. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра, в том числе самостоятельных, сдать зачет по итогам изучения дисциплины студенту достаточно сложно.

### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине**

Для самостоятельной работы особенно рекомендуется использовать учебную литературу.

Также для подбора учебной литературы рекомендуется использовать широкий спектр интернет-ресурсов:

1. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)) - электронная библиотека, обеспечивающая доступ к наиболее востребованным материалам-первоисточникам, учебной, научной и художественной литературе ведущих издательств (\*регистрация в электронной библиотеке – только в сети университета. После регистрации работа с системой возможна с любой точки доступа в Internet.).

2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (<http://window.edu.ru/library>).

Целью создания информационной системы "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (ИС "Единое окно ") является обеспечение свободного доступа к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов и к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования.

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

1. Личный кабинет ([http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_login.php](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php)) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню

«Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

## 2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ

([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/пароллю.

## 3. Электронная картотека «Книгообеспеченность»

([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_bookreq\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php)) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.