

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Хагуров Т.А.

«27» апреля 2018г



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.В.ДВ.09.01. Параллельные вычисления**

Направление подготовки: 01.03.01 Математика

Направленность (профиль): Математическое моделирование;

Программа подготовки: академическая

Форма обучения: очная

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.09.01 «Параллельные вычисления» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.03.01 Математика.

Программу составил:  
Бирюк А.Э., доцент, кандидат физ.-мат. наук



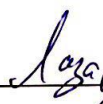
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.09.01 «Параллельные вычисления» утверждена на заседании кафедры теории функций протокол № 7 «10» апреля 2018г.

Заведующий кафедрой теории функций Лазарев В.А.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теории функций протокол № 7 «10» апреля 2018г.

Заведующий кафедрой теории функций Лазарев В.А.



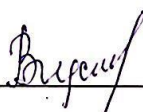
Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук протокол № 2 «17» апреля 2018г.

Председатель УМК факультета Титов Г.Н.



Рецензенты:

Гусаков Валерий Александрович, канд. физ. – мат. наук,  
директор ООО «Просвещение – Юг»



Бунякин Александр Вадимович, канд. физ. – мат. наук, доцент кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов ФГБОУ ВО КубГТУ



## **1 Цели и задачи изучения дисциплины.**

**1.1 Цель освоения дисциплины** – решение сложных прикладных задач с большим объемом вычислений и принципиальная ограниченность максимального быстродействия «классических» – по схеме фон Неймана - ЭВМ привели к появлению многопроцессорных вычислительных систем (МВС).

### **1.2 Задачи дисциплины:**

- 1) изучить принципы реализации параллельной обработки в вычислительных машинах;
- 2) сформировать представление о методах и механизмах конструирования параллельных программ;
- 3) освоить параллельные вычислительные методы.

### **1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы.**

Дисциплина «Параллельные вычисления» относится к вариативной части Блока 1 учебного плана и является дисциплиной по выбору.

Изучение данной дисциплины базируется на курсах «Математическая логика», «Математический анализ», «Вычислительная математика», «Информатика», «Операционные системы», «Программирование на языке высокого уровня».

### **1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных компетенций: ОПК-3, ПК-3, ПК-4.

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)                                         | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны                          |                                                                        |                                                                                            |
|--------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                    |                                                                               | знать                                                                                | уметь                                                                  | владеть                                                                                    |
| 1.     | ПК-4               | способностью публично представлять собственные и известные научные результаты | - способы применения теорем теории параллельных вычислений в других областях знаний. | - применять полученные при изучении дисциплины знания к решению задач. | - навыками практического использования теории дисциплины при решении теоретических и прик- |

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)                                                                         | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                           |                                                                                                                   |
|--------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                    |                                                                                                               | знать                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | уметь                                                                                                                                                     | владеть                                                                                                           |
|        |                    |                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                           | ладных задач.                                                                                                     |
| 2.     | ОПК-3              | способностью к самостоятельной научно-исследовательской работе.                                               | - основные тенденции развития в соответствующей области;<br>- теоретические и методологические основы исследования проблем в области дисциплины;<br>- историю становления и развития основных научных подходов в области дисциплины;<br>- актуальные проблемы и тенденции развития исследований в области дисциплины. | - ориентироваться в постановках задач;<br>- формулировать результат;<br>- осуществлять отбор материала, характеризующего достижения в области дисциплины; | - языком предметной области дисциплины;<br>- проблемно-задачной формой представления знаний в области дисциплины. |
| 3.     | ПК-3               | способностью строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата. | - понятия, определения дисциплины и формулировки всех основных утверждений и теорем.                                                                                                                                                                                                                                  | - системно мыслить в области дисциплины.                                                                                                                  | - основными методами и приемами рассуждений в рамках дисциплины.                                                  |

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет: 4 зачетные единицы (144 часа, из них – 80,3 ч. контактной работы: лекционных 32 ч., лабораторных 32 ч., КСР 16 ч., ИКР 0,3ч.; 28 ч. СР, 35,7 ч. Контроль).

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры (часы) |
|--------------------|-------------|-----------------|
|--------------------|-------------|-----------------|

|                                                                             |       |      |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------|------|--|--|--|
|                                                                             |       | 6    |  |  |  |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>                                           | 57    | 57   |  |  |  |
| В том числе:                                                                |       |      |  |  |  |
| Занятия лекционного типа                                                    | 32    | 32   |  |  |  |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)                  | -     | -    |  |  |  |
| Лабораторные занятия                                                        | 32    | 32   |  |  |  |
| КСР                                                                         | 16    | 16   |  |  |  |
| ИКР                                                                         | 0,3   | 0,3  |  |  |  |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b>                                       | 28    | 28   |  |  |  |
| В том числе:                                                                |       |      |  |  |  |
| Отчёт по лабораторной работе                                                | 12    | 12   |  |  |  |
| Опрос                                                                       | 6     | 6    |  |  |  |
| Курсовые работы                                                             | 10    | 10   |  |  |  |
| Тема: «Сравнительная непроцедурность языков программирования»               | 5     | 5    |  |  |  |
| Тема: «Параллельные методы сортировок на системах с распределенной памятью» | 5     | 5    |  |  |  |
| <b>Промежуточная аттестации (зачет)</b>                                     | зачет | зач  |  |  |  |
| <b>Контроль</b>                                                             | 35,7  | 35,7 |  |  |  |
| Подготовка к самостоятельной работе                                         | 35,7  | 35,7 |  |  |  |
| Общая трудоемкость<br>зач. ед.                                              | 144   | 144  |  |  |  |
|                                                                             | 4     | 4    |  |  |  |

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.  
Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

| №<br>раз<br>де<br>ла | Наименование разделов                          | Количество часов |                      |    |    |                           |
|----------------------|------------------------------------------------|------------------|----------------------|----|----|---------------------------|
|                      |                                                | Всего            | Аудиторная<br>работа |    |    | Самостоятельная<br>работа |
|                      |                                                |                  | Л                    | ПР | ЛР |                           |
| 1                    | 2                                              | 3                | 4                    | 5  | 6  | 7                         |
| 1.                   | Основные этапы параллельного программирования. | 8                | 2                    | -  | 2  | 4                         |
| 2.                   | Представление алгоритма.                       | 16               | 6                    | -  | 6  | 4                         |
| 3.                   | Последовательные процессы.                     | 14               | 4                    | -  | 4  | 6                         |
| 4.                   | Асинхронное программирование.                  | 16               | 4                    | -  | 8  | 4                         |

|    |                                                                     |    |    |   |    |    |
|----|---------------------------------------------------------------------|----|----|---|----|----|
| 5. | Иерархические мультикомпьютеры.                                     | 22 | 10 | - | 6  | 6  |
| 6. | Общие принципы сборочной технологии параллельного программирования. | 16 | 6  | - | 6  | 4  |
| 7. | Итого по дисциплине:                                                |    | 32 | - | 32 | 28 |

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

| №  | Наименование раздела                           | Содержание раздела                                                                                                                                                                                        | Форма текущего контроля |
|----|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1  | 2                                              | 3                                                                                                                                                                                                         | 4                       |
| 1. | Основные этапы параллельного программирования. | Предварительные понятия. Понятие рекурсивной функции. Детерминант вычислимой функции. Представление алгоритма. Детерминант вычислимой функции.                                                            | Опрос                   |
| 2. | Представление алгоритма.                       | Требования к представлению параллельного алгоритма. Простейшая программа, реализующая алгоритм. Сравнительная непроцедурность языков программирования.                                                    | Опрос                   |
| 3. | Последовательные процессы.                     | Выполнение системы процессов. Сети Петри. Задача взаимного исключения. Дедлоки. Задача о пяти обедающих философах. Задача производитель/потребитель. Реализация управления взаимодействующими процессами. | Опрос                   |

|    |                                                                     |                                                                                                                                                                                           |       |
|----|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 4. | Асинхронное программирование.                                       | Message passing interface (MPI).                                                                                                                                                          | Опрос |
| 5. | Иерархические мультимикомпьютеры.                                   | Линейные алгоритмы.<br>Децентрализованное управление.<br>Централизованное управление.<br>Топология структуры связей.                                                                      | Опрос |
| 6. | Общие принципы сборочной технологии параллельного программирования. | Статическая постановка задачи.<br>Идеи параллельной реализации PIS.<br>Распараллеливание метода частиц                                                                                    | Опрос |
|    |                                                                     | Централизованные алгоритмы балансировки загрузки<br>Децентрализованные алгоритмы динамической балансировки загрузки.<br>Динамическое отображение алгоритма на ресурсы мультимикомпьютера. |       |

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

Не предусмотрены.

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

| №  | Наименование раздела                           | Наименование лабораторных работ                                                                | Форма текущего контроля      |
|----|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 1  | 2                                              | 3                                                                                              | 4                            |
| 1. | Основные этапы параллельного программирования. | Распределенные вычисления. Система параллельного программирования MPI                          | Отчёт по лабораторной работе |
| 2. | Представление алгоритма.                       | Параллельные алгоритмы для решения простых типовых задач на системах с распределенной памятью. | Отчёт по лабораторной работе |

|    |                                                                     |                                                                                                                                   |                              |
|----|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 3. | Последовательные процессы.                                          | Параллельные алгоритмы матричных умножений на системах с распределенной памятью.                                                  | Отчёт по лабораторной работе |
| 4. | Асинхронное программирование                                        | Параллельные методы решения систем линейных алгебраических уравнений итерационными методами на системах с распределенной памятью. | Отчёт по лабораторной работе |
| 5. | Иерархические мультимикомпьютеры.                                   | Параллельные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных на системах с распределенной памятью.                | Отчёт по лабораторной работе |
| 6. | Общие принципы сборочной технологии параллельного программирования. | Параллельные методы сортировок на системах с распределенной памятью.                                                              | Отчёт по лабораторной работе |

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. . Решение интегральных уравнений Вольтерра с помощью преобразования Лапласа.
2. Решение нестационарных задач математической физики с помощью операционного метода.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

| № | Наименование раздела | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2                    | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1 | Подготовка к зачёту  | 1. Алексеев, А.А. Основы параллельного программирования с использованием Visual Studio 2010 / А.А. Алексеев. - 2-е изд., испр. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 332 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=428829">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=428829</a> |



|   |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                   | <p>2. Абрамян, М.Э. Практикум по параллельному программированию с использованием электронного задачника Programming Taskbook for MPI : учебное пособие / М.Э. Абрамян ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет». - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2010. - 172 с. : ил. - ISBN 978-5-9275-0778-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=240951">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=240951</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2 | Подготовка к семинарским занятиям | <p>1. Алексеев, А.А. Основы параллельного программирования с использованием Visual Studio 2010 / А.А. Алексеев. - 2-е изд., испр. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 332 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=428829">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=428829</a></p> <p>2. Абрамян, М.Э. Практикум по параллельному программированию с использованием электронного задачника Programming Taskbook for MPI : учебное пособие / М.Э. Абрамян ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет». - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2010. - 172 с. : ил. - ISBN 978-5-9275-0778-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=240951">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=240951</a></p> |
| 3 | Подготовка к лабораторной работе  | <p>Абрамян, М.Э. Практикум по параллельному программированию с использованием электронного задачника Programming Taskbook for MPI : учебное пособие / М.Э. Абрамян ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет». - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2010. - 172 с. : ил. - ISBN 978-5-9275-0778-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=240951">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=240951</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|    |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. | Подготовка к лекциям | Алексеев, А.А. Основы параллельного программирования с использованием Visual Studio 2010 / А.А. Алексеев. - 2-е изд., испр. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 332 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=428829">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=428829</a> |
|----|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа, – в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. Образовательные технологии.**

При изучении данного курса используются как традиционные лекции и лабораторные занятия, так и современные интерактивные образовательные технологии.

Цель лабораторных занятий – научить студента применять полученные на лекциях теоретические знания к решению и исследованию конкретных задач.

К образовательным технологиям также относятся интерактивные методы обучения. Интерактивность подачи материала по дисциплине «Параллельные вычисления» предполагает не только взаимодействия вида «преподаватель - студент» и «студент - преподаватель», но и «студент - студент». Все эти виды взаимодействия хорошо достигаются при изложении материала, в ходе дискуссий. Также используются занятия-визуализации и доклады студентов.

#### **Дискуссия**

Возможность дискуссии предполагает умение высказать собственную идею, предложить свой путь решения, аргументировано отстаивать свою точку зрения, связно излагать мысли. Полезны следующие задания: составление плана решения задачи, поиск другого способа решения, сравнение различных способов решения, проведение выкладок для решения задачи и выкладок для проверки правильности полученного решения, рассмот-

рение задач с лишними и недостающими данными. Студентам предлагается проанализировать варианты решения, высказать своё мнение. Основной объём использования интерактивных методов обучения реализуется именно в ходе дискуссий.

Общие вопросы, которые выносятся на дискуссию:

Описание модели.

Исследование модели или поиск различных способов решений задачи.

Выбор среди рассматриваемых способов наиболее рационального.

#### **Занятие-визуализация.**

В данном типе передача преподавателем информации студентам сопровождается показом различных рисунков, структурно-логических схем, опорных конспектов, диаграмм и т. п. (например, с помощью слайдов) .

Всего учебным планом предусмотрено 16 часа в интерактивной форме

| Семестр | Вид занятия          | Используемые интерактивные образовательные технологии | Количество часов |
|---------|----------------------|-------------------------------------------------------|------------------|
| 6       | Лабораторные занятия | Занятие-визуализация: «История математики»            | 4                |
|         |                      | Дискуссия «Технология математического обучения»       | 6                |
|         |                      | Занятие-визуализация: «Разработка учебных программ»   | 6                |
| Итого:  |                      |                                                       | 16               |

Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой частью процесса подготовки. Под самостоятельной работой понимается часть учебной планируемой работы, которая выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа направлена на усвоение системы научных и профессиональных знаний, формирования умений и навыков, приобретение опыта самостоятельной творческой деятельности. СРС помогает формировать культуру мышления студентов, расширять познавательную деятельность.

Виды самостоятельной работы по курсу:

**а) по целям:** подготовка к лекциям, к практическим занятиям, к контрольной работе, к коллоквиуму.

**б) по характеру работы:** изучение литературы, конспекта лекций; поиск литературы в библиотеке; конспектирование рекомендуемой для самостоятельного изучения научной литературы; решение задач, тестов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций со студентом при помощи электронной информационно-образовательной среды ВУЗа.

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.**

##### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.**

###### **Вопросы к экзамену**

1. Определение реализации алгоритма, последовательного и параллельного представления алгоритма.
2. Определение алгоритма (по Мальцеву).
3. Правила срабатывания переходов. Работа сети.
4. Граф достижимости сети Петри. Понятия ограниченной и безопасной сети.
5. Определение процесса. Два главных типа взаимодействия параллельных процессов.  
Задача взаимного исключения (определение).
6. Понятие критического интервала, разделяемого и неразделяемого ресурса.
7. Семафоры (определение). Операции над семафорами. Пример сети Петри, моделирующий операции над семафорами.
8. Определение взаимной блокировки (дедлока).
9. Необходимые условия дедлока. Привести пример сети Петри, допускающей дедлок.  
Определение взаимной блокировки (дедлока).
10. Два подхода к борьбе с дедлоками.
11. Механизм «условных критических интервалов». Пример решения задачи «читатели-писатели» с помощью этого механизма.
12. Монитор. Общее представление.
13. Пример монитора для задачи «производитель - потребитель». Модели параллельнопоследовательного программирования. MPMD и SPMD модели программирования.
14. Параллельная программа разделения множеств (Дейкстры), идея доказательства её корректности.
15. Ускорение и эффективность вычислений.
16. Закон Амдалла. Событийное управление (определение).
17. Типичные «локальные» ситуации, которые могут возникнуть в событийном управлении, представить сетью Петри. Событийное управление.

18. Операции над сетями Петри (присоединения, исключения, итераций, наложения, разметки), продемонстрировать примерами.
  19. Потокосое управление (определение). Операции: преобразователь, синхронизатор, распределитель, селектор, арбитр.
  20. Пример реализации этими операциями условного выражения: if  $a < b$  then  $a + c$  else  $a - c$ .
  21. Потокосое управление (определение).
  22. Волновые вычисления.
  23. Пример волнового процессора умножения матрицы на матрицу.
  24. Динамическое управление (определение).
  25. Понятие программы в асинхронном динамическом программировании.
- Вычислительная модель Э. Дейкстры (охраняемые команды).
26. Вычислительная модель Ч. Хоара последовательных сообщающихся процессов.
  27. Синхронные вычисления.
  28. Определение систолического вычислителя.
  29. Три фазы систолического алгоритма.
  30. Пример систолического процессора для умножения матрицы на вектор (привести схему и программу).

#### **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.**

В целях закрепления практического материала и углубления теоретических знаний по разделам дисциплины «Основы параллельного программирования» предполагается выполнение лабораторных работ, что позволяет углубить процесс познания, раскрыть понимание прикладной значимости осваиваемой дисциплины. Комплект заданий репродуктивного уровня для выполнения на лабораторных занятиях, позволяющих оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, распознавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины.

#### **Критерии оценки лабораторных работ**

| <b>Оценка</b>   | <b>Критерии оценивания</b>                                                                                |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>5 баллов</b> | Задание выполнено полностью, в представленном отчете обоснованно получено правильное выполненное задание. |

|                |                                                                                                                                                                               |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>4 балла</b> | Задание выполнено полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена незначительная ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений. |
| <b>3 балла</b> | Задания выполнены частично.                                                                                                                                                   |
| <b>2 балла</b> | Задание не выполнено.                                                                                                                                                         |

### **Темы лабораторных работ:**

**Тема 1.** Параллельное вычисление кратного интеграла численным методом с использованием процессов и каналов. Использование 1D и 2D разбиений.

**Тема 2.** Параллельное вычисление кратного интеграла численным методом с использованием механизма потоков на многоядерном процессоре. Измерение времени выполнения.

**Тема 3.** Знакомство с компилятором kroc, программа вычисления числовых последовательностей конвейерным способом. Программирование отдельных звеньев конвейера.

**Тема 4.** Программа вычисления интеграла типа свертки на OCCAME, реализация конвейерным способом на основе прототипа умножения матрицы на вектор.

**Тема 5.** Программа моделирования доступа к совместным ресурсам. Обобщенная задача об обедающих философах Дейкстры, язык реализации – OCCAM, добиться отсутствия тупиковых ситуаций, выводить протокол действия каждого процесса.

**Тема 6.** Решение задачи многих тел для многопроцессорной системы с использованием потоков (нитей). Выбор методов синхронизации.

**Тема 7.** Разработка распределенных приложений с использованием PVM, MPI или CORBA.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом, – в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### Контрольные вопросы для устного опроса

| №  | Наименование темы (раздела)                                                                       | Контрольные вопросы по разделам дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Предмет и задачи курса. Содержание и структура курса, связь с другими дисциплинами учебного плана | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Классификация Флинна.</li><li>2. Традиционная архитектура фон Неймана.</li><li>3. Основные элементы архитектуры высокопроизводительных вычислительных систем. Процессоры.</li><li>4. Основные элементы архитектуры высокопроизводительных вычислительных систем. Оперативная память.</li></ol>         |
| 2. | Примеры параллельных вычислительных систем различных классов                                      | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Основные элементы архитектуры высокопроизводительных вычислительных систем. Связь между элементами параллельных вычислительных систем.</li><li>2. Схемы классификации архитектур параллельных компьютеров.</li><li>3. Основные типы архитектур высокопроизводительных вычислительных систем.</li></ol> |

|    |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. | Параллельные вычисления и распараллеливание алгоритмов                                                                                           | 1. Последовательная и параллельная модели программирования. Другие модели параллельного программирования. Закон Амдала.<br>2. Две парадигмы параллельного программирования.<br>3. Разработка параллельного алгоритма. Количественные характеристики быстродействия. |
| 4. | Обработка информации в системах с массовым параллелизмом                                                                                         | 1. Программные средства высокопроизводительных вычислений.<br>2. Что такое MPI?<br>3. Организация MPICH.<br>4. Двухточечный обмен сообщениями. Блокирующие операции обмена.<br>5. Двухточечный обмен сообщениями. Неблокирующие операции обмена.                    |
| 5. | Методика создания параллельных программ по технологии SPMD                                                                                       | 1. Двухточечный обмен сообщениями. Коллективный обмен данными.<br>2. Двухточечный обмен сообщениями. Управление областью взаимодействия и группой процессов.<br>3. Разновидности коллективного обмена в MPI.                                                        |
| 6. | Заключение.<br>Перспективные направления исследований средств моделирования дискретных систем параллельной и распределенной обработки информации | 1. Топология коллективного обмена данными в MPI.<br>2. Производные типа данных в коллективном обмене данными в MPI.<br>3. Атрибуты коллективного обмена данными в MPI.<br>4. Ввод и вывод коллективного обмена данными в MPI.                                       |

**5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

#### **5.1 Основная литература:**

1. Абрамян, М.Э. Практикум по параллельному программированию с использованием электронного задачника Programming Taskbook for MPI : учебное пособие /



М.Э. Абрамян ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет». - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2010. - 172 с. : ил. - ISBN 978-5-9275-0778-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240951>

2. Федотов, И.Е. Модели параллельного программирования / И.Е. Федотов. - Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2012. - 384 с. - (Библиотека профессионала). - ISBN 978-5-91359-102-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=227018>

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

## **5.2 Дополнительная литература:**

1. Биллиг, В.А. Параллельные вычисления и многопоточное программирование / В.А. Биллиг. - 2-е изд., испр. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 311 с. : ил., схем. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428948>

## **6 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .**

а. Электронная библиотечная система издательства "Лань" – <http://e.lanbook.com/>

2. Электронная библиотечная система "Юрайт" – <http://www.biblio-online.ru/>

## **7 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Перед каждой лекцией, тема которой сообщается лектором на предыдущем занятии, студенту необходимо повторить пройденный материал и бегло по одному из учебных пособий просмотреть новый материал.

Прослушав лекцию, проработать новый материал. Обращать особое внимание на выяснение сущности рассматриваемого вопроса, возможности и специфики адаптации его к конкретной ситуации.

Далее следует выявить взаимосвязь изучаемого вопроса с другими уже изученными.

Ответить на вопросы для самоконтроля.

Выполнить самостоятельные работы к срокам, указанным преподавателем.

Виды самостоятельной работы студентов, обеспечивающие реализацию цели и решение задач данной рабочей программы:

- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- выполнение индивидуальной семестровой работы;
- написание реферата;
- изучение тем дисциплины, выносимых для самостоятельного изучения;
- подготовка и сдача экзамена.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **8.1 Перечень информационных технологий.**

1. Мультимедиа и коммуникационные технологии.
2. Элементы дистанционных технологий.
3. Мировые информационные образовательные ресурсы.
4. Аудиовизуальные и интерактивные средства обучения.
5. Мобильное обучение.
6. Облачные технологии.

### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения. –**

MS Office: MS Word, MS Excel, MS PowerPoint  
MathCAD

### **8.3 Перечень информационных справочных систем:**

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс»  
(<http://www.consultant.ru>)
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU  
(<http://www.elibrary.ru>)
3. Электронный каталог (212.192.128.113/marcweb/index.asp)
4. Электронная библиотечная система издательства «Лань» – тематические коллекции (<http://e.lanbook.com>)
5. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» – базовая коллекция ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru))
6. Электронная библиотечная система «ibooks.ru» – коллекция для высшего профессионального образования (<http://ibooks.ru>)
7. Электронная библиотечная система «Znaniium.com» – по заявкам преподавателей  
КубГУ доступны полные тексты коллекции (<http://znaniium.com>)

8. Полнотекстовые образовательные и научные базы данных: перечень, описание и условия доступа ([www.kubsu.ru/University/library/resources/Poisk2013.php](http://www.kubsu.ru/University/library/resources/Poisk2013.php))

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

| №  | Вид работ                                  | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность                                                                                                                                                                    |
|----|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Лекционные занятия                         | Лекционная аудитория, специально оборудованная мультимедийными демонстрационными комплексами, учебной мебелью                                                                                                                             |
| 2. | Лабораторные занятия                       | Помещение для проведения лабораторных занятий, оснащенное учебной мебелью, доской маркером или мелом                                                                                                                                      |
| 3. | Групповые (индивидуальные) консультации    | Помещение для проведения групповых (индивидуальных) консультаций, учебной мебелью, доской маркером или мелом                                                                                                                              |
| 4. | Текущий контроль, промежуточная аттестация | Помещение для проведения текущей и промежуточной аттестации, оснащенное учебной мебелью.                                                                                                                                                  |
| 5. | Самостоятельная работа                     | Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета |

**Рецензия**  
на рабочую программу дисциплины  
**«Параллельные вычисления»**  
по направлению подготовки 01.03.01 Математика,  
очной формы обучения.

Составитель рабочей программы:  
доцент каф. теории функций ФГБОУ ВО «КубГУ» Бирюк А.Э.

Рабочая программа полностью соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.01 Математика (уровень бакалавриата).

Все основные разделы программы нашли свое отражение в перечне представленных в программе необходимых знаний и компетенций.

Информация о видах и объеме учебной работы содержит тематику лекционных занятий и лабораторных работ, призванных сформировать у студентов базовые знания и формирование основных навыков параллельных вычислений, необходимых для решения задач, возникающих в практической деятельности.

Распределение времени, отводимого на изучение различных разделов курса, включая самостоятельную работу, соответствует их трудоемкости.

Самостоятельные задания развивают знания, умения и навыки, полученные в результате изучения предмета.

Перечень средств обучения исчерпывающий и соответствует предъявляемым требованиям.

Практические задания дают навыки работы на вычислительной технике, готовят студентов к практической деятельности в условиях широкого использования информационных технологий.

Рабочая программа дисциплины «Параллельные вычисления» способствует приобретению и развитию умений и навыков для решения профессиональных задач при помощи параллельных вычислений, формированию компетентного специалиста.

Рецензент,  
Гусаков В.А.,  
канд. физ. – мат. наук,  
директор ООО «Просвещение-Юг».



*В.А. Гусаков*



**Рецензия**  
на рабочую программу дисциплины  
**«Параллельные вычисления»**  
по направлению подготовки 01.03.01 Математика,  
очной формы обучения.  
Составитель рабочей программы:  
доцент каф. теории функций ФГБОУ ВО «КубГУ» Бирюк А.Э.

Рецензируемая рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.01 Математика.

Тематический план имеет оптимальное распределение часов по разделам и темам по очной форме обучения, в соответствии с учебным планом.

Указан перечень тем и разделов, которые должны изучить слушатели, а также основные требования к уровню подготовки слушателей объему знаний и умений, которым они должны обладать по каждой из перечисленных тем.

Содержащийся перечень тем лабораторных занятий достаточен для формирования уровня подготовки, определенного требованиями ФГОС. В программе приведены оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение.

Профильная направленности в программе реализуется путем использования приобретенных знаний и умений в решениях задач профильной направленности, выполнении исследовательских и проектных работ по своей специальности с использованием математических методов, получения опыта использования математики в содержательных и профессионально значимых ситуациях.

Изучение дисциплины формирует весь необходимый перечень компетенций, предусмотренных ФГОС ВО. Представленная программа содержательна, отвечает требованиям ФГОС ВО по построению и содержанию, поставленным задачам, включает достаточное количество разнообразных элементов, направленных на развитие умственных, творческих способностей обучающегося.

Рецензент,  
Бунякин А.В.,  
канд. физ. – мат. наук,  
доцент кафедры оборудования нефтяных  
и газовых промыслов ФГБОУ ВО КубГТУ.



Подпись Бунякин А.В. удостоверяю  
Начальник отдела  
кадров Русаков Е.Н. Руссу  
«04» 10 2018 г.

Рецензент,  
Гусаков В.А.,  
канд. физ. – мат. наук,  
директор ООО «Просвещение-Юг»

