

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»  
Политехнический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет  
имени М.К. Аммосова» в г. Мирном.  
Кафедра фундаментальной и прикладной математики

Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.04 Вычислительные системы и параллельная обработка данных**

для программы бакалавриата

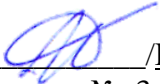
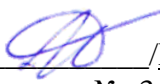

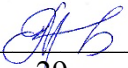
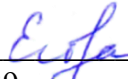
по направлению подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Математическое моделирование и вычислительная математика

Форма обучения: очная

Автор: Якушев Илья Анатольевич, к.ф.-м.н., доцент кафедры фундаментальной и прикладной математики, МПТИ (ф)СВФУ, [Yakushevilya@mail.ru](mailto:Yakushevilya@mail.ru)

|  |   |  |
|--|---|--|
| РЕКОМЕНДОВАНО<br>Заведующий кафедрой<br>фундаментальной и<br>прикладной математики<br><br>_____/Гадоев М.Г.<br>протокол № <u>3</u><br>от «22» февраля 2019 г. | ОДОБРЕНО<br>Заведующий кафедрой<br>фундаментальной и<br>прикладной математики<br><br>_____/Гадоев М.Г.<br>протокол № <u>3</u><br>от «22» февраля 2019 г. | ПРОВЕРЕНО<br>Нормоконтроль в составе<br>ОП пройден<br>Ст.диспетчер УМО<br><br>_____/ Баишева О.Ю.<br>«28» марта 2019 г. |
| Рекомендовано к утверждению в составе ОП<br>Председатель УМС  /Константинова Т.П./<br>протокол УМС № <u>3</u> от «29» марта 2019 г.                           |   | Эксперт УМС<br> /Егорова М.В.<br>«29» марта 2019 г.   |

Мирный 2019

**АННОТАЦИЯ**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**Б1.В.04 Вычислительные системы и параллельная обработка данных**  
Трудоемкость 3 з.е.

**1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины**

Цель освоения: раскрыть смысл ключевых понятий из области параллельных вычислений, сформировать представление о современных параллельных вычислительных архитектурах, моделях, методах и технологиях их программирования, привить навыки работы с современными вычислительными системами.

Задачи дисциплины: приобретение аспирантами базового набора знаний из области параллельных вычислений, а также первичных навыков работы с современными параллельными вычислительными системами.

Краткое содержание дисциплины:

Тема 1. Классификация и основы построения и функционирования многопроцессорные системы и распараллеливание обработки данных.

Надежность, отказоустойчивость производительность многопроцессорных систем и систем параллельной обработки данных. Показатели и характеристики вычислительных систем параллельной обработки данных. Классификация Флинна. Внутрипроцессорный параллелизм. Параллелизм на уровне команд. Внутрипроцессорная многопоточность. Однокристалльные мультипроцессоры. Сопроцессоры. Сетевые процессоры. Мультимедиа-процессоры Криптопроцессоры. Мультипроцессоры. Многоядерные процессоры. Мультипроцессоры и мультикомпьютеры.

Тема 2. Мультипроцессоры и мультикомпьютеры.

Мультипроцессоры и мультикомпьютеры. Семантика памяти. UMA-мультипроцессоры в симметричных мультипроцессорных архитектурах. NUMA-мультипроцессоры. СОМА-мультипроцессоры. Мультикомпьютеры. Коммуникационные сети. Процессоры с массовым параллелизмом. Векторные вычисления. Кластерные вычисления. Кластеры высокой готовности, отказоустойчивые кластеры и кластеры параллельных вычислений. Коммуникационная подсистема кластера. Модели массового обслуживания систем параллельной обработки данных. Сети массового обслуживания.

Практическое занятие 1:

Расчет времени ожидания обработки запросов в кластере.

Практическое занятие 2:

Оптимизация структуры кластера.

Тема 3. Надежность и отказоустойчивость систем параллельной обработки.

Методы обеспечения надежности и отказоустойчивости систем параллельной обработки. Задачи оптимального резервирования. Марковские модели оценки надежности восстанавливаемых систем параллельной обработки. Модели невосстанавливаемых систем. Модели надежности сложных систем. Методы резервирования. Задачи оптимального резервирования. Постановка и решение задачи векторной оптимизации систем параллельной обработка.

Практическое занятие 1-2:

Модели надежности кластерных систем.

Решение задачи векторной оптимизации систем параллельной обработка.

Тема 4. Архитектура центров обработки и хранения данных.

Архитектура центров обработки данных. Архитектура SONA. Кластерная архитектура серверных систем. Организация систем хранения данных. Raid- массивы. Сети хранения данных. DAS, NAS, SAN. Многоуровневая коммуникационная система центров обработки данных. Грид - системы.

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

| Наименование | Планируемые результаты | Индикаторы достижения компетенций | Планируемые результаты | Оценочные |
|--------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|-----------|
|--------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|-----------|

| категории (группы) компетенций | освоения программы (код и содержание компетенции)  |  | обучения по дисциплине   | средства   |
|--------------------------------|--|--|--|--|
| ПК                             | ПК-4. Способность применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и методы параллельной обработки данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии. | ПК-4.1. Знает современные языки программирования и методы параллельной обработки данных. Знаком с содержанием Единого Реестра Российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных.<br>ПК-4.2. Умеет реализовывать численные методы решения прикладных задач в профессиональной сфере деятельности, пакеты программного обеспечения, операционные системы, электронные библиотеки, сетевые технологии.<br>ПК-4.3. Имеет практический опыт разработки интеграции информационных систем | <b>Знать</b> некоторые основные понятия и свойства изучаемых моделей случайных экспериментов.<br><b>Уметь</b> У1 с погрешностями.<br><b>Владеть</b> некоторыми основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях | Контрольная работа, вопросы к устному опросу, тест |

### 1.3. Место дисциплины в структуре ОПОП

| Индекс  | Наименование дисциплины (модуля), практики             | Семестр изучения | Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик |   |
|---------|--|------------------|---|---|
|         |  |                  | на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)  | для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой  |
| Б1.В.04 | Вычислительные системы и параллельная обработка данных | 6                | Б1.О.24 Языки и методы программирования (Практикум на ЭВМ)  | Б1.В.ДВ.08.01 Теоретические основы компьютерной безопасности<br>Б1.В.ДВ.08.02 Защита информации<br>Б1.О.35 Системы программирования |

### 1.4. Язык преподавания: Русский

**2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Выписка из учебного плана:

|   |  |  |
|---|--|--|
| Код и название дисциплины по учебному плану   | Б1.В.04 Вычислительные системы и параллельная обработка данных |  |
| Курс изучения   | 3  |  |
| Семестр(ы) изучения   | 6  |  |
| Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)  | Зачет  |  |
| Курсовой проект/ курсовая работа (указать вид работы при наличии в учебном плане), семестр выполнения | -  |  |
| Трудоемкость (в ЗЕТ)  | 3  |  |
| Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:  | 108  |  |
| <b>№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:</b>                              | Объем аудиторной работы, в часах                               | В т.ч. с применением ДОТ или ЭО, в часах |
| Объем работы (в часах) (1.1. +1.2. +1.3.):  | 56   | -  |
| 1.1. Занятия лекционного типа (лекции)  | 17   | -  |
| 1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:  | 34   | -  |
| - семинары (практические занятия, коллоквиумы и т.п.)   | 34   | -  |
| - лабораторные работы   | -  | -  |
| - практикумы  | -  | -  |
| 1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)  | 5  | -  |
| <b>№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)</b>   | 52   |  |
| <b>№3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане)</b>                         | -  |  |

### 3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 3.1. Распределение часов по темам и видам учебных занятий

| Тема   | Всего часов | Контактная работа, в часах |                               |  |                               |                     |                               |            |                               |                    | Часы СРС  |
|--|-------------|----------------------------|-------------------------------|--|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------|-------------------------------|--------------------|-----------|
|  |             | Лекции                     | из них с применением ЭО и ДОТ | Семинары (практические занятия, коллоквиумы) | из них с применением ЭО и ДОТ | Лабораторные работы | из них с применением ЭО и ДОТ | Практикумы | из них с применением ЭО и ДОТ | КСР (консультации) |           |
| Классификация и основы построения и функционирования многопроцессорные системы и распараллеливание обработки данных. | 26          | 4                          | -                             | 8  | -                             | -                   | -                             | -          | -                             | 1                  | 13        |
| Мультипроцессоры и мультимикомпьютеры.   | 27          | 4                          | -                             | 8  | -                             | -                   | -                             | -          | -                             | 2                  | 13        |
| Надежность и отказоустойчивость систем параллельной обработки.   | 28          | 5                          | -                             | 9  | -                             | -                   | -                             | -          | -                             | 1                  | 13        |
| Архитектура центров обработки и хранения данных.   | 28          | 5                          | -                             | 9  | -                             | -                   | -                             | -          | -                             | 1                  | 13        |
| <b>Всего часов</b>   | <b>108</b>  | <b>17</b>                  |                               | <b>34</b>                                    |                               |                     |                               |            |                               | <b>5</b>           | <b>52</b> |

#### 3.2. Содержание тем программы дисциплины

##### Тема 1. Классификация и основы построения и функционирования многопроцессорные системы и распараллеливание обработки данных.

Надежность, отказоустойчивость производительность многопроцессорных систем и систем параллельной обработки данных. Показатели и характеристики вычислительных систем параллельной обработки данных. Классификация Флинна. Внутрипроцессорный параллелизм. Параллелизм на уровне команд. Внутрипроцессорная многопоточность. Однокристалльные мультипроцессоры. Сопроцессоры. Сетевые процессоры. Мультимедиа-процессоры Криптопроцессоры. Мультипроцессоры. Многоядерные процессоры. Мультипроцессоры и мультимикомпьютеры.

##### Тема 2. Мультипроцессоры и мультимикомпьютеры.

Мультипроцессоры и мультимикомпьютеры. Семантика памяти. UMA-мультипроцессоры в симметричных мультипроцессорных архитектурах. NUMA-мультипроцессоры. COMA-мультипроцессоры. Мультимикомпьютеры. Коммуникационные сети. Процессоры с массовым параллелизмом. Векторные вычисления. Кластерные вычисления. Кластеры высокой готовности, отказоустойчивые кластеры и кластеры параллельных вычислений. Коммуникационная подсистема

кластера. Модели массового обслуживания систем параллельной обработки данных. Сети массового обслуживания.

Практическое занятие 1:

Расчет времени ожидания обработки запросов в кластере.

Практическое занятие 2:

Оптимизация структуры кластера.

### **Тема 3. Надежность и отказоустойчивость систем параллельной обработки.**

Методы обеспечения надежности и отказоустойчивости систем параллельной обработки. Задачи оптимального резервирования. Марковские модели оценки надежности восстанавливаемых систем параллельной обработки. Модели невосстанавливаемых систем. Модели надежности сложных систем. Методы резервирования. Задачи оптимального резервирования. Постановка и решение задачи векторной оптимизации систем параллельной обработка.

Практическое занятие 1-2:

Модели надежности кластерных систем.

Решение задачи векторной оптимизации систем параллельной обработка.

### **Тема 4. Архитектура центров обработки и хранения данных.**

Архитектура центров обработки данных. Архитектура SONA. Кластерная архитектура серверных систем. Организация систем хранения данных. Raid- массивы. Сети хранения данных. DAS, NAS, SAN. Многоуровневая коммуникационная система центров обработки данных. Грид - системы.

### **3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии**

При проведении занятий применяется игровое проектирование, компьютерная симуляция, дискуссия.

## **4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1. Подготовка к лабораторным занятиям.
2. Самостоятельное изучение отдельных вопросов в соответствии со структурой дисциплины, составление конспектов.
3. Самостоятельное выполнение лабораторных работ.
4. Подготовка к тестированию, аудиторной контрольной работе.
5. Выполнение домашних заданий.
6. Подготовка к промежуточной аттестации.

### **Содержание СРС**

| №  | Наименование раздела (темы) дисциплины   | Вид СРС  | Трудоемкость (в часах) | Формы и методы контроля |
|----|--|--|------------------------|-------------------------|
| 1. | Классификация и основы построения и функционирования многопроцессорные системы и распараллеливание обработки данных. | Проработка материала.<br>Выполнение индивидуальных заданий | 13                     | Оценка по БРС           |
| 2. | Мультипроцессоры и мультимпьютеры.   | Проработка материала.<br>Выполнение индивидуальных заданий | 13                     | Оценка по БРС           |
| 3. | Надежность и отказоустойчивость систем параллельной обработки.   | Проработка материала.<br>Выполнение индивидуальных заданий | 13                     | Оценка по БРС           |
| 4. | Архитектура центров обработки и хранения   | Проработка материала.<br>Выполнение                        | 13                     | Оценка по БРС           |

|    |             |                        |           |  |
|----|-------------|------------------------|-----------|--|
|    | данных.     | индивидуальных заданий |           |  |
| 5. | Всего часов |                        | <b>52</b> |  |

## 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Балльно-рейтинговая система по дисциплине

Рейтинговый регламент по дисциплине:

| Вид выполняемой учебной работы<br>(контролирующие мероприятия) | Количество баллов (min) | Количество баллов (max) |
|--|-------------------------|-------------------------|
| Посещение занятий  | 20                      | 40                      |
| Выполнение СРС   | 20                      | 30                      |
| Активное участие на занятиях                                   | 20                      | 30                      |
| <b>Количество баллов для получения зачета (min-max)</b>        | <b>60</b>               | <b>100</b>              |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

| Коды оцениваемых компетенций | Индикаторы достижения компетенций  | Показатель оценивания (дескриптор) (по П.1.2.РПД)  | Уровни освоения | Критерий оценивания   | Оценка            |
|------------------------------|--|--|-----------------|---|-------------------|
| ПК-4.                        | ПК-4. Способность применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и методы параллельной обработки данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии. | ПК-4.1. Знает современные языки программирования и методы параллельной обработки данных. Знаком с содержанием Единого Реестра Российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных.<br>ПК-4.2. Умеет реализовывать численные методы решения прикладных задач в профессиональной сфере деятельности, пакеты программного обеспечения, операционные системы, электронные библиотеки, сетевые технологии.<br>ПК-4.3. Имеет практический опыт | Высокий         | Освоены все компетенции. Студент показывает отличные теоретические и практические знания по дисциплине. | отлично           |
|                              |  |  | Базовый         | Студент показывает хорошие знания по дисциплине. Может применять полученные знания.                     | хорошо            |
|                              |  |  | Минимальный     | Студент показывает хорошие теоретические знания.  | удовлетворительно |

|  |   |            |   |                     |
|--|---|------------|---|---------------------|
|  | разработки интеграции информационных систем | Не освоены | Знания студента по дисциплине минимальны. | неудовлетворительно |
|--|---|------------|---|---------------------|

6.2. Типовые контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

| Коды оцениваемых компетенций | Индикаторы достижения компетенций  | Оцениваемый показатель (ЗУВ)   | Тема   | Образец типового (тестового или практического) задания (вопроса)   |
|------------------------------|--|--|--|--|
| ПК-4.                        | ПК-4. Способность применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и методы параллельной обработки данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии. | ПК-4.1. Знает современные языки программирования и методы параллельной обработки данных. Знаком с содержанием Единого Реестра Российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных.<br>ПК-4.2. Умеет реализовывать численные методы решения прикладных задач в профессиональной | Классификация и основы построения функционирования многопроцессорные системы и распараллеливание обработки данных. | 1. Классификация и основы построения функционирования многопроцессорные системы.<br>2. Организация распараллеливание обработки данных.<br>3. Надежность, отказоустойчивость производительность многопроцессорных систем и систем параллельной обработки данных.<br>4. Показатели характеристики вычислительных систем параллельной обработки данных.<br>5. Классификация Флинна.<br>6. Внутрипроцессорный параллелизм.<br>7. Параллелизм на уровне команд. |
|                              |  |  | Мультипроцессоры и мультимпьютеры.   |  |
|                              |  |  | Надежность и отказоустойчивость систем параллельной обработки.   |  |
|                              |  | Архитектура центров обработки и хранения данных.   |  |  |



|  |  |   |  |   |
|--|--|---|--|---|
|  |  | <p>сфере деятельности, пакеты программного обеспечения, операционные системы, электронные библиотеки, сетевые технологии. ПК-4.3. Имеет практический опыт разработки интеграции информационных систем</p> |  | <p>8. Внутрипроцессорная многопоточность.<br/> 9. Однокристалльные мультипроцессоры.<br/> 10. Сопроцессоры.<br/> 11. Сетевые процессоры.<br/> 12. Мультимедиа-процессоры.<br/> 13. Мультипроцессоры.<br/> 14. Многоядерные процессоры.<br/> 15. Мультипроцессоры и мультикомпьютеры.<br/> 16. UMA-мультипроцессоры.<br/> 17. симметричные мультипроцессорные архитектуры.<br/> 18. NUMA-мультипроцессоры.<br/> 19. COMA-мультипроцессоры.<br/> 20. Мультикомпьютеры.<br/> 21. Коммуникационные сети.<br/> 22. Процессоры с массовым параллелизмом.<br/> 23. Векторные вычисления.<br/> 24. Кластерные вычисления.<br/> 25. Кластеры высокой готовности.<br/> 26. Отказоустойчивые кластеры.<br/> 27. Кластеры параллельных вычислений.<br/> 28. Модели массового обслуживания систем параллельной обработки данных. Коммуникационная подсистема кластера.<br/> 29. Расчет времени ожидания обработки запросов в кластере.<br/> 30. Оптимизация структуры кластера.<br/> 31. Надежность и отказоустойчивость систем параллельной обработки.<br/> 32. Методы обеспечения надежности и отказоустойчивости систем параллельной обработки. Задачи оптимального резервирования.<br/> 33. Марковские модели оценки надежности восстанавливаемых систем</p> |
|--|--|---|--|---|

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  | параллельной обработки.<br>34. Модели невосстанавливаемых систем.<br>35. Модели надежности сложных систем.<br>36. Методы резервирования.<br>37. Задачи оптимального резервирования.<br>38. Постановка и решение задачи векторной оптимизации систем параллельной обработки.<br>39. Модели надежности кластерных систем.<br>40. Задачи векторной оптимизации систем параллельной обработки.<br>41. Архитектура центров обработки и хранения данных.<br>42. Архитектура центров обработки данных.<br>43. Архитектура SONA.<br>44. Кластерная архитектура серверных систем.<br>45. Организация систем хранения данных.<br>46. Raid- массивы.<br>47. Сети хранения данных.<br>48. DAS, NAS, san.<br>49. Многоуровневая коммуникационная система центров обработки данных.<br>50. Грид - системы. |
|--|--|--|--|

### 6.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания

Промежуточный контроль является заключительным занятием по основным разделам программы в виде контрольной работы в виде практических задач.

Итоговый контроль проводится в виде зачета. На зачете студенты получают теоретические и практические задания.

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

| №                                | Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов                       | Наличие грифа, вид грифа | МПТИ(ф) СВФУ, кафедральная библиотека и кол-во экземпляров | Электронные издания: точка доступа к ресурсу (наименование ЭБС, ЭБ СВФУ)  |
|----------------------------------|---|--------------------------|--|---|
| <b>Основная литература</b>       |   |                          |  |   |
| 1                                | Галас В.П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. Часть 1. Вычислительные системы учебник Владимир : ВГУ им. А.Г. и Н.Г. Столетовых 2016    | УМО                      | 18   | <a href="http://www.iprbookshop.ru/57363.html">http://www.iprbookshop.ru/57363.html</a>   |
| 2                                | Медведев Д.М. Структуры и алгоритмы обработки данных в системах автоматизации и управления учебное пособие Саратов : Ай Пи Эр Медиа 2018              |                          | 18   | <a href="http://www.iprbookshop.ru/71591.html">http://www.iprbookshop.ru/71591.html</a>   |
| <b>Дополнительная литература</b> |   |                          |  |   |
| 1                                | Филиппов М.В. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации учебное пособие Волгоград : Волгоградский институт бизнеса 2014                         |                          | 18   | <a href="http://www.iprbookshop.ru/56030.html">http://www.iprbookshop.ru/56030.html</a>   |
| 2                                | Волкова, Т. В. Разработка систем распределенной обработки данных учебно-методическое пособие Оренбург : Оренбургский государственный университет 2012 |                          | 18   | <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=259371">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=259371</a> |

**8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть-Интернет), необходимых для освоения дисциплины**

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
2. ЭБС IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

**9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Занятия проводятся в компьютерном классе, оборудованным ПК, интерактивной доской, специальным оборудованием для создания и воспроизведения мультимедиа.

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

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

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- использование на занятиях электронных изданий;
- использование специализированных и офисных программ.

**10.2. Перечень программного обеспечения**

Пакет локальных офисных программ для работы с документами (лицензия № 62235736 от 06.08.2013 г.) АО «СофтЛайн Интернет Трейд» на право использование программ для ЭВМ: Microsoft (Windows, Office).

**10.3. Перечень информационных справочных систем**

Консультант, Гарант

