



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель образовательной программы

А.С. Величко

«15» июля 2017 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
математических методов в экономике

А.С. Величко

«15» июля 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Параллельные и распределенные вычисления

**Направление подготовки 01.04.04 Прикладная математика**

магистерская программа «Аналитические, социальные и экономические сети»

**Форма подготовки очная**

курс 2 семестр 1

лекции не предусмотрены

практические занятия 0 час.

лабораторные работы 36 час.

в том числе с использованием МАО лек. 0 час. / пр. 0 час. / лаб. 36 час.

всего часов аудиторной нагрузки 36 час.

в том числе с использованием МАО 36 час.

контроль самостоятельной работы 36 час.

самостоятельная работа 72 час.

в том числе на подготовку к экзамену 36 час.

контрольные работы (количество) 3

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет не предусмотрен

экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 07.07.2015 № 12-13-1282

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математических методов в экономике, протокол №16 от «15» июля 2017 г.

Заведующий кафедрой математических методов в экономике, к.ф.-м.н., доцент А.С. Величко

Составитель:

доцент кафедры математических методов в экономике к.ф.-м.н., доцент А.С. Величко

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Параллельные и распределенные вычисления» предназначена для студентов направления подготовки 01.04.04 «Прикладная математика», магистерская программа «Аналитические, социальные и экономические сети».

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа). Дисциплина реализуется на 2 курсе в 1-м семестре. Дисциплина входит в обязательные дисциплины вариативной части блока «Дисциплины (модули)».

Дисциплина основана на знаниях, полученных студентом в курсах информатики, программирования на ЭВМ.

Особенности построения курса: лабораторные работы (36 часов), контроль самостоятельной работы (36 часов), самостоятельная работа (36 часов), подготовка к экзамену (36 часов).

Содержание дисциплины охватывает следующий круг вопросов: многопроцессорные вычислительные системы и основы параллельной обработки данных, основы параллельного программирования с использованием операций библиотеки функций «Message passing interface» (MPI).

**Цель** - на основе актуальной научной литературы в области высокопроизводительных и распределенных вычислительных технологий изучить и научиться использовать алгоритмы и методы параллельной обработки данных для прикладных задач; изучить соответствующее программное обеспечение, библиотеки, пакеты программ и инструментальные средства; научиться применять современные суперкомпьютеры в проводимых исследованиях.

### **Задачи:**

развитие способности

- способностью ориентироваться в постановке задачи и определять, каким образом следует искать средства ее решения;

- способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов
- разрабатывать наукоемкое программное обеспечение работы конкретного предприятия.

Для успешного изучения дисциплины «Параллельные и распределенные вычисления» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования;
- способностью использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач на электронных вычислительных машинах, отлаживать, тестировать прикладное программное обеспечение.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общекультурные, общепрофессиональные, профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК 4 - способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов	Знает	характеристики архитектуры вычислительных средств и свойства знаковых систем, лежащих в их основе; ограничения возможностей классических архитектур ЭВМ и основные направления развития информационных технологий на основе высокопараллельных вычислительных сред
	Умеет	оценивать возможности архитектурных решений и соответствие задачам создания и развития информационных технологий в современных и перспективных приложениях
	Владеет	навыками применения знаний для решения конкретных задач в области разработки перспективных информационных технологий
ПК-8 - способность разрабатывать наукоемкое программное	Знает	основы математического аппарата описания процессов; возможности перспективных информационных технологий, построенных на базе развитых знаковых систем в составе

обеспечение работы конкретного предприятия		поточковых формализмов
	Умеет	обоснованно выбирать архитектурные решения для реализации конкретных задач и информационных технологий
	Владеет	навыками разработки программных приложений, ориентированных на реализацию распределенной обработки на сетях общего пользования

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Параллельные и распределенные вычисления» применяются неимитационные методы активного/интерактивного обучения: выполнение проектов с использованием компьютерных технологий и специализированного программного обеспечения.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

не предусмотрена

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Лабораторные работы (36 часов)**

**Лабораторная работа № 1. Архитектура многопроцессорных вычислительных систем (4 часа).**

**Лабораторная работа № 2. Измерение эффективности параллельных программ (2 часа).**

**Лабораторная работа № 3. Основы работы в ОС Linux (4 часа).**

**Лабораторная работа № 4. Программирование операций межточечных взаимодействий в MPI (8 часа).**

**Лабораторная работа № 5. Коллективные операции в МРІ (6 часов).**

**Лабораторная работа № 6. Распределенные операции в МРІ (12 часов).**

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Параллельные и распределенные вычисления» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

Контролируемые разделы дисциплины, этапы формирования компетенций, виды оценочных средств, зачетно-экзаменационные материалы, комплекты оценочных средств для текущей аттестации, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гергель В.П.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2007.— 423 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16100>.
2. Федотов И.Е. Приемы параллельного программирования [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Федотов И.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Российский новый университет, 2009.— 184 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21300>.
3. Федотов И.Е. Модели параллельного программирования [Электронный ресурс]/ Федотов И.Е. - Электрон. текстовые данные. - М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2012 - 384 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20877>.
4. Линева А.В. Технологии параллельного программирования для процессоров новых архитектур : учебник для вузов / А. В. Линева, Д. К. Боголепов, С. И. Бахраков ; под ред. В. П. Гергеля ; Нижегородский государственный университет. – М.: Изд-во Московского университета, 2010. – 151 с.
5. Практикум по методам параллельных вычислений : учебник для вузов / А. В. Старченко, Е. А. Данилкин, В. И. Лаева [и др.] ; под ред. А. В. Старченко ; Томский государственный университет. – М.: Изд-во Московского университета , 2010. – 199 с.

### **Дополнительная литература**

*(печатные и электронные издания)*

1. Энтони Уильямс Параллельное программирование на C++ в действии. Практика разработки многопоточных программ [Электронный ресурс] :

- учебное пособие. - М. : ДМК Пресс, 2012. - 672 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4813](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4813).
2. Богачев К.Ю. Основы параллельного программирования [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Богачев К.Ю. - Электрон. текстовые данные. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 342 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20702>.
  3. Бойдо В.Л. Архитектура ЭВМ и систем : учебник для вузов / В. Л. Бойдо, О. П. Ильина., 2-е изд., СПб.: Питер, 2009. – 720 с.

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети  
«Интернет»**

1. Информационно-аналитический центр по параллельным вычислениям. Раздел «Учебные материалы». URL: <http://www.parallel.ru/info/education/>.
2. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI : Учебное пособие. - М.: Изд-во МГУ, 2004. URL: <http://parallel.ru/info/parallel/antonov/>.
3. Гергель В.П. Многопроцессорные вычислительные системы и параллельное программирование / НижГу. - Нижний Новгород. URL: <http://www.software.unn.ac.ru/ccam/?doc=14>.
4. Немнюгин С.А. Средства программирования для многопроцессорных вычислительных систем / СПбГУ. - СПб., 2007. URL: <http://www.phys.spbu.ru/library/studentlectures/nemnugin/nemnugin>.
5. Шпаковский Г.И. и др. Применение технологии MPI в GRID. - Мн.: БГУ, 2008. URL: <http://www.cluster.bsu.by/download/ShakovskiLectArchHPC.pdf>.
6. Шпаковский Г.И. Параллельное программирование и аппаратура. - Минск : БГУ, 2012. URL: <http://www.cluster.bsu.by/download/book9.pdf>.
7. Букатов А.А., Дацюк В.Н., Жегуло А.И. Многопроцессорные системы

- и параллельное программирование / РГГУ. - Ростов, 2003. URL: <http://rsusu1.rnd.runnet.ru/tutor/method/index.html>.
8. Богданов А.В., Станкова Е.Н., Мареев В.В., Корхов В.В. Архитектуры и топологии МВС / Интернет-университет информационных технологий. - М., 2004. URL: <http://www.intuit.ru/department/hardware/atmcs/>.
9. Шпаковский Г.И., Серикова Н.В. Программирование для многопроцессорных систем в стандарте MPI. - Минск : БГУ, 2002. URL: [http://www.cluster.bsu.by/download/book\\_PDF.pdf](http://www.cluster.bsu.by/download/book_PDF.pdf).

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используется свободно распространяемое программное обеспечение: компилятор языка Си, OpenMPI, Octave с модулем «MPI».

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины, описание последовательности действий обучающихся**

Освоение дисциплины следует начинать с изучения рабочей учебной программы, которая содержит основные требования к знаниям, умениям и навыкам. Обязательно следует учитывать рекомендации преподавателя, данные в ходе установочных занятий. Затем – приступать к изучению отдельных разделов и тем в порядке, предусмотренном программой.

Получив представление об основном содержании раздела, темы, необходимо изучить материал с помощью рекомендуемой основной литературы. Целесообразно составить краткий конспект или схему, отображающую смысл и связи основных понятий данного раздела и



включенных в него тем. Обязательно следует записывать возникшие вопросы, на которые не удалось ответить самостоятельно.

Подготовку к началу обучения включает несколько необходимых пунктов:

1) Необходимо создать для себя рациональный и эмоционально достаточный уровень мотивации к последовательному и планомерному изучению дисциплины.

2) Необходимо изучить список рекомендованной основной и дополнительной литературы и убедиться в её наличии у себя дома или в библиотеке в бумажном или электронном виде.

3) Необходимо иметь «под рукой» специальные и универсальные словари, справочники и энциклопедии, для того, чтобы постоянно уточнять значения используемых терминов и понятий. Пользование словарями и справочниками необходимо сделать привычкой. Опыт показывает, что неудовлетворительное усвоение предмета зачастую коренится в неточном, смутном или неправильном понимании и употреблении понятийного аппарата учебной дисциплины.

4) Желательно в самом начале периода обучения возможно тщательнее спланировать время, отводимое на работу с источниками и литературой по дисциплине, представить этот план в наглядной форме (график работы с датами) и в дальнейшем его придерживаться, не допуская срывов графика индивидуальной работы и «аврала» в предсессионный период. Пренебрежение этим пунктом приводит к переутомлению и резкому снижению качества усвоения учебного материала.

### **Рекомендации по работе с литературой**

1) Всю учебную литературу желательно изучать «под конспект». Чтение литературы, не сопровождаемое конспектированием, даже пусть самым кратким – бесполезная работа. Цель написания конспекта по

дисциплине – сформировать навыки по поиску, отбору, анализу и формулированию учебного материала.

2) Написание конспекта должно быть творческим – нужно не переписывать текст из источников, но пытаться кратко излагать своими словами содержание ответа, при этом максимально структурируя конспект, используя символы и условные обозначения. Копирование и «заучивание» неосмысленного текста трудоемко и по большому счету не имеет большой познавательной и практической ценности.

3) При написании конспекта используется тетрадь, поля в которой обязательны. Страницы нумеруются, каждый новый вопрос начинается с нового листа, для каждого экзаменационного вопроса отводится 1-2 страницы конспекта. На полях размещается вся вспомогательная информация – ссылки, вопросы, условные обозначения и т.д.

4) В итоге данной работы «идеальным» является полный конспект по программе дисциплины, с выделенными определениями, узловыми пунктами, примерами, неясными моментами, проставленными на полях вопросами.

5) При работе над конспектом обязательно выявляются и отмечаются трудные для самостоятельного изучения вопросы, с которыми уместно обратиться к преподавателю при посещении установочных лекций и консультаций, либо в индивидуальном порядке.

6) При чтении учебной и научной литературы всегда следить за точным и полным пониманием значения терминов и содержания понятий, используемых в тексте. Всегда следует уточнять значения по словарям или энциклопедиям, при необходимости записывать.

7) При написании учебного конспекта обязательно указывать все прорабатываемые источники, автор, название, дата и место издания, с указанием использованных страниц.

**Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине: экзамену**

К аттестации допускаются студенты, которые систематически в течение всего семестра посещали и работали на занятиях и показали уверенные знания в ходе выполнения практических заданий и лабораторных работ.

Непосредственная подготовка к аттестации осуществляется по вопросам, представленным в рабочей учебной программе. Тщательно изучите формулировку каждого вопроса, вникните в его суть, составьте план ответа. Обычно план включает в себя:

- определение сущности рассматриваемого вопроса, основных положений, утверждений, определение необходимости их доказательства;
- запись обозначений, формул, необходимых для полного раскрытия вопроса;
- графический материал (таблицы, рисунки, графики), необходимые для раскрытия сущности вопроса;
- роль и значение рассматриваемого материала для практической деятельности, примеры использования в практической деятельности.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходима лекционная аудитория мультимедийного типа (мультимедийный проектор, настенный экран, документ-камера) и компьютерный класс с персональными компьютерами с доступом в сеть «Интернет».



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Параллельные и распределенные вычисления»**

**Направление подготовки 01.04.04 Прикладная математика**

**магистерская программа «Аналитические, социальные и экономические  
сети»**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток  
2017**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	4 неделя	Повторение теоретического и практического материала дисциплины, заслушиваемого и конспектируемого в ходе аудиторных занятий; изучение основной и дополнительной литературы, указанной в рабочей учебной программе дисциплины, самоконтроль ответов на основные проблемные вопросы по темам занятий	8 часов	Собеседование
2	6 неделя	Самостоятельный разбор заданий и задач, решаемых на практических занятиях; самостоятельный повтор действий, осуществляемых в ходе выполнения лабораторных работ, в том числе при работе со специальным программным обеспечением	4 часа	Проект
3	10 неделя	Повторение теоретического и практического материала дисциплины, заслушиваемого и конспектируемого в ходе аудиторных занятий; изучение основной и дополнительной литературы, указанной в рабочей учебной программе дисциплины, самоконтроль ответов на основные проблемные вопросы по темам занятий	8 часов	Собеседование
4	12 неделя	Самостоятельный разбор заданий и задач, решаемых на практических занятиях; самостоятельный повтор действий, осуществляемых в ходе выполнения лабораторных работ,	4 часа	Проект

		в том числе при работе со специальным программным обеспечением		
5	16 неделя	Повторение теоретического и практического материала дисциплины, заслушиваемого и конспектируемого в ходе аудиторных занятий; изучение основной и дополнительной литературы, указанной в рабочей учебной программе дисциплины, самоконтроль ответов на основные проблемные вопросы по темам занятий	8 часов	Собеседование
6	18 неделя	Самостоятельный разбор заданий и задач, решаемых на практических занятиях; самостоятельный повтор действий, осуществляемых в ходе выполнения лабораторных работ, в том числе при работе со специальным программным обеспечением	4 часа	Проект

## Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

1. Разобрать первую параллельную программу MPI для определения каждым процессом количества процессов и своего ранга. Дополнить программу процедурой записи каждым процессом сообщения о своем ранге в отдельный файл (воспользоваться функциями `fopen`, `fprintf`, `fclose`). Дополнить программу измерением времени выполнения процесса.

Текст программы:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <mpi.h>
#include <time.h>

int main(int argc, char **argv)
{
    int size, rank;
    FILE *f;
    char str[10];
    double t;
    struct timeval *time0, *time1;
    time0=(struct timeval*)malloc(sizeof(struct timeval));
    time1=(struct timeval*)malloc(sizeof(struct timeval));
    MPI_Status status;
    MPI_Init(&argc, &argv);
    MPI_Comm_size(MPI_COMM_WORLD, &size);
    MPI_Comm_rank(MPI_COMM_WORLD, &rank);
    gettimeofday(time0, NULL);
    t=MPI_Wtime();
    sprintf(str, "output%d", rank);
    f=fopen(str, "w");
    fprintf(f, "size=%d\n", size);
    fprintf(f, "rank=%d\n", rank);
    fclose(f);
    t=MPI_Wtime()-t;
    printf("t=%e ", t);
    gettimeofday(time1, NULL);
```

```

printf("time=%f\n",time1->tv_sec-time0-
>tv_sec/1.+time1->tv_usec/1.e6-time0->tv_usec/1.e6);
MPI_Finalize();
}

```

2. Написать программу, реализующую межточечные взаимодействия между процессорами: "один каждому" (вычислительная модель "клиент-сервер"), "каждый каждому" (одноранговая вычислительная модель) с помощью функций MPI\_Send, MPI\_Recv, MPI\_Sendrecv).

Текст программы:

```

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <mpi.h>
#include <string.h>

int main(int argc, char **argv)
{
int size, rank;
MPI_Status status;
MPI_Init(&argc,&argv);
MPI_Comm_size(MPI_COMM_WORLD,&size);
MPI_Comm_rank(MPI_COMM_WORLD,&rank);
if(rank==0)
{
int *i1;
char *c1;
int j,r;
i1=(int*)malloc(10*sizeof(int));
c1=(char*)malloc(28*sizeof(char));
c1="Hello, thanks for waiting!!!";
for(j=0;j<=9;j++)
{
i1[j]=j;
}
for(j=1;j<=5;j++)
{
MPI_Send(i1,10,MPI_INT,j,0,MPI_COMM_WORLD);

```



```

MPI_Sendrecv(c1,28,MPI_CHAR,j,1,&r,1,MPI_INT,j,0,MPI_COMM_WORLD,&status);
    printf("Ранг=%d\n",r);
}
}
if(rank!=0)
{
    FILE *f;
    int *i1, i;
    char *name;
    char *c1;
    int r;
    r=rank;
    c1=(char*)malloc(28*sizeof(char));
    name=(char*)malloc(5*sizeof(char));
    i1=(int*)malloc(10*sizeof(int));

MPI_Sendrecv(&r,1,MPI_INT,0,0,c1,28,MPI_CHAR,0,1,MPI_COMM_WORLD,&status);
    sprintf(name,"proc%d",rank);
    f=fopen(name,"w");
    MPI_Recv(i1,10,MPI_INT,0,0,MPI_COMM_WORLD,&status);
    fprintf(f,"Номер процесса=%d\nЗначение c1=%s\n",rank,c1);
    fprintf(f,"Номер процесса=%d\nЗначение i1=",rank);
    for(i=0;i<=9;i++){
        fprintf(f,"-",i1[i]);
    }
    fclose(f);
}
MPI_Finalize();
}

```

3. Написать программу, реализующую коллективные функции MPI (MPI\_Gather, MPI\_Scatter).

```

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

```

```

#include <mpi.h>
#include <string.h>

int main(int argc, char **argv)
{
    int size, rank;
    MPI_Status status;
    MPI_Init(&argc, &argv);
    MPI_Comm_size(MPI_COMM_WORLD, &size);
    MPI_Comm_rank(MPI_COMM_WORLD, &rank);

    int i;
    int sendarray[10];
    int root;
    int *rbuf;
    int size_t=strlen("This is the spam message!!!");;
    char *str_recive, str[size_t*size];
    root=0;
    str_recive=(char*)malloc(size_t*sizeof(char));
    if(rank==root)
    {
        rbuf=(int*)malloc(10*size*sizeof(int));
        strcpy(str, "This is the spam message!!!");
        if(size>=2)
            for(i=1; i<size; i++)
                strcat(str, "This is the spam message!!!");
    }
    for(i=0; i<=9; i++)
        sendarray[i]=i;

    MPI_Scatter(str, size_t, MPI_CHAR, str_recive, size_t, MPI_C
HAR, root, MPI_COMM_WORLD);

    MPI_Gather(sendarray, 10, MPI_INT, rbuf, 10, MPI_INT, root, MP
I_COMM_WORLD);
    printf("Процесс           %d           получил
сообщение:%s\n", rank, str_recive);
    if(rank==root)
    {

```

```

int j;
printf("\nArray=");
for (j=0;j<=(10*size-1);j++)
{
    printf("-", rbuf[j]);
}
printf("\n");
}
MPI_Finalize();
}

```

### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Самостоятельная работа включает в себя повторение теоретического и практического материала дисциплины, заслушиваемого и конспектируемого в ходе аудиторных занятий; изучение основной и дополнительной литературы, указанной в рабочей учебной программе дисциплины, самоконтроль ответов на основные проблемные вопросы по темам занятий; самостоятельный разбор заданий и задач, решаемых на практических занятиях; самостоятельный повтор действий, осуществляемых в ходе выполнения лабораторных работ, в том числе при работе со специальным программным обеспечением.

Результаты самостоятельной работы представляются и оформляются в виде ответов на основные положения теоретического и практического материала дисциплины по темам; письменного разбора процесса решения практических заданий и задач; собственных действий, осуществляемых в ходе выполнения лабораторных работ.

В случае подготовки слайдов для защиты проекта, они должны быть контрастными (рекомендуется черный цвет шрифта на светлом фоне), кегль текста слайдов – не менее 22pt, заголовков – 32pt. Основная цель использования слайдов - служить вспомогательным инструментом к подготовленному выступлению, цитирование больших фрагментов текста на слайдах не допускается. Приветствуется использование рисунков, графиков, таблиц, интерактивного материала, однако, следует предусмотреть выбор цвета и толщину линий.

Слайды должны содержать титульный лист, цели и задачи (не более 2-х слайдов с обзором актуальности, новизны, теоретической и практической значимости работы), основные публикации с их кратким обзором (1-2 слайда), формальную постановку задачи и формулировку моделей (1-2

слайда), краткое тезисное (!) изложение ключевых положений работы (разумное количество слайдов с учетом общего времени выступления), заключение (с изложением результатов работы, подведением выводов, обсуждением практического использования работы, возможностей проведения дальнейших исследований и разработок в данной области).

Как правило, 12-15 слайдов оказывается достаточным для полного представления работы.

### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

Общие критерии оценки выполнения самостоятельной работы – правильность ответов на вопросы по темам теоретической части дисциплины, верность получаемых ответов в ходе решения практических заданий и задач, достижение правильного результата при осуществлении собственных действий по лабораторным работам.

Оценивание знаний в форме собеседования проводится по критериям:

- логичность изложения, знание и понимание основных аспектов и дискуссионных проблем по теме;
- владение методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов по теме.

Оценивание знаний в форме проекта проводится по критериям:

- завершенность и полнота выполненных заданий в рамках проекта;
- владение методами и приемами решения конкретных задач и самостоятельность использования специализированного программного обеспечения;
- качество оформления письменного отчета в соответствии с правилами и стандартами оформления.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Параллельные и распределенные вычисления»  
Направление подготовки 01.04.04 Прикладная математика  
магистерская программа «Аналитические, социальные и экономические  
сети»  
Форма подготовки очная

Владивосток  
2017

**Паспорт  
фонда оценочных средств  
по дисциплине «Параллельные и распределенные вычисления»**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК 4 - способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов	Знает	характеристики архитектуры вычислительных средств и свойства знаковых систем, лежащих в их основе; ограничения возможностей классических архитектур ЭВМ и основные направления развития информационных технологий на основе высокопараллельных вычислительных сред
	Умеет	оценивать возможности архитектурных решений и соответствие задачам создания и развития информационных технологий в современных и перспективных приложениях
	Владеет	навыками применения знаний для решения конкретных задач в области разработки перспективных информационных технологий
ПК-8 - способность разрабатывать наукоемкое программное обеспечение работы конкретного предприятия	Знает	основы математического аппарата описания процессов; возможности перспективных информационных технологий, построенных на базе развитых знаковых систем в составе потоковых формализмов
	Умеет	обоснованно выбирать архитектурные решения для реализации конкретных задач и информационных технологий
	Владеет	навыками разработки программных приложений, ориентированных на реализацию распределенной обработки на сетях общего пользования

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Программирование операций межточечных взаимодействий в MPI	ПК-4	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопросы 1-9
			Умеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 1-3
			Владеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 1-3
		ПК-8	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопросы 1-9
			Умеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 1-3
			Владеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 1-3
2	Коллективные операции в MPI	ПК-4	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопрос 10
			Умеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 4
			Владеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 4
		ПК-8	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопрос 10
			Умеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 4

			Владеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 4
3	Распределенные операции в MPI	ПК-4	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопрос 11
			Умеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 5
			Владеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 5
		ПК-8	Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен, вопрос 11
			Умеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 5
			Владеет	Проект (ПР-9)	Экзамен, проект 5

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели
ПК 4 - способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов	Знает	характеристики архитектуры вычислительных средств и свойства знаковых систем, лежащих в их основе; ограничения возможностей классических архитектур ЭВМ и основные направления развития информационных технологий на основе высокопараллельных вычислительных сред	Правильность (верность) ответов	Качество ответов на вопросы по темам
	Умеет	оценивать возможности архитектурных решений и соответствие задачам создания и развития информационных технологий в современных и перспективных приложениях	Самостоятельность выполнения и соблюдение логически обоснованной последовательности действий	Осуществление действий при выполнении проектов по темам с использованием программного обеспечения
	Владеет	навыками применения знаний для решения конкретных задач в области разработки перспективных информационных технологий	Результативность выполнения, достижение поставленной цели, получение результатов, формулирование выводов	Применение программного обеспечения для практических задач при выполнении проектов по темам
ПК-8 - способность разрабатывать наукоемкое программное	Знает	основы математического аппарата описания процессов;	Правильность (верность) ответов	Качество ответов на вопросы по темам

обеспечение работы конкретного предприятия		возможности перспективных информационных технологий, построенных на базе развитых знаковых систем в составе потоковых формализмов		
	Умеет	обоснованно выбирать архитектурные решения для реализации конкретных задач и информационных технологий	Самостоятельность выполнения и соблюдение логически обоснованной последовательности действий	Осуществление действий при выполнении проектов по темам с использованием программного обеспечения
	Владеет	навыками разработки программных приложений, ориентированных на реализацию распределенной обработки на сетях общего пользования	Результативность выполнения, достижение поставленной цели, получение результатов, формулирование выводов	Применение программного обеспечения для практических задач при выполнении проектов по темам



## **Зачетно-экзаменационные материалы**

### **Вопросы для подготовки к экзамену по дисциплине «Параллельные и распределенные вычисления»**

1. МВС с общей (разделяемой) памятью.
2. МВС с распределенной (индивидуальной) памятью.
3. Сетевые топологии
4. Эффективность параллельных программ.
5. Законы Амдала.
6. Модели и средства программирования систем с общей памятью.
7. Модели и средства программирования систем с распределенной памятью.
8. Основы работы с инструментальными средствами операционной системы Linux.
9. Операции межпроцессорного обмена в библиотеке MPI.
10. Коллективные операции в библиотеке MPI.
11. Распределенные операции в библиотеке MPI.

## **Комплекты оценочных средств для текущей аттестации**

### **Вопросы для собеседования**

по дисциплине «Параллельные и распределенные вычисления»

#### **Раздел 1. Архитектура многопроцессорных вычислительных систем.**

1. Классификация ЭВМ Флинна.
2. МВС с общей (разделяемой) и распределенной (индивидуальной) памятью.
3. Сетевые топологии.

#### **Раздел 2. Эмпирические способы формальной оценки эффективности параллельных программ.**

1. Количественные методы и подходы к формальной оценке эффективности параллельных программ.
2. Особенности и параметры функции определения числа процессов в области связи.
2. Особенности и параметры функции определения номера процесса.
3. Особенности и параметры функции отсчета времени.

#### **Раздел 3. Основы работы в ОС Linux.**

1. Особенности операционной системы. Связи с ОС Unix. Ядро системы.
2. Основные команды и параметры системы.
3. Запуск и контроль исполняемых задач и процессов.

#### **Раздел 4. Теоретические аспекты программирования операций межточечных взаимодействий в MPI.**

1. Теоретические схемы работы функции инициализации MPI\_Init.
2. Теоретические схемы работы функции завершения MPI\_Finalize.

3. Теоретические схемы работы функции определения числа процессов в области связи MPI\_Comm\_size

4. Теоретические схемы работы функции передачи сообщения MPI\_Send.

5. Теоретические схемы работы функции приема сообщения MPI\_Recv.

## **Раздел 5. Практические аспекты программирования операций межточечных взаимодействий в MPI.**

1. Практические особенности работы функции инициализации MPI\_Init.

2. Практические особенности работы функции завершения MPI программ MPI\_Finalize.

3. Практические особенности работы функции определения числа процессов в области связи MPI\_Comm\_size

4. Практические особенности работы функции передачи сообщения MPI\_Send.

5. Практические особенности работы функции приема сообщения MPI\_Recv.

## **Раздел 6. Теоретические аспекты программирования коллективных операций в MPI.**

1. Теоретические схемы работы функции рассылки информации (MPI\_Bcast).

2. Теоретические схемы работы функции сборки распределенного по процессам массива (MPI\_Gather, MPI\_Gatherv).

3. Теоретические схемы работы функции сборки распределенного массива с его рассылкой (MPI\_Allgather, MPI\_Allgatherv).

4. Теоретические схемы работы функции разбиения массива и рассылки его фрагментов (MPI\_Scatter, MPI\_Scatterv).

5. Теоретические схемы работы прочих функций коллективных операций (MPI\_Alltoall, MPI\_Alltoallv).

## **Раздел 7. Практические аспекты программирования коллективных операций в MPI.**

1. Практические особенности работы функции рассылки информации (MPI\_Bcast).

2. Практические особенности работы функции сборки распределенного по процессам массива (MPI\_Gather, MPI\_Gatherv).

3. Практические особенности работы функции сборки распределенного массива с его рассылкой (MPI\_Allgather, MPI\_Allgatherv).

4. Практические особенности работы функции разбиения массива и рассылки его фрагментов (MPI\_Scatter, MPI\_Scatterv).

5. Практические особенности работы прочих функций коллективных операций (MPI\_Alltoall, MPI\_Alltoallv).

## **Раздел 8. Теоретические аспекты программирования распределенных операций в MPI.**

1. Теоретические схемы работы функции редукции с сохранением результата в адресном пространстве одного процесса (MPI\_Reduce).

2. Теоретические схемы работы функции редукции с сохранением результата в адресном пространстве всех процессов (MPI\_Allreduce).

3. Теоретические схемы работы префиксной операции редукции (MPI\_Scan).

4. Теоретические схемы работы совмещенной операции Reduce/Scatter (MPI\_Reduce\_scatter).

## **Раздел 9. Практические аспекты программирования распределенных операций в MPI.**

1. Практические особенности работы функции редукции с сохранением результата в адресном пространстве одного процесса (MPI\_Reduce).

2. Практические особенности работы функции редукции с сохранением результата в адресном пространстве всех процессов (MPI\_Allreduce).

3. Практические особенности работы префиксной операции редукции (MPI\_Scan).

4. Практические особенности работы совмещенной операции Reduce/Scatter (MPI\_Reduce\_scatter).

Критерии оценки:

✓ 100-86 баллов - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

✓ 85-76 - баллов - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

✓ 75-61 - балл – фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой

заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

✓ 60-50 баллов – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

## Темы проектов

по дисциплине «Параллельные и распределенные вычисления»

1. Измерение эффективности параллельных программ.
2. Основы работы в ОС Linux.
3. Программирование операций межточечных взаимодействий в MPI.
4. Коллективные операции в MPI.
5. Распределенные операции в MPI.

Критерии оценки:

✓ 100-86 баллов выставляется, если студент/группа точно определили содержание и составляющие части задания, умеют аргументированно отвечать на вопросы, связанные с заданием. Продемонстрировано знание и владение навыками самостоятельной исследовательской работы по теме. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

✓ 85-76 - баллов - работа студента/группы характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

✓ 75-61 балл – проведен достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимание базовых основ и теоретического обоснования выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы

✓ 60-50 баллов - если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая

составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок смыслового содержания раскрываемой проблемы



## **Описание показателей и критериев оценивания компетенций, шкал оценивания**

### **Критерии оценки собеседования**

✓ 100-86 баллов - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

✓ 85-76 - баллов - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

✓ 75-61 - балл – фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

✓ 60-50 баллов – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

## Критерии оценки проектов

✓ 100-86 баллов выставляется, если студент/группа точно определили содержание и составляющие части задания, умеют аргументированно отвечать на вопросы, связанные с заданием. Продемонстрировано знание и владение навыками самостоятельной исследовательской работы по теме. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

✓ 85-76 - баллов - работа студента/группы характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

✓ 75-61 балл – проведен достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимание базовых основ и теоретического обоснования выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы.

✓ 60-50 баллов - если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок смыслового содержания раскрываемой проблемы.

## Шкала оценивания

Менее 60 баллов	незачтено	неудовлетворительно
От 61 до 75 баллов	зачтено	удовлетворительно
От 76 до 85 баллов	зачтено	хорошо
От 86 до 100 баллов	зачтено	отлично

## Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Параллельные и распределенные вычисления» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Параллельные и распределенные вычисления» проводится в форме собеседования и защиты проекта и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- степень усвоения теоретических знаний - оценивается в форме собеседования;
- уровень овладения практическими умениями и навыками – оценивается в форме защиты проекта.

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Параллельные и распределенные вычисления» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

По дисциплине предусмотрен экзамен, который проводится в письменной форме и с использованием защиты проекта.

### Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине «Параллельные и распределенные вычисления»

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86-100	«зачтено»/ «отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

76-85	<i>«зачтено»/ «хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61-75	<i>«зачтено»/ «удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
0-60	<i>«не зачтено»/ «неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.