

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



Проректор
по образовательной деятельности

А.А. Панфилов

« 30 » 08 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: 38.03.05 Бизнес-информатика

Профиль/программа подготовки: _____

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
7	4/144	18		36	63	Экзамен (27)
Итого	4/144	18		36	63	Экзамен (27)

Владимир, 2016 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: ознакомление студентов с принципами функционирования и актуальными технологиями создания распределенных систем, изучение основных понятий и принципов распределенной обработки данных и высокопроизводительных вычислений.

Задачи дисциплины:

- Изучение базовых принципов сетевого взаимодействия программных систем, сетевых протоколов, наиболее распространенных типов архитектур распределенных приложений, концепций распределенных компонентов и промежуточной среды, стандартов, программных технологий и средств разработки распределенных систем.
- Формирование практических навыков, необходимых для разработки параллельных программ с использованием стандартизированного интерфейса передачи сообщений MPI (Message Passing Interface) для систем с распределенной памятью.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Распределенные системы» находится в вариативной части основной профессиональной образовательной программы и относится к дисциплинам по выбору.

Дисциплина логически и содержательно-методически связана с рядом теоретических дисциплин и практик предшествующего периода обучения, таких как «Программирование», «Объектно-ориентированный анализ и программирование», «Базы данных», «Вычислительные системы, сети, телекоммуникации». Для успешного освоения курса студенты должны: знать устройство и принципы функционирования ЭВМ, основные компоненты операционных систем, иметь представление о базовых алгоритмах и структурах данных, уметь применять языки программирования высокого уровня.

Дисциплина «Распределенные системы», совместно с другими дисциплинами, способствует успешному освоению дисциплин «ИТ-инфраструктура предприятия», «Системы поддержки принятия решений», «Управление ИТ-сервисами и контентом», а также дает необходимые навыки для выполнения выпускной квалификационной работы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

- Способностью работать с компьютером как средством управления информацией, работать с информацией из различных источников, в том числе в глобальных компьютерных сетях (ОПК-3);
- Способностью использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования (ПК-17);
- Способностью использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования (ПК-18).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

Знать: Принципы функционирования информационных сетей передачи данных. Основы сетевых протоколов TCP/IP; Понятие распределенных информационных систем и

требования к ним. Классификацию распределенных систем по принципу организации и логическим уровням; Методы и технологии взаимодействия компонент распределенных приложений; Классификацию распределенных вычислительных систем; Методы повышения производительности вычислительных систем; Подходы к построению параллельных алгоритмов.

Уметь: Анализировать существующие информационные сети и системы; Осваивать новые программные технологии; Самостоятельно извлекать полезную научно-техническую информацию из различных источников, применять изученные методы при проектировании распределенных алгоритмов.

Владеть: Современными средствами и инструментарием разработки приложений; Навыками использования современных средств решения вычислительных задач для систем с распределенной памятью.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	СРС	КП / КР		
1.	Введение в дисциплину	7	1	2	—	—	4	—	—	Рейтинг-контроль №1
2.	Принципы сетевого взаимодействия	7	2-3	2	—	4	8	—	4/66	
3.	Архитектура распределенных систем	7	4-6	2	—	4	8	—	3/50	
4.	Организация межкомпонентного взаимодействия в распределенных системах	7	7-9	2	—	4	8	—	3/50	
5.	Технологии распределенных приложений	7	10-11	2	—	4	6	—	3/50	
6.	Архитектура распределенных высокопроизводительных систем	7	12-13	4	—	4	10	—	4/50	Рейтинг-контроль №2
7.	Основные понятия параллельных алгоритмов	7	14-15	2	—	4	6	—	4/66	

8.	Стандарт MPI	7	16-18	2	—	12	13	—	7/50	Рейтинг-контроль №3
Итого		7	18	18	—	36	63	—	28/51	Экзамен / 27

Содержание разделов дисциплины

ЛЕКЦИИ

Принципы сетевого взаимодействия

Типовые архитектуры распределенных систем.

Промежуточное программное обеспечение. Типы и модели взаимодействия в распределенных системах.

Технологии распределенных приложений: CORBA, Microsoft DCOM, веб-службы, .NET Remoting, .NET WCF.

Технологии распределенных приложений: концепция REST и RESTful веб-сервисы.

Распределенные системы и распределенные вычисления.

Основные направления развития высокопроизводительных компьютеров. Параллельная обработка. Конвейерная обработка.

Распараллеливание алгоритмов на основе данных. Распараллеливание алгоритмов на основе задач. Автоматическое распараллеливание и границы применимости.

Стандарт MPI. Мультиплатформенность и независимость от языка.

Классификация функций MPI. Базовые типы данных. Инициализации и закрытие MPI-процессов. Коммуникационные операции типа «точка-точка». Коллективные операции передачи данных в группе процессов. Работа с группами процессов и коммутаторами. Производные (пользовательские) типы данных. Упаковка и распаковка. Формирование топологии процессов.

ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Лабораторная работа №1

Часть 1. Определение настроек для подключения к локальной сети и к сети Internet с использованием утилиты **ipconfig**. Исследование вероятностно-временных характеристик фрагментов сети с использованием утилиты **ping**. Исследование топологии фрагментов сети с использованием утилиты **tracert**.

Часть 2. Использование команды **netstat** для изучения таблицы маршрутизации и текущих сетевых подключений. Исследование подключений web-браузера. Работа с ftp-сервером с помощью утилиты **ftp.exe**.

Лабораторная работа №2

Разработать консольное приложение, реализующее технологию клиент-сервер с помощью сокетов. Клиентская часть должна считывать строку с клавиатуры и передавать на сервер. Серверная часть – ожидать подключение клиентов, открывать соединение и выводить на экран адрес клиента и принятую строку. Адрес сервера передается программе в качестве параметра.

Лабораторная работа №3

На основе лабораторной работы №2 создать прототип распределенной системы, взаимодействующей посредством вызовов удаленных процедур (RPC). Механизм RPC использует сокет TCP/IP в качестве транспортного слоя.

Лабораторная работа №4

Реализовать алгоритм синхронизации времени методом Кристиана в централизованной распределенной системе.

Лабораторная работа №5

Знакомство с MPI. Настройка среды программирования. Написать программу для определения общего числа процессоров (MPI_Comm_Size), индивидуального номера процесса (MPI_Comm_Rank), вывода имен узлов кластера (MPI_Get_Processor_Name).

Лабораторная работа №6

Написать программу, используя блокирующие коммуникационные функции (MPI_Send, MPI_Recv), реализующую алгоритм передачи данных по двум кольцам: нечетные процессора образуют 1 кольцо, четные – второе.

Модифицировать программу, используя функцию MPI_Sendrecv.

Лабораторная работа №7

Используя функции MPI_Bcast/MPI_Gather/MPI_Allgather/MPI_Scatter написать параллельную программу, реализующую параллельный алгоритм скалярного умножения векторов.

Лабораторная работа №8

1) Реализовать последовательный алгоритм умножения матрицы на вектор, получить зависимость времени реализации алгоритма от размера матрицы.

2) Реализовать параллельный строчно-ориентированный алгоритм умножения матрицы на вектор, вычислить время реализации алгоритма на 2, 4, 8 процессорах для размера матрицы от 100x100 до 1000x1000.

3) Вычислить ускорение и эффективность параллельного алгоритма по сравнению с последовательным в зависимости от размера матрицы.

Лабораторная работа №9

1) Реализовать последовательный алгоритм умножения матрицы на матрицу, получить зависимость времени реализации алгоритма от размера матрицы.

2) Реализовать параллельный алгоритм умножения матрицы на матрицу в случае, когда 1 матрица строчно-слонисто, а 2 - целиком распределены по процессорам, вычислить время реализации алгоритма на 2, 4, 8 процессорах для размера матрицы от 100x100 до 1000x1000.

3) Вычислить ускорение и эффективность параллельного алгоритма по сравнению с последовательным в зависимости от размера матрицы.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- лекционно-семинарская система обучения (традиционные лекционные и лабораторные занятия);
- обучение в малых группах (выполнение лабораторных работ в группах из двух или трёх человек);
- мастер-классы (демонстрация на лабораторных занятиях принципов расчета и проектирования оптических деталей и оптических систем);
- применение мультимедиа технологий (проведение лекционных занятий с применением компьютерных презентаций и демонстрационных роликов с помощью проектора или ЭВМ);

- информационно-коммуникационные технологии (применение информационных технологий для мониторинга текущей успеваемости студентов и контроля знаний).

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

а) Вопросы к рейтинг-контролю:

Рейтинг-контроль №1

1. Модель OSI: общие положения и назначение, характеристика декларируемых уровней сетевого взаимодействия.
2. Стек TCP/IP. Структура и основные протоколы. Сопоставление стека TCP/IP и модели OSI.
3. Транспортные протоколы TCP/IP: назначение и краткая характеристика. Какие из перечисленных приложений можно реализовать на TCP, а какие – на UDP: а) передача файлов; б) передача текстовых сообщений; в) взаимодействие с базой данных; г) аудио- и видео-трансляция; д) электронная почта.
4. Адресация в IP-сетях. Типы адресов и их предназначение. Классы IP-сетей.
5. Распределенные системы. Требования прозрачности, открытости и масштабируемости для распределенных систем.
6. Распределенные системы. Классификация моделей сетевого взаимодействия по принципу организации.
7. Распределенные системы. Классификация моделей сетевого взаимодействия по логическим уровням.
8. Какие существуют единицы измерения производительности? Приведите известные Вам оценки производительности вычислительных систем.
9. Приведите классификацию высокопроизводительных вычислительных систем по организации оперативной памяти. Укажите достоинства и недостатки каждого класса систем.
10. Перечислите архитектуры вычислительных систем согласно классификации Флинна.
11. Дайте сравнительную характеристику моделям параллелизма данных и параллелизма задач.
12. Сформулируйте определение степени параллелизма алгоритма, ускорения и эффективности параллельного алгоритма.
13. Определите среднюю степень параллелизма алгоритма сдвигания, скалярного умножения векторов, умножения матрицы на вектор.
14. Приведите примеры алгоритмов, обладающих идеальной степенью параллелизма.
15. Выведите формулу закона Амдаля и поясните ее практический смысл.

Рейтинг-контроль №2

1. Понятие промежуточной среды сетевого взаимодействия. Функции промежуточной среды в распределенных системах.
2. Типы взаимодействия в распределенных системах: синхронное / асинхронное, сохраняющее / несохраняющее.

3. Модель взаимодействия компонент распределенной системы на основе обмена сообщениями. Механизм работы, функции промежуточной среды, преимущества и недостатки.
4. Модель RPC (удаленного вызова процедур) как основа реализации распределенного взаимодействия. Преимущества. Необходимые компоненты и операции. Проблемы реализации RPC.
5. Удаленное взаимодействие на основе RMI. Различие механизмов RMI и RPC. Назначение посредника (proxy), каркаса (skeleton), сериализации и десериализации. Проблемы RMI.
6. Спецификация CORBA. Предназначение и основные компоненты.
7. Приведите примеры локальных и глобальных коммуникационных функций MPI. Отличие блокирующихся и неблокирующихся вызовов
8. Функции инициализации и завершения MPI программ. Определение количества и ранга процессов. Пример.
9. Функции приема/передачи сообщений между отдельными процессами.
10. Групповые (коллективные) взаимодействия. Рассылка целого сообщения процессам. Сборка данных от процессов.
11. Групповые (коллективные) взаимодействия: Рассылка частей сообщения процессам. Сборка частей сообщения с процессов.
12. Функции поддержки распределенных операций: выполнение глобальных операций с возвратом результатов в главный процесс, выполнение глобальных операций с возвратом результатов во все процессы. Синхронизация процессов.

Рейтинг-контроль №3

1. Технология Web-служб. Отличительные черты и преимущества. Протокол SOAP.
 2. Технология Web-служб. Механизм публикации и обнаружения сервисов в распределенной среде. Типы программного взаимодействия в Web-службах.
 3. Возможности среды .NET для организации распределенного взаимодействия: MSMQ, ASP .NET Web services и .NET Remoting. Краткая характеристика и отличительные особенности.
 4. Особенности концепции REST при проектировании распределенного взаимодействия. Сравнение RESTful и XML веб-сервисов.
 5. Типы данных в MPI: базовые и производные. Способы конструирования производных типов. Примеры.
 6. Упаковка и распаковка данных в MPI. Пример.
 7. Группы процессов. Создание новых групп. Получение информации о группах. Примеры.
 8. Коммуникаторы. Понятие интракоммуникатора и интеркоммуникатора. Создание коммуникаторов, удаление коммуникаторов, операции над коммуникаторами. Функции для интеркоммуникаторов. Примеры.
 9. Топологии процессов. Декартова топология. Функция сдвига. Функция разбиения. Примеры.
 10. Топологии процессов. Топология графа. Функции для работы с топологией графа. Функция определения типа топологии
- б) Экзаменационные вопросы:**
1. Модель OSI: общие положения и назначение, характеристика декларируемых уровней сетевого взаимодействия.

2. Стек TCP/IP. Структура и основные протоколы. Сопоставление стека TCP/IP и модели OSI.
3. Транспортные протоколы TCP/IP: назначение и краткая характеристика. Какие из перечисленных приложений можно реализовать на TCP, а какие – на UDP: а) передача файлов; б) передача текстовых сообщений; в) взаимодействие с базой данных; г) аудио- и видео-трансляция; д) электронная почта.
4. Адресация в IP-сетях. Типы адресов и их предназначение. Классы IP-сетей.
5. Распределенные системы. Требования прозрачности, открытости и масштабируемости для распределенных систем.
6. Распределенные системы. Классификация моделей сетевого взаимодействия по принципу организации.
7. Распределенные системы. Классификация моделей сетевого взаимодействия по логическим уровням.
8. Понятие промежуточной среды сетевого взаимодействия. Функции промежуточной среды в распределенных системах.
9. Типы взаимодействия в распределенных системах: синхронное / асинхронное, сохранное / несохранное.
10. Модель взаимодействия компонент распределенной системы на основе обмена сообщениями. Механизм работы, функции промежуточной среды, преимущества и недостатки.
11. Модель RPC (удаленного вызова процедур) как основа реализации распределенного взаимодействия. Преимущества. Необходимые компоненты и операции. Проблемы реализации RPC.
12. Удаленное взаимодействие на основе RMI. Различия механизмов RMI и RPC. Назначение посредника (proxy), каркаса (skeleton), сериализации и десериализации. Проблемы RMI.
13. Спецификация CORBA. Предназначение и основные компоненты.
14. Технология Web-служб. Отличительные черты и преимущества. Протокол SOAP.
15. Технология Web-служб. Механизм публикации и обнаружения сервисов в распределенной среде. Типы программного взаимодействия в Web-службах.
16. Возможности среды .NET для организации распределенного взаимодействия: MSMQ, ASP .NET Web services и .NET Remoting. Краткая характеристика и отличительные особенности.
17. Особенности концепции REST при проектировании распределенного взаимодействия. Сравнение RESTful и XML веб-сервисов.

Экзаменационные задачи:

1. Напишите программу, используя блокирующие коммуникационные функции (MPI_Send, MPI_Recv), реализующую следующий алгоритм: на нулевом процессоре инициализируется переменная (float a); нулевой процессор рассылает переменную a всем процессорам, включая самого себя; после получения переменной a все процессоры прибавляют к ней свой индивидуальный номер и передают на нулевой процессор; нулевой процессор получает от всех процессоров данные и выводит на экран в формате: номер процессора, пересланное им значение переменной a.
2. Напишите программу, используя блокирующие коммуникационные функции (MPI_Send, MPI_Recv), реализующую алгоритм передачи данных по кольцу:

очередной процессор дожидается сообщения от предыдущего и потом посылает следующему процессу.

3. Напишите программу, используя коммуникационные функции (MPI_Isend, MPI_Irecv), передающую двумерный массив между двумя процессорами.
4. Напишите программу, используя коммуникационную функцию (MPI_Sendrecv), реализующую алгоритм передачи данных по кольцу: очередной процессор дожидается сообщения от предыдущего и потом посылает следующему процессу.

в) Самостоятельная работа студентов:

1. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации.
2. Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов по результатам их выполнения. Контроль осуществляется на занятиях в виде устных ответов на вопросы преподавателя по содержанию отчета.
3. Работа с дополнительной литературой по вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение. Контроль осуществляется на экзамене.

Распределение видов самостоятельной работы по разделам дисциплины:

№ п/п	Раздел дисциплины	Вид СРС / ч.		
		(1)	(2)	(3)
1.	Введение в дисциплину	2	—	—
2.	Принципы сетевого взаимодействия	2	4	2
3.	Архитектура распределенных систем	2	—	2
4.	Организация межкомпонентного взаимодействия в распределенных системах	4	4	4
5.	Технологии распределенных приложений	2	2	4
6.	Архитектура распределенных высокопроизводительных систем	3	—	4
7.	Основные понятия параллельных алгоритмов	4	—	4
8.	Стандарт MPI	4	6	4
	Всего	23	16	24

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература

1. Антонов, Александр Сергеевич. Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP : учебное пособие для вузов по направлениям 010400 "Прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" / А. С. Антонов ; Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова (МГУ) ; авт. предисл. В. А. Садовничий .— Москва : Московский

университет (МГУ), 2012 .— 339 с. : ил. — (Суперкомпьютерное образование) .— Библиогр.: с. 333-334 .— ISBN 978-5-211-06343-3.

2. Основы параллельного программирования [Электронный ресурс] / Богачёв К.Ю. - М. : БИНОМ, 2013.

3. Модели параллельного программирования [Электронный ресурс] / Федотов И.Е. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2012.

4. Волкова Т.В. Разработка систем распределенной обработки данных [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Волкова Т.В., Насейкина Л.Ф.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 330 с.

5. Болодурина И.П. Проектирование компонентов распределенных информационных систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Болодурина И.П., Волкова Т.В.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 215 с.

б) дополнительная литература:

1. Карпов А.С. Теоретические основы и практические подходы построения распределенных вычислительных систем [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Карпов А.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Российский государственный университет инновационных технологий и предпринимательства, 2012.— 48 с.

2. Богачёв К.Ю. Основы параллельного программирования [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Богачёв К.Ю.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 343 с.

3. Модели распределенных вычислений [Электронный ресурс] / Топорков В.В. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011.

в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. <http://www.w3.org/2002/ws/>

2. <http://www.corba.org/>

3. Лаборатория Параллельных информационных технологий Научно-исследовательского вычислительного центра МГУ <http://parallel.ru>

4. MPICH: a high performance and widely portable implementation of the Message Passing Interface (MPI) standard. <https://www.mpich.org/>

5. Оригиналы стандарта MPI: <http://www.mpi-forum.org/docs/docs.html>.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные аудитории, оснащённые доской (для мела или маркера), экраном для проекционных систем, проектором и ноутбуком (420-3, 430-3).

Аудитории для проведения занятий, оснащённые современными персональными компьютерами, объединёнными в локальную вычислительную сеть и укомплектованными необходимым системным и прикладным программным обеспечением (511-3, 100-3).

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 38.03.05 «Бизнес-информатика».

Рабочую программу составил доцент кафедры ФиПМ _____ Голубев А.С.

Рецензент

(представитель работодателя)


(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ

Протокол № 1 от 30.08.16 года

Заведующий кафедрой _____ Аракелян С.М.

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 38.03.05 «Бизнес-информатика».

Протокол № 1 от 30.08.2016 года

Председатель комиссии _____ И.Б. Исмаилов

(ФИО, подпись)

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____