

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра прикладной математики и теории систем управления

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-методической
и учебной работе

Е.И. Скафа

«22» апреля 2020 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«РАСПРЕДЕЛЁННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

Направление подготовки:	02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии
Магистерская программа:	Фундаментальная информатика и информационные технологии
Образовательная программа:	академическая магистратура
Квалификация:	магистр
Форма обучения:	<u>очная</u> , очно-заочная, заочная нужное подчеркнуть

Донецк 2020

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета математики
и информационных технологий

И. А. Моисеенко

«16» апреля 2020 г.

МП



Программа учебной дисциплины «Распределенные технологии» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования направления подготовки 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «23» августа 2017 г. № 811; основной образовательной программы и учебного плана направления подготовки 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Старший преподаватель кафедры прикладной
математики и теории систем управления

Н.А. Дмитренко

Разработчик:

Доцент кафедры прикладной
математики и теории систем управления

Д.В. Шевцов

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры прикладной математики и теории систем управления

Протокол № 12 от « 9 » апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой

Д.В. Шевцов

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией факультета математики и информационных технологий
Протокол № 8 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета

Л.И. Селякова

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Учебная программа «Распределённые технологии» (РТ) относится к циклу вариативной части профессионального блока. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими и сопутствующими дисциплинами: математического и естественного цикла дисциплин, курсов «Высшая математика», «Математическая логика и теория алгоритмов», «Программирование», «Архитектура ЭВМ», «Информационно-коммуникационные технологии», «Операционные системы», «Интернет-технологии», «Компьютерные сети», «Базы данных и информационные технологии», «Современные методы цифровой обработки информации» и служит основой для освоения дисциплин «Анализ информационных технологий», «Параллельное и распределенное программирование», других программ подготовки магистров. Для успешного усвоения дисциплины необходимы знания по таким разделам математики, как математический анализ, дискретная математика, теория случайных процессов и полей, машинная арифметика, программирование.

Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся:

Студенты должны знать:

- основные понятия и конструкции языков программирования (процедуры, функции, указатели);
- основные элементы математической логики;
- основы работы в операционных системах семейства Windows;
- основы работы в операционных системах семейства GNU/Linux;
- основы сетевых протоколов стека TCP/IP;
- основы параллельного программирования для систем с общей и распределенной памятью;

Студенты должны уметь:

- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин для понимания преподаваемой дисциплины;
- реализовывать и отлаживать программы на языках программирования высокого уровня;
- использовать правила логического вывода и логические операции при написании программы;
- использовать средства операционных систем семейства GNU /Linux для разработки программ;
- использовать средства операционных систем семейства OS Windows для разработки программ;

При освоении дисциплины РТ студенты должны иметь навыки самостоятельной работы с учебными пособиями и монографической литературой, в том числе на иностранном языке, уметь осуществлять поиск в базах данных научной литературы, формулировать поисковые запросы и фильтрацию результатов поиска. Студенты должны иметь навыки работы с персональным компьютером достаточные для самостоятельного освоения пользовательского интерфейса и функциональных возможностей пакетов программ для научных и инженерных расчетов и анализа экспериментальных данных.

Знания, полученные при освоении дисциплины РТ, необходимы при выполнении студентом квалификационных работ курса обучения по направлению 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии	
Магистерская программа	Фундаментальная информатика и информационные технологии	
Образовательная программа	академическая магистратура	
Квалификация	магистр	
Количество содержательных модулей	3 модуля (24 темы)	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Вариативная часть профессионального блока	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	2 модульных контроля, 1 экзамен	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	6	
Год подготовки	1	
Семестр	1	
Количество часов	216	
- лекционных	18	
- практических, семинарских		
- лабораторных	54	
- самостоятельной работы	144	
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	10	
в т.ч. аудиторных	4	

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи

Современный уровень развития вычислительной техники и средств удаленного доступа к ней предоставляет значительные возможности при организации распределенной обработки данных, когда для осуществления трудоемких вычислений привлекаются ресурсы нескольких обособленных высокопроизводительных компьютерных (или суперкомпьютерных) систем. Такой способ решения сложных в вычислительном плане задач имеет целый ряд преимуществ, основными среди которых являются наиболее эффективное использование включенных в распределенную вычислительную систему обобщенных вычислительных ресурсов и постоянный доступ к ним участников консорциума.

Применение параллельных вычислительных систем является стратегическим направлением развития вычислительной техники. Это обстоятельство вызвано следующими причинами:

1. Опережение потребности вычислений быстродействия существующих компьютерных систем (ex., Problems of Grand Challenge). Научное применение распределенных вычислений очень широко: математика (поиск простых чисел, чисел Фибоначчи), криптография (экспериментальные переборы шифров), биология/биохимия/медицина (поиск лекарств, синтез и анализ белков, исследования генома человека (геновая инженерия)), естественные науки (проверка научных гипотез, моделирование климата Земли и анализ загрязнения окружающей среды, расчеты и поиск элементарных частиц, обработка сигналов телескопов), проектирование интегральных схем и др.

Оценка необходимой производительности – 10^{12} операций (1 Tflops) и выше.

2. Теоретическая ограниченность роста производительности последовательных компьютеров;

3. Резкое снижение стоимости многопроцессорных (параллельных) вычислительных систем.

Целью освоения дисциплины «Распределённые технологии» является приобретение знаний и умений для организации вычислений в распределённых вычислительных системах и для построения таких систем.

Под параллельными вычислениями (parallel or concurrent computations) можно понимать процессы решения задач, в которых в один и тот же момент времени могут выполняться одновременно несколько вычислительных операций.

При этом:

- Параллельные вычисления не сводятся к использованию только многопроцессорных вычислительных систем
- Одновременные выполняемые операции должны быть направлены на решение общей задачи.
- Параллельные вычисления следует отличать от многозадачных (многопрограммных) режимов работы последовательных ЭВМ.

Для достижения поставленной цели выделяются следующие **задачи** курса:

- Изучение типов распределённых вычислительных систем;
- Изучение современных методов и средств, использующихся при распределённых вычислительных системах;
- Изучение тенденций развития методов и средств организации распределённых вычислений.

Требования к результатам освоения дисциплины. Процесс изучения дисциплины «Распределённые технологии» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ направления подготовки 02.04.02 – «Фундаментальная информатика и информационные технологии» и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 02.04.02 – «Фундаментальная информатика и информационные технологии» (магистерская программа: Фундаментальная информатика и информационные технологии):

а) универсальных (УК): способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1); способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла (УК-2); способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы её совершенствования на основе самооценки (УК-6);

б) общепрофессиональных: способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы прикладной математики, фундаментальной информатики и информационных технологий (ОПК-1); способен применять компьютерные/суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение (в том числе отечественного производства) для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-2); способен оптимальным образом комбинировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учётом требований информационной безопасности (ОПК-4); способен устанавливать и сопровождать программное обеспечение информационных систем, осуществлять эффективное управление разработкой программных средств и проектов (ОПК-5);

в) профессиональных: способен формализовать и алгоритмизировать поставленные задачи (ПК-3); способен написать программный код с использованием языков программирования, определять и манипулировать данными (ПК-4); способен определять входные-выходные данные каждого компонента и программного средства в целом (ПК-5); способен испытывать создаваемое программное средство и его компоненты (ПК-6); способен разрабатывать тестовые документы, включая план тестирования (ПК-7); способен устанавливать и настраивать

программное обеспечение (ПО) для обеспечения работы пользователей с БД (ПК-8); способен устанавливать и настраивать ПО для администрирования БД (ПК-9); способен осуществлять сбор данных для выявления требований к типовой ИС в соответствии с трудовым заданием (ПК-10); способен разрабатывать прототипы информационных систем в соответствии с трудовым заданием (ПК-11); способен кодировать на языках программирования в соответствии с трудовым заданием (ПК-12); способен оформлять технические документы в соответствии с заданным стандартом (ПК-13); способен разрабатывать эксплуатационные документы, адресованные конечному пользователю компьютерной системы (ПК-14); способен формализовать и документировать требования к функциям системы (ПК-15).

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

Знать:

- цели организации распределенных вычислений и вычислительных систем,
- типы распределенных вычислительных систем,
- требования к организации распределенных вычислений,
- основы методов и средств организации распределенных вычислений,
- понятие грид и принципы организации грид-систем
- понятие облачных вычислений,
- основы методов и средств решения задач на распределенных вычислительных системах,
- понятие сервисно-ориентированной архитектуры (SOA), понятие веб-службы.

Уметь:

- формулировать требования к организации распределенных вычислений,
- использовать современное программное обеспечение для организации распределенных вычислительных систем,
- разрабатывать распределенные вычислительные системы,
- организовывать распределенное решение вычислительных задач.

Владеть:

- навыками использования системного программного обеспечения распределенных систем для сборки, запуска прикладных задач, мониторинга и завершения выполняющихся задач,
- навыками построения распределенных вычислительных систем с помощью инструментария Globus Toolkit, NumGRID,
- навыками разработки программ для организации распределенных вычислений в системах на основе Globus Toolkit, NumGRID,

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Курс дисциплины «Распределенные технологии» предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа студента.

Материал излагается с использованием объяснительно-иллюстративных, эвристических и исследовательских методов преподавания. При проведении лекций для обсуждения материала широко используются мультимедийные презентации.

В учебном процессе широко применяются активные и интерактивные формы проведения занятий (разбор конкретных ситуаций, дискуссия, полемика), внеаудиторная самостоятельная работа, балльно-рейтинговая система оценки успеваемости, личностно-ориентированное обучение, проблемное обучение, блочно-модульное обучение.

Предусмотрено использование в учебном процессе интернет-ресурсов по данному курсу для выполнения практических заданий.

Самостоятельная работа студентов предусматривает выполнение индивидуальных заданий, подготовку к практическим занятиям, изучение учебной и методической литературы, составление конспектов, защита презентаций и докладов».

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
<i>Содержательный модуль I</i>	
Тема 1. Введение в предмет. Основные понятия и определения	Цели построения распределенных вычислительных систем. Подходы к построению распределенных систем – общий обзор. История распределенных вычислений. Основные принципиальные схемы построения распределенных систем: псевдораспределенные системы, системы распределенного доступа к БД, системы, основанные на очередях сообщений, мониторы транзакций, системы распределенных объектов, мониторы компонентных транзакций.
Тема 2. Требования к средствам и методам РТ	Требования к средствам и методам распределенных вычислений в соответствии с различными задачами, для решения которых могут быть предназначены построенные распределенные системы. Прозрачность. Открытость. Масштабируемость. Сложности разработки распределённых систем.
Тема 3. Современные методы и средства РТ	Обзор современных методов и средств организации распределенных вычислений. Распределенные системы высокой пропускной способности. Высокопроизводительные вычислительные распределенные системы. Распределенные системы хранения данных. Живучесть распределенных систем. Отказоустойчивость распределённых систем.
Тема 4. Надёжность в РТ	Обеспечение надежности вычислений. Понятие надежности. Методы и средства обеспечения надежности вычислений в распределенных вычислительных системах.
Тема 5. Классификация параллельных компьютеров и систем	Классификация вычислительных систем. Классификация Флинна, Хокни, Шнайдера. Взаимосвязь классификаций. Параллельные компьютеры с общей и разделенной памятью. Параллельные компьютеры с сетевой структурой. Суперкомпьютеры. Мультипроцессоры. Мультикомпьютеры.
Тема 6. Принципы построения систем в РТ	Принципы построения параллельных вычислительных систем. Пути достижения параллелизма. Примеры параллельных вычислительных систем. Кластеры. Характеристика типовых схем коммуникации в многопроцессорных вычислительных системах. Примеры топологий сети передачи данных. Топология сети вычислительных кластеров. Характеристики топологии сети. Характеристика системных платформ для построения кластеров.
Тема 7. Взаимодействие в РТ	Понятие и назначение программного обеспечения промежуточного уровня. Взаимодействие в распределённых системах. Физическое время. Синхронные и асинхронные распределённые системы. Упорядочивание событий. Примитивы взаимодействия. Синхронный и асинхронный обмен сообщениями.
Тема 8. Очерёдность событий в РТ	Логические часы. Общие принципы построения логических часов. Скалярное время Лэмпорта. Основные свойства. Примеры использования. Матричное время. Основные свойства. Векторное время. Основные свойства. Примеры использования. Методы эффективной реализации векторных часов. Дифференциальная пересылка векторного времени. Часы, фиксирующие прямую зависимость. Адаптивный метод Жарда-Жордана.

Тема 9. Шаблоны РТ	Шаблоны проектирования распределенных систем. Архитектурные шаблоны, шаблоны организации бизнес-логики, шаблоны организации источников данных.
Содержательный модуль 2	
Тема 10. Моделирование РТ	Модель распределённого вычисления. Модель распределённой системы. Причинно-следственный порядок событий. Эквивалентные выполнения. Конус прошлого и конус будущего для события. Свойство каналов.
Тема 11. Моделирование и анализ параллельных вычислений	Модель вычислений в виде графа «операции – операнды». Описание схемы параллельного выполнения алгоритма. Определение времени выполнения параллельного алгоритма. Показатели эффективности параллельного алгоритма.
Тема 12. Сети Петри	Модель программы в виде сети Петри. Сети Петри. Моделирование программ с использованием сетей Петри.
Тема 13. Модели функционирования параллельных программ	Концепция процесса. Понятие ресурса. Организация программ как системы процессов. Взаимодействие и взаимоисключение процессов. Модель программы в виде дискретной системы.
Тема 14. Клиент-серверные технологии	Модель «Клиент-Сервер». Разделение приложений по уровням. Типы клиент-серверной архитектуры. Объектные распределенные системы. Вызов удаленных процедур. Организация связи с использованием удаленных объектов. CORBA.
Тема 15. Агенты	Агентные технологии. Понятие программного агента. Мультиагентные системы. Безопасность в системах мобильных агентов.
Тема 16. Web-технологии	Веб-сервисы. Веб-сервисы первого поколения. Стандарт WSDL. Стандарт SOAP. Второе поколение стандартов веб-сервисов. Адресация и WS-Addressing. Состояние веб-сервисов и WSRF. Технологии одноранговых сетей. Основы технологии одноранговых сетей. Алгоритмы работы P2P сетей. Применение технологий P2P. Достоинства и недостатки P2P.
Содержательный модуль 3	
Тема 17. Технологии ГРИД	Грид-системы. Задача построения грид-систем. История развития грид-систем. Архитектура Грид. Стандарты Грид. Система Globus. Система UNICORE. Параметрические модели производительности Грид.
Тема 18. Технологии облачных вычислений	Облачные вычисления. Понятие облачных вычислений. Область применения облачных технологий. Обзор средств организации облачных вычислений. Многослойная архитектура облачных приложений. Компоненты облачных приложений. Достоинства и недостатки облачных вычислений. Классификация облаков. Наиболее распространенные облачные платформы. Сравнение Грид и Облачных вычислений.
Тема 19. Алгоритмы РТ	Взаимное исключение в распределённых системах. Общие концепции. Централизованный алгоритм. Алгоритмы на основе получения разрешений. Алгоритм Лэмпорта. Алгоритм Рикарта-Агравала. Алгоритм обедающих философов. Алгоритмы на основе передачи маркера. Широковещательный алгоритм Сузуки-Касами. Алгоритм Реймонда на основе покрывающего дерева.
Тема 20. Решение задач РТ	Решение задач на распределенных системах. Решение задач в сетях рабочих станций. Решение задач на объединении кластеров NumGRID. Решение задач в грид-системах на основе пакета Globus Toolkit.

Тема 21. Техно- логии параллельного программирования	Программирование для систем с разделяемой памятью: Open MP. Систем Linda. Программирование для систем с передачей сообщений: MPI. Реализации интерфейса программирования MPI.
Тема 22. Библио- тека MPI. Общие про- цедуры.	Общие процедуры MPI. Прием/передача сообщений между отдель- ными процессами. Объединение запросов на взаимодействие. совме- щенные прием/передача сообщений.
Тема 23. Библио- тека MPI. Коллектив- ные взаимодействия процессов.	Коллективные взаимодействия процессов. Синхронизация процессов. Работа с группами процессов. Группы и коммутаторы. Эффектив- ность параллельных вычислений.
Тема 24. Библио- тека MPI. Пример про- граммирования при- ложений.	Матричные задачи. Системы линейных алгебраических уравнений. Параллелизм в решении задач криптоанализа.

Тематический план

Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения					
	всего	в т.ч.					всего	лекции	в т.ч.			
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа						
Содержательный модуль 1												
Тема 1. Введение в предмет.	6	0,5		1	4							
Тема 2. Требования к средствам и методам РТ	6	1		1	4							
Тема 3. Современные методы и средства РТ	6	0,5		1	4							
Тема 4. Надёжность в РТ	6	1		2	4							
Тема 5. Классификация параллельных компьютеров и систем	1,5	0,5		1	1							
Тема 6. Принципы построения систем в РТ	10,5	1		2	7							
Тема 7. Взаимодействие в РТ	6	1		2	4							
Тема 8. Очерёдность событий в РТ	8	1		2	4							
Тема 9. Шаблоны РТ	6	0,5		2	4							
Итого по содержательному модулю 1	56	7		14	36							
Содержательный модуль 2												
Тема 10. Моделирование РТ	6	1		1	4							
Тема 11. Моделирование и анализ параллельных вычислений	12	1		2	8							
Тема 12. Сети Петри	6	1		4	4							
Тема 13. Модели функциони-	6	0,5		2	4							

рования параллельных программ												
Тема 14. Клиент-серверные технологии	6	0,5		2	4							
Тема 15. Агенты	6	0,5		3	4							
Тема 16. Web-технологии	12	0,5		3	8							
Итого по содержательному модулю 2	54	5		17	36							
Содержательный модуль 3												
Тема 17. Технологии ГРИД	18	1		2	12							
Тема 18. Облачные вычисления	12	1		3	8							
Тема 19. Алгоритмы РТ	18	1		3	12							
Тема 20. Решение задач РТ	18	0,5		3	12							
Тема 21. Технологии параллельного программирования	12	1		3	8							
Тема 22. Библиотека MPI. Общие процедуры.	12	0,5		3	8							
Тема 23. Библиотека MPI. Коллективные взаимодействия процессов.	8	0,5		3	6							
Тема 24. Библиотека MPI. Пример программирования приложений.	8	0,5		3	6							
Итого по содержательному модулю 3	106	6		23	72							
Всего часов по курсу	216	18		54	144							

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Темы лекционных занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов
1.	Введение в предмет. Основные понятия и определения	0,5
2.	Требования к средствам и методам РТ	1
3.	Современные методы и средства РТ	0,5
4.	Надёжность в РТ	1
5.	Классификация параллельных компьютеров и систем	0,5
6.	Принципы построения систем в РТ	1
7.	Взаимодействие в РТ	1
8.	Очерёдность событий в РТ	1
9.	Шаблоны РТ	0,5
10.	Моделирование РТ	1
11.	Моделирование и анализ параллельных вычислений	1
12.	Сети Петри	1
13.	Модели функционирования параллельных программ	0,5
14.	Клиент-серверные технологии	0,5
15.	Агенты	0,5

16.	Web-технологии	0,5
17.	Технологии ГРИД	1
18.	Технологии облачных вычислений	1
19.	Алгоритмы РТ	1
20.	Решение задач РТ	0,5
21.	Технологии параллельного программирования	1
22.	Библиотека MPI. Общие процедуры.	0,5
23.	Библиотека MPI. Коллективные взаимодействия процессов.	0,5
24.	Библиотека MPI. Пример программирования приложений.	0,5
ВСЕГО		18

Темы лабораторных занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1.	Организация распределенных вычислений в сети рабочих станций на основе инструментария BOINC	4,5
2.	Знакомство с кластером NEC 5800. Уравнения сетевого динамического объекта (СДО).	4,5
3.	Разработка модели СДО	4,5
4.	Топологический анализ СДО, Simulation Model	5
5.	Организация вычислений на объединении вычислительных кластеров на основе программного обеспечения NumGRID	5
6.	Построение грид-системы на основе инструментария Globus Toolkit	5
7.	Решение задач в NumGRID	5
8.	Выполнение последовательных и параллельных программ в грид-системе на основе инструментов пакета Globus Toolkit	5
9.	Основные операции MPI-библиотеки	5
10.	Разработка и исследование последовательного СДО-симулятора	5
11.	Разработка MPI-программы, реализация параллельного СДО-симулятора на кластере.	5,5
ВСЕГО		54

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Организация самостоятельной работы студентов

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1.	Введение в предмет. Основные понятия и определения	4
2.	Требования к средствам и методам РТ	4
3.	Современные методы и средства РТ	4
4.	Надёжность в РТ	4
5.	Классификация параллельных компьютеров и систем	1

6.	Принципы построения систем в РТ	7
7.	Взаимодействие в РТ	4
8.	Очерёдность событий в РТ	4
9.	Шаблоны РТ	4
10.	Моделирование РТ	4
11.	Моделирование и анализ параллельных вычислений	8
12.	Сети Петри	4
13.	Модели функционирования параллельных программ	4
14.	Клиент-серверные технологии	4
15.	Агенты	4
16.	Web-технологии	8
17.	Технологии ГРИД	12
18.	Технологии облачных вычислений	8
19.	Алгоритмы РТ	12
20.	Решение задач РТ	12
21.	Технологии параллельного программирования	8
22.	Библиотека MPI. Общие процедуры.	8
23.	Библиотека MPI. Коллективные взаимодействия процессов.	6
24.	Библиотека MPI. Пример программирования приложений.	6
ВСЕГО		144

Виды самостоятельной работы студента:

- изучение теоретического материала по конспектам лекций и рекомендованным учебным пособиям, монографической учебной литературе;
- самостоятельное изучение некоторых теоретических вопросов, выделенных в программе дисциплины, нерассмотренных на лекциях;
- выполнение комплекса заданий теоретического характера, расчетных и графических по всем разделам дисциплины;
- выполнение практических заданий по разработке алгоритмов и программ для организации и построения распределенных вычислительных систем.

Порядок выполнения и контроля самостоятельной работы студентов:

- самостоятельная работа обучающихся по изучению теоретического лекционного материала предусмотрена каждую неделю; контроль выполнения этой работы предусмотрен на практических занятиях по данной дисциплине;
- самостоятельное изучение некоторых теоретических вопросов, выделенных в программе дисциплины и нерассмотренных на лекциях предусматривается по мере изучения соответствующих разделов, в которых выделены эти вопросы для самостоятельного изучения; контроль выполнения этой самостоятельной работы предусмотрен в рамках промежуточного контроля – экзамена по данной дисциплине или в рамках проведения семинарских занятий.

7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Индивидуальные задания для студентов, интересующихся расширенным изучением курса (могут выступать как темы курсовых проектов):

1. Построение распределенной вычислительной системы на основе сети рабочих станций средствами программного инструментария Condor.
2. Построение распределенной вычислительной системы на основе сети рабочих станций средствами программного инструментария Legion.
3. Разработка инструментария для построения распределенной вычислительной системы на основе персональных компьютеров, подключенных к сети Интернет. Владельцы персональных компьютеров заявляют о своем желании участвовать в проектах распределенных вычислений, получают учетную запись в системе, клиентское программное обеспечение для выполнения назначенных задач и список таких задач. По мере выполнения задач, клиент получает новые задачи, а сервер учитывает работу клиента.
4. Разработка программ численного моделирования для работы в среде NumGRID.
5. Анализ производительности коммуникаций между вычислительными узлами в среде NumGRID и формулирование рекомендаций к оптимизации прикладных программ для NumGRID и системных средств NumGRID.

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Цели построения распределенных вычислительных систем. Подходы к построению распределенных систем – общий обзор.
2. История распределенных вычислений.
3. Основные принципиальные схемы построения распределенных систем: псевдо-распределенные системы, системы распределенного доступа к БД, системы, основанные на очередях сообщений, мониторы транзакций, системы распределенных объектов, мониторы компонентных транзакций.
4. Требования к средствам и методам распределенных вычислений в соответствии с различными задачами, для решения которых могут быть предназначены построены распределенные системы. Прозрачность. Открытость. Масштабируемость. Сложности разработки распределенных систем.
5. Принципы построения параллельных вычислительных систем.
6. Пути достижения параллелизма. Примеры параллельных вычислительных систем.
7. Суперкомпьютеры. Кластеры.
8. Классификация вычислительных систем.
9. Мультипроцессоры. Мультикомпьютеры.
10. Характеристика типовых схем коммуникации в многопроцессорных вычислительных системах.
11. Примеры топологий сети передачи данных. Топология сети вычислительных кластеров.
12. Характеристики топологии сети. Характеристика системных платформ для построения кластеров.
13. Понятие и назначение программного обеспечения промежуточного уровня.
14. Взаимодействие в распределенных системах.
15. Физическое время. Синхронные и асинхронные распределенные системы. Упорядочивание событий.
16. Примитивы взаимодействия. Синхронный и асинхронный обмен сообщениями.
17. Обзор современных методов и средств организации распределенных вычислений.
18. Распределенные системы высокой пропускной способности.
19. Высокопроизводительные вычислительные распределенные системы.
20. Распределенные системы хранения данных.
21. Живучесть распределенных систем. Отказоустойчивость распределенных систем.

22. Модель распределённого вычисления. Модель распределённой системы.
23. Причинно-следственный порядок событий. Эквивалентные выполнения. Конус прошлого и конус будущего для события. Свойство каналов.
24. Моделирование и анализ параллельных вычислений.
25. Модель вычислений в виде графа "операции – операнды".
26. Описание схемы параллельного выполнения алгоритма.
27. Определение времени выполнения параллельного алгоритма.
28. Показатели эффективности параллельного алгоритма.
29. Моделирование и анализ параллельных вычислений. Концепция процесса. Понятие ресурса.
30. Организация программ как системы процессов. Взаимодействие и взаимоисключение процессов. Модель программы в виде дискретной системы.
31. Модель программы в виде сети Петри. Сети Петри. Моделирование программ с использованием сетей Петри.
32. Логические часы. Общие принципы построения логических часов.
33. Скалярное время Лэмпорта. Основные свойства. Примеры использования.
34. Матричное время. Основные свойства.
35. Векторное время. Основные свойства. Примеры использования.
36. Методы эффективной реализации векторных часов. Дифференциальная пересылка векторного времени.
37. Часы, фиксирующие прямую зависимость. Адаптивный метод Жарда-Жордана.
38. Модель «Клиент-Сервер». Разделение приложений по уровням. Типы клиент-серверной архитектуры.
39. Объектные распределённые системы. Вызов удалённых процедур.
40. Организация связи с использованием удалённых объектов. CORBA.
41. Агентные технологии. Понятие программного агента. Мультиагентные системы.
42. Безопасность в системах мобильных агентов.
43. Веб-сервисы. Веб-сервисы первого поколения.
44. Стандарт WSDL. Стандарт SOAP.
45. Второе поколение стандартов веб-сервисов.
46. Адресация и WS-Addressing.
47. Состояние веб-сервисов и WSRF.
48. Технологии одноранговых сетей. Основы технологии одноранговых сетей.
49. Алгоритмы работы P2P сетей. Применение технологий P2P. Достоинства и недостатки P2P.
50. Грид-системы. Задача построения грид-систем.
51. История развития грид-систем. Архитектура Грид.
52. Стандарты Грид. Система Globus. Система UNICORE.
53. Параметрические модели производительности Грид.
54. Облачные вычисления. Понятие облачных вычислений.
55. Область применения облачных технологий. Обзор средств организации облачных вычислений.
56. Многослойная архитектура облачных приложений. Компоненты облачных приложений.
57. Достоинства и недостатки облачных вычислений.
58. Классификация облаков. Наиболее распространённые облачные платформы.
59. Сравнение Грид и Облачных вычислений.
60. Взаимное исключение в распределённых системах. Общие концепции.
61. Централизованный алгоритм. Алгоритмы на основе получения разрешений. Алгоритм Лэмпорта. Алгоритм Рикарта-Агравала. Алгоритм обедающих философов.

62. Алгоритмы на основе передачи маркера. Широковещательный алгоритм Сузуки-Касами. Алгоритм Реймонда на основе покрывающего дерева.
63. Решение задач на распределенных системах.
64. Решение задач в сетях рабочих станций.
65. Решение задач на объединении кластеров NumGRID.
66. Решение задач в грид-системах на основе пакета Globus Toolkit.
67. Обеспечение надежности вычислений. Понятие надежности. Методы и средства обеспечения надежности вычислений в распределенных вычислительных системах.
68. Шаблоны проектирования распределенных систем.
69. Архитектурные шаблоны, шаблоны организации бизнес-логики, шаблоны организации источников данных.

9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и информационных технологий

Направление подготовки: **02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии**

Магистерская программа: **Фундаментальная информатика и информационные технологии**

Программа подготовки: **академическая магистратура**

Семестр **1**

Учебная дисциплина **Распределённые технологии**

МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

ВАРИАНТ №1

1. Выполните анализ эффективности параллельных вычислений в отдельности для прямого и обратного этапов метода Гаусса. Оцените, на каком этапе происходит большее снижение показателей.

2. Разработайте модель и выполните оценку показателей ускорения и эффективности параллельных вычислений:

- для задачи скалярного произведения двух векторов

$$y = \sum_{i=1}^N a_i b_i,$$

- для задачи поиска максимального и минимального значений для заданного набора числовых данных

$$y_{\min} = \min_{i \leq i \leq N} a_i, y_{\max} = \max_{i \leq i \leq N} a_i$$

- для задачи нахождения среднего значения для заданного набора числовых данных

$$y = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N a_i.$$

3. Разработайте схему параллельных вычислений для задачи вычисления определенного интеграла с использованием метода прямоугольников

$$y = \int_a^b f(x) dx \approx h \sum_{i=0}^{N-1} f_i, f_i = f(x_i), x_i = i h, h = (b - a) / N.$$

Утверждено на заседании кафедры прикладной математики и теории систем управления, протокол № ____ от « ____ » _____ 20 ____ г.

Заведующий кафедрой
Преподаватель

Д.В. Шевцов
Н.А. Дмитренко

Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
1	10
2	10
3	10
Всего	30

10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и информационных технологий

Направление подготовки: **02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии**

Магистерская программа: **Фундаментальная информатика и информационные технологии**

Программа подготовки: **академическая магистратура**

Семестр **1**

Учебная дисциплина **Распределённые технологии**

1. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. Цели построения распределенных вычислительных систем. Подходы к построению распределенных систем – общий обзор.
2. Моделирование и анализ параллельных вычислений. Модель вычислений в виде графа «операции – операнды».
3. Практическое задание: Выполните реализацию параллельного алгоритма быстрой сортировки по одной из известных вам схем. Определите значения параметров латентности, пропускной способности и времени выполнения базовой операции для используемой вычислительной системы и получите оценки показателей ускорения и эффективности для реализованного метода параллельных вычислений.

Утверждено на заседании кафедры прикладной математики и теории систем управления, протокол № _____ от _____ 2020 года

Заведующий кафедрой
Экзаменатор

Д.В. Шевцов
Дмитренко Н.А.

Критерии оценивания экзамена

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
1	25
2	25
3	50
Всего	100

11. ОБРАЗЕЦ ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

Не предусмотрено рабочей программой

12. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Аттестация студентов по дисциплине «Распределённые технологии» проводится на основании текущего и промежуточного контроля согласно модульно-рейтинговой системе.

В течение семестра контролируются навыки и теоретические знания путем защиты лабораторных работ, подготовки защиты доклада(-ов) на семинарском занятии, а также устного опроса. Максимальное количество баллов за текущую аттестацию составляет 100. Количество максимальных баллов, которые может получить студент за выполнение конкретного задания определяется преподавателем в зависимости от сложности задания. Примерное распределение баллов по темам и видам работ приведено в следующей таблице. Сумма баллов выставляется исходя из правильности и полноты ответов студента на вопросы во время защиты лабораторной работы, доклада или в ходе устного опроса по теоретическому материалу. Доклад на семинаре не предусмотрен программой данного курса и проводится по желанию студента для повышения оценки.

*Распределение баллов, которые могут получить студенты
в процессе изучения дисциплины*

Организационно учебная работа студента	СРС			Всего
	Индивидуальная работа	Модульный контроль	Индивидуальная творческая работа	
Мах 40 баллов	мах 5 баллов	мах 35 баллов	мах 20 баллов	100 баллов
			разработка доклада на студенческую научную конференцию	

Согласно модульному принципу организации учебного процесса, содержание учебного курса состоит из трёх зачетных модулей. Каждый зачетный модуль состоит из теоретического материала и заданий для самостоятельной (практической) работы, выполнение которых требует овладения теорией в указанном в модуле объеме.

1. К экзамену не допускаются студенты, работа которых на основании текущего контроля оценивается преподавателем менее, чем в 60 баллов.
2. При наборе 75 и более баллов за работу в семестре студент может быть освобожден от сдачи экзамена.
3. Максимально возможное количество баллов за работу в семестре – 89.
4. Экзамен оценивается в 100 баллов.

Шкала оценивания:

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по госу- дарственной шкале (зачет)
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено

F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено
----------	------	---	------------

Знание теоретической части курса оценивается с точностью до 5 баллов по следующим критериям:

1. Студент получает 76-100% баллов от максимального, если показал
 - глубокие и полные ответы на теоретические вопросы; глубокое понимание физической и теоретической сущности проблемы;
 - умение проводить логические рассуждения и обобщения и сопровождать их соответствующими доказательствами;
2. Студент получает 51-75% баллов от максимального, если показал
 - глубокие и полные ответы на теоретические вопросы с незначительными погрешностями, затем исправленными самим студентом; понимание физической сущности рассматриваемых проблем;
 - умение логически рассуждать и проводить доказательства;
3. Студент получает 26-50% баллов от максимального, если показал
 - при ответе на теоретические вопросы ряд неточностей, которые студент не в состоянии самостоятельно исправить;
4. Студент получает 0-25% баллов от максимального, если
 - не выполнены требования, изложенные в предыдущих пунктах;
 - нет ответов на теоретические вопросы.

Экзамен оценивается в 100 баллов.

Для оценки экзамена преподаватель руководствуется следующими принципами:

100 баллов – показаны систематические и глубокие знания при ответе на теоретические вопросы билета, выполнена практическая часть билета (при наличии) в полном объеме;

80 баллов – показаны систематические и глубокие знания при ответе на теоретические вопросы билета, выполнена практическая часть билета (при наличии) в полном объеме, но при ответе допущены несущественные ошибки;

60 баллов – показаны не систематические и не глубокие знания при ответе на теоретические вопросы билета, практическая часть билета (при наличии) выполнена не в полном объеме, при ответе допущено несколько существенных ошибок;

50 баллов – показаны поверхностные знания при ответе на теоретические вопросы билета, практическая часть билета (при наличии) не выполнена, при ответе допущено много существенных ошибок;

< 50 баллов – простые вопросы по знанию основных определений и формул (схем), воспроизведены отдельные фрагменты материала с помощью экзаменатора.

0 - полное незнание материала.

Критерии оценки экзамена по курсу «РТ»

Билет содержит 3 вопроса. На подготовку и оформление ответов на 1-3 вопроса билета отводится до 90 мин. После проверки результатов экзамена, экзаменатор вправе задать уточняющие вопросы студенту.

Ответы на вопросы оцениваются следующим образом:

1. Теоретический вопрос. Качество ответа оценивается от нуля до 25 баллов.
2. Теоретический вопрос. Качество ответа оценивается от нуля до 25 баллов.
3. Практическое вопрос. Качество ответа оценивается от нуля до 50 баллов.

При этом:

а) если студент идет на экзамен с целью повышения оценки, то в случае получения оценки, которая ниже полученной за работу в семестре, экзамен прекращается и выставляется оценка и соответствующие баллы, полученные за работу в семестре;

б) если студент получает оценку неудовлетворительно (менее 75 баллов), а общее количество баллов, полученных за работу в семестре, менее 75 баллов, то экзамен прекращается и выставляется оценка неудовлетворительно с соответствующим количеством заработанных на экзамене баллов;

Увеличение баллов на экзамене (не больше 40 баллов):

$$\Delta = \min(40, \max(OB - OS, 0)),$$

где OB – баллы, полученные за ответы и решения экзаменационного билета, а OS – баллы, набранные за работу в семестре.

Итоговое количество баллов по курсу (не больше 100 баллов):

$$O = \min(100, OS + \Delta).$$

Дистанционный экзамен

В особых случаях, экзамен может быть проведён в дистанционном режиме в системе Moodle. В назначенную дату и время открывается доступ к системе тестирования. Каждому студенту в случайном порядке из заранее заполненного банка экзаменационных вопросов выдаётся компьютерный тест из 30 вопросов, 2 теоретических и 1 практическое задание. На теоретические вопросы студент отвечает письменно, результат отправляет средствами Moodle. Практическое задание может быть выполнено в виде демонстрационной базы в Moodle или в виде решения задач. Тестирование проводится на время.

По истечению определённого времени доступ к заданиям закрывается (система Moodle позволяет предусмотреть льготный период отправки ответов для студентов с медленным интернет-соединением).

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения **лекционных занятий** требуется аудитория на группу, оборудованная меловой или интерактивной доской, мультимедийным проектором и экраном, ноутбук/персональный компьютер.

Для проведения **практических занятий**: лабораторные занятия должны проводиться в компьютерном классе, оборудованном компьютерами, объединёнными в локальную вычислительную сеть (ЛВС), с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет, столами, доской. Желательно предусмотреть возможность самостоятельного изменения построения модели ЛВС.

14. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экз. в библиотеке ДонНУ	Наличие электр. верс. в ЭБС
Основная литература			
1.	Приймenko, С.А. Распределённые информационные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие. / С.А.Приймenko. – Донецк: ДонНУ, 2016. (1 файл)	0	+
2.	Лабораторные работы по курсу «Распределённые информационные системы» [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. / сост. С.А.Приймenko – Донецк: ДонНУ, 2016 (1 файл).	0	+
Дополнительная литература			
1.	Косяков М.С. Введение в распределённые вычисления. – СПб: НИУ ИТМО. - 2014. 155 с.	0	+

2.	<i>Радченко, Г.И.</i> Распределенные вычислительные системы/ Г.И. Радченко. – Челябинск: Фотохудожник, 2012. – 184 с. ISBN 978-5-89879-198-8.	0	+
3.	<i>Миков А.И., Замятина Е.Б.</i> Распределенные системы и алгоритмы. Инту-ит.ру, 2008. 370 с.	0	+
4.	<i>Кристиан Качин, Рашид Гуерру, Луис Родригес</i> (пер. А.Киселёв) Введение в надежное и безопасное распределенное программирование. – М.: ДКМ Пресс. – 2016 г. – 512 с.	0	+
5.	<i>Федоров А., Мартынов Д.</i> Windows Azure. Облачная платформа Microsoft. Microsoft, 2010. 96 с.	0	+
6.	<i>Черняк Л.</i> Web-сервисы, grid-сервисы и другие // Открытые системы. СУБД. №12. 2004. С. 20-27.	0	+
7.	<i>Корнеев В.В.</i> (2003) Параллельное программирование в MPI. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003	0	+
8.	<i>М. Фаулер</i> "Архитектура корпоративных программных приложений", М.: Вильямс, 2007.	0	+
9.	<i>A.A. Dushechkin, M.A. Gorodnichev, D. Fougere, V.E. Malyshkin, B. Roux.</i> ORGANIZATION OF INTER-CLUSTER COMMUNICATIONS IN THE NumGRID SYSTEM // In proc. of the 3rd International Conference "Distributed computing and Grid technologies in science and education", Dubna, June 30 -- July 4, 2008.	0	+
10.	<i>Миков А.И., Замятина Е.Б.</i> Распределенные системы и алгоритмы. Инту-ит.ру, 2008. 370 с.	0	+
11.	<i>Гергель, В.П., Стронгин, Р.Г.</i> (2001). Основы параллельных вычислений для многопроцессорных вычислительных систем. – Н.Новгород, ННГУ (2 изд., 2003).	0	+

15. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. Донецкий национальный университет. Научная библиотека ДонНУ [электронный ресурс]: офиц.сайт. / URL: <http://donnu.ru/library> (дата обращения 2016.08.31);
2. Информация по последним технологиям от Microsoft (статьи, онлайн-семинары, доклады и др) [Электронный ресурс]. Режим доступа к ресурсу: www.techdays.ru - свободный (дата обращения 2016.08.31);
3. Блоги по программированию и не только от Microsoft (TechNet Blogs) [Электронный ресурс]. Режим доступа к ресурсу: <http://blogs.technet.com> – свободный (дата обращения 2016.08.31).

16. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. ОС Windows (ОС Linux), компиляторы языка C, C++;
2. Доступ в интернет по протоколам HTTP и SSH для доступа к ресурсам ДонНУ;
3. OpenOffice/MS Office (Word, Excel, PowerPoint);
4. SSH-клиент (PuTTY);
5. Пакет программного обеспечения для построения ГРИД Globus Toolkit (www.globus.org/toolkit)
6. Программная система NumGRID;
7. Система управления распределенными заданиями Condor: www.cs.wisc.edu/condor ;
8. Библиотека MPICH, реализующая стандарты передачи сообщений MPI: www.mcs.anl.gov/mpi/mpich

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры прикладной

математики и теории систем управления с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ____ от «____» _____ 20____ г.

Заведующий. кафедрой _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры прикладной математики и теории систем управления с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ____ от «____» _____ 20____ г.

Заведующий. кафедрой _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры прикладной математики и теории систем управления с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ____ от «____» _____ 20____ г.

Заведующий. кафедрой _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры прикладной математики и теории систем управления с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ____ от «____» _____ 20____ г.

Заведующий. кафедрой _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры прикладной математики и теории систем управления с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ____ от «____» _____ 20____ г.

Заведующий. кафедрой _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры прикладной математики и теории систем управления с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ____ от «____» _____ 20____ г.

Заведующий. кафедрой _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры прикладной математики и теории систем управления с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ____ от «____» _____ 20____ г.

Заведующий. кафедрой _____