

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра компьютерных технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-методической
и учебной работе



Е.И. Скафа

2017 г.

**Рабочая программа учебной дисциплины
«ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ»**

Направления подготовки:	09.04.01 Информатика и вычислительная техника
Магистерская программа:	Информатика и вычислительная техника
Программа подготовки:	академическая магистратура
Квалификация:	магистр
Форма обучения:	очная

Донецк 2017

УТВЕРЖДАЮ:

Декан физико-технического факультета

 Н.Г. Малюк

« 23 » июня 2017 г.

МП



Программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 октября 2014 г. № 1420.

Программа учебной дисциплины «Вычислительные системы» составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от «25» декабря 2015 г. № 946, зарегистрированного в Министерстве юстиции ДНР от 01 февраля 2016 г. № 948, «Положения об организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики», утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР 07 августа 2015 г. № 380 (с изменениями и дополнениями от 30 октября 2015 г. № 750), учебного плана по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника (Профиль: Информатика и вычислительная техника), утвержденного Ученым Советом Университета от 31.03.2017 г., протокол № 3 и основной образовательной программы, утвержденной приказом ректора (№ 77/05 от 06.05 2017 г.).

Разработчик:

Ст.преподаватель кафедры
компьютерных технологий

Ю.А. Кожемякин

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры компьютерных технологий

Протокол № 17 от «04» мая 2017 г.

Заведующий кафедрой

Т.В. Ермоленко

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией физико-технического факультета

Протокол № 5 от «24» мая 2017 г.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета

В.Н. Котенко

1. Область применения и место дисциплины в учебном процессе

Учебная дисциплина «Вычислительные системы» относится к вариативной части блока «Дисциплины (модули)» и состоит из одного содержательного модуля.

Дисциплина реализуется на физико-техническом факультете кафедрой компьютерных технологий.

Этот курс опирается на подготовку студентов, полученную при изучении дисциплин бакалавриата: «Основы программирования», «Информатика и информационно-коммуникационные технологии», «Архитектура ЭВМ и микроконтроллеров», «Администрирование ОС Win/Unix», «Администрирование распределенных систем», «Аппаратные средства ЛВС», закладывает фундамент научно-прикладной подготовки будущих исследователей в области проектирования вычислительных систем.

Полученные знания используются студентами во время прохождения производственной практики, при выполнении научно-исследовательской работы и написании магистерской диссертации.

2. Структура дисциплины

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	09.04.01 Информатика и вычислительная техника	
Магистерская программа	Информатика и вычислительная техника	
Программа подготовки	академическая магистратура	
Квалификация	магистр	
Количество содержательных модулей	2	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	дисциплина вариативной части	
Формы контроля	1 модульный контроль, 1 экзамен	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	4,5	
Год подготовки	2	
Семестр	3	
Количество часов	180	
- лекционных	18	
- практических, семинарских	36	
- лабораторных	36	
- самостоятельной работы	90	
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	9	
в т.ч. аудиторных	4	

3. Описание дисциплины

Цели и задачи.

Цель – формирование знаний студента о фундаментальных понятиях, общих принципах организации и функционирования современных распределенных систем, методах и средствах мониторинга, распределения прав, защиты и резервирования систем.

Задачи – усвоение теоретических основ и приобретение практических навыков по сбору и анализу исходных данных для проектирования вычислительных системы; проектированию кластеров в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; контролю соответствия разрабатываемых проектов стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам; применению современных инструментальных средств при разработке средств управления кластеров; использованию стандартов и типовых методов контроля и оценки качества; составлению отчёта по выполненному заданию; участию во внедрении результатов исследований и разработок.

Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины «Вычислительные системы» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника (магистерская программа: Информатика и вычислительная техника)

а) общекультурных (ОК):

- способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-1); способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-3);
- способностью проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности (ОК-6);
- способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-7);
- способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы) (ОК-8).

б) общепрофессиональных (ОПК):

- способностью воспринимать математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания, умением самостоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте (ОПК-1);
- владением методами и средствами получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе в глобальных компьютерных сетях (ОПК-5);
- способностью анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями (ОПК-6).

в) профессиональных (ПК):

научно-исследовательская деятельность:

- применением перспективных методов исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий (ПК-7);

проектная деятельность:

- способностью проектировать системы с параллельной обработкой данных и высокопроизводительные системы и их компоненты (ПК-9);
- способностью формировать технические задания и участвовать в разработке аппаратных и (или) программных средств вычислительной техники (ПК-11);

производственно-технологическая деятельность:

- способностью к программной реализации распределенных информационных систем (ПК-13);
- способностью к программной реализации систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительных систем (ПК-14);
- способностью к созданию служб сетевых протоколов (ПК-16);

В результате изучения учебной дисциплины студент должен**Знать:**

- основы современных концепций и технологий проектирования вычислительных систем (кластеров);
- компоненты и параметры современных вычислительных систем (кластеров);
- организацию правильного распределения ролей в кластерных системах;
- методы и средства использования мониторинга кластерных систем;
- основные характеристики систем резервирования данных;
- методы и средства защиты кластерных систем;
- средства организации контролируемых объектов в единую структуру.

Уметь:

- разрабатывать элементы программного обеспечения сбора данных;
- использовать возможности современных кластерных систем;
- определять необходимые компоненты и параметры операционных систем в условиях настройки конфигурации системных программных средств с помощью технических средств, технической документации на систему, используя конфигурационные файлы, системные регистрационные базы данных, резервные копии системы и тому подобное;
- обеспечивать надёжное функционирование системного программного обеспечения в условиях эксплуатации прикладного программного обеспечения с помощью современных диагностических средств, используя системы защиты технических и программных средств от несанкционированного доступа;
- обосновывать выбор средств мониторинга систем в процессе разработки прикладного программного обеспечения с помощью анализа эффективности операционных систем в соответствии с критериями надёжности, отказоустойчивости, совместимости, мобильности, производительности, стоимости;
- распознавать причины нарушения работы кластерных систем в условиях их опытной эксплуатации с помощью тестов, используя собранные данные в реальном времени, дампы памяти, специальные средства программных сетевых отладчиков;
- выбирать оптимальную структуру распределенных систем, хранения данных, резервирования данных в процессе технического и рабочего проектирования информационных систем с помощью современных научно-технических решений;
- разрабатывать вспомогательные программы, использующие системные библиотеки;
- использовать системные сообщения и обрабатывать события;
- планировать процессы распределенных систем;
- эффективно распределять ресурсы, используемые распределенной системой;
- использовать стандартные методы доступа к внешним устройствам;
- оптимизировать вычислительные потоки и потоки данных.

Владеть:

- навыками администрирования системного программного обеспечения;
- основами методики инсталляции и настройки современных систем.

4. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
Содержательный модуль 1. Мониторинг и поддержка инфраструктуры ЛВС.	
Тема 1. Кластеры высокой доступности (НАС).	Организация кластеров высокой доступности (НАС), компоненты, роли, взаимодействие внутри системы и между системами, средства резервирования и контроля. Изучение на примере СУ кластером Proxmox.
Тема 2. Вычислительные кластеры (НРС).	Организация кластеров высокой доступности (НРС), компоненты, роли, взаимодействие внутри системы и между системами, средства резервирования и контроля. Изучение на примере СУ кластером Pelican.
Тема 3. Системы балансировки нагрузки.	Организация систем балансировки нагрузки, компоненты, роли, взаимодействие внутри системы, средства резервирования и контроля. Изучение на примере средств Nginx.
Тема 4. Международная система организации кластерных вычислений GRID.	Доступ, контроль, формирование заданий, проведение вычислений.

Тематический план

Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения					
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 1. Кластеры высокой доступности (НАС).	66	6	12	12	36							
Тема 2. Вычислительные кластеры (НРС)	66	6	12	12	36							
Тема 3. Системы балансировки нагрузки.	28	4	8	8	8							
Тема 4. Международная система организации кластерных вычислений GRID	20	2	4	4	10							
Всего часов	180	18	36	36	90							

Курс дисциплины «Вычислительные системы» предусматривает следующие **формы организации учебного процесса**:

1. лекции;
2. практические занятия;
3. лабораторные занятия;
4. самостоятельная работа студента.

По источнику передачи и восприятия учебной информации используются словесные (лекция, беседа), наглядные (иллюстрация, демонстрация), практические (исследования, упражнения, лабораторные работы) методы.

По характеру познавательной деятельности студентов используются объяснительно-иллюстративные и репродуктивные методы, проблемное преподавание, частично-поисковый и исследовательский методы.

В зависимости от основной дидактической цели и задач используются методы устного изложения знаний, закрепление учебного материала, самостоятельной работы студентов по осмыслению и усвоению нового материала, работы по применению знаний на практике и выработке умений и навыков, проверки и оценки знаний, умений и навыков.

Используются следующие методы контроля:

1. устный контроль (экспресс-опрос на лекциях);
2. проверка конспектов;
3. защита лабораторных работ;
4. итоговый тест (экзаменационные билеты).

5. Методические рекомендации для проведения лекционных, практических и лабораторных занятий

ТЕМЫ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Типы кластеров. Применение кластеров НА. Реализация НА на примере кластеров БД.	2
2	Построение кластера НА в Linux-системах. Настройка.	2
3	Решение вопросов обеспечения бесперебойности кластера НА в Linux.	2
4	Кластеры НР. Область применения. Особенности НР в Linux.	2
5	Установка и конфигурирование вариантов кластера НР в Linux.	2
6	Параллелизация алгоритмов для НРС. Библиотеки OpenMPI / OpenMP	2
7	Задачи балансировки нагрузки вычислительных систем.	2
8	Средства балансировки нагрузки ВС в Linux.	2
9	Системы GRID. Примеры структур. Аспекты использования GRID в практической работе.	2
	ВСЕГО	18

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Кластеры высокой доступности (НАС).	12
2	Вычислительные кластеры (НРС).	12
3	Системы балансировки нагрузки.	10
4	Международная система организации кластерных вычислений GRID	2
	ВСЕГО	36

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Инсталляция и настройка системы Proxmox.	8
2	Организация миграции системы в Proxmox.	12
3	Инсталляция системы Pelican.	2
4	Исследование производительности ПО в системе Pelican.	8
5	Инсталляция и настройка системы балансировки HAProxy.	6
	ВСЕГО	36

6. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов по курсу «Вычислительные системы» предусматривает:

- систематическое посещение лекционных занятий, ведение конспекта лекций;
- повседневное изучение лекционного материала и содержания технической литературы, рекомендуемые этой программой и рабочим учебным планом;
- добросовестную подготовку к лабораторным и практическим занятиям;
- своевременное и качественное оформление отчётов по лабораторным работам.
- самостоятельную разработку алгоритмов и текстов программ лабораторных работ.

ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Мониторинг производительности систем.	16
2	Системы написания ПО для параллельных вычислений.	28
3	GRID: системы для удаленного выполнения вычислений.	10
4	Системы балансировки нагрузки на сервера и службы доступа.	8
5	Средства удаленного контроля кластерных систем.	10
6	Факторы, влияющие на производительность разнесенного кластера.	6
7	Меры безопасности и ограничения доступа датацентров.	12
	ВСЕГО	90

7. Индивидуальные задания

Индивидуальные задания не предусмотрены.

8. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации

1. Система кластеризации Galera. Конфигурирование.
 2. Оценка нагрузки на узлы кластерной системы.
 3. Схемы Master-Slave.
 4. Восстановление кластера НАС.
 5. Кворум, связность, репликации.
 6. Обработка состояния Split Brain.
 7. Конфигурация средств контроля кластера НРС
 8. Структурные элементы кластера НРС
 9. Параллельные вычисления. Типы и особенности.
 10. Оптимизация структуры и алгоритмов для кластеров НРС.
 11. Типы виртуализации.
 12. Сетевые средства SA.
- Управление пулами виртуальных машин.

9. Образец модульного контроля

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

Направление подготовки: **09.04.01 Информатика и вычислительная техника**
 Магистерская программа: **Информатика и вычислительная техника**
 Программа подготовки: **академическая магистратура**
 Семестр: **3**
 Учебная дисциплина: **Вычислительные системы**

МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

ВАРИАНТ №1

1. Добавление новой ноды в кластер НРА.
2. Восстановление данных ноды после аварийного отключения.

Утверждено на заседании кафедрой компьютерных технологий,
 протокол № ____ от “__” _____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____

Преподаватель _____

Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
Задание 1	10
Задание 2	10
Всего	20

10. Образец экзаменационного билета

Теоретические вопросы к экзамену

1. Типы кластеров. Особенности реализации и применения.
2. Требования к инфраструктуре кластеров НАС и функциональности нод.
3. Общая схема организации репликация кластера НАС на примере БД MySQL.
4. Кластер Galera. Особенности. Установка.
5. Средства обеспечения резервного копирования и восстановления.
6. Отработка сбойных ситуаций. Расщепление зон кластера Galera.
7. Отработка сбойных ситуаций. Восстановление нод и подключение к кластеру.
8. Мониторинг нагрузки кластера НАС.
9. MaxScale. Назначение. Конфигурирование. Контроль работы.
10. Установка и настройка узлов кластера системы Proxmox.
11. Установка и настройка узлов кластера системы Rock.
12. Установка и настройка узлов кластера системы Pelican.
13. Мониторинг нагрузки кластера НРС.
14. Резервирование ресурсов кластера НРС.
15. OpenMPI. Многопроцессные алгоритмы.
16. Средства обмена и синхронизации процессов с параллельными вычислениями.
17. Выполнение программ на базе OpenMPI в среде учебного НРС кластера Pelican.
18. OpenMP. Многопоточные алгоритмы параллельных вычислений.
19. Средства синхронизации параллельных алгоритмов на базе OpenMP.
20. Контроль балансировки нагрузки служб вычислительных систем.
21. Управление работой кластера и систем резервирования средствами балансировки.
22. Системы резервного хранения данных. Решения в реализации DATA-центров.
23. Регистрация в системе GRID. Подготовка задания. Передача на выполнение.
24. Анализ результатов отработки программ средствами GRID.
25. Реализация кластеров и возможные подходы применения кластерных решений в учебном процессе.

Образец экзаменационного билета

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

<i>Направление подготовки:</i>	09.04.01 Информатика и вычислительная техника
<i>Магистерская программа:</i>	Информатика и вычислительная техника
<i>Программа подготовки:</i>	академическая магистратура
<i>Семестр</i>	3
<i>Учебная дисциплина</i>	Вычислительные системы

БИЛЕТ №1

1. Распределение ролей и права доступа системы Proxmox.
2. Создание тестового задания для параллельных вычислений в кластере Rock.
3. Принципиальная схема организации балансировки нагрузки.

Утверждено на заседании кафедрой компьютерных технологий,
протокол № ____ от “__” _____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____

Преподаватель _____

Критерии оценивания экзамена

Номер задания	Количество баллов
Задание 1	15
Задание 2	20
Задание 3	15
Всего	50 баллов

11. Критерии оценивания

По курсу предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля, выполнение блока лабораторных работ и экзамена.

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

Форма контроля	Максимальное количество баллов
Лабораторная работа №1	5
Лабораторная работа №2	5
Лабораторная работа №3	5
Лабораторная работа №4	5
Лабораторная работа №5	5
Модульный контроль	20
Организационно-учебная работа студента	3
Экзамен	30
Общий итог	103

Шкала соответствия баллов национальной шкале

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной 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

12. Материально-техническое обеспечение учебного процесса.

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой и доской. Лабораторные и практические занятия проводятся в компьютерном классе, оборудованном компьютерами с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет, столами, доской.

13. Рекомендованная литература

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
Основная литература			
1.	Лупин С.А., Посыпкин М.А. Технологии параллельного программирования: учебное пособие- М:ИД «Форум» 2011.,208 с. ISBN: 978-5-8199-0336-0 (ИД «Форум») , 978-5-16-003155-2 (Инфра-М). УДК 004(075.8) ББК 32.973я73 URL: http://nc.donnu.ru/nextcloud/index.php/s/QeB443PbLxXstRJ	-	+
2.	Гергель В.П. Высокопроизводительные вычисления для многоядерных многопроцессорных систем: учебное пособие, Нижний Новгород, госуниверситет им. Лобачевского, УДК 004.42.032.24(07) ББК 32.973.2-018.2.7 ISBN 5-85746-602-4 2010г.,421с. URL: http://nc.donnu.ru/nextcloud/index.php/s/FBfs8fd6kqNAWrA	-	+
3.	Кожемякин Ю.А. Вычислительные системы [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Ю.А. Кожемякин – Донецк: ДонНУ, 2017. – Электронные данные (1 файл). URL: http://nc.donnu.ru/nextcloud/index.php/s/eeYgLjrQ57ZXfya		+
Дополнительная литература			
4.	Миков, А.И. Распределенные системы и алгоритмы [Текст] / А.И. Миков, Е.Б.Замятина. - Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального ун-та, 2014. - 87 с. ил., табл.; 21 см.; ISBN 978-5-9275-1519-6. URL: http://nc.donnu.ru/nextcloud/index.php/s/y48WrdQpaWq5KFH	-	+
5.	Воеводин В.В. Вычислительное дело и кластерные системы / В.В. Воеводин, С.А. Жуматий. - М.: Изд-во МГУ, 2007. - 149 с. URL: http://nc.donnu.ru/nextcloud/index.php/s/fzs3pdi7epG6XKB	-	+

14. Информационные ресурсы

1. Справочная документация по Proxmox VE. URL: <http://pve.proxmox.com> (дата обращения 03.01.2017).
2. Справочная документация по PelicanHPC. URL: <http://www.pelicanhpc.org> (дата обращения 03.01.2017)
3. Официальный сайт OpenNet. URL: <http://www.opennet.ru> (дата обращения 03.01.2017).

15. Программное обеспечение

1. Linux Fedora / Centos / Ubuntu. (open source, лицензия GNU GPL)
2. Система управления кластером Proxmox. (open source, лицензия BSDLicense)
3. Система управления кластером Rock/Pelican. (open source, лицензия GNU GPL)
4. Пакет HAProxy. (open source, лицензия GNU GPL)

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры компьютерных технологий с изменениями (без изменений) на 2018/19 учебный год.

Протокол № 2 от "30" 08 2018 г.

Зав. кафедрой



Т.В. Ермоленко