

Приложение 3.РПД Б3.В.ДВ.1.2

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
в г. Смоленске
по учебно-методической работе
В.В. Рожков
« 31 » 08 2015 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КЛАСТЕРНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль подготовки: Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

Уровень высшего образования: бакалавриат

Нормативный срок обучения: 4 года

Форма обучения: очная

Смоленск – 2015 г.

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

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся к научно-исследовательской, проектной деятельности по направлению подготовки 09.03.01 "Информатика и вычислительная техника" посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Задачами дисциплины является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующих общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

ОК-10: использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

ОК-12: имеет навыки работы с компьютером как средством управления информацией

ПК-2: осваивать методики использования программных средств для решения практических задач

ПК-8: научно-педагогическая деятельность: готовить конспекты и проводить занятия по обучению сотрудников применению программно-методических комплексов, используемых на предприятии

ПК-9: монтажно-наладочная деятельность: участвовать в настройке и наладке программно-аппаратных комплексов

В результате изучения дисциплины студент должен:

ОК-10:

Знать: архитектуру, классификации современных высокопроизводительных вычислительных систем, основные способы организации параллельных вычислений; методы и средства имитационного моделирования кластерных вычислительных систем, методы исследования систем на основе имитационной модели.

Уметь: разрабатывать математические модели кластерных систем, выбирать методы их исследования, выполнять сравнительный анализ систем и формировать рекомендации по улучшению технико-эксплуатационных характеристик систем на основе результатов моделирования.

Владеть: методами имитационного моделирования кластерных систем, анализа результатов эксперимента над моделями, синтеза проектных решений, связанных с улучшением технико-эксплуатационных характеристик кластерных систем.

ПК-2:

Знать: методики использования программных средств имитационного моделирования и инструментарий моделирующих систем для решения практических задач анализа характеристик и улучшения технико-эксплуатационных показателей кластерных систем; методики и прикладные библиотеки параллельного программирования.

Уметь: на основе известных методик синтезировать имитационные модели кластерных систем; решать задачи параллельного программирования для систем с общей и распределенной памятью.

Владеть: навыками работы с системами имитационного моделирования, а также интерфейсами MPI, OpenMP.

ОК-12:

Знать: подходы к созданию имитационных моделей кластерных систем с использованием персонального компьютера и специализированного программного обеспечения, способы управления параметрами моделей и получения данных эксперимента над моделью в цифровой форме.

Уметь: ставить задачу компьютерного моделирования кластерных систем и разрабатывать алгоритм ее решения, использовать прикладные системы имитационного моделирования.

Владеть: навыками работы с современными системами имитационного моделирования, управления процессом моделирования и параметрами модели с использованием компьютера.

ПК-9:

Знать: методики применения программного инструментария, используемого в задачах настройки и наладки кластерных программно-аппаратных комплексов.

Уметь: выполнять основные задачи управления развертыванием и выполнением параллельных программ в среде кластерных программно-аппаратных комплексов

Владеть: навыками развертывания и управления выполнением параллельных программ.

ПК-8:

Знать: состав и назначение стандартов MPI, OpenMP.

Уметь: применять в практической работе и объяснять другим пользователям кластерных программно-аппаратных комплексов назначение стандартов MPI, OpenMP и основных элементов стандартов.

Владеть: навыками подготовки описаний, отражающих постановку задачи, ход решения и результаты выполнения прикладных задач в среде кластерных программно-аппаратных комплексов.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части Б.3.В. цикла Б3 образовательной программы подготовки бакалавров по бакалаврской программе "Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем" направления "Информатика и вычислительная техника".

В соответствии с учебным планом по направлению "Информатика и вычислительная техника" дисциплина «Кластерные вычислительные системы» базируется на следующих дисциплинах:

- Б1.В.ДВ.1.2 Социология
- Б2.Б.1 Математика
 - Б2.Б.1.1 Алгебра и геометрия
 - Б2.Б.1.2 Математический анализ
- Б2.Б.2 Физика
- Б2.Б.3 Информатика
- Б2.В.ОД.1 Математическая логика и теория алгоритмов
- Б2.В.ОД.2 Дискретная математика
- Б3.Б.4 Инженерная и компьютерная графика
- Б2.В.ОД.3 Вычислительная математика
- Б2.В.ОД.4 Теория вероятностей и математическая статистика
- Б2.В.ДВ.2.1 Введение в оптимизацию
- Б2.В.ДВ.2.2 Программные средства для математических расчетов
- Б3.Б.1 Электротехника, электроника и схемотехника
 - Б3.Б.1.1 Электротехника и электроника

Б3.Б.2	Программирование
Б3.Б.3	Операционные системы
Б3.Б.9	ЭВМ и периферийные устройства
Б3.Б.9.1	ЭВМ
Б3.В.ОД.1	Компьютерная графика
Б3.В.ОД.6	Технология программирования

Результаты освоения дисциплины применяются в:

Б3.Б.1	Электротехника, электроника и схемотехника
Б3.Б.1.2	Схемотехника
Б3.Б.10	Метрология, стандартизация и сертификация
Б3.В.ОД.5	Системное программное обеспечение
Б3.В.ОД.8	Теория передачи информации
Б3.В.ДВ.2.1	Инженерное проектирование и САПР
Б3.В.ДВ.2.2	Лингвистическое и программное обеспечение САПР
Б5.П.1	Производственная практика
Б2.Б.4	Экология
Б3.Б.5	Сети и телекоммуникации
Б3.Б.6	Безопасность жизнедеятельности
Б3.Б.8	Защита информации
Б3.Б.9	ЭВМ и периферийные устройства
Б3.Б.9.2	Периферийные устройства
Б3.В.ОД.2	Моделирование
Б3.В.ОД.4	Микропроцессорные системы
Б3.В.ОД.5	Системное программное обеспечение
Б3.В.ОД.9	Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ
Б3.В.ДВ.4.1	Структурный анализ и проектирование информационных систем
Б3.В.ДВ.4.2	Информационные технологии
Б3.В.ДВ.5.1	Технология объектного программирования
Б3.В.ДВ.5.2	Вычислительные системы
Б6	Итоговая государственная аттестация

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

Аудиторная работа

Цикл:	Б3	Семестр
Часть цикла:	вариативная	
№ дисциплины по учебному плану:	Б3.В.ДВ.1.2	
Часов (всего) по учебному плану:	108	5 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	3	5 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	1, 36	5 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	-	5 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	1, 36	5 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	1, 36	5 семестр
Зачет с оценкой (ЗЕТ, часов)	-	5 семестр

Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	0,5, 18
Подготовка к практическим занятиям (пз)	-
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	0,5, 18
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	-
Выполнение курсового проекта (работы)	-
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	-
Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-
Всего:	1, 36
Подготовка к экзамену	-

Объем занятий, проводимых в интерактивной форме, 16 часов.

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

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебной занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)				
			лк	пр	лаб	СРС	в т.ч. интеракт.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тема 1. Классификации высокопроизводительных вычислительных систем	12	4	-	4	4	0
2	Тема 2. Модели вычислений и оценки производительности систем	15	6	-	4	5	0
3	Тема 3. Вычислительные системы с общей и распределенной памятью	36	4	-	20	12	8
4	Тема 4. Суперкомпьютеры, элементы высокопроизводительных систем, вычислительные системы с нетрадиционной архитектурой	9	6	-	-	3	0
5	Тема 5. Организация и программирование вычислительных кластеров	36	16	-	8	12	8
всего по видам учебных занятий			36	0	36	36	16

Содержание по видам учебных занятий

Тема 1. Классификации высокопроизводительных вычислительных систем.

Лекция 1. Классификации параллельных систем (2 часа)

Вопросы лекции:

- 1) Классификация Флинна;
- 2) Классификации Ванга и Бриггса, Хокни, Шора, Джонсона, Базу, Кришнамарфи, Хендлера, Скилликорна.

Лекция 2. Основные классы архитектур современных параллельных компьютеров (2 часа)

Вопросы лекции:

- 1) Архитектура SMP;
- 2) Архитектура MPP;
- 3) Архитектура NUMA;
- 4) Понятие кластерных вычислительных систем, примеры.

Лабораторная работа 1. Имитационное моделирование одноканальных и многоканальных систем массового обслуживания (4 часа). Задача – построение моделей систем массового обслуживания (СМО) в среде имитационного моделирования GPSS. Построение и отладка модели одноканальной и многоканальной СМО, получение характеристик систем по модели.

Самостоятельная работа 1. Изучение материалов лекций (2 часа), подготовка к выполнению и защите лабораторных работ (2 часа), подготовка к практическим занятиям (4 часа). Всего к теме 1 – 4 часа.

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ.

Тема 2. Модели вычислений и оценки производительности систем

Лекция 3. Модели вычислений (2 часа)

Вопросы лекции:

- 1) Информационный граф (описание, свойства);
- 2) Оценка ускорения при параллельной модели вычислений;
- 3) Командные и информационные структуры на информационном графе;
- 4) Граф потоков данных;
- 5) Прочие модели параллельных алгоритмов.

Лекция 4. Синхронные и асинхронные вычисления (2 часа)

Вопросы лекции:

- 1) Ярусно-параллельная форма информационного графа;
- 2) Системы команд и задание последовательности выполнения операторов.

Лекция 5. Оценки производительности вычислительных систем (2 часа)

Вопросы лекции:

- 1) Универсальные единицы измерения производительности (MIPS, MFLOPS);
- 2) Тест LINPACK, прочие универсальные тесты производительности систем;
- 3) Методы и способы оценки быстродействия вычислительных систем;
- 4) Способы измерения производительности вычислительных систем;

- 5) Тесты производительности параллельных вычислительных систем SPEC, TPC и др.

Лабораторная работа 2. Моделирование синхронных и асинхронных вычислительных процессов (4 часа). Задача – построение моделей синхронных и асинхронных систем массового обслуживания (СМО) в среде имитационного моделирования GPSS. Построение и отладка модели, получение характеристик производительности систем по модели, сравнение характеристик при асинхронном и синхронном процессе вычислений.

Самостоятельная работа 2. Изучение материалов лекций (3 часа), подготовка к выполнению и защите лабораторных работ (2 часа). Всего к теме 2 – 5 часов.

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ.

Тема 3. Вычислительные системы с общей и распределенной памятью

Лекция 6. Системы с общей памятью (2 часа)

Вопросы лекции:

- 1) Особенности систем с общей памятью (гранулярность вычислений, способ взаимодействия процессов через общую память, операционные системы, модели вычислений);
- 2) Методы и способы обеспечения когерентности кэш-памяти;
- 3) Достоинства и недостатки модели архитектуры с общей памятью;
- 4) Примеры систем с общей памятью с архитектурой SMP и NUMA.

Лекция 7. Системы с распределенной памятью (2 часа)

Вопросы лекции:

- 1) Особенности систем с распределенной памятью (гранулярность вычислений, способ взаимодействия процессов через обмен сообщениями, операционные системы, модели вычислений);
- 2) Топологии вычислительных систем с распределенной памятью, свойства топологий, влияние топологии на скорость передачи сообщений;
- 3) Методы коммутации сообщений (пакетов) и каналов;
- 4) Достоинства и недостатки модели архитектуры с распределенной памятью;
- 5) Примеры систем с общей памятью с архитектурой MPP.

Лабораторная работа 3. Исследование архитектуры и методов повышения производительности многопроцессорной вычислительной системы с общей памятью (4 часа). Цель работы: Приобретение навыков разработки имитационных моделей многопроцессорных систем с общей памятью; измерение основных параметров вычислительной системы на ее модели; исследование влияния параметров рабочей нагрузки на показатели производительности и использования ресурсов.

Лабораторная работа 4. Исследование характеристик сильносвязанной архитектуры многопроцессорной системы при многопоточковой обработке и различных алгоритмах назначения ресурсов (8 часов). Цель работы: выполнить сравнительный анализ показателей производительности и использования ресурсов ВС для различных алгоритмов назначения ресурсов вычислительным задачам. Работа выполняется в 2 этапа:

- 1) Создание и отладка имитационной модели (4 часа);

- 2) Реализация 3 вариантов алгоритмов назначения ресурсов в созданной модели, сбор данных эксперимента с моделями, сравнение полученных показателей для вариантов алгоритмов (4 часа).

Лабораторная работа 5. Оценка эффективности средств реализации межмашинных взаимодействий в однородной вычислительной системе (ОВС) при методе взаимодействия коммутацией сообщений (4 часа). Цель работы: Оценить эффективность взаимодействия методом коммутации сообщений в ОВС заданной топологии для различной интенсивности взаимодействий в системе.

Лабораторная работа 6. Оценка эффективности средств реализации межмашинных взаимодействий в однородной вычислительной системе (ОВС) при методе взаимодействия коммутацией каналов" (4 часа). Цель работы: оценка эффективности взаимодействия методом коммутации каналов в ОВС заданной топологии для различной интенсивности взаимодействия.

Самостоятельная работа 3. Изучение материалов лекций (2 часа), подготовка к выполнению и защите лабораторных работ (10 часов). Всего к теме 3 – 12 часов.

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ.

Лабораторные работы 3-6 проводится в интерактивной форме с использованием бригадного метода выполнения задания с разграничением функциональных обязанностей студента при выполнении задания. Затем усилия объединяются, и организуется активный диалог студентов с преподавателем и между собой для подведения итогов решения задания и его практической реализации (в интерактивной форме - 8 часов).

Тема 4. Суперкомпьютеры, элементы высокопроизводительных систем, вычислительные системы с нетрадиционной архитектурой

Лекция 8. Организация процессоров высокопроизводительных систем обработки данных (2 часа)

Вопросы лекции:

- 1) Архитектура одноядерных и 2-ядерных процессоров (на примере процессоров Intel архитектуры SMP);
- 2) Архитектура многоядерных процессоров AMD и систем на их основе (применение архитектуры NUMA);
- 3) Способы повышения производительности процессоров

Лекция 9. Современные суперкомпьютеры (2 часа)

Вопросы лекции:

- 1) Рейтинг TOP 500, примеры систем, краткое рассмотрение архитектур систем.
- 2) Организация высокопроизводительных систем с нетрадиционной архитектурой. Векторные и векторно-конвейерные системы: классы R-R, S-S, операционный конвейер, особенности архитектуры.

Лекция 10. Систематические, волновые, матричные системы (2 часа)

Вопросы лекции:

- 1) Систематические системы: особенности архитектуры, пример вычислений.

- 2) Машины потоков данных (МПД), граф потоков данных (ГПД), механизмы квитиования, раскраски и др.
- 3) Волновые системы: особенности архитектуры, пример вычислений.
- 4) Матричные системы: особенности архитектуры, процессорный элемент, топология.

Самостоятельная работа 4. Изучение материалов лекций (3 часа). Всего к теме 4 – 3 часа.

Текущий контроль – устный опрос на лекциях.

Тема 5. Организация и программирование вычислительных кластеров

Лекция 11. Сетевая инфраструктура кластера (2 часа)

Вопросы лекции:

- 1) Сетевые решения для кластерных систем;
- 2) Основные критерии оценки кластерных систем;
- 3) Типичный набор программно-аппаратного обеспечения кластеров;
- 4) Выполнение задач на кластерах;
- 5) Особенности запуска задач на кластерах;
- 6) Интегрированные наборы кластерного программного обеспечения.

Лекция 12. Методы передачи данных и оценка времени выполнения коммуникационных операций (2 часа)

Вопросы лекции:

- 1) Методы передачи данных, оценка времени выполнения коммуникационных операций;
- 2) Оценка трудоемкости операций передачи данных для кластерных систем. Модель Хокни.

Лекция 13. Стандарт MPI (2 часа)

Вопросы лекции:

- 1) MPI: основные понятия и определения. Базовый (минимальный) набор функций MPI, достаточный для разработки параллельных программ. Операции передачи данных между двумя процессами
- 2) Коллективные операции передачи данных. Упаковка и распаковка разнотипных данных в MPI. Управление группами процессов и коммутаторами. Виртуальные топологии Модельные примеры.

Лекция 14. Стандарт OpenMP (2 часа)

Вопросы лекции:

- 1) Модель параллелизма OpenMP;
- 2) Модель памяти OpenMP;
- 3) Директивы OpenMP;
- 4) Библиотека функций OpenMP.

Лекция 15. Сравнение технологий MPI и OpenMP (2 часа)

Вопросы лекции:

- 1) Сравнение технологий MPI и OpenMP для SMP-систем;
- 2) Гибридный (MPI+OpenMP) подход для SMP-кластеров;
- 3) Компиляторы с поддержкой OpenMP;
- 4) Инструментальные средства разработки и отладки многопоточных приложений.

Лекция 16. DVM-система (2 часа)

Вопросы лекции:

- 1) Общие сведения, цели создания, принципы построения. Модель параллелизма, модель выполнения и модель программирования DVM;
- 2) Языки программирования DVM. Директивы DVM;
- 3) Сравнение размеров и эффективности MPI- и DVM-программ;
- 4) Средства функциональной отладки, анализа и прогноза производительности DVM-программ. Особенности компиляции и запуска DVM-программ.

Лекция 17. Управление кластером (2 часа)

Вопросы лекции:

- 1) Типовые задачи системного администратора кластера. Вопросы безопасности и отказоустойчивости;
- 2) Типичная архитектура системы управления кластером. Мониторинг кластера. Очередь задач. Планировщик задач. Система удаленного доступа к кластеру.

Лекция 18. Технология Грид (2 часа)

Вопросы лекции:

- 1) Концепция Грид;
- 2) Архитектура Грид;
- 3) Уровни Грид;
- 4) Распределение ресурсов в Грид;
- 5) Инструментальные средства Грид.

Лабораторная работа 7. Основы параллельного программирования в MPI (4 часа). Цель – дать представление о построении простых параллельных программ на языке параллельного программирования MPI; представление о параллельных программах, настраиваемых на размер вычислительной системы, как на параметр; закрепить практическое освоение функций парных взаимодействий между ветвями параллельной программы. Работа с MS-MPI в среде Visual Studio.

Лабораторная работа 8. Основы параллельного программирования в Open MP (4 часа). Цель – дать представление о построении простых параллельных программ на языке параллельного программирования OpenMP; закрепить практическое освоение директив языка. Работа в среде Visual Studio.

Самостоятельная работа 5. Изучение материалов лекций (8 часов), подготовка к выполнению и защите лабораторных работ (4 часа). Всего к теме 3 – 12 часов.

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ.

Лабораторные работы 7,8 проводится в интерактивной форме с использованием бригадного метода выполнения задания с разграничением функциональных обязанностей студента при выполнении задания. Затем усилия объединяются, и организуется активный диалог студентов с преподавателем и между собой для подведения итогов решения задания и его практической реализации (в интерактивной форме - 8 часов).

Промежуточная аттестация по дисциплине: зачет с оценкой.

Изучение дисциплины заканчивается зачетом с оценкой. Зачет проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № 21-23.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов по дисциплине организуется в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы студентов», утвержденным заместителем директора филиала ФБГОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске 02.04.2014 г.

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны:

- методические рекомендации по самостоятельной работе студентов (Приложение 3.РПД .Б3.В.ДВ.1.2 (срс));
- методические указания по лабораторным работам (Приложение 3.РПД .Б3.В.ДВ.1.2 (лб));
- методические указания по самостоятельной работе над лекционным материалом (Приложение 3.РПД .Б3.В.ДВ.1.2 (лк)).

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

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: общекультурные ОК-10, ОК-12; профессиональные ПК-2, ПК-8, ПК-9.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (лабораторные работы, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе защит лабораторных работ, успешной сдачи зачета.

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 90% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 70% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 50% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлено различными видами оценочных средств.

Общая оценка сформированности компетенций определяется на этапе промежуточной аттестации.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является зачёт, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Оценка «удовлетворительно» означает, что все компетенции, закрепленные за дисциплиной, освоены на уровне не ниже порогового.

Оценка «хорошо» означает, что все компетенции, закрепленные за дисциплиной, освоены на уровне не ниже продвинутого.

Оценка «отлично» означает, что все компетенции, закрепленные за дисциплиной, освоены на эталонном уровне.

Критерии оценивания для зачёта в устной форме (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Зачетная оценка определяется как средняя оценка (с округлением до ближайшего целого) всех зачётных мероприятий: выполнения практических заданий, сдачи устного зачёта. Удовлетворительная оценка ставится после выполнения и успешной защиты всех обязательных заданий. Оценка может быть изменена после зачетного собеседования со студентом, претендующим на повышение балла, а также повышена для студентов своевременно, самостоятельно и верно выполнивших задания на практических занятиях.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, или не сдавшему их в срок. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент: после начала зачёта отказался его сдавать или нарушил правила сдачи зачёта (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.

В зачетную книжку студента и выписку к диплому выносятся оценка *зачета* по дисциплине за 5 семестр.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Перечень вопросов для подготовки к зачету:

1. Классификации высокопроизводительных вычислительных систем: классификации Флинна, Ванга и Бриггса, Хокни, Шора, Джонсона, Базу, Кришнамарфи, Хендлера.
2. Основные классы архитектур современных параллельных компьютеров
3. Архитектура SMP
4. Архитектура MPP
5. Архитектура NUMA.
6. Модели вычислений: информационный граф (описание, свойства).
7. Оценка ускорения при параллельной модели вычислений.
8. Командные и информационные структуры на информационном графе.
9. Ярусно-параллельная форма информационного графа.
10. Системы команд и задание последовательности выполнения операторов.

11. Оценки производительности высокопроизводительных вычислительных систем. Универсальные единицы измерения производительности.
12. Способы оценки быстродействия вычислительных систем (матрица).
13. Способы измерения производительности вычислительных систем.
14. Тесты производительности параллельных вычислительных систем (SPEC и др.).
15. Подсистемы и устройства обработки данных. Конвейеризация выполнения команд в процессоре.
16. Суперскалярная архитектура процессора.
17. Задачи оптимизирующей компиляции в процессоре.
18. Способы повышения производительности устройств обработки данных: переупорядочение команд; способы, связанные с организацией регистрового файла и др.
19. Архитектурно-структурная организация и принципы работы параллельных систем: Power Scale (архитектура SMP, архитектура матричного коммутатора, MESI).
20. Примеры параллельных систем: nCube (архитектура MPP, процессорный элемент, топология гиперкуб). Примеры параллельных систем: SPP Convex (NUMA архитектура, гиперузел, неоднородный доступ к памяти).
21. Организация процессоров высокопроизводительных систем обработки данных: PA, MIPS, UltraSPARC.
22. Архитектура одноядерных и 2-ядерных процессоров Intel (на основе архитектуры SMP).
23. Архитектура многоядерных процессоров AMD и систем на их основе (применение архитектуры NUMA).
24. Некоторые способы повышения производительности процессоров Intel. Сравнение 2-ядерных процессоров Intel и AMD.
25. Современные суперкомпьютеры: рейтинг TOP 500, примеры (в т.ч. IBM, Cray).
26. Организация высокопроизводительных систем с нетрадиционной архитектурой. Векторные и векторно-конвейерные системы: классы R-R, S-S, операционный конвейер, особенности архитектуры.
27. Системные системы: особенности архитектуры, пример вычислений.
28. Машины потоков данных (МПД), граф потоков данных (ГПД), механизмы квитиования, раскраски и др.
29. Волновые системы: особенности архитектуры, пример вычислений.
30. Матричные системы: особенности архитектуры, процессорный элемент, топология.
31. Кластерные вычисления.
32. Кластеры высокой готовности.
33. Отказоустойчивые кластеры.
34. Кластеры параллельных вычислений.
35. Модели массового обслуживания систем параллельной обработки данных. Коммуникационная подсистема кластера.
36. Расчет времени ожидания обработки запросов в кластере.
37. Оптимизация структуры кластера.
38. Надежность и отказоустойчивость систем параллельной обработки.
39. Методы обеспечения надежности и отказоустойчивости систем параллельной обработки. Задачи оптимального резервирования.
40. Методы резервирования.
41. Архитектура центров обработки и хранения данных.
42. Архитектура центров обработки данных.
43. Кластерная архитектура серверных систем.
44. Организация систем хранения данных для кластеров.
45. Raid- массивы.

46. Сети хранения данных.
47. DAS, NAS, san.
48. Многоуровневая коммуникационная система центров обработки данных.
49. Анализ производительности параллельных программ. Масштабируемость параллельных систем.
50. Анализ производительности параллельных программ. Анализ производительности параллельных программ. Функция равной эффективности.
51. Программирование с передачей сообщений. Основные особенности.
52. Программирование с передачей сообщений. Структура программ, основные проблемы.
53. Программирование с общей памятью. Основные особенности и проблемы.
54. Среда обеспечения параллельных вычислений MPI. Модель вычислений, основные особенности.
55. Общая характеристика методов передачи данных, оценка времени выполнения коммуникационных операций.
56. Оценка трудоемкости операций передачи данных для кластерных систем. Модель Хокни.
57. MPI: основные понятия и определения. Базовый (минимальный) набор функций MPI, достаточный для разработки параллельных программ. Операции передачи данных между двумя процессами
58. Коллективные операции передачи данных. Упаковка и распаковка разнотипных данных в MPI. Управление группами процессов и коммутаторами. Виртуальные топологии
59. Структура стандарта OpenMP. Достоинства технологии OpenMP.
60. Модель параллелизма OpenMP.
61. Модель памяти OpenMP.
62. Директивы OpenMP.
63. Библиотека функций OpenMP.
64. Сравнение технологий MPI и OpenMP для SMP-систем.
65. Гибридный (MPI+OpenMP) подход для SMP-кластеров.
66. Компиляторы с поддержкой OpenMP. Инструментальные средства разработки и отладки многопоточных приложений
67. Концепция Грид;
68. Архитектура Грид;
69. Уровни Грид;
70. Распределение ресурсов в Грид;
71. Инструментальные средства Грид.

Примеры контрольных вопросов к защите лабораторных работ:

- 1) Пояснить различие между сильносвязанными и слабосвязанными системами.
- 2) Привести примеры МПС с сильносвязанной симметричной архитектурой (SMP).
- 3) Указать основные "узкие места" сильносвязанной архитектуры МПС.
- 4) Разъяснить (в общем виде) основные свойства сильносвязанной архитектуры МПС.
- 5) Объяснить, каким образом объем кэш-памяти в процессорном узле влияет на производительность системы.
- 6) Пояснить преимущества использования коммутатора данных вместо общей шины в архитектуре системы.
- 7) Объяснить принцип работы памяти с расслоением в составе структуры SMP - системы.
- 8) Объяснить различие в организации процессов и потоков.

- 9) Могут ли процессы (потoki) использовать общие данные в общей оперативной памяти? С помощью каких средств системы обеспечивается достоверность копий общих данных в каждом кэш?
- 10) С какой целью (целями) исследуются системы данного класса с помощью имитационных моделей?
- 11) Перечислить и кратко разъяснить основные проблемы, связанные с проектированием и анализом систем рассматриваемого класса.
- 12) Указать "узкие места" в обобщенной архитектуре систем рассматриваемого класса.
- 13) Указать основные пути оптимизации архитектуры сильносвязанных систем по производительности ("структурные" и параметрические).
- 14) Какие общие методы оптимизации можно применять при проектировании ВС рассматриваемого класса?
- 15) Какими моделями можно пользоваться для выделения параллельных ветвей в задачах?
- 16) Перечислить основные ограничения, принятые для моделей ВС в лабораторной работе.
- 17) Пояснить различия в организации процессов и потоков.
- 18) Требуется ли обеспечивать когерентность общих данных для потоков одного процесса?
- 19) Указать современные операционные системы, поддерживающие многопоточковую обработку.
- 20) Способы организации сети связи в кластере.
- 21) Метод коммутации каналов.
- 22) Метод коммутации сообщений.
- 23) Способы идентификации машин в сети.
- 24) Методика оценки эффективности методов связи.
- 25) Свойства топологии системы.
- 26) Оптимальные топологии
- 27) Связь среднего диаметра графа с величиной средней задержки на передачу сообщений.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в:

- методические рекомендации по самостоятельной работе студентов (Приложение 3.РПД .Б3.В.ДВ.1.2 (срс));
- методические указания по лабораторным работам (Приложение 3.РПД .Б3.В.ДВ.1.2 (лб));
- методические указания по самостоятельной работе над лекционным материалом (Приложение 3.РПД .Б3.В.ДВ.1.2 (лк)).

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

Основная:

1. Жуматий С. А. , Воеводин В. В. Вычислительное дело и кластерные системы: курс - М.: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2008. – 125 с. [<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234002&sr=1>]
2. Сердюк Ю. П. Кластерные вычисления: учебный курс - М.: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2008. – 178 с. [<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234667&sr=1>]

3. Гергель В. П. Технологии построения и использования кластерных систем: курс - М.: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2009. – 470 с. [<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233768&sr=1>]

4. Левин М. П. Параллельное программирование с использованием OpenMP: учебное пособие - М.: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2008. – 120 с. [<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233111&sr=1>]

Дополнительная:

1. Афанасьев К. Е. , Григорьева И. В. , Рейн Т. С. Основы высокопроизводительных вычислений: учебное пособие. Т. 3. Параллельные вычислительные алгоритмы - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2012. – 185 с. [<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232205&sr=1>]

2. Афанасьев К. Е. , Стуколов С. В. , Малышенко В. В. , Карабцев С. Н. , Андреев Н. Е. Основы высокопроизводительных вычислений: учебное пособие. Т. 2. Технологии параллельного программирования - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2012 – 412 с. [<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232204&sr=1>]

3. Антонов А. С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI: курс - М.: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2008. – 71 с. [<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233577&sr=1>]

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.parallel.ru>
2. <http://biblioclub.ru>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции раз в две недели, практические занятия каждую неделю и лабораторные работы раз в четыре недели. Изучение курса завершается экзаменом.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях и лабораторных работах, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время лекции студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Лабораторные работы составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;

формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Дисциплины, по которым планируются лабораторные работы и их объемы, определяются

рабочими учебными планами.

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия РПД (ПП) и включают:

заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;

цель работы;

предмет и содержание работы;

оборудование, технические средства, инструмент;

порядок (последовательность) выполнения работы;

правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости);

общие правила к оформлению работы;

контрольные вопросы и задания;

список литературы (по необходимости).

Содержание лабораторных работ фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей целью - подтверждением теоретических положений - в ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с лабораторным оборудованием, аппаратурой и пр., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ может предшествовать проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Порядок проведения **лабораторных работ** в целом совпадает с порядком проведения практических занятий. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы может быть предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

При подготовке к **зачету** в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к зачету нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по нескольким типовым задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и являются неотъемлемой частью программы.

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

При проведении лекционных занятий предусматривается использование систем мультимедиа.

При проведении лабораторных работ предусматривается использование персональных компьютеров, оснащенных необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения:

1. Microsoft Office;
2. GPSS
3. Arena
3. Microsoft Visual Studio (в составе включен MPICH).

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

Лекционные занятия:

Лекционная аудитория без специального оборудования, доска.

Лабораторные работы по данной дисциплине проводятся в компьютерных классах, оснащенных необходимым комплектом программного обеспечения.

Автор
старший преподаватель

А.И. Гаврилов

Зав. кафедрой ВТ
д-р техн. наук, профессор

А.С. Федулов

Программа одобрена на заседании кафедры 28 августа 2015 года, протокол № 01.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ									
Номер изме- нения	Номера страниц				Всего страниц в доку- менте	Наимено- вание и № доку- мента, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего изменения в данный экземпляр	Дата внесения изменения в данный экземпляр	Дата введе- ния изме- нения
	Изме- нен- ных	замене- ных	новых	аннули- рованных					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10