

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программы бакалавриата
по направлению подготовки
09.03.02 Информационные системы и технологии,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Высокопроизводительные вычислительные системы

Направление подготовки: 09.03.02 Информационные системы и технологии

Направленность (профиль): Информационные системы и технологии на транспорте

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 5665
Подписал: заведующий кафедрой Нутович Вероника Евгеньевна
Дата: 24.05.2022

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

- овладение теоретическими знаниями в области высокопроизводительных вычислительных систем (ВВС), способах их оценки и выбора для построения информационных систем различного назначения, а также приобретение умений и навыков применения теоретических знаний при создании и использовании высокопроизводительных вычислительных систем и их компонентов в практических ситуациях.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- дать представление о назначении, области применения, архитектурных особенностях и компонентах высокопроизводительных вычислительных систем;

- привить навыки создания высокопроизводительных вычислительных систем из готовых компонентов и оценки характеристик их производительности;

- привить навыки разработки программного обеспечения высокопроизводительных вычислительных систем, включая установку, отладку, проверку работоспособности и модификацию;

- познакомить с пользовательской средой высокопроизводительных вычислительных систем и технологией их настройки.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ОПК-5 - Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем;

ПК-4 - Способен разрабатывать компоненты информационной системы, включая установку, отладку, проверку работоспособности и модификацию.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Уметь:

- разрабатывать требования и спецификации аппаратного и программного обеспечения для построения высокопроизводительных вычислительных систем;

- разрабатывать и отлаживать параллельные программы в соответствии со спецификацией;

- производить измерение и анализ показателей эффективности высокопроизводительных вычислительных систем.

Знать:

- назначение, архитектуру, устройство и функционирование высокопроизводительных вычислительных систем, а также области их применения;

- состав аппаратного и системного программного обеспечения высокопроизводительных вычислительных систем;

- средства виртуализации вычислений, программные компоненты кластерных систем;

- основные показатели и методы оценки эффективности вычислений.

Владеть:

- методами инсталляции и настройки программного обеспечения высокопроизводительных кластерных систем,

- навыками работы в пользовательской среде операционной системы высокопроизводительных вычислительных систем (по выбору);

- инструментальными средствами разработки параллельных программ;

- средствами запуска параллельных программ, навыками проведения эксперимента по оценке эффективности вычислений.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Сем. №7
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	68	68
В том числе:		

Занятия лекционного типа	34	34
Занятия семинарского типа	34	34

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 76 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	<p>Основные понятия.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - цели и задачи дисциплины; - понятие высокопроизводительной вычислительной системы (ВВС) ; - принципы организации ВВС; - методы и модели оценки производительности систем; - способы увеличения производительности ВС.
2	<p>Парадигмы распараллеливания вычислительного процесса.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - гранулярность потоков команд; - модели распараллеливания; - закон Амдала; - классификация способов параллельной обработки по Флинну.
3	<p>Параллелизм на уровне процессора</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - суперскалярные процессоры; - конвейерные процессоры; - суперконвейерные процессоры; - векторные процессоры.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
4	<p>Параллелизм на уровне архитектуры системы</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - системы с общей памятью; - NUMA системы; - системы с распределенной памятью.
5	<p>Кластерные технологии</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятие кластера; - типы кластеров; - компоненты кластера и их размещение; - выбор узлов и сетевая инфраструктура кластера; - программное обеспечение кластера.
6	<p>Технологии параллельного программирования</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обзор технологий создания параллельных программ; - технология MPI; - архитектура MPI кластера; - программное обеспечение MPI.
7	<p>Основные функции библиотеки MPI</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - структура MPI программы; - подготовка и запуск MPI программы; - обзор функций библиотеки MPI; - определение количества и ранга процессов;
8	<p>Организации взаимодействия параллельных MPI процессов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - режимы обмена сообщениями; - точечная передача и прием сообщений; - коллективный обмен сообщениями; - широковещательная рассылка и редукция; - сборка и разбиение массива.
9	<p>Технологии виртуализации вычислений.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятие виртуализации; - виртуальная машина; - типы виртуализации; - программное обеспечение для виртуализации.
10	<p>Облачные технологии.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - характеристика облачных технологий; - модели развертывания и обслуживания; - облачные платформы.
11	<p>Технологии виртуализации данных.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятие виртуализации данных;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - RAID технологии; - основные модели RAID.
12	<p>Системы хранения данных.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - типы и назначение систем хранения данных; - типовые архитектуры систем хранения данных; - современные и перспективные носители информации; - промышленные модели систем хранения данных.
13	<p>Высокопроизводительные вычислительные системы на ж.д. транспорте .</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - архитектура и компоненты ЦОД; - системы хранения данных; - серверные платформы; - консолидация серверов.
14	<p>Архитектура и компоненты мэйнфреймов IBM.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные характеристики мэйнфреймов System z; - обзор аппаратных компонентов (процессоры, память) ; - подсистема ввода-вывода; - сетевые коммуникации.
15	<p>Операционная система z/OS: введение.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - структура и компоненты; - базовые механизмы управления ресурсами, - управление данными; - структура набора данных; - основные операции над наборами данных; - каталоги.
16	<p>Операционная система z/OS: управление заданиями.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - подсистема JES2; - структура пакетного задания; - основы языка управления заданиями; - разработка приложений.
17	<p>Перспективы развития высокопроизводительных вычислительных систем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - тенденции развития высокопроизводительных кластеров (обзор рейтинга top500.org); - тенденции развития мэйнфреймов IBM; - новые технологии.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Построение лабораторного вычислительного кластера В результате выполнения лабораторной работы студент получает навыки установки, настройки и тестирования программного обеспечения для построения вычислительного кластера.
2	Подготовка тестовой MPI-программы. В результате выполнения лабораторной работы студент знакомится с алгоритмом и программным кодом параллельной MPI программы и получает навыки настройки среды программирования, а также подготовки и выполнения параллельной MPI программы на кластере в интерактивном режиме.
3	Экспериментальное исследование лабораторного вычислительного кластера. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навыки проведения экспериментального исследования для оценки показателей производительности вычислительного кластера и анализа полученных результатов на основе тестовой MPI программы.
4	Подготовка к работе на вычислительном кластере МИИТа. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навыки установки и настройки программного обеспечения для терминального доступа к кластеру, настройки пользовательской среды shell Linux, а также подготовки текста тестовой параллельной программы для использования в пакетном режиме.
5	Работа с менеджером очередей Slurm. В результате выполнения лабораторной работы студент знакомится со средствами работы с менеджером очередей Slurm, получает навыки разработки и запуска пакетных заданий на параллельную обработку.
6	Экспериментальное исследование высокопроизводительного кластера МИИТа. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навыки проведения экспериментального исследования для оценки показателей производительности вычислительного кластера МИИТа и анализа полученных результатов с учетом времени на пересылку данных.
7	Разработка и описание алгоритма параллельной программы. В результате выполнения лабораторной работы студент отрабатывает умения и навыки разработки и описания алгоритма параллельной программы по индивидуальному заданию.
8	Параллельное программирование В результате выполнения лабораторной работы студент отрабатывает умения и навыки по созданию, отладке и тестированию кода параллельной программы на основе технологии MPI по индивидуальному заданию.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к лабораторным работам.
2	Оформление отчетов и подготовка к защите лабораторных работ.
3	Подготовка к текущему тестированию
4	Работа с дистанционным курсом "Основы операционной системы z/OS.
5	Подготовка вопросов преподавателю для лекции в формате пресс-конференции
6	Подготовка к зачету
7	Подготовка к промежуточной аттестации.
8	Подготовка к текущему контролю.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Варфоломеев, В.А. Высокопроизводительные вычислительные системы на железнодорожном транспорте: учебник / В.А. Варфоломеев, Э.К. Лецкий, М.И. Шамров, В.В. Яковлев. – Москва: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2010, 245 с., ISBN 978-5-9994-0013-0	https://e.lanbook.com/book/4163 - (дата обращения: 10.03.2022) Текст : электронный
2	Антонов, А. С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI : учебное пособие / А. С. Антонов. — 2-е изд. — Москва : ИНТУИТ, 2016, 83 с.	https://e.lanbook.com/book/100359 - (дата обращения: 10.03.2022) - Текст : электронный
3	Варфоломеев, В.А. Пользовательская среда ISPF/PDF операционной системы z/OS: учебное пособие / В.А. Варфоломеев. - Москва: МИИТ, 2018, 238 с.	https://znanium.com/catalog/product/1895293 (дата обращения: 11.10.2022).
4	Воеводин, В.В. Параллельные вычисления / В.В. Воеводин Вл.В. Воеводин.-Санкт Петербург: БХВ, 2002 , 599 с., ISBN 5-94157-160-7	https://parallel.ru/news/bhv_parallelcomputing.html (дата обращения 27.02.2022). – Текст: электронный

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (<http://www.rut-miit.ru>).

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ). (<http://library.miit.ru>).

Сайт кафедры ЦТУТП (блок АСУ) (<http://miitasu.ru>).

Система дистанционного обучения ИУЦТ (<http://sdo.imiit.ru>).

Электронно-библиотечная система ibooks.ru (<http://ibooks.ru/>)

Электронно-библиотечная система Лань (<https://e.lanbook.com>)

Электронная библиотека docplayer (<https://docplayer.com>)

Рейтинг 500 наиболее мощных компьютеров в мире (top500.org).

Лаборатория параллельных информационных технологий НИВЦ МГУ (parallel.ru).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Текстовый редактор (MS Word, Open Office) и средства просмотра документов (Foxit Reader).

Пакет разработки программ Microsoft Visual Studio.

Терминальный клиент WinSCP.

Терминальный клиент Vista TN3270.

Пакет разработки и запуска параллельных программ MPI (MPICH 2 или MS MPI).

Электронный дистанционный курс "Основы операционной системы z/OS".

Платформа для командной работы Microsoft Teams (при проведении занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий).

При организации обучения по дисциплине (модулю) с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий необходим доступ каждого студента к информационным ресурсам – библиотечному фонду Университета, сетевым ресурсам и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

В случае проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий может понадобиться наличие следующего программного обеспечения (или их аналогов): ОС Windows, Microsoft Office, Интернет-браузер, Microsoft Teams и т.д.

В образовательном процессе, при проведении занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, могут применяться следующие средства коммуникаций: ЭИОС РУТ(МИИТ), Microsoft Teams, электронная почта, скайп, Zoom, WhatsApp и т.п.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

Для выполнения лабораторных работ дополнительно используется следующее серверное программное и аппаратное обеспечение:

- вычислительный кластер МИИТа с операционной системой Linux и пакетным менеджером.

Для выполнения самостоятельной работы студентов дополнительно обеспечивается доступ по сети Интернет к системе дистанционного обучения ИУЦТ (sdo.imiit.ru) для изучения электронного курса "Основы операционной системы z/OS".

В случае проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий необходимо наличие компьютерной техники, для организации коллективных и индивидуальных форм общения педагогических работников со студентами, посредством используемых средств коммуникации.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 7 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, доцент кафедры «Цифровые
технологии управления
транспортными процессами»

В.А. Варфоломеев

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЦТУТП

В.Е. Нутович

Председатель учебно-методической
комиссии

Н.А.Клычева