

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор по цифровизации
образования**

Д.И. Гриц

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Высокопроизводительные вычисления и технологии
по направлению:	Бизнес-информатика
профиль подготовки:	Финансовые технологии и аналитика центр дополнительного, дополнительного профессионального и онлайн-образования "Пуск" центр дополнительного, дополнительного профессионального и онлайн-образования "Пуск"
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 22 всего, в том числе:

лекции: 10 час.

семинары: 12 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 68 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составили:

Е.А. Савицкая, начальник отдела

О.А. Культепина, методист

Программа обсуждена на заседании центра дополнительного, дополнительного профессионального и онлайн-образования "Пуск" 13.06.2022

Аннотация

В рамках дисциплины «Высокопроизводительные вычисления и технологии» обучающиеся получают знания об основных понятиях и принципах построения суперкомпьютерных систем, архитектуре и функциональных возможностях системного программного обеспечения суперкомпьютеров, технологии параллельного программирования MPI, методах отладки и настройки эффективности параллельных программ для суперкомпьютеров с использованием технологий передачи сообщений MPI, а также базовое понимание работы графических ускорителей и их использования в финансовом секторе.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- знакомство студентов с современными высокопроизводительными вычислительными системами, включая параллельные суперкомпьютеры, системы хранения большого объема, графические ускорители. В результате студенты получают знания об аппаратном и программном обеспечении таких систем.

Задачи дисциплины

- ознакомление с архитектурой параллельных суперкомпьютеров, их аппаратном обеспечении: вычислительными узлами, дисковыми системами, аппаратными интерфейсами;
- знакомление с сетевой подсистемой и её компонентами, которые применяются в высокопроизводительных системах: технологии 10-Gigabit Ethernet, Infiniband, FibreChannel;
- получение знаний о программной инфраструктуре параллельных суперкомпьютеров:
 1. о системе управления очередями;
 2. об алгоритмах управления заданиями;
 3. о параллельной файловой системе;
 4. о библиотеке распределённых вычислений MPI;
 5. о подсистеме мониторинга и учета потребления ресурсов.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-16 Способен готовить аналитические материалы для оценки мероприятий и выработки стратегических решений в области ИКТ	ПК-16.1 Эффективно применяет в ходе профессиональной деятельности методы и инструментарий анализа данных
	ПК-16.2 Знает методы подготовки аналитических материалов для оценки мероприятий и выработки стратегических решений в области ИКТ
ПК-17 Способен применять методы системного анализа и моделирования для анализа, совершенствования и проектирования архитектуры предприятия	ПК-17.1 Понимает и использует математические методы для информационно-аналитической поддержки принятия решений
	ПК-17.2 Умеет применить программный инструментарий для изменения архитектуры предприятия

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные архитектуры, применяемые при построении высокопроизводительных вычислительных систем;
- основные технологии, применяемые для организации аппаратной части высокопроизводительных систем в частности для вычислительных узлов, сетевой инфраструктуры и системы хранения;
- основные программные решения, необходимые для создания параллельного суперкомпьютера.

уметь:

- проводить поиск и анализ научно-технической информации по заданной тематике в частности в области программных и аппаратных компонентов суперкомпьютерных комплексов;
- пользоваться своими знаниями для решения прикладных вычислительных задач с использованием суперкомпьютеров;
- применять знания для эффективной работы с большими массивами данных.

владеть:

- специальной терминологией в области высокопроизводительных вычислительных систем;
- навыками применения высокопроизводительных систем для решения прикладных задач;
- первоначальными навыками администрирования суперкомпьютерных комплексов.

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

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Введение в суперкомпьютеры	2	2		10
2	Параллельные программы	2	2		11
3	Понятие потоков	2	2		12
4	Технологии программирования	2	4		15
5	Программное обеспечение для высокопроизводительных вычислений	2	2		20
Итого часов		10	12		68
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 1 (Осенний)

1. Введение в суперкомпьютеры

Современные суперкомпьютеры: история. Суперкомпьютерные ресурсы в системе информационных технологий. Архитектура современных суперкомпьютеров. Компоненты суперкомпьютеров. Три типа параллельных вычислительных систем: мультипроцессоры, кластерная система, графические карты. Последовательные и параллельные парадигмы программирования. Параллелизм в архитектуре суперкомпьютеров. Использование искусственного интеллекта в вычислениях, в частности нейросетей. Инструментарий обработки больших данных. Отечественные суперкомпьютеры. Применение суперкомпьютеров.

2. Параллельные программы

Характеристики параллельных программ. Классификация Флинна. Этапы развития параллели. Закон Амдала. Производительность при параллельных вычислениях. Эффективность. Масштабируемость параллельных программ. Решение задач на компьютере.

3. Понятие потоков

Технологии многопоточных вычислений в системах с общей памятью. Понятия потока. Нить исполнения. Связь клиент-поток-ядро.

4. Технологии программирования

Высокоскоростные коммуникационные сети и параллельное программирование на основе технологии MPI. Программирование OpenMP. Графические ускорители.

5. Программное обеспечение для высокопроизводительных вычислений

Математические библиотеки для графических ускорителей. опенсиэр. Системы хранения данных и параллельные файловые системы. Системы совместной разработки программного обеспечения для высокопроизводительных вычислений. Инструменты для вычислений в финансовой сфере. Christofari. Cudo. Использование нейросетей.

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

Занятия по учебной дисциплине проводятся с использованием дистанционных образовательных технологий. Каждый обучающийся обеспечен доступом к образовательной платформе <https://netology.ru/>.

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Суперкомпьютерные вычисления : практический подход, [учебное пособие]/С. В. Борзунов, С. Д. Кургалин, -Санкт-Петербург, БХВ, 2019
2. Последовательно-параллельные вычисления [Текст]/Е. Валях , пер. с англ. И. А. Николаева, А. М. Степанова, -М., Мир, 1985

Дополнительная литература

1. Параллельное программирование многопоточных систем с разделяемой памятью [Текст] / А. Г. Тормасов, М. Физматкнига, 2014

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Handbook of Applied Cryptography, by A.Menezes, P. van Oorschot, and S. Vanstone, CRC Press,1996. For further information, www.cacr.math.uwaterloo.ca/hac

1. <http://www.adaptivecomputing.com/products/open-source/torque/>
2. <https://slurm.schedmd.com/>
- 3.https://access.redhat.com/documentation/en-US/Red_Hat_Enterprise_Linux/7/html/System_Administrators_Guide/
4. <https://www.nagios.org/>
5. <https://www.open-mpi.org/>
6. <https://www-03.ibm.com/systems/spectrum-computing/products/mpi/>
7. <http://cassandra.apache.org/>
8. <https://hadoop.apache.org/>
9. <https://spark.apache.org/>
10. <https://memcached.org/>
11. <https://redis.io/>
12. <https://www.mongodb.com/>

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

1. Образовательная платформа <https://netology.ru/>
2. Webinar.ru
3. GitHub
4. Zoom
5. Google Drive

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике.

В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения дисциплины, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Бизнес-информатика		
профиль подготовки:	Финансовые технологии и аналитика	▲	▲
	онлайн-образования "Пуск"	▲	▲
	онлайн-образования "Пуск"		
курс:	1		
квалификация:	магистр		

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Дифференцированный зачет

Разработчики:

Е.А. Савицкая, начальник отдела

О.А. Культепина, методист

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-16 Способен готовить аналитические материалы для оценки мероприятий и выработки стратегических решений в области ИКТ	ПК-16.1 Эффективно применяет в ходе профессиональной деятельности методы и инструментарий анализа данных
	ПК-16.2 Знает методы подготовки аналитических материалов для оценки мероприятий и выработки стратегических решений в области ИКТ
ПК-17 Способен применять методы системного анализа и моделирования для анализа, совершенствования и проектирования архитектуры предприятия	ПК-17.1 Понимает и использует математические методы для информационно-аналитической поддержки принятия решений
	ПК-17.2 Умеет применить программный инструментарий для изменения архитектуры предприятия

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Высокопроизводительные вычисления и технологии» обучающийся должен:

знать:

- основные архитектуры, применяемые при построении высокопроизводительных вычислительных систем;
- основные технологии, применяемые для организации аппаратной части высокопроизводительных систем в частности для вычислительных узлов, сетевой инфраструктуры и системы хранения;
- основные программные решения, необходимые для создания параллельного суперкомпьютера.

уметь:

- проводить поиск и анализ научно-технической информации по заданной тематике в частности в области программных и аппаратных компонентов суперкомпьютерных комплексов;
- пользоваться своими знаниями для решения прикладных вычислительных задач с использованием суперкомпьютеров;
- применять знания для эффективной работы с большими массивами данных.

владеть:

- специальной терминологией в области высокопроизводительных вычислительных систем;
- навыками применения высокопроизводительных систем для решения прикладных задач;
- первоначальными навыками администрирования суперкомпьютерных комплексов.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

В целях текущего контроля успеваемости предусмотрен краткий опрос по темам предыдущих занятий.

Примеры вопросов:

1. Современные суперкомпьютеры: история.
2. Суперкомпьютерные ресурсы в системе информационных технологий.
3. Архитектура современных суперкомпьютеров. Компоненты суперкомпьютеров.
4. Три типа параллельных вычислительных систем: мультипроцессоры, кластерная система, графические карты.
5. Последовательные и параллельные парадигмы программирования.
6. Параллелизм в архитектуре суперкомпьютеров.
7. Использование искусственного интеллекта в вычислениях, в частности нейросетей.
8. Инструментарий обработки больших данных.
9. Отечественные суперкомпьютеры.
10. Применение суперкомпьютеров.

11. Понятие потока.
12. Многопоточность на Python.
13. Прimitives синхронизации.
14. Классификация Флинна.
15. Закон Амдала.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Примеры вопросов для дифференцированного зачета:

1. Привести пример аппаратной реализации параллельного кластера.
2. Типы очередей в системе управления заданиями.
3. Основные реализации парадигмы Map/Reduce.
4. Особенности параллельных файловых систем.
5. Алгоритмы управления вычислительными заданиями.
6. Библиотеки распределённых вычислений MPI.
7. Примеры суперкомпьютерных архитектур.
8. Средства управления параллельных суперкомпьютеров.
9. Примеры документоориентированных СУБД.
10. Использование многопоточных вычислений в финансовой сфере.

Критерии оценивания

Оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка «отлично (9)» Выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка «отлично (8)» Выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочётами.

Оценка «хорошо (7)» Выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка «хорошо (6)» Выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка «хорошо (5)» Выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка «удовлетворительно (4)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка «удовлетворительно (3)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка «неудовлетворительно (2)» выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка «неудовлетворительно (1)» выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

При проведении дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется не менее 40 минут на подготовку.