

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Филиал Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова
в городе Сарове

УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала МГУ в городе
Сарове



_____/В.В. Воеводин/

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Администрирование суперкомпьютерных систем

Уровень высшего образования:

магистратура

Направление подготовки / специальность:

01.04.02 "Прикладная математика и информатика"

Направленность (профиль)/специализация ОПОП:

Суперкомпьютерные технологии математического моделирования и обработки данных

Форма обучения:

очная

Саров2021

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" программы магистратуры в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2020 г. №1366.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО:

Дисциплина относится к базовой части магистерской образовательной программы «Суперкомпьютерные технологии математического моделирования и обработки данных», модуль «Программное обеспечение современных вычислительных комплексов».

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:

Учащиеся должны владеть знаниями по операционным системам, компьютерным сетям, архитектуре Linux/UNIX.

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|--|--|
| Способен разрабатывать и реализовывать проекты, предусматривая и учитывая проблемные ситуации и риски на всех этапах выполнения проекта (УК-3). Способен комбинировать и адаптировать современные информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности (ОПК-4) Способность разрабатывать эффективное системное и прикладное программное обеспечение для суперкомпьютерных систем и высокопроизводительных кластеров (МПК-3) | З1 Знать принципы архитектуры вычислительных кластеров, принципы ведения учёта пользователей и ресурсов кластеров, особенности управления кластеров, особенности системного ПО для вычислительных кластеров. У1 Уметь проектировать стек аппаратного и программного обеспечения для вычислительного кластера с заданными характеристиками, производить настройку системного ПО для вычислительного кластера, организовывать удалённый доступ пользователей, настраивать управление ресурсами вычислительного кластера. В1 Владеть основными инструментами для развёртывания и управления вычислительными кластерами, системным и прикладным ПО вычислительных кластеров. |

4. Объем дисциплины (модуля)

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, всего 144 часа.

72 часа составляет контактная работа с преподавателем – 36 часов занятий лекционного типа, 36 часов научно-практических занятий. 72 часа составляет самостоятельная работа учащегося.

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

5.1. Структура дисциплины (модуля) по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий (в строгом соответствии с учебным планом)

| Наименование разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) | Номинальные трудозатраты обучающегося | | Самостоятельная работа обучающегося, академические часы | Всего академических часов | Форма текущего контроля успеваемости* (наименование) |
|--|---|----------------------------------|--|----------------------------------|---|
| | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, академические часы | | | | |
| | Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа | | | |
| Тема 1. Введение в администрирование суперкомпьютеров Обзор программы курса “Администрирование суперкомпьютеров”. Компоненты кластера: аппаратный стек. Компоненты кластера: программный стек UNIX и Linux. Варианты загрузки кластера, настройка. | 4 | 1 | 5 | 10 | опрос |
| Тема 2. Удаленный доступ и управление пользователями Удалённое управление. Организация удаленного доступа пользователей к суперкомпьютерным системам. Управление пользователями. Управление доступом. | 6 | 6 | 12 | 24 | опрос |

| | | | | | |
|---|----|----|----|-----|-------|
| Тема 3. Управление и мониторинг состояния кластера Системы управления заданиями. Обзор и применение менеджера ресурсов кластеров SLURM. Системы мониторинга состояния кластера. | 10 | 10 | 20 | 40 | опрос |
| Тема 4. Автоматизированное развёртывание кластера Варианты автоматизированной установки. Обзор системы xCAT. | 6 | 6 | 12 | 24 | опрос |
| Тема 5. Администрирование программного стека кластера Компиляторы и среды, поддерживающие различные технологии параллельного программирования. Системные библиотеки поддержки параллельных вычислений. Развертывание прикладных параллельных пакетов. Поддержка пользователей. | 17 | 6 | 23 | 46 | опрос |
| Промежуточная аттестация — устный экзамен | | | | — | — |
| Итого | | | | 144 | — |

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

| № п/п | Наименование разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплин |
|-------|--|---|
| 1. | Введение в администрирование суперкомпьютеров | Обзор программы курса “Администрирование суперкомпьютеров”. Компоненты кластера: аппаратный стек. Компоненты кластера: программный стек UNIX и Linux. Варианты загрузки кластера, настройка. |
| 2. | Удаленный доступ и управление пользователями | Удалённое управление. Организация удаленного доступа пользователей к суперкомпьютерным системам. Управление пользователями. Управление доступом. |
| 3. | Управление и мониторинг состояния кластера | Системы управления заданиями. Обзор и применение менеджера ресурсов кластеров SLURM. Системы мониторинга состояния кластера. |
| 4. | Автоматизированное развёртывание кластера | Варианты автоматизированной установки. Обзор системы xCAT. |
| 5. | Администрирование программного стека кластера | Компиляторы и среды, поддерживающие различные технологии параллельного программирования. Системные библиотеки поддержки параллельных вычислений. Развертывание прикладных параллельных пакетов. Поддержка пользователей. |

6. Фонд оценочных средств (ФОС, оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете):

Текущий контроль успеваемости производится путём оценки качества выполнения практических заданий, а также опроса учащихся. В опросе учащийся должен показать знание технологий и методик, используемых им в практическом задании. Список действий, необходимый для выполнения практического задания на учебном кластере:

- Организовать доступ root с головного узла на вычислительные по ssh по ключу без пароля.
- Организовать на всех узлах общий каталог по протоколу NFS, в котором должны располагаться домашние каталоги пользователей.
- Создать непривилегированного пользователя на головном узле.
- Скопировать учётные данные нового пользователя на вычислительные узлы и/или создать средства для автоматической синхронизации таких данных.
- Организовать доступ нового пользователя на узлы по ssh по ключу без пароля.
- Собрать и/или установить пакет openmpi на всех узлах.
- Произвести сборку и запуск тестовых MPI-программ с пакетом openmpi от имени нового пользователя.
- Произвести сборку пакета Atlas от имени нового пользователя.
- Произвести сборку и запуск пакета HPL (High Performance Linpack) с пакетом Atlas в параллельном режиме от имени нового пользователя.
- Собрать и/или установить пакет Slurm на всех узлах кластера.
- Произвести настройку пакета Slurm.
- Произвести запуски тестовых заданий через систему Slurm.
- Установить пакет xCAT, произвести его настройку.
- Собрать загрузочный stateless образ и загрузить в него узлы, убедиться в работоспособности.

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

Список вопросов для индивидуального собеседования на промежуточной аттестации.

1. Типы узлов вычислительных кластеров, их роль.
2. Компоненты кластера: программный стек
3. Современные направления развития параллельных вычислительных систем.
4. Варианты организации вычислительной сети, преимущества и недостатки.
5. Варианты организации файловых систем в кластерах, преимущества и недостатки.
 - б. Организация удаленного доступа пользователей к суперкомпьютерным системам.
7. Развертывания пакета SLURM. Предоставление доступа пользователям вычислительной системы.
8. Возможности управление архитектурой суперкомпьютера внутри пакета SLURM.
9. Способы ограничения доступа.
10. Порядок загрузки в стиле systemd, target, unit, способы изменения настроек unit-ов и их отключения.
11. MPI - возможности, способы настройки.
12. Дисковые квоты, ulimits.
13. Работа с XCAT, виды установки образов.
14. Компиляторы и среды, поддерживающие различные технологии параллельного программирования.
15. Организация резервного копирования. Возможности, плюсы и минусы различных вариантов.
16. Администрирование программного стека кластера.

7. Ресурсное обеспечение:

7.1. Перечень основной и дополнительной литературы

1. Жуматий С.А., Стефанов К.С. Суперкомпьютеры: администрирование. – М.: МАКС-Пресс, 2018. - 448 с.
2. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP. – М.: Издательство МГУ, 2009.
3. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI. – М.: Издательство МГУ, 2004.
4. Эндрюс Г.Р. Основы многопоточного, параллельного и распределенного программирования. – М., Вильямс, 2003. – 512 с.
5. Богачев К.Ю. Основы параллельного программирования. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. – 342 с.
6. Таненбаум Э., Уэзеролл Д. Компьютерные сети. 5-е изд. - Спб.: Изд-ва Питер, 2011.

7.2. Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости)

Не требуется. Для организации виртуальных кластеров для выполнения практических заданий возможно использование коммерческого ПО виртуализации и оркестрации, такого как VMWare, OpenStack и др.

7.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем (подлежит обновлению при необходимости)

Не требуется

7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- 7.4.1. <https://parallel.ru>
- 7.4.2. <https://openfabrics.org>
- 7.4.3. <https://mpi-forum.org>
- 7.4.4. <http://openmp.org>
- 7.4.5. <https://nvidia.com>
- 7.4.6. <https://intel.com>
- 7.4.7. <https://slurm.schedmd.com/>
- 7.4.8. <https://xcat.org/>
- 7.4.9. <https://ganglia.info/>
- 7.4.10. <https://nagios.org/>
- 7.4.11. <https://clusterbook.parallel.ru>

7.5. Описание материально-технического обеспечения.

Для преподавания дисциплины требуется класс, оборудованный маркерной или меловой доской и проектором.

Для проведения занятий семинарского типа требуется компьютерный класс с установленными пакетами putty или openssh, а также подключение к Интернет.

8. Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в Общей характеристике ОПОП.

9. Разработчики программы.

Леоненков Сергей Николаевич (leonenkov@cs.msu.ru)
к.ф.-м.н., Жуматий Сергей Анатольевич (serg@parallel.ru)