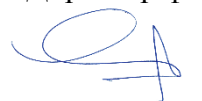


Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова  
Филиал Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова  
в городе Сарове

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:**

**02.04.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" (3++)**

---

**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 02.04.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" программы магистратуры в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2020 г. №1366.

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

Дисциплина относится к вариативной части магистерской образовательной программы «Суперкомпьютерные технологии и фундаментальная информатика» (дисциплина по выбору студента).

**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):**

<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>
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)	<b>З1 Знать</b> принципы архитектуры вычислительных кластеров, принципы ведения учёта пользователей и ресурсов кластеров, особенности управления кластеров, особенности системного ПО для вычислительных кластеров.  <b>У1 Уметь</b> 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.  <b>В1 Владеть</b> 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 – 34 часа занятий лекционного типа, 34 часа научно-практических занятий. 76 часов 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)**

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

<b>Тема 3. Управление и мониторинг состояния кластера</b>  Системы управления заданиями. Обзор и применение менеджера ресурсов кластеров SLURM. Системы мониторинга состояния кластера.	10	12	22	44	опрос
<b>Тема 4. Автоматизированное развёртывание кластера</b>  Варианты автоматизированной установки. Обзор системы xCAT.	6	6	12	24	опрос
<b>Тема 5. Администрирование программного стека кластера</b>  Компиляторы и среды, поддерживающие различные технологии параллельного программирования. Системные библиотеки поддержки параллельных вычислений. Развертывание прикладных параллельных пакетов. Поддержка пользователей.	8	8	24	40	опрос
<b>Промежуточная аттестация — устный экзамен</b>				—	
<b>Итого</b>	34	34	76	144	—

## 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплин
1.	<b>Введение в администрирование суперкомпьютеров</b>	Обзор программы курса «Администрирование суперкомпьютерных систем». Компоненты кластера: аппаратный стек. Компоненты кластера: программный стек UNIX и Linux. Варианты загрузки кластера, настройка.
2.	<b>Удаленный доступ и управление пользователями</b>	Удалённое управление. Организация удаленного доступа пользователей к суперкомпьютерным системам. Управление пользователями. Управление доступом.
3.	<b>Управление и мониторинг состояния кластера</b>	Системы управления заданиями. Обзор и применение менеджера ресурсов кластеров SLURM. Системы мониторинга состояния кластера.
4.	<b>Автоматизированное развёртывание кластера</b>	Варианты автоматизированной установки. Обзор системы xCAT.
5.	<b>Администрирование программного стека кластера</b>	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. `IMPI` - 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)

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](mailto:leonenkov@cs.msu.ru))

к.ф.-м.н., Жуматий Сергей Анатольевич ([serg@parallel.ru](mailto:serg@parallel.ru))