

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. Бесеводин/



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

Саров2022

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 - приказ МГУ 30 августа 2019 года № 1054 (в редакции приказа МГУ от 11 сентября 2019 года № 1109)

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):

Компетенции	Результаты обучения
УК-3. Способен разрабатывать, реализовывать и управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла, предусматривать и учитывать проблемные ситуации и риски проекта.	Знать организационные структуры проектной деятельности; методы анализа информации. Уметь: работать с нормативно-правовыми и научными источниками информации. Владеть: системой понятий, характеризующих отличия в системах научных гипотез и научных методов; навыками и готовностью к самостоятельному выполнению заданий.
ОПК-4. Способен разрабатывать, комбинировать и адаптировать современные информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности.	Знать: информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности; требования информационной безопасности при решении задач, связанных с реализацией профессиональной деятельности. Уметь: Разрабатывать информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности. Владеть: способность обеспечивать информационную безопасность при решении задач, связанных с реализацией профессиональной деятельности.
ОПК-5. Способен осуществлять управление разработкой и сопровождением проектов в сфере программного обеспечения информационных систем.	Знать Основы организации проектной деятельности, схемы организации групповой работы при создании программного обеспечения информационных систем. Уметь: поставить задачу, делегировать обязанности и принять конечный результат с учетом возможностей, членов проектной команды. Владеть: Способность управлять разработкой и сопровождением проектов в сфере программного обеспечения информационных систем.
ПК-5. Способен	Знать:

<p>разрабатывать и исследовать современные алгоритмы, протоколы, вычислительные модели и модели данных для реализации функций и сервисов систем информационных технологий.</p>	<p>Типовые алгоритмы, протоколы, вычислительные модели и модели данных по теме выполняемых работ. Уметь: разрабатывать алгоритмы, протоколы, вычислительные модели и модели данных по теме выполняемых работ, оценивать их эффективность. Владеть: Опытом разработки алгоритмов, протоколов, вычислительных моделей и моделей данных для реализации функций и сервисов систем информационных технологий.</p>
<p>ПК-8. Способен определять компонентный состав и архитектуру системы информационных технологий в соответствии с ее назначением, осуществлять оптимальный выбор современных средств ее разработки и сопровождения.</p>	<p>Знать: компонентный состав и архитектуру, средства разработки и сопровождения типовых систем информационных технологий; Уметь: определять назначение системы информационных технологий, осуществлять анализ ее компонентного состава и архитектуры; определять возможные средства разработки и сопровождения системы информационных технологий. Владеть: Опытом разработки и сопровождения системы информационных технологий</p>
<p>ПК-12. Способен планировать необходимые ресурсы и этапы выполнения работ в области разработки систем информационных технологий, составлять соответствующие технические описания и инструкции.</p>	<p>Знать: Типовые этапы выполнения работ в области разработки информационных технологий; рекомендации по составлению технических описаний и инструкций. Уметь: Планировать ресурсы необходимые для выполнения работ в области разработки информационных технологий; составлять содержание технических описаний и инструкций и формулировать их положения. Владеть: Опытом планирования и выполнения работ в области разработки информационных технологий, составления технического описания и инструкции</p>
<p>МПК-2 Способность разрабатывать и реализовывать масштабируемые параллельные методы и алгоритмы, участвовать в междисциплинарных исследованиях с применением суперкомпьютерных систем.</p>	<p>Знать: масштабируемые параллельные методы и алгоритмы, используемые при проведении крупномасштабного математического моделирования и обработки данных на суперкомпьютерных системах; Уметь: разрабатывать и реализовывать масштабируемые параллельные методы и алгоритмы для проведения крупномасштабного математического моделирования и обработки данных на суперкомпьютерных системах; Владеть: навыками построения, параллельной реализации и исследования моделей и методов распределенной обработки информации.</p>
<p>МПК-3 Способность</p>	<p>Знать:</p>

разрабатывать эффективное системное и прикладное программное обеспечение для суперкомпьютерных систем и высокопроизводительных кластеров.	основные методы и подходы для оптимизации последовательных и параллельных программ; Уметь: оценивать эффективность распределенных алгоритмов; Владеть: навыками использования современных инструментальных средств для профилирования и анализа производительности параллельных программ.
МПК-4 Способность проводить теоретическое исследование и экспериментальный анализ эффективности функционирования и методов организации вычислений для многопроцессорных вычислительных систем, проводить оценку масштабируемости параллельных программ.	Знать: способы исследования эффективности функционирования многопроцессорных вычислительных систем Уметь: Выполнять теоретическое исследование и экспериментальный анализ эффективности функционирования и методов организации вычислений для многопроцессорных вычислительных систем Владеть: Методами организации вычислений на многопроцессорных вычислительных системах; методами масштабируемости параллельных программ.

4. Объем дисциплины (модуля)

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа.

36 часов составляет контактная работа с преподавателем, в т.ч. 36 часов занятий лекционного типа. 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		Всего академических часов	Форма текущего контроля успеваемости* (наименование)	
	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, академические часы				Самостоятельная работа обучающегося, академические часы
	Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа			

<p>Тема 1. Введение в администрирование суперкомпьютеров</p> <p>Обзор программы курса “Администрирование суперкомпьютеров”. Компоненты кластера: аппаратный стек. Компоненты кластера: программный стек UNIX и Linux. Варианты загрузки кластера, настройка.</p>	4	-	4	8	опрос
<p>Тема 2. Удаленный доступ и управление пользователями</p> <p>Удалённое управление. Организация удаленного доступа пользователей к суперкомпьютерным системам. Управление пользователями. Управление доступом.</p>	6	-	6	12	опрос
<p>Тема 3. Управление и мониторинг состояния кластера</p> <p>Системы управления заданиями. Обзор и применение менеджера ресурсов кластеров SLURM. Системы мониторинга состояния кластера.</p>	10	-	10	20	опрос
<p>Тема 4. Автоматизированное</p>	8	-	8	16	опрос

развёртывание кластера Варианты автоматизированной установки. Обзор системы xCAT.					
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.	8	-	8	16	опрос
Промежуточная аттестация — устный экзамен				—	
Итого	36	-	36	72	—

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 суперкомпьютерных систем». 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.
 6. 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)

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)