

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

Применение платформ Python и Julia для высокопроизводительных вычислений

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

Саров 2021

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. Дисциплина относится к вариативной части ОПОП ВО
2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: учащиеся должны владеть знаниями по операционным системам и системному программированию в объеме, соответствующем программе второго года обучения основных образовательных программ бакалавриата по укрупненным группам направления 02.00.00 «Компьютерные и информационные науки» .
3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников (коды)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с компетенциями
ПК-4.Б 	<p>Уметь: Уметь разрабатывать алгоритмы для параллельных моделей программирования на платформе Python</p> <p>Владеть: Владеть базовыми директивами и функциями JIT компиляторов Numba, Cytrule и др.</p> <p>Иметь опыт: Иметь опыт реализации высокопроизводительных алгоритмов на платформе Python</p>
ОПК-3.Б 	<p>Знать: Знать наиболее распространённые модели параллельного программирования, реализованные на платформе Python</p> <p>Уметь: Уметь эффективно реализовывать параллельные программы на современных многоядерных и многопроцессорных системах, а также суперкомпьютерах</p> <p>Владеть: Владеть принципами построения высокопроизводительных вычислительных процессов на базе платформы Python</p>

4. Формат обучения: лекции и семинарские занятия проводятся в аудитории, оснащенной доской, экраном и проектором.
5. Объем дисциплины (модуля) составляет 3 з.е., всего 108 академических часов в том числе 56 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 52 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.
6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы	Самостоятельная работа обучающегося, часы (виды самостоятельной)

					<i>работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)</i>
		Занятия лекционного типа*	Занятия семинарского типа*	Всего	
Тема 1. Назначение и структура основных пакетов вычислительной платформы Python Ветки 2.7.X и 3.X. Обзор пакетов расширения функциональности платформы Python.	8	2	2	4	4
Тема 2. Графические возможности платформы Python Пакеты Matplotlib, Plotly, Bokeh.	8	2	2	4	4
Тема 3. Организация высокопроизводительных вычислений Применение пакетов NumPy и SciPy.	16	4	4	8	8
Тема 4. Организация процессов записи/чтения, хранения и обработки больших массивов данных Применение пакетов h5py, Pandas	12	4	4	8	4
Тема 5. Организация работы локального вычислительного кластера и проведение высокопроизводительных вычислений Применение пакета IPyparallel	8	2	2	4	4
Тема 6. Организация параллельных вычислений в стандарте MPI Применение пакета MPI4Py	8	2	2	4	4
Тема 7. Увеличение производительности вычислений на платформе Python Применение JIT компиляторов Numba, Compyule и др. для ускорения исполнения кода на платформе Python	16	4	4	8	8
Тема 8. Организация GPGPU вычислений на платформе Python Применение JIT компиляторов Numba, Compyule и пакетов PyCUDA, PyOpenCL и др.	16	4	4	8	8
Тема 9. Проведение символьных	8	2	2	4	4

вычислений на платформе Python Применение пакета SymPy					
Тема 10. Применение специализированных пакетов для профилирования и оценки производительности программ.	8	2	2	4	4
Промежуточная аттестация: экзамен					4
Итого	108	56			52

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Примеры заданий для самостоятельной работы студентов

Практическое самостоятельное задание № 1

Реализовать параллельную программу решения СЛАУ большого размера средствами IPyParallel и MPI4Py. Оценить зависимость времени счета от размерности системы уравнений. Сравнить производительность технологий параллельной реализации программ IPyParallel и MPI4Py.

Практическое самостоятельное задание № 2

Реализовать программу построения и визуализации фрактального множества Мандельброта. Увеличить производительность вычислений с помощью JIT компиляторов Numba и Compyle. Сравнить производительность.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Вопросы к экзамену

1. Основные отличия ветвей платформы Python 2.7.X и Python 3.X.
2. Назначение структуры данных ndarray пакета NumPy.
3. Функциональные возможности и назначение пакетов NumPy и SciPy.
4. Функциональные возможности и назначение пакета h5py.
5. Функциональные возможности и назначение пакета Pandas.
6. Функциональные возможности и назначение JIT компилятора Numba.
7. Функциональные возможности и назначение JIT компилятора Compyle.
8. Функциональные возможности и назначение пакетов PyCUDA, PyOpenCL.
9. Функциональные возможности и назначение пакета IPyParallel.
10. Функциональные возможности и назначение пакета MPI4Py.
11. Функциональные возможности и назначение пакета SymPy.
12. Профилирования и оценки производительности программ.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)				
Оценка	2	3	4	5
РО и соответствующие виды оценочных средств				
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности принципиального характера)	Успешное и систематическое умение

Навыки (владения, опыт деятельности)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач
--	---	---	--	--

8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной литературы,
 - Перечень лицензионного программного обеспечения (при необходимости)
1. Программный продукт Red Hat Enterprise Linux Server for HPC Compute Node for Power, LE, Self-support 4 шт. №5540331
 2. Программный продукт Red Hat Enterprise Linux Server for HPC Head Node for Power, LE, Standard 1 шт. №5540332
 3. Операционная система SUSE Linux Enterprise Server 11 SP4 for x86_64 16 шт.
 4. Операционная система Red Hat Enterprise Linux Server 5.0 for x86_64 14 шт.
 5. Операционная система SUSE Linux Enterprise Server 10 SP3 for ppc64 7 шт.
 6. Операционная система Ubuntu 18.04.
 7. Программное обеспечение для виртуализации Oracle VM VirtualBox
 8. Операционная система ALT Linux MATE Starterkit 9 лицензия GPL
 9. Программный продукт JetBrains IntelliJ IDEA Community Edition Free Educational Licenses
 10. Программный продукт JetBrains PyCharm Community Edition Free Educational Licenses
 11. Программный продукт JetBrains CLion Community Edition Free Educational Licenses
 12. Программный продукт UPPAAL (<http://www.uppaal.org/>) академическая лицензия
 13. Программный продукт Java 8 (64-bit) Oracle Corporation
 14. Программный продукт Java SE Development Kit 8(64-bit) Oracle Corporation
 15. Программный продукт NetBeans IDE 8.2 NetBeans.org
 16. Программный продукт Dev-C++ Bloodshed Software
 17. Программный продукт CodeBlocks The Code::Blocks Team
 18. Программный продукт Free Pascal 3.0.0 Free Pascal Team
 19. Программный продукт Python 3.5.1 (64-bit) Python Software Foundation
 20. Программный продукт R for Windows 3.2.2 R Core Team
 21. Программный продукт Haskell Platform 7.10.3 Haskell.org
 22. Операционная система Microsoft Windows 7 корпоративная академическая лицензия
 23. Операционная система Microsoft Windows 10 Education академическая лицензия
 24. Программный продукт Microsoft Project Professional 2013 академическая лицензия
 25. Программный продукт Microsoft Visio Professional 2013 академическая лицензия
 26. Программный продукт Microsoft Visual Studio Professional 2013 - RUS [Русский (Россия)] академическая лицензия
 - Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
1. <http://www.edu.ru> – портал Министерства образования и науки РФ

2. <http://www.ict.edu.ru> – система федеральных образовательных порталов «ИКТ в образовании»
3. <http://www.openet.ru> - Российский портал открытого образования
4. <http://www.mon.gov.ru> - Министерство образования и науки Российской Федерации
 - Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)
 - Описание материально-технического обеспечения.

Литература

Основная

1. Вандер Плас Дж. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение. - СПб.: Питер, 2018. - 576 с.
2. Грасс Дж. Data Science. Наука о данных с нуля: пер. с англ. - СПб.:БХВ-Петербург - 2017. - 336 с.
3. Нуньес-Иглесиас Х., Уолт ван дер Ш., Дешноу Х. Элегантный SciPy. - М.: ДМК Пресс, 2018. - 266 с.

Дополнительная

4. Прохоренок Н.А. Python. Самое необходимое. – СПб:БХВ-Петербург - 2011. - 534 с.
5. Батчер П. Семь моделей конкуренции и параллелизма за семь недель. - М.: ДМК Пресс, 2018. - 360 с.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6. <https://www.scipy-lectures.org/intro/> ресурс на английском языке по применению пакета SciPy.
7. <http://www.numpy.org/> ресурс на английском языке по применению пакета NumPy

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель: доц. Русол А.В.

11. Автор программы: доц. Русол А.В.