

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.1.1	Основы параллельных вычислений
Код направления подготовки / специальности	01.03.04
Направление подготовки / специальность	Прикладная математика
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач (Академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2015
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2017

Разработчики:

должность	ученая степень, учёное звание	ФИО
Старший преподаватель		Галагуз Ю.П.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры прикладной математики, Протокол № 12 от 12.05.2017.

Заведующий кафедрой
(руководитель структурного подразделения)

_____/ Осипов Ю.В. /
Подпись, ФИО

Рабочая программа утверждена методической комиссией, Протокол № 5 от 29.05.2017

Председатель (зам. председателя)
методической комиссии

_____/ Широкова О.Л. /
Подпись, ФИО

Согласовано:

ЦОСП

дата

_____/ Беспалов А.Е. /
Подпись, ФИО

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является углубление уровня освоения компетенций в области знаний и навыков об организации, технологиях, месте и роли параллельных вычислений в сфере информационных технологий с элементами практических занятий для закрепления полученных сведений и подготовки к дальнейшему обучению современным средствам сетевых вычислений для их эффективного применения в строительных разработках.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки/специальности 01.03.04 «Прикладная математика» (уровень образования – бакалавриат) по направлению «Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач».

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
способностью использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования	ОПК-2	Знает основные технические приемы проектирования конструкций, прикладные программы для решения задач оптимального проектирования конструкций.	З1
		Умеет самостоятельно использовать алгоритмические приёмы решения стандартных задач.	У1
		Имеет навыки владения базовыми технологиями программирования задач оптимального проектирования конструкций.	Н1
способностью использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач на электронных вычислительных машинах, отлаживать, тестировать прикладное программное обеспечение	ПК-1	Знает основные стандартные пакеты прикладных программ для решения проектирования конструкций.	З2
		Умеет самостоятельно использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения задач.	У2
		Имеет навыки отладки и тестирования прикладного программного обеспечения	Н2
готовностью применять математический аппарат для решения поставленных задач,	ПК-10	Знает основные математические модели для решения поставленных задач	З3

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
способностью применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов		Умеет применять математический аппарат и проверять ее адекватность для решения задач моделирования	УЗ
		Имеет навыки анализа результатов математического моделирования поставленных задач	НЗ

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы параллельных вычислений» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины/модули» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика» (уровень - бакалавриат), направленность/профиль «Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач». Дисциплина является дисциплиной по выбору студентов.

Дисциплина базируется на знаниях, умениях и навыках, приобретенных студентами в ходе изучения дисциплин «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Теоретическая механика», «Программирование на ЭВМ», «Объектно-ориентированное программирование», «Теория графов и математическая логика», «Алгоритмы дискретной математики».

Требования к входным знаниям, умениям и владениям студента

Для освоения дисциплины «Основы параллельных вычислений» студент должен:

Знать:

- основы математического анализа и линейной алгебры;
- основы дискретной математики,
- основы информатики.

Уметь:

- составлять программы по заданным алгоритмам.

Иметь навыки:

- навыками работы на компьютере;
- владения одним-двумя языками программирования.

Дисциплина «Основы параллельных вычислений» является предшествующей для дисциплин: «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг», «Вычислительные методы линейной алгебры»;

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 акад. часа.
(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Структура дисциплины:

Форма обучения - очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Контактная работа с обучающимися				Самостоятельная работа		
				Лекции	Практико-ориентированные занятия					
					Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые занятия - комп. практикумы	в период теор. обучения	в сессию	
1	Параллельные системы и алгоритмы.	7	1-6	6	18			30	6	Домашние задания.
2	Технологии MPI, OpenMP, CUDA и OpenCL.	7	7-12	6	18			30	6	Домашние задания.
3	Применение параллельных вычислений в задачах вычислительной математики.	7	13-18	6	18			30	6	Домашние задания. Письменный опрос
	Итого:	7	18	18	54			90	18	Зачет с оценкой

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

5.1. Содержание лекционных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Параллельные системы и алгоритмы.	Модели многопроцессорных систем с общей и распределенной памятью. Модель конвейерной системы. Представление алгоритма в виде графа потока данных. Сети Петри. Понятие процесса. Синхронизация параллельных процессов. Эффективность использования вычислительной системы. Характеристики топологий сети передачи данных. Алгоритмы маршрутизации. Методы передачи данных. Выбор параллельного	6

		<p>алгоритма. Реализация алгоритма в виде параллельной программы. Синхронизация. Графы. Граф алгоритма. Графы и матрицы. NP-сложность задачи. Периодические графы. Автоматическая векторизация и распараллеливание. Создание параллельных областей. Разделение вычислительной нагрузки между потоками. Работа с данными. Синхронизация. Функции и переменные окружения. Сравнительная характеристика подходов параллельного программирования для систем с распределенной и общей памятью. Виртуальные топологии системы: кольцо, линейка, звезда, решетка, дерево. Основные программные примитивы. Задача построения грид-систем. История развития грид-систем. Понятие облачных вычислений. Область применения облачных технологий. Обзор средств организации облачных вычислений.</p>	
2	<p>Технологии MPI, OpenMP, CUDA и OpenCL.</p>	<p>О системе MPI. Поддержка модели взаимодействия параллельных вычислителей при помощи передачи сообщений. Основные программные примитивы системы MPI. Последовательные и параллельные нити программы. Организация параллельных секций. Параллельные циклы. Директивы синхронизации. Классы переменных. Основы OpenMP. Конструкции OpenMP. Средства синхронизации в OpenMP. Оптимизации компиляторов. Спецификации OpenMP для языков C/C++ и Fortran. Отличия архитектур CPU и GPU. История развития GPU. Применение вычислений на GPU. Установка NVIDIA CUDA. Сведения о CUBLAS, CUSPARSE, CUSP, CUFFT. Структура OpenCL-программы. Установка OpenCL. Константная память. Глобальная память. Разделяемая память.</p>	6
3	<p>Применение параллельных вычислений в задачах вычислительной математики.</p>	<p>Параллелизм команд. Параллелизм данных. Проблема рекурсивной зависимости этапов обработки данных. Каскадная схема. Способы разбиения матриц (горизонтальная, вертикальная, блочные схемы). Методы вычисления произведения матриц с использованием разных схем разбиения матриц. Характеристическая схема представления методов глобального поиска. Общий принцип распараллеливания методов. Синхронные и асинхронные варианты алгоритмов. Определение наилучших топологий вычислительной системы для реализации методов. Сумма элементов вектора. Скалярное произведение векторов. Умножение матриц. Нахождение интегралов. Задача Дирихле для уравнения Пуассона. Решение задач нестационарной теплопроводности по явной и неявной разностной схемам. Решение СЛАУ и СЧУ методом итераций. Библиотеки CUDA. OpenCL в клиентском терминале MetaTrader 5. Примеры и библиотеки из SDK. Сравнительный анализ систем MPI, OpenMP, CUDA и OpenCL.</p>	6
		Итого	18

5.2. Лабораторный практикум

Учебным планом лабораторный практикум не предусмотрен

5.3. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Параллельные системы и алгоритмы.	Задачи на закон Амдала. Работа с памятью. Массивы и указатели в С и Fortran. Многомашинные вычислительные комплексы. Сети ЭВМ. Задачи на параллелизм на уровне команд. Конвейер. Память и параллелизм. Практикум по разработке параллельных алгоритмов и программ для решения задач вычислительной математики. Практикум по использованию библиотек параллельных методов ParaLib для решения задач вычислительной математики. Практикум по оценке эффективности параллельных методов для разных топологий многопроцессорных вычислительных систем.	18
2	Технологии MPI, OpenMP, CUDA и OpenCL.	Разработка параллельных программ с использованием интерфейса передачи сообщений MPI. Разработка параллельных программ с использованием технологии OpenMP. Разработка параллельных программ с использованием технологии CUDA C/C++. Обработка ошибок в CUDA. Практикум по методам параллельных вычислений с использованием OpenCL. Типы данных CUDA и OpenCL. Атомарные операции. Синхронизация, барьеры OpenCL. Native- и Common-функции.	18
3	Применение параллельных вычислений в задачах вычислительной математики.	Практикум по использованию библиотек параллельных методов для решения сложных научно-технических задач. Практикум по методам параллельных вычислений для решения задач многомерной многоэкстремальной оптимизации. Задачи на сумму элементов вектора, скалярное произведение векторов, умножение матриц, нахождение интегралов. Задача Дирихле для уравнения Пуассона. Решение задач нестационарной теплопроводности по явной и неявной разностной схемам. Решение СЛАУ и СЛУ методом итераций.	18
		Итого	54

5.4. Групповые занятия – компьютерные практикумы

Учебным планом Групповые занятия – компьютерные практикумы не предусмотрены

5.5. Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Виды самостоятельной работы	Кол-во акад. часов	
			в период теор. обучения	в сессию
1	Параллельные системы и алгоритмы.	Цели организации распределенных вычислений. Типы распределенных вычислительных систем. Классификация и история развития распределенных вычислительных систем. Модель вычислений в виде графа «операции-операнды». Описание схемы параллельного выполнения алгоритма. Определение времени выполнения параллельного алгоритма. Показатели эффективности параллельного алгоритма. Многоуровневая система служб для управления данными в GRID-технологиях. Облако – выгоды и трудности. «Инфраструктура как услуга» (IaaS). Частное и гибридное облако. «Платформа как услуга» (PaaS). Взаимодействие сервис-ориентированной архитектуры (SOA) и облачных вычислений.	30	
		Подготовка к зачету и сдача зачета		
2	Технологии MPI, OpenMP, CUDA и OpenCL.	Дополнительные возможности MPI. Синхронизация, барьеры, критические секции. Константная и текстурная память. Атомарные операции. Повышение быстродействия в задачах оптимизации. Сравнения оптимизаций различных компиляторов. Свободные и коммерческие библиотеки для параллельных вычислений.	30	
		Подготовка к зачету и сдача зачета		
3	Применение параллельных вычислений в задачах вычислительной математики.	Повышение быстродействия в задачах оптимизации. Сортировка (параллельное обобщение базовой операции сортировки, пузырьковая сортировка, сортировка Шелла; быстрая сортировка). Обработка графов (нахождение минимально охватывающего дерева, поиск кратчайших путей). Особенности образовательной деятельности в области технологий высокопроизводительных распределенных вычислений и систем. Суперкомпьютеры их возможности. Общее и разное системах OpenMP, CUDA и OpenCL.	30	
		Подготовка к зачету и сдача зачета		
		Итого	90	18

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа по курсу является залогом усвоения знаний и прохождения промежуточных аттестаций, предусмотренных рабочей программой по

дисциплине. Ключевые цели самостоятельных внеаудиторных занятий заключается в закреплении, расширении знаний, формировании умений и навыков самостоятельного умственного труда, развитии самостоятельного мышления и способностей к самоорганизации.

Выполняемая в процессе изучения дисциплины учащимися самостоятельная работа является по дидактической цели познавательной и обобщающей; по характеру познавательной деятельности и типу решаемых задач – познавательной и исследовательской; по характеру коммуникативного взаимодействия учащихся – индивидуальной; по месту выполнения – домашней; по методам научного познания – теоретической.

В ходе организации самостоятельной работы студентов преподавателем решаются следующие задачи:

- 1) углублять и расширять их профессиональные знания;
- 2) формировать у них интерес к учебно-познавательной деятельности;
- 3) научить студентов овладевать приемами процесса познания;
- 4) развивать у них самостоятельность, активность, ответственность;
- 5) развивать познавательные способности будущих специалистов

Самостоятельная работа включает как изучение текущих и дополнительных теоретических вопросов, так и совершенствование навыков по решению практических задач. Теоретические знания являются базой для понимания принципов построения математических моделей, математической формализации задач расчетного проектирования.

На практических занятиях выполняются работы по темам лекционного курса. Часть заданий выносятся на самостоятельное решение. Самостоятельное решение задач также необходимо при подготовке к текущей аттестации.

Студент должен обладать основными методами исследования и решения математических задач. Необходима выработка первичных навыков математического исследования инженерных задач (перевод реальной задачи на математический язык, построение математической модели, выбор нужного математического метода ее решения, интерпретация и оценка полученного результата) на примерах задач специальности (теоретическая механика, физика, сопротивление материалов, строительная механика, гидравлика и др.), развитие с этой целью необходимой интуиции в вопросах приложения математики.

При подготовке к сдаче зачета рекомендуется пользоваться записями, сделанными на лекционных и практических занятиях, а также в ходе текущей самостоятельной работы. Сначала необходимо повторить теоретическую часть, а затем переходить к решению задач.

Большое значение для активизации самостоятельной работы студентов имеет выполнение расчетной работы в аудитории под руководством преподавателя. Это элемент обучения студента, преподаватель отмечает ошибки и дает рекомендации студенту.

При выполнении самостоятельной работы обучающиеся используют учебники и учебные пособия, указанные в разделе 8.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) для проведения промежуточной аттестации, а также текущего контроля обучающихся является Приложением 1 к рабочей программе дисциплины (модуля).

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации, а также текущего контроля по дисциплине (модуля) хранятся на кафедре, ответственной за преподавание данной дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

- учебно-методическую литературу, имеющуюся в НТБ НИУ МГСУ,
- учебную литературу, размещённую в Электронных библиотечных системах ЭБС АСВ и IPRbooks,
- методическую литературу, размещённую в ЭБС НИУ МГСУ.

Перечень используемой литературы ежегодно обновляется с учётом уровня развития науки и техники и представлен в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	http://www.edu.ru/index.php
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/defaultx.asp?
Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Федеральная университетская компьютерная сеть России	http://www.runnet.ru/
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/
Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ»	http://www.vestnikmgsu.ru/
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/
Раздел «Кафедры» на официальном сайте НИУ МГСУ	http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/

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

Перечень тем по разделам дисциплины (модуля) для самостоятельного изучения обучающимися приведён в таблице.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Темы для самостоятельного изучения (в период теоретического обучения)
1	Параллельные системы и алгоритмы.	Цели организации распределенных вычислений. Типы распределенных вычислительных систем. Классификация и история развития распределенных вычислительных систем. Модель вычислений в виде графа «операции-операнды». Описание схемы параллельного выполнения алгоритма. Определение времени выполнения параллельного алгоритма. Показатели эффективности параллельного алгоритма. Многоуровневая система служб для управления данными в GRID-технологиях. Облако – выгоды и трудности. «Инфраструктура как услуга» (IaaS). Частное и гибридное облако. «Платформа как услуга» (PaaS). Взаимодействие сервис-ориентированной архитектуры (SOA) и облачных вычислений.

2	Технологии MPI, OpenMP, CUDA и OpenCL.	Дополнительные возможности MPI. Синхронизация, барьеры, критические секции. Константная и текстурная память. Атомарные операции. Повышение быстродействия в задачах оптимизации. Сравнения оптимизаций различных компиляторов. Свободные и коммерческие библиотеки для параллельных вычислений.
3	Применение параллельных вычислений в задачах вычислительной математики.	Сортировка (параллельное обобщение базовой операции сортировки, пузырьковая сортировка, сортировка Шелла; быстрая сортировка). Обработка графов (нахождение минимально охватывающего дерева, поиск кратчайших путей). Особенности образовательной деятельности в области технологий высокопроизводительных распределенных вычислений и систем. Суперкомпьютеры их возможности. Общее и разное системах MPI, OpenMP, CUDA и OpenCL.

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) приведён в п.6.

Организация учебной работы обучающихся на аудиторных занятиях осуществляется в соответствии с п. 4.

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

11.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Информационные технологии
1	Параллельные системы и алгоритмы.	использование ресурсов сети Интернет, компьютерное тестирование
2	Технологии MPI, OpenMP, CUDA и OpenCL.	использование ресурсов сети Интернет, компьютерное тестирование
3	Применение параллельных вычислений в задачах вычислительной математики.	использование ресурсов сети Интернет, компьютерное тестирование

11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение, указанное в Приложении 3 к рабочей программе.

11.3. Перечень информационных справочных систем

Информационно-библиотечные системы

Наименование ИБС	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/defaultx.asp?
Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/

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

Учебные занятия по дисциплине проводятся в оборудованных учебных кабинетах, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением. Перечень материально-технического обеспечения дисциплины (модуля) приведён в Приложении 4 к рабочей программе.

Приложение 1 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.1.1	Основы параллельных вычислений

Код направления подготовки / специальности	01.03.04
Направление подготовки / специальность	Прикладная математика
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач
Год начала реализации ОПОП	2015
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2017

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля обучающихся по дисциплине (модулю)

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Формирование компетенций при изучении дисциплины (модуля) происходит поэтапно, по мере освоения обучающимися разделов дисциплины (модуля).

Код компетенции по ФГОС	Этапы формирования компетенций (разделы теоретического обучения)		
	1	2	3
ОПК-2	+	+	+
ПК-1	+	+	+
ПК-10	+	+	+

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оценивание формирования компетенций осуществляется посредством прохождения обучающимися форм промежуточной аттестации и текущего контроля.

Оценивание формирования компетенций производится на основе показателей оценивания, указанных в п.2. рабочей программы.

2.1. Описание показателей и форм оценивания компетенций

Формами оценивания компетенций являются мероприятия промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине (модулю), указанные в учебном плане и в п.4 рабочей программы.

Взаимосвязь форм и показателей оценивания компетенций приведена в таблице.

Код компетенции по ФГОС	Показатели освоения (Код показателя оценивания)	Формы оценивания			Обеспеченность оценивания компетенции
		Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
		Письменный опрос	Домашнее задание	Дифференцированный зачет	
1	2	3	4	5	6
ОПК-2	З1	+	+	+	+
	У1	+	+	+	+
	Н1	+	+	+	+
ПК-1	З2	+	+	+	+
	У2	+	+	+	+
	Н2	+	+	+	+
ПК-10	З3	+	+	+	+
	У3	+	+	+	+
	Н3	+	+	+	+
ИТОГО		+	+	+	+

2.2. Описание шкалы и критериев оценивания

При проведении промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачёта, защиты курсовых работ/курсовых проектов используется четырёх балльная шкала оценивания:

Уровень освоения	Оценка
Минимальный	«2» (неудовлетворительно)
Пороговый	«3» (удовлетворительно)
Углубленный	«4» (хорошо)
Продвинутый	«5» (отлично)

Критериями оценивания уровня освоения компетенций являются:

Показатели оценивания	Критерии оценивания
Знания	Знание терминов и определений, понятий
	Знание основных закономерностей и соотношений, принципов
	Объём освоенного материала, усвоение всех дидактических единиц (разделов)
	Полнота ответов
	Правильность ответов
Умения	Чёткость изложения и интерпретации знаний
	Освоение методик - умение решать (типовые) практические задачи, выполнять (типовые) задания

	Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения задач, выполнения заданий
	Умение проверять решение и анализировать результаты
	Умение качественно оформлять (презентовать) решение задач и выполнения заданий
Навыки	Навыки решения стандартных/нестандартных задач
	Быстрота выполнения трудовых действий Объём выполненных заданий
	Качество выполнения трудовых действий
	Самостоятельность планирования выполнения трудовых действий

3. *Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций*

3.1. *Промежуточная аттестация*

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в НИУ МГСУ.

Перечень типовых примерных вопросов/заданий для проведения дифференцированного зачёта в 7 семестре

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вопросы / задания
1	Параллельные системы и алгоритмы.	Что изучает дисциплина? Современные направления развития параллельных вычислительных систем. Принципы построения параллельных вычислительных систем с разделяемой и распределенной памятью. Многоядерные процессоры. Понятие о модели параллельных вычислений. Обзор базовых параллельных алгоритмов линейной алгебры, включая векторно-матричные операции (плотные и разреженные матрицы), решение систем линейных уравнений, параллельную сортировку данных. Методы оценки эффективности параллельных программ. Понятие эффективности параллельных программ, методы оценки эффективности, закон Амдаля. Понятие модели параллелизма по управлению.
2	Технологии MPI, OpenMP, CUDA и OpenCL.	Выполнение OpenMP программы. Модель памяти. Понятие консистентности памяти. Консистентность памяти в OpenMP. Классы переменных. Основные понятия OpenMP. Понятие структурного блока. Компиляция OpenMP программы. Параллельная область. Понятие задачи. Конструкции распределения работы. Конструкции OpenMP для синхронизации нитей. Система поддержки выполнения OpenMP-программ. Переменные окружения, управляющие выполнением OpenMP-

		<p>программы. Принципы построения параллельных программ с использованием модели передачи сообщений. Стандарты MPI. Основные понятия MPI: сообщение, коммутатор, двусторонние и коллективные передачи, режимы передачи сообщений. Особенности трансляции и запуска MPI-программ в конкретных операционных средах. Организация двухсторонних взаимодействий в MPI. Основные функции MPI для поддержки двухсторонних передач сообщений. Понятие о коллективных операциях. Функции MPI поддержки коллективных операций. Группировка данных для организации коммуникаций. Производные типы данных в MPI. Нити и потоки в CUDA и OpenCL. Иерархия памяти в CUDA и OpenCL.</p>
3	<p>Применение параллельных вычислений в задачах вычислительной математики.</p>	<p>Конструкторы производных типов. Упаковка данных. Операции над коммутаторами. Виртуальные топологии. Реализация базовых векторно-матричных операций в библиотеках BLAS, ESSL, MKL. Параллельные алгоритмы сложения и умножения массивов. Нахождение интегралов методом Монте-Карло и методом повторного применения квадратурных формул. Задача Дирихле для уравнения Пуассона. Решение задач нестационарной теплопроводности по явной и неявной разностной схемам. Параллельные алгоритмы решения СЛАУ и СДУ методом итераций.</p>

3.2. Текущий контроль

Перечень проводимых мероприятий текущего контроля:

Примерные варианты домашнего задания

1. Написать программу умножения матриц
 - а) программа OpenMP
 - б) программа CUDA
 - в) программа OpenCL
 - г) используя библиотеку MKL
2. Вычислить скалярное произведение векторов, компоненты которых равномерно распределены между инициализированными процессами.
3. Написать программу решения системы n - линейных обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью распараллеленного метода Рунге-Кутты 4 порядка ($n=1000$)

Варианты письменного опроса

Написать программу по предложенному варианту MPI, OpenMP, CUDA, OpenCL.

1. Вычислить заданный интеграл $\int(x/\cos(x), a=0, b=1)$ методом Монте-Карло.
2. Вычислить заданный интеграл $\int(x/(1+x^4), a=0, b=1)$ методом повторного применения квадратурных формул.

3. Решить сгенерированную СЛАУ (1000 неизвестных) методом простых итераций. Найти погрешность вычисленного решения.

1. *Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций*

Процедура промежуточной аттестации регламентируется с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в НИУ МГСУ.

а. Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме экзамена/дифференцированного зачета

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) проводится в форме дифференцированного зачета в 7 семестре.

Используются критерии оценивания, указанные п.2.2.

Код показателя оценивания	Оценка			
	«2» (неудовлетв.)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
		«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Знания 31 32 33	не знает терминов и определений	знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	знает термины и определения	знает термины и определения, может сформулировать их самостоятельно
	не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, способен их интерпретировать и использовать	знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, способен самостоятельно их получить и использовать
	не знает значительной части материала дисциплины	знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	знает материал дисциплины в запланированном объеме	обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
	Ответ не дан	дана только часть ответа на вопрос	ответ не полон, некоторые моменты в ответе не отражены	дан полный, развернутый ответ
	допускает грубые ошибки при изложении ответа на вопрос	В ответе имеются существенные ошибки	В ответе имеются несущественные неточности	Ответ верен
	Неверно излагает и интерпретирует знания. Изложение материала логически не выстроено.	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний. Имеются нарушения логической	Грамотно и по существу излагает материал. Логическая последовательность изложения не нарушена.	Логически, грамотно и точно излагает материал дисциплины, интерпретируя его самостоятельно, способен самостоятельно его

	Не способен проиллюстрировать изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	последовательности в изложении. Поясняющие рисунки, схемы выполнены не полно, не отражают материал.	Поясняющие рисунки, схемы и примеры корректны и понятны.	анализировать и делать выводы. Поясняющие схемы, рисунки и примеры точны и раскрывают глубину полученных знаний.
Умения У1 У2 У3	Не умеет выполнять поставленные практические задания, выбрать типовой алгоритм решения	Умеет выполнять практические задания, но не всех типов. Способен решать задачи только по заданному алгоритму	Умеет выполнять типовые практические задания, предусмотренные программой	Умеет выполнять практические задания повышенной сложности
	Не может увязывать теорию с практикой, не может ответить на простые вопросы по выполнению заданий, не может обосновать выбор метода решения задач	Испытывает затруднения в применении теории при решении задач, при обосновании решения	Правильно применяет полученные знания при выполнении заданий и обосновании решения. Грамотно обосновывает ход решения задач	Умеет применять теоретическую базу дисциплины при выполнении практических заданий, предлагать собственный метод решения. Грамотно обосновывает ход решения задач.
	Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения	Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения. Испытывает затруднения с выводами	Допускает некоторые ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения. Делает выводы по результатам решения	Не допускает ошибок при выполнении заданий, правильно обосновывает принятое решение. Самостоятельно анализирует задания и решение
	Не способен проиллюстрировать решение поясняющими схемами, рисунками	Поясняющие рисунки и схемы содержат ошибки, оформлены небрежно	Поясняющие рисунки и схемы корректны и понятны.	Поясняющие рисунки и схемы верны и аккуратно оформлены
Навыки Н1 Н2 Н3	Не обладает навыками выполнения поставленных задач	Испытывает трудности при выполнении отдельных поставленных задач	Не испытывает затруднений при выполнении стандартных задач. Решение нестандартных задач представляет для него сложности.	Не испытывает затруднений при выполнении стандартных задач. Использует полученные навыки при решении сложных, нестандартных задач
	Не выполняет трудовые действия или выполняет очень медленно, не достигая поставленных задач	Выполняет трудовые действия медленно, с отставанием от установленного графика.	Выполняет трудовые действия, выполняет все поставленные задания.	Выполняет трудовые действия быстро, выполняя все поставленные задания.
	Выполняет трудовые действия некачественно	Выполняет трудовые действия с недостаточным качеством	Выполняет трудовые действия качественно	Выполняет трудовые действия качественно даже при выполнении сложных заданий
	Не может самостоятельно планировать и выполнять собственные	Выполняет трудовые действия только с помощью наставника	Самостоятельно выполняет трудовые действия с консультацией у наставника	Выполняет трудовые действия самостоятельно, без посторонней помощи

	трудовые действия			
--	-------------------	--	--	--

b. Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Зачета

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) в форме зачёта не проводится.

Для оценивания знаний, умений и навыков используются критерии, указанные п.2.2.

с. Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме защиты курсовой работы/проекта

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) в форме защиты курсового проекта /курсовой работы не проводится.

Приложение 2 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.1.1	Основы параллельных вычислений

Код направления подготовки / специальности	01.03.04
Направление подготовки / специальность	Прикладная математика
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач (Академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2015
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2017

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы, количество страниц	Количество экземпляров печатных изданий в библиотеке НИУ МГСУ	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину (модуль)
1	2	3	4	5
<i>Основная литература:</i>				
НТБ МГСУ				
1	Основы параллельных вычислений	Информатика [Текст] : учебник для студентов, обучающихся по направлению подготовки "Строительство" (бакалавриат) и специальности "Строительство уникальных зданий и сооружений" (специалитет) / А. Б. Золотов [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Изд-во АСВ, 2013. - 400 с.	165	30
ЭБС				

2	Основы параллельных вычислений	Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.В. Боресков [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2015.— 336 с.	http://www.iprbookshop.ru/54647.html .	30
<i>Дополнительная литература:</i>				
3	Основы параллельных вычислений	Мелехин, В. Ф. Вычислительные машины, системы и сети [Текст] : учебник для вузов / В. Ф. Мелехин, Е. Г. Павловский. - 3-е изд., стер. - Москва : Академия, 2010. - 555 с. :	48	30
4	Основы параллельных вычислений	Орлов, С. А. Организация ЭВМ и систем [Текст] : учебник для вузов / С. А. Орлов, Б. Я. Цилькер. - 2-е изд. - СПб. [и др.] : Питер, 2011. - 686 с	25	30

Согласовано:

НТБ

дата_____/_____
Подпись, ФИО

Приложение 3 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.1.1	Основы параллельных вычислений

Код направления подготовки / специальности	01.03.04
Направление подготовки / специальность	Прикладная математика
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач
Год начала реализации ОПОП	2015
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2017

Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Наименование программного обеспечения	Тип лицензии
1	Параллельные системы и алгоритмы.	<p>Модели многопроцессорных систем с общей и распределенной памятью. Модель конвейерной системы. Представление алгоритма в виде графа потока данных. Сети Петри. Понятие процесса. Синхронизация параллельных процессов. Эффективность использования вычислительной системы. Характеристики топологий сети передачи данных. Алгоритмы маршрутизации. Методы передачи данных. Выбор параллельного алгоритма. Реализация алгоритма в виде параллельной программы. Синхронизация. Графы. Граф алгоритма. Графы и матрицы. NP-сложность задачи. Периодические графы. Автоматическая векторизация и распараллеливание. Создание параллельных областей. Разделение вычислительной нагрузки между потоками. Работа с данными. Синхронизация. Функции и переменные окружения.</p>	<p>1.Microsoft Windows 2.Microsoft Office 3.Mathworks Matlab</p>	<p>1.DreamSpark subscription 2.Open License 3.Платное ПО</p>

		Сравнительная характеристика подходов параллельного программирования для систем с распределенной и общей памятью. Виртуальные топологии системы: кольцо, линейка, звезда, решетка, дерево. Основные программные примитивы. Задача построения грид-систем. История развития грид-систем. Понятие облачных вычислений. Область применения облачных технологий. Обзор средств организации облачных вычислений.		
2	Технологии MPI, OpenMP, CUDA и OpenCL.	О системе MPI. Поддержка модели взаимодействия параллельных вычислителей при помощи передачи сообщений. Основные программные примитивы системы MPI. Последовательные и параллельные нити программы. Организация параллельных секций. Параллельные циклы. Директивы синхронизации. Классы переменных. Основы OpenMP. Конструкции OpenMP. Средства синхронизации в OpenMP. Оптимизации компиляторов. Спецификации OpenMP для языков C/C++ и Fortran. Отличия архитектур CPU и GPU. История развития GPU. Применение вычислений на GPU. Установка NVIDIA CUDA. Сведения о CUBLAS, CUSPARSE, CUSP, CUFFT. Структура OpenCL-программы. Установка OpenCL. Константная память. Глобальная память. Разделяемая память.	1. Microsoft Windows 2. Mathworks Matlab 3. Microsoft Visual Studio Community	1. DreamSpark subscription 2. Платное ПО 3. Бесплатное ПО
3	Применение параллельных вычислений в задачах вычислительной математики.	Параллелизм команд. Параллелизм данных. Проблема рекурсивной зависимости этапов обработки данных. Каскадная схема. Способы разбиения матриц (горизонтальная, вертикальная, блочные схемы). Методы вычисления произведения матриц с использованием разных схем разбиения матриц. Характеристическая схема представления методов глобального поиска. Общий принцип	1. Microsoft Windows 2. Mathworks Matlab 3. Microsoft Visual Studio Community	1. DreamSpark subscription 2. Платное ПО 3. Бесплатное ПО

		<p>распараллеливания методов. Синхронные и асинхронные варианты алгоритмов. Определение наилучших топологий вычислительной системы для реализации методов. Сумма элементов вектора. Скалярное произведение векторов. Умножение матриц. Нахождение интегралов. Задача Дирихле для уравнения Пуассона. Решение задач нестационарной теплопроводности по явной и неявной разностной схемам. Решение СЛАУ и СДУ методом итераций. Библиотеки CUDA. OpenCL в клиентском терминале MetaTrader 5. Примеры и библиотеки из SDK. Сравнительный анализ систем MPI, OpenMP, CUDA и OpenCL.</p>		
--	--	---	--	--

Приложение 4 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.1.1	Основы параллельных вычислений

Код направления подготовки / специальности	01.03.04
Направление подготовки / специальность	Прикладная математика
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач
Год начала реализации ОПОП	2015
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2017

Перечень материально-технического обеспечения по дисциплине (модулю):

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование оборудования	№ и наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий
1	2	3	4
1	Лекции	Стационарные / мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	Аудитории для проведения занятий лекционного типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда.
2	Практические занятия	28 персональных компьютеров с конфигурацией: 1,8 ГГц, HDD 240 Гб, RAM 1 Гб, Video RAM 256 Мб, DVD-R/RW, монитор 19".	Помещения для компьютерного практикума: 129337, г. Москва, Ярославское ш, д. 26, 310,312, 417, 418,420, 421,623 КМК
3	Самостоятельная работа	32 персональных компьютера с конфигурацией: 2,6 ГГц, HDD 160 Гб, RAM 2 Гб, Video RAM 256 Мб, DVD-R/RW, монитор 19", 48 персональных компьютеров с конфигурацией: 3 ГГц, HDD 160 Гб, RAM 2 Гб, Video RAM 256 Мб, DVD-R/RW, монитор 19", 40 персональных компьютеров с конфигурацией: 2,9 ГГц, HDD 250 Гб, RAM 4 Гб, Video RAM 512 Мб, DVD-R/RW, монитор 19".	Помещение для самостоятельной работы (129337, г. Москва, Ярославское ш, д. 26, корп. 2, Учебный корпус (Библиотека), комн. 10, комн. 41)
		29 персональных компьютеров с конфигурацией: 1,6 ГГц, HDD 80 Гб, RAM 1 Гб, Video RAM 128 Мб, DVD-R/RW, монитор 17".	Помещение для самостоятельной работы (129337, г. Москва, Ярославское ш, д. 26, корп. 2, Учебный корпус (Библиотека), комн. 10)