

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИИКС

Протокол № 8/1/2025

от 25.08.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ТЕХНОЛОГИИ CUDA

Направление подготовки
(специальность)

[1] 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
8	2	72	15	0	15		15	0	Э
Итого	2	72	15	0	15	0	15	0	

АННОТАЦИЯ

Курс ориентирован на изучение программно-аппаратной архитектуры параллельных вычислений CUDA. В ходе изучения дисциплины вводятся понятия Streaming processor (SP) и Streaming multiprocessor (MP). Помимо этого в программу входит изучение основ реализации на потоковых графических процессорах NVIDIA и обзор OpenCL как средства программирования графических процессоров

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины ознакомление обучающихся с принципами и технологиями параллельного программирования для графических процессоров Nvidia с архитектурой CUDA применительно к задачам вычислительной математики и математической физики. Освоение основных технологий параллельного программирования CUDA для дальнейшего их использования при решении ресурсоёмких вычислительных задач математической физики. Формирование навыков разработки и реализации параллельных алгоритмов и программ для высокопроизводительных вычислительных систем гибридной архитектуры.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина обеспечивает специальную подготовку будущего магистра. Изучение дисциплины базируется на следующих прослушанных ранее курсах: математический анализ, теория вероятностей, линейная алгебра и численные методы, практикум на ЭВМ. Может быть использовано для выполнения научно-исследовательской работы.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
Использование современного математического аппарата,	Виртуальные модели, описывающие различные	ПК-8.1 [1] - способен создавать цифровых двойников физических объектов и процессов	З-ПК-8.1[1] - Знать математические алгоритмы, подходы и методы для создания

вычислительной техники и программного обеспечения для создания цифровых двойников объектов и процессов.	физические, технологические, экономические и другие процессы.	<i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.001, 06.042	моделей процессов в бизнесе, науке и технике; У-ПК-8.1[1] - Уметь использовать современный математический аппарата и прикладные программные комплексы для моделирования технологических и бизнес-процессов; В-ПК-8.1[1] - Владеть навыками создания цифровых двойников
Использование современного математического аппарата, вычислительной техники и программного обеспечения для создания цифровых двойников объектов и процессов.	Виртуальные модели, описывающие различные физические, технологические, экономические и другие процессы.	ПК-8.1 [1] - способен создавать цифровых двойников физических объектов и процессов <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.001, 06.042	З-ПК-8.1[1] - Знать математические алгоритмы, подходы и методы для создания моделей процессов в бизнесе, науке и технике ; У-ПК-8.1[1] - Уметь использовать современный математический аппарата и прикладные программные комплексы для моделирования технологических и бизнес-процессов; В-ПК-8.1[1] - Владеть навыками создания цифровых двойников
Изучение и систематизация новых научных результатов, научной литературы или научно-исследовательских проектов в соответствии с профилем профессиональной деятельности.	Научные статьи и тезисы конференций, научно-технические отчеты, опубликованные результаты научных исследований, соответствующая документация.	ПК-1 [1] - Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать результаты научных исследований в области прикладной математики и информационных технологий <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-1[1] - знать основные методы научного познания, методы сбора и анализа информации;; У-ПК-1[1] - уметь анализировать информацию, строить логические схемы, интерпретировать результаты научных исследований, критически мыслить, сравнивать результаты

			различных исследований, формировать собственную позицию в рамках рассматриваемой задачи;; В-ПК-1[1] - владеть навыками работы с научной литературой и навыками интерпретации результатов научных исследований;
Разработка математических моделей, алгоритмов и методов для решения различных задач.	Математические модели и алгоритмы.	ПК-2 [1] - Способен понимать, применять и совершенствовать современный математический аппарат <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.001	З-ПК-2[1] - знать современный математический аппарат, используемый при описании, решении и анализе различных прикладных задач; У-ПК-2[1] - использовать современный математический аппарат для построения математических моделей и алгоритмов решения различных прикладных задач; В-ПК-2[1] - владеть навыками применения современного математического аппарата для построения математических моделей различных процессов, для обработки экспериментальных, статистических и теоретических данных, для разработки новых алгоритмов и методов исследования задач различных типов

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.

Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование профессионально значимых установок: не производить, не копировать и не использовать программные и технические средства, не приобретённые на законных основаниях; не нарушать признанные нормы авторского права; не нарушать тайны передачи сообщений, не практиковать вскрытие информационных систем и сетей передачи данных; соблюдать конфиденциальность доверенной информации (B40)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин "Информатика (Основы программирования)", Программирование (Объектно-ориентированное программирование)", "Программирование (Алгоритмы и структуры данных)" для формирования культуры написания и оформления программ, а также привития навыков командной работы за счет использования систем управления проектами и контроля версий. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплины "Проектная практика" для формирования культуры решения изобретательских задач, развития логического мышления, путем погружения студентов в научную и инновационную деятельность института и вовлечения в проектную работу. 3.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин для формирования навыков цифровой гигиены, а также системности и гибкости мышления, посредством изучения методологических и технологических основ обеспечения информационной безопасности и кибербезопасности при выполнении и защите результатов учебных заданий и лабораторных работ по криптографическим методам защиты информации в компьютерных системах и сетях. 4.Использование воспитательного потенциала дисциплин "Информатика (Основы программирования)", Программирование (Объектно-ориентированное программирование)", "Программирование (Алгоритмы и структуры данных)" для формирования культуры безопасного программирования
------------------------------------	--	---

		посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий. 5.Использование воспитательного потенциала дисциплины "Проектная практика" для формирования системного подхода по обеспечению информационной безопасности и кибербезопасности в различных сферах деятельности посредством исследования и перенятия опыта постановки и решения научно-практических задач организациями-партнерами.
--	--	--

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>8 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	8/0/8		25	КИ-8	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-8.1, У-ПК-8.1, В-ПК-8.1
2	Второй раздел	9-15	7/0/7		25	КИ-15	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-8.1, У-ПК-8.1, В-ПК-8.1
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		15/0/15		50		
	Контрольные мероприятия за 8				50	Э	3-ПК-1, У-ПК-1,

	Семестр						В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-8.1, У-ПК-8.1, В-ПК-8.1
--	---------	--	--	--	--	--	--

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>8 Семестр</i>	15	0	15
1-8	Первый раздел	8	0	8
1	Вводная лекция: История развития потоковых графических процессоров; Обзор существующих архитектур; Наглядные примеры	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
2 - 3	Тема 1. Аппаратная реализация Реализация на потоковых графических процессорах NVIDIA Понятия Streaming processor(SP) и Streaming multiprocessor(MP). Иерархия памяти.	Всего аудиторных часов		
		2	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 8	Тема 2. Программная модель CUDA CUDA – Compute Unified Design Architecture Вычислительная конфигурация GPU Взаимодействие с хостом	Всего аудиторных часов		
		4	0	6
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Второй раздел	7	0	7
9 - 11	Тема 3. Организация потока данных Различные виды памяти Понятия Warp, Block, Grid, Kernel. Когерентный доступ к памяти	Всего аудиторных часов		
		3	0	3
		Онлайн		
		0	0	0
12 - 13	Тема 4. Библиотеки Библиотеки CuBLAS и CuFFT CuBLAS – CUDA Basic Linear Algebra Subpr. (основан на BLAS) CuFFT – CUDA Fast Fourier Transform (основан на FFTW)	Всего аудиторных часов		
		2	0	2
		Онлайн		
		0	0	0

14 - 15	Тема 5. Обзор OpenCL OpenCL как средства программирования графических процессоров.	Всего аудиторных часов	2	0	2
		Онлайн	0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>8 Семестр</i>
1 - 4	Matrix Реализация численного алгоритма умножения матриц
5 - 8	Euler-1D Реализация численного алгоритма решения одномерных уравнений Эйлера
9 - 15	Euler-2D Реализация численного алгоритма решения двумерных уравнений Эйлера

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Подача материала сопровождается примерами модельных и производственных прикладных задач. Слушатели получают опыт разработки реализации и анализа параллельных алгоритмов. Написанные в процессе обучения прикладные программы тестируются на различных МВС коллективного доступа в удаленном режиме. Сравнение результатов таких тестов позволяет проводить оптимизацию программного кода для повышения его быстродействия.

Большое внимание уделяется самостоятельной работе студентов. Поиск необходимой информации в сети Интернет.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-1	З-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-2	З-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-8.1	З-ПК-8.1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-8.1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-8.1	Э, КИ-8, КИ-15

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Б 82 Основы работы с технологией CUDA : , Харламов А. А., Боресков А. В. , Москва: ДМК Пресс, 2010
2. ЭИ С 18 Технология CUDA в примерах: введение в программирование графических процессоров : , Кэндрот Э., Сандерс Д., Москва: ДМК Пресс, 2011

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 004 М 21 Параллельное программирование на основе технологий OpenMP, MPI, CUDA : учебное пособие для академического бакалавриата, Малявко А. А., Москва: Юрайт, 2017

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

1. Проведение лекционных и практических занятий

В рамках курса предусмотрено проведение лабораторных работ. В начале каждой лабораторной работы кратко рассказывается необходимая теория. Используя прослушанный материал, студенты должны научиться решать поставленные перед ними задачи.

В рамках занятий следует проводить активное обсуждение и анализ современных научных работ, проводить групповой поиск ответов на вопросы возникающие у студентов при подготовке заданий и во время лекционных занятий. Основной упор на занятиях должен делаться на понимание излагаемого материала и умение его использовать при выполнении заданий.

На каждом занятии следует отмечать посещаемость студентов. Рекомендуется не допускать студентов до сдачи контрольных мероприятий регулярно пропускающих занятия.

На первом занятии необходимо ознакомить студентов с программой дисциплины, а также предложить литературу, которая потребуется для успешного освоения материала.

2. Организация контроля успеваемости студентов

Организация контроля успеваемости студентов проводится с использованием фонда оценочных средств по данной дисциплине (ФОС). Фонд оценочных средств (ФОС) – является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

При проведении текущего контроля успеваемости по дисциплине используются

- Контроль по итогам

Рубежный контроль проводится дважды: в середине и в конце семестра. Промежуточный контроль выставляется на основе зачета.

Для допуска к зачету необходимо закрыть на положительную оценку все предложенные в рамках текущего контроля задания.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Проведение лекционных и практических занятий

В рамках курса предусмотрено проведение лабораторных работ. В начале каждой лабораторной работы кратко рассказывается необходимая теория. Используя прослушанный материал, студенты должны научиться решать поставленные перед ними задачи.

В рамках занятий следует проводить активное обсуждение и анализ современных научных работ, проводить групповой поиск ответов на вопросы возникающие у студентов при подготовке заданий и во время лекционных занятий. Основной упор на занятиях должен делаться на понимание излагаемого материала и умение его использовать при выполнении заданий.

На каждом занятии следует отмечать посещаемость студентов. Рекомендуется не допускать студентов до сдачи контрольных мероприятий регулярно пропускающих занятия.

На первом занятии необходимо ознакомить студентов с программой дисциплины, а также предложить литературу, которая потребуется для успешного освоения материала.

2. Организация контроля успеваемости студентов

Организация контроля успеваемости студентов проводится с использованием фонда оценочных средств по данной дисциплине (ФОС). Фонд оценочных средств (ФОС) – является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

При проведении текущего контроля успеваемости по дисциплине используются

- Контроль по итогам

Рубежный контроль проводится дважды: в середине и в конце семестра. Промежуточный контроль выставляется на основе зачета.

Для допуска к зачету необходимо закрыть на положительную оценку все предложенные в рамках текущего контроля задания.

Автор(ы):

Давыдов Александр Александрович