

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Наименование образовательной программы: Цифровые технологии

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.01.03.05
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	2 семестр - 16 часов;
Практические занятия	2 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	2 семестр - 16 часов;
Консультации	2 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	2 семестр - 93,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Лабораторная работа Тестирование	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	2 семестр - 0,5 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Филатов А.В.
	Идентификатор	R48fdeb40-FilatovAV-93eea018

А.В. Филатов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Вишняков С.В.
	Идентификатор	R35b26072-VishniakovSV-02810d9

С.В. Вишняков

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Вишняков С.В.
	Идентификатор	R35b26072-VishniakovSV-02810d9

С.В. Вишняков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: заключается в приобретении знаний и навыков в области разработки эффективного программного обеспечения для систем, рассчитанных на повышенную производительность вычислений. К последним относятся как сами высокопроизводительные вычислительные системы, так и системы с обычной производительностью, но снабженные дополнительным оборудованием (ускорителями) для ускорения выполнения особо трудоёмких фрагментов прикладных программ.

Задачи дисциплины

- приобрести знания и навыки в области разработки программного обеспечения для систем, рассчитанных на повышенную производительность вычислений;
- узнать, какие аппаратные и программные средства для ускорения вычислений существуют на сегодняшний день и могут появиться в будущем;
- научиться создавать эффективные вычислительные прикладные программы для современных аппаратных ускорителей.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен осуществлять проектирование вычислительных комплексов и систем, включая разработку аппаратного, программного обеспечения, системную интеграцию, ввод в эксплуатацию	ИД-2 _{ПК-1} Демонстрирует знание теории баз данных, включая перспективные технологии обработки больших данных	знать: - устройство GPU ускорителей вычислений с технологией CUDA; - технологию программирования OpenCL; - технологию программирования CUDA; - способы взаимодействия процессов; - методы решения численных математических задач на параллельных системах и GPU; - методы решения практических задач на параллельных системах и GPU. уметь: - создавать системы взаимодействующих процессов; - адаптировать программы под гетерогенную среду.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Цифровые технологии (далее – ОПОП), направления подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать программирование параллельных взаимодействующих процессов в рамках дисциплин магистратуры Вычислительные системы и Мультизадачные операционные системы
- уметь разрабатывать и отлаживать программы с параллельными взаимодействующими процессами

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Введение. Виды программного обеспечения вычислительных систем	6	2	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение. Виды программного обеспечения вычислительных систем"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], ЛР №1 [2], ЛР №1</p>	
1.1	Введение. Виды программного обеспечения вычислительных систем	6		2	-	2	-	-	-	-	-	2	-		
2	Технология программирования графических ускорителей Nvidia CUDA	38		6	6	4	-	-	-	-	-	-	22	-	<p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> подготовка к выполнению лабораторных работ №1-4</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Технология программирования графических ускорителей Nvidia CUDA"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], ЛР №№ 2-3 [2], ЛР №№ 2-3 [3], - [5], Глава 2</p>
2.1	Технология программирования графических ускорителей Nvidia CUDA	38		6	6	4	-	-	-	-	-	-	22	-	
3	Вычислительные алгоритмы на GPU	32		4	6	4	-	-	-	-	-	-	18	-	
3.1	Вычислительные алгоритмы на GPU	32	4	6	4	-	-	-	-	-	-	18	-	<p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> подготовка к выполнению лабораторных работ №№5,7</p> <p><u>Самостоятельное изучение</u></p>	

													<u>теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Параллельное программирование вычислительных алгоритмов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], Глава 6 [2], JP №4 [4], Глава 2
4	Технология программирования OpenCL	22	2	4	4	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> подготовка к выполнению лабораторных работ №6
4.1	Технология программирования OpenCL	22	2	4	4	-	-	-	-	-	12	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Технология программирования OpenCL"
5	Управление задачами в распределённых системах	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Управление задачами в распределённых системах"
5.1	Управление задачами в распределённых системах	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	16	16	16	-	2	-	-	0.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0	16	16	16		2		-	0.5		93.5	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Введение. Виды программного обеспечения вычислительных систем

1.1. Введение. Виды программного обеспечения вычислительных систем

Рассматриваются виды системного и прикладного программного обеспечения вычислительных систем. Производится их сравнительный анализ. Осуществляется обзор и сравнительный анализ средств разработки программного обеспечения.

2. Технология программирования графических ускорителей Nvidia CUDA

2.1. Технология программирования графических ускорителей Nvidia CUDA

Изучение аппаратного обеспечения графических ускорителей Nvidia поддерживающих технологию CUDA. Изучение основ технологии программирования CUDA. Разработка прикладных программ с использованием CUDA.

3. Вычислительные алгоритмы на GPU

3.1. Вычислительные алгоритмы на GPU

Рассматриваются подходы к созданию эффективных параллельных прикладных программ с использованием технологии CUDA для решения прикладных задач.

4. Технология программирования OpenCL

4.1. Технология программирования OpenCL

Краткое знакомство с технологией программирования OpenCL на лекции и более детальное самостоятельное её изучение.

5. Управление задачами в распределённых системах

5.1. Управление задачами в распределённых системах

Управление задачами в распределённых системах включает в себя как системное управление, так управление задачами. Структурная и географическая распределённость систем накладывает особые требования как к самим задачам и программам реализующим их решение, так и к управлению ими. Изучению вопросов управления и посвящён данный раздел.

3.3. Темы практических занятий

1. Создание программного комплекса и использование механизма сокетов для взаимодействия процессов;
2. Программирование графических процессоров средствами NVIDIA CUDA. Размещение данных в глобальной, разделяемой и константной памяти;
3. Взаимодействие процессов посредством общей разделяемой памяти;
4. Программирование графических процессоров средствами NVIDIA CUDA. Введение в использование GPU в качестве сопроцессора для ускорения вычислений;
5. Применение графических процессоров для решения задач обработки изображений;
6. Разработка приложений для графических ускорителей с использованием технологии OpenCL;
7. Разработка параллельных программ для решения линейных уравнений.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Разработка параллельных программ для решения линейных уравнений;
2. Разработка приложений для графических ускорителей с использованием технологии OpenCL;
3. Применение графических процессоров для решения задач обработки изображений;
4. Программирование графических процессоров средствами NVIDIA CUDA. Введение в использование GPU в качестве сопроцессора для ускорения вычислений;
5. Взаимодействие процессов посредством общей разделяемой памяти;
6. Программирование графических процессоров средствами NVIDIA CUDA. Размещение данных в глобальной, разделяемой и константной памяти;
7. Создание программного комплекса и использование механизма сокетов для взаимодействия процессов.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Введение. Виды программного обеспечения вычислительных систем"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Введение. Виды программного обеспечения вычислительных систем"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Технология программирования графических ускорителей Nvidia CUDA"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Технология программирования графических ускорителей Nvidia CUDA"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Параллельное программирование вычислительных алгоритмов"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Параллельное программирование вычислительных алгоритмов"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Технология программирования OpenCL"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Технология программирования OpenCL"
9. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Управление задачами в распределённых системах"
10. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Управление задачами в распределённых системах"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
Знать:							
методы решения практических задач на параллельных системах и GPU	ИД-2ПК-1		+				Лабораторная работа/Защита лабораторных работ №№5-6
методы решения численных математических задач на параллельных системах и GPU	ИД-2ПК-1			+		+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №7 Тестирование/Итоговая проверка по теории
способы взаимодействия процессов	ИД-2ПК-1	+					Лабораторная работа/Защита лабораторных работ №№1-2
технология программирования CUDA	ИД-2ПК-1		+				Лабораторная работа/Защита лабораторных работ №№3-4
технология программирования OpenCL	ИД-2ПК-1				+		Тестирование/Итоговая проверка по теории
устройство GPU ускорителей вычислений с технологией CUDA	ИД-2ПК-1		+				Лабораторная работа/Защита лабораторных работ №№3-4
Уметь:							
адаптировать программы под гетерогенную среду	ИД-2ПК-1				+		Лабораторная работа/Защита лабораторных работ №№5-6
создавать системы взаимодействующих процессов	ИД-2ПК-1	+					Лабораторная работа/Защита лабораторных работ №№1-2

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

2 семестр

Форма реализации: Защита задания

1. Защита лабораторной работы №7 (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторных работ №№1-2 (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторных работ №№3-4 (Лабораторная работа)
4. Защита лабораторных работ №№5-6 (Лабораторная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Итоговая проверка по теории (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №2)

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Кластеры на многоядерных процессорах : учебное пособие по курсам "Вычислительные системы" и "Высокопроизводительные вычислительные системы" по направлению "Информатика и вычислительная техника" / И. И. Ладыгин, А. В. Логинов, А. В. Филатов, С. Г. Яньков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ). – М. : Издательский дом МЭИ, 2008. – 112 с. – ISBN 978-5-383-00142-4.;
2. Филатов, А. В. Разработка приложений для высокопроизводительных вычислительных систем : лабораторный практикум по курсу "программное обеспечение высокопроизводительных вычислительных систем" по направлению "Информатика и вычислительная техника" / А. В. Филатов, Д. А. Орлов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ". – М. : Изд-во МЭИ, 2017. – 48 с.
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=9190>;
3. Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA : учебное пособие для вузов по направлениям 010400 "Прикладная математика и информатика", 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" / А. В. Боресков, [и др.], Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова (МГУ). – М. : Изд-во Моск. ун-та, 2012. – 336 с. – (Суперкомпьютерное образование). – ISBN 978-5-211-06340-2.;
4. Воеводин, В. В. Параллельные вычисления : Учебное пособие для вузов по направлению 510200 - Прикладная математика и информатика / В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 608 с. – ISBN 5-941571-60-7.;

5. Тоуманнен Б.- "Программирование GPU при помощи Python и CUDA", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2020 - (252 с.)
<https://e.lanbook.com/book/179469>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. Visual Studio;
6. MPI;
7. CUDA;
8. ОС Linux.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
6. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
7. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
8. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
9. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
10. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
11. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
12. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
13. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
14. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
15. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
16. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
17. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
18. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
19. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
20. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
21. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>
22. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории,	Оснащение
---------------	------------------	-----------

	наименование	
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	3-504, Лекционная аудитория каф. ВМСС	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, мел, маркер, стилус
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	3-602, Компьютерный класс каф. ВМСС	стол, стол компьютерный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	3-602, Компьютерный класс каф. ВМСС	стол, стол компьютерный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	3-504, Лекционная аудитория каф. ВМСС	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, мел, маркер, стилус
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	3-501, Кабинет сотрудников каф. "ВМСС"	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	3-604, Склад	стол, стол компьютерный, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Программное обеспечение высокопроизводительных вычислительных систем

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Защита лабораторных работ №№1-2 (Лабораторная работа)
- КМ-2 Защита лабораторных работ №№3-4 (Лабораторная работа)
- КМ-3 Защита лабораторных работ №№5-6 (Лабораторная работа)
- КМ-4 Защита лабораторной работы №7 (Лабораторная работа)
- КМ-5 Итоговая проверка по теории (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	15	15
1	Введение. Виды программного обеспечения вычислительных систем						
1.1	Введение. Виды программного обеспечения вычислительных систем		+				
2	Технология программирования графических ускорителей Nvidia CUDA						
2.1	Технология программирования графических ускорителей Nvidia CUDA			+	+		
3	Вычислительные алгоритмы на GPU						
3.1	Вычислительные алгоритмы на GPU					+	+
4	Технология программирования OpenCL						
4.1	Технология программирования OpenCL				+		+
5	Управление задачами в распределённых системах						
5.1	Управление задачами в распределённых системах					+	+
Вес КМ, %:			20	20	20	15	25