

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 № 8/1/2024

от 28.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 09.04.04 Программная инженерия

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
1	3	108	8	24	0		76	0	30
Итого	3	108	8	24	0	0	76	0	

## АННОТАЦИЯ

В курсе излагаются способы эффективной реализации классических параллельных алгоритмов на видеокарте и оценке времени их работы: решение систем линейных уравнений, умножение матриц, параллельная редукция, частичная (префиксная) сумма, сортировка и фильтрация, объясняется принцип работы видеокарт, их отличие от центрального процессора, а также особенности работы с видеопамятью.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются освоение архитектуры и принципов работы видеокарт, особенностей работы с видеопамятью и эффективной реализации параллельных алгоритмов, знакомство с библиотеками NVIDIA CUDA и их использование как готового инструмента практической работы при проектировании и разработке систем математической обработки большого количества данных технических, экономических и других задач, а также освоение студентами основных принципов параллельного программирования

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Изучение дисциплины базируется на следующих прослушанных ранее курсах: математический анализ, теория вероятностей, линейная алгебра и теория функций комплексного переменного, практикум на ЭВМ. Основные положения курса должны / могут быть использованы при изучении дисциплин: методы оптимизации, численные методы, методы решения некорректных задач, теория вероятности и математическая статистика, математические методы принятия решений, исследование операций, математическая физика и т.д. Также, полученные умения, навыки и знания необходимы для успешного 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
УК-3 [1] – Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	З-УК-3 [1] – Знать: методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства У-УК-3 [1] – Уметь: разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию; применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели В-УК-3 [1] – Владеть: умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные,

	групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом
УК-4 [1] – Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	З-УК-4 [1] – Знать: правила и закономерности личной и деловой устной и письменной коммуникации; современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках; существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия У-УК-4 [1] – Уметь: применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия В-УК-4 [1] – Владеть: методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий
УК-5 [1] – Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	З-УК-5 [1] – Знать: закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур; особенности межкультурного разнообразия общества; правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия У-УК-5 [1] – Уметь: понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества; анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия В-УК-5 [1] – Владеть: методами и навыками эффективного межкультурного взаимодействия

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

<b>Задача профессиональной деятельности (ЗПД)</b>	<b>Объект или область знания</b>	<b>Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции</b>
<b>проектный</b>			
участие в проектировании компонентов программного продукта в объеме, достаточном для их конструирования в рамках поставленного задания, разработка и оформление	программный продукт, процессы, методы и инструменты разработки программного продукта	ПК-8 [1] - способен проектировать системы с параллельной обработкой данных и высокопроизводительные системы, и их компоненты  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.042	З-ПК-8[1] - Знать: методы и инструменты проектирования систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительные систем, и их компоненты ; У-ПК-8[1] - Уметь: проектировать системы с параллельной обработкой

эскизной, технической и рабочей проектной документации			данных и высокопроизводительные системы, и их компоненты ; В-ПК-8[1] - Владеть: методами и инструментами проектирования систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительные систем, и их компоненты
производственно-технологический			
освоение и применение методов и инструментальных средств управления инженерной деятельностью и процессами жизненного цикла программного обеспечения	программный продукт, процессы, методы и инструменты разработки программного продукта	ПК-14 [1] - способен применять навыки программной реализации систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительных систем  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.042	З-ПК-14[1] - Знать: технологии программной реализации систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительных систем ; У-ПК-14[1] - Уметь: применять навыки программной реализации систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительных систем ; В-ПК-14[1] - Владеть: навыками программной реализации систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительных систем

#### 4. 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>1 Семестр</i>						
1	Раздел 1	1-8	4/12/0		25	КИ-8	З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, З-ПК-14, У-ПК-14,

							В-ПК-14, З-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, З-УК-4, У-УК-4, В-УК-4, З-УК-5, У-УК-5, В-УК-5
2	Раздел 2	9-12	4/12/0		25	КИ-12	З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, З-ПК-14, У-ПК-14, В-ПК-14, З-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, З-УК-4, У-УК-4, В-УК-4, З-УК-5, У-УК-5, В-УК-5
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		8/24/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 1 Семестр</b>				50	ЗО	З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, З-ПК-14, У-ПК-14, В-ПК-14, З-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, З-УК-4, У-УК-4, В-УК-4, З-УК-5, У-УК-5, В-УК-5

\* – 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
ЗО	Зачет с оценкой
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>	8	24	0
<b>1-8</b>	<b>Раздел 1</b>	4	12	0
1	<b>Тема 1. Вводное занятие</b> Дается краткая характеристика предмета. Рассматриваются системы с общей и распределенной памятью, а также гибридные системы. Описывается программная модель и инструментарий NVIDIA CUDA..	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
2 - 3	<b>Тема 2. Введение в технологию NVIDIA CUDA.</b> Рассматриваются директивы вызова кода на видеокарте. Приводятся простейшие примеры программ, использующих CUDA C API/ аппроксимации. Рассматриваются вспомогательные инструменты для отладки и оценки эффективности работы программ на видеокарте.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 5	<b>Тема 3. Типы памяти в CUDA.</b> Регистры, локальная, глобальная и константная память. Выравнивание памяти и объединение запросов. Конфликты банков. Поток CUDA.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
6 - 7	<b>Тема 4. Параллельные алгоритмы.</b> Решение систем линейных уравнений, умножение матриц, параллельная редукция, частичная (префиксная) сумма, сортировка и фильтрация. Оценка эффективности различных способов реализации данных алгоритмов.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-12</b>	<b>Раздел 2</b>	4	12	0
8	<b>Тема 5. Библиотеки CUDA: Thrust.</b> Рассматриваются контейнеры, алгоритмы, и итераторы библиотеки Thrust. Описывается ее совместимость с STL. Приводятся примеры использования кортежей и итераций. Рассматривается взаимодействие компонентов библиотеки с обычным кодом.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
9	<b>Тема 6. Библиотеки CUDA: CUBLAS, CUSPARSE, CUFFT, CURAND, NVCUVID/NVCUVENC, NPP.</b> Описываются реализованные в библиотеках CUDA: CUBLAS, CUSPARSE, CUFFT, CURAND, NVCUVID/NVCUVENC, NPP функции для решения систем линейных уравнений, работы с разреженными матрицами, осуществления прямого и обратного быстрого дискретного преобразования Фурье, генерации случайных чисел и др.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	<b>Тема 7. Windows Native API: Поток.</b> Создание, контроль, уничтожение и взаимодействие потоков. Разделяемая память. Мьютексы и семафоры.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	<b>Тема 8. Windows Native API: Процессы.</b> Создание, контроль, уничтожение и взаимодействие	Всего аудиторных часов		
		1	3	0

	процессов. Проецируемые файлы, разделяемая память, безымянные и именованные транспортеры. Внедрение кода, создание удаленных потоков, удаленное чтение и запись памяти.	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

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе занятий рассматриваются практические задачи, делается акцент на прикладных исследованиях. Студенты получают опыт самостоятельной подготовки законченных программ, улучшают навыки параллельного программирования, учатся систематизировать и представлять результаты исследований в виде отчетов, а также проводить оптимизацию программного кода для повышения его быстродействия.

При обсуждении тем практических занятий используются интерактивные формы обучения, в частности используются презентации, обсуждаются последние научные работы, передовые технологии параллельного программирования и архитектуры новых видеокарт, рассказывается о работе с научной литературой. Обязательным является самостоятельная работа студентов, выполнение индивидуальных заданий, работа с литературой.

## 6. 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-14	З-ПК-14	ЗО, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-14	ЗО, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-14	ЗО, КИ-8, КИ-12
ПК-8	З-ПК-8	ЗО, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-8	ЗО, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-8	ЗО, КИ-8, КИ-12
УК-3	З-УК-3	ЗО, КИ-8, КИ-12

	У-УК-3	ЗО, КИ-8, КИ-12
	В-УК-3	ЗО, КИ-8, КИ-12
УК-4	З-УК-4	ЗО, КИ-8, КИ-12
	У-УК-4	ЗО, КИ-8, КИ-12
	В-УК-4	ЗО, КИ-8, КИ-12
УК-5	З-УК-5	ЗО, КИ-8, КИ-12
	У-УК-5	ЗО, КИ-8, КИ-12
	В-УК-5	ЗО, КИ-8, КИ-12

### 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 – <i>«отлично»</i>	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 – <i>«хорошо»</i>	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 – <i>«удовлетворительно»</i>	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 – <i>«неудовлетворительно»</i>	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.



## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. 004 В12 Основы программирования МРР-архитектур : учебно-методическое пособие, Чепин Е.В., Макаров В.В., Вавренюк А.Б., Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
2. 004 П18 Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA : учебное пособие, Сахарных Н.А. [и др.], Москва: Издательство Московского университета, 2012
3. 512 К59 Программирование численных методов линейной алгебры : учебно-методическое пособие, Козин Р.Г., Москва: НИЯУ МИФИ, 2010

### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. И Y91 Applied parallel computing : , Yuefan Deng , New Jersey [and oth.]: World scientific, 2013
2. 004 Б12 Алгоритмизация задач и структурирование программ : практическое пособие по программированию на языке Object Pascal в среде Delphi по программе учебного курса "Информатика" для бакалавриата, Бабалова И.Ф., Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
3. 004 С38 Основы разработки программного обеспечения на примере языка Си : учебник, Сеницын С.В., Хлытчиев О.И., Москва: Национальный открытый университет "ИНТУИТ", 2013
4. 517 З-20 Параллельные алгоритмы логического управления : , Закревский А.Д., Москва: Едиториал УРСС, 2012

### **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:**

Специальное программное обеспечение не требуется

### **LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:**

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

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

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

1. Проведение практических занятий

В рамках курса предусмотрено практических занятий. Часть семинарских занятий отводится на теоретический материал. Используя прослушанный на лекциях материал, студенты должны научиться решать поставленные перед ними задачи. Практика показала, что для наиболее эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины необходимо использовать интерактивные формы проведения занятий с привлечением мультимедийных технологий. В рамках занятий следует проводить активное обсуждение, 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 отмечается посещаемость студентов.

При изучении курса студентам рекомендуется внимательно ознакомиться с программой дисциплины, взять в библиотеке рекомендованную литературу.

## **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.

# **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

## **1. Проведение практических занятий**

В рамках курса предусмотрено практических занятий. Часть семинарских занятий отводится на теоретический материал. Используя прослушанный на лекциях материал, студенты должны научиться решать поставленные перед ними задачи. Практика показала, что для наиболее эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины необходимо использовать интерактивные формы проведения занятий с привлечением мультимедийных технологий. В рамках занятий следует проводить активное обсуждение, 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):

Алюшин Виктор Михайлович, к.ф.-м.н.