

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ



Заведующий кафедрой
Кургалин Сергей Дмитриевич
Кафедра цифровых технологий

28.02.2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ФТД.01 Параллельные вычисления на графических процессорах

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

02.04.01 Математика и компьютерные науки

2. Профиль подготовки/специализация:

Компьютерное моделирование и искусственный интеллект

Компьютерные науки и информационные технологии для цифровой экономики

3. Квалификация (степень) выпускника:

Магистратура

4. Форма обучения:

Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Кафедра цифровых технологий

6. Составители программы:

Борзунов Сергей Викторович, кандидат физико-математических наук, доцент

7. Рекомендована:

НМС ФКН (протокол № 3 от 25.02.2022)

8. Учебный год:

2023-2024

Семестры: 1

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются: освоение основных принципов параллельного программирования для графических ускорителей.

Задачи учебной дисциплины:

- ознакомление с основами технологий параллельного программирования CUDA и OpenCL для современных графических ускорителей;
- развитие умения применять новые идеи и технологии для решения сложных вычислительных задач профессиональной деятельности;
- приобретение навыков реализации алгоритмов на графических процессорах.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

факультативная дисциплина. Для успешного освоения дисциплины необходимо предварительное изучение следующих разделов математики и компьютерных наук: математический анализ, линейная алгебра, программирование

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников) и индикаторами их достижения:

Код и название компетенции	Код и название индикатора компетенции	Знания, умения, навыки
ПК-1 Способен демонстрировать фундаментальные знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий.	ПК-1.1 Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий	Знает архитектуры массивно-параллельных вычислительных систем; основные понятия технологий CUDA и OpenCL.
ПК-8 Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий, программирования и компьютерной техники	ПК-8.1 Знает основные методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программных продуктов и программных комплексов, их сопровождения, администрирования и развития (эволюции)	Знает методы математического и алгоритмического моделирования в области параллельных вычислений.
ПК-9 Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования.	ПК-9.1 Владеет современными методами разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	Знает области применения параллельных алгоритмов в прикладных задачах.
ПК-9 Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных	ПК-9.2 Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных	Умеет разрабатывать алгоритмы математических моделей с использованием параллельных вычислений..

алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования.	программ моделирования	
ПК-9 Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования.	ПК-9.3 Имеет практический опыт разработки и реализации алгоритмов на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	Владеет практическим опытом реализации алгоритмов параллельных вычислений.
ПК-8 Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий, программирования и компьютерной техники	ПК-8.2 Умеет использовать методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта	Умеет выбирать и адаптировать существующие математические методы из области параллельных вычислений для решения задач, возникающих в профессиональной деятельности.
ПК-8 Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий, программирования и компьютерной техники	ПК-8.3 Имеет практический опыт применения указанных выше методов и технологий	Владеет навыками квалифицированного выбора и адаптации существующих методов параллельных вычислений.
ПК-1 Способен демонстрировать фундаментальные знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий.	ПК-1.2 Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в области программирования и информационных технологий	Умеет применять модель распараллеливания CUDA и OpenCL для обработки больших объемов цифровых данных.
ПК-1 Способен демонстрировать фундаментальные знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий.	ПК-1.3 Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области программирования и информационных технологий	Владеет навыком реализации методов численного анализа на параллельных системах и проведения теоретических оценок эффективности полученных параллельных программ.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час: 2/72

Форма промежуточной аттестации: зачет

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			1 семестр
Аудиторные занятия		36	36
в том числе:	лекции	18	18
	практические	18	18
	лабораторные		
Самостоятельная работа		36	36
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации (зачет)			
Итого:		72	72

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1	Введение в высокопроизводительные вычисления	Высокопроизводительные вычисления. Основные понятия и определения. Области применения высокопроизводительных вычислений.	
2	Архитектура графических процессоров	Архитектура CPU и GPU; программная модель CUDA; программная модель OpenCL; модель памяти GPU.	
3	Некоторые методы линейной алгебры и их распараллеливание	Умножение матрицы на вектор; перемножение матриц.	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение в высокопроизводительные вычисления	4	4	8	16
2	Архитектура графических процессоров	8	8	12	28
3	Некоторые методы линейной алгебры и их распараллеливание	6	6	16	28
		18	18	36	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины складывается из аудиторной работы (учебной деятельности, выполняемой под руководством преподавателя) и внеаудиторной работы (учебной деятельности, реализуемой обучающимся самостоятельно).

Аудиторная работа состоит из работы на лекциях и выполнения практических (или лабораторных) заданий в объёме, предусмотренном учебным планом. Лекция представляет собой последовательное и систематическое изложение учебного материала, направленное на знакомство обучающихся с основными понятиями и теоретическими положениями изучаемой дисциплины.

Лекционные занятия формируют базу для практических (или лабораторных) занятий, на которых полученные теоретические знания применяются для решения конкретных практических задач. Обучающимся для успешного освоения дисциплины рекомендуется вести конспект лекций и практических (лабораторных) занятий.

Самостоятельная работа предполагает углублённое изучение отдельных разделов дисциплины с использованием литературы, рекомендованной преподавателем, а также конспектов лекций, презентационным материалом (при наличии) и конспектов практических (лабораторных) занятий. В качестве плана для самостоятельной работы может быть использован раздел 13.1 настоящей рабочей программы, в котором зафиксированы разделы дисциплины и их содержание. В разделе 13.2 рабочей программы определяется количество часов, отводимое на самостоятельную работу по каждому разделу дисциплины. Больше количество часов на самостоятельную работу отводится на наиболее трудные разделы дисциплины. Для самостоятельного изучения отдельных разделов дисциплины используется перечень литературы и других ресурсов, перечисленных в пунктах 15 и 16 настоящей рабочей программы.

Успешность освоения дисциплины определяется систематичностью и глубиной аудиторной и внеаудиторной работы обучающегося.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к online занятиям, ответственно подходить к заданиям для самостоятельной работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

№ п/п	Источник
1	Костюк, А. И. Организация облачных и GRID-вычислений : учебное пособие / А.И. Костюк ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации ; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет» ; Инженерно-технологическая академия .— Ростов-на-Дону Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018 .— 122 с. : ил. — Библиогр. в кн .— http://biblioclub.ru/ .— ISBN 978-5-9275-2879-0 .— <URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561079 >.
2	Биллиг, В. А. Параллельные вычисления и многопоточное программирование / В.А. Биллиг .— 2-е изд., испр. — Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016 .— 311 с. : ил., схем. — Библиогр. в кн .— http://biblioclub.ru/ .— <URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428948 >.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Уильямс, Э. Параллельное программирование на C++ в действии. Практика разработки многопоточных программ [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2012. — 672 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4813
2	Николаев, Е. И. Параллельные вычисления : учебное пособие / Е.И. Николаев ; Министерство образования и науки Российской Федерации ; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет» .— Ставрополь : СКФУ, 2016 .— 185 с. : ил. — Библиогр. в кн .— http://biblioclub.ru/ .— <URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459124 >.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1	ЗНБ ВГУ: https://lib.vsu.ru/
2	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online": http://biblioclub.ru/
3	Электронно-библиотечная система "Лань": https://e.lanbook.com/
4	Электронно-библиотечная система "Консультант студента": http://www.studmedlib.ru
5	Электронный университет ВГУ: https://edu.vsu.ru/

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Уильямс, Э. Параллельное программирование на C++ в действии. Практика разработки многопоточных программ [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2012. — 672 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4813

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины могут использоваться технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии на базе портала edu.vsu.ru, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Аудитория для лекционных занятий: мультимедиа-проектор, экран для проектора, компьютер с выходом в сеть «Интернет». Специализированная мебель (столы ученические, стулья, доска). Программное обеспечение: LibreOffice v.5-7, программа для просмотра файлов формата pdf, браузер.

Аудитория для практических занятий: специализированная мебель (столы ученические, стулья, доска).

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Разделы дисциплины (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации
1	Разделы 1-3	ПК-1	ПК-1.1	Доклад
2	Разделы 1-3	ПК-8	ПК-8.1	Доклад
3	Разделы 1-3	ПК-9	ПК-9.1	Доклад
4	Разделы 1-3	ПК-9	ПК-9.2	Доклад
5	Разделы 1-3	ПК-9	ПК-9.3	Доклад
6	Разделы 1-3	ПК-8	ПК-8.2	Доклад
7	Разделы 1-3	ПК-8	ПК-8.3	Доклад
8	Разделы 1-3	ПК-1	ПК-1.2	Доклад
9	Разделы 1-3	ПК-1	ПК-1.3	Доклад

Промежуточная аттестация: форма контроля - зачет

Оценочные средства для промежуточной аттестации Перечень вопросов к зачёту

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

- доклад.

Перечень тем докладов

1. Классификация архитектур вычислительных систем. Классификация Флинна.
2. Средства параллельного программирования..
3. Модели RAM и PRAM.
4. Условия Бернштейна.
5. Основные директивы OpenMP.
6. Основные методы распараллеливания.
7. Параллельная реализация методов Монте-Карло.
8. Матричные операции в OpenMP.
9. Технология MPI.
- 10.Использование параллельных технологий для математического описания квантовой системы.
- 11.Использование параллельных технологий для многомерного дискретного преобразования Фурье.
- 12.Комплексное одномерное дискретное преобразование Фурье.
- 13.Комплексное многомерное дискретное преобразование Фурье.
- 14.Двумерное комплексное дискретное преобразование Фурье с использованием MPI.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

- собеседование по вопросам к зачёту.

Перечень вопросов к зачёту

1. Высокопроизводительные вычисления.
2. Архитектура CPU.
3. Архитектура GPU.
4. Программная модель CUDA.
5. Программная модель OpenCL.
6. Модель памяти GPU.
7. Умножение матрицы на вектор.
8. Перемножение матриц.

Для оценивания результатов обучения на зачёте используются оценки: «зачтено» и «не зачтено».

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Ответа обучающегося соответствует хотя бы половине из перечисленных критериев. Сформированные знания основных понятий, определений и теорем, изучаемых в курсе, возможно с затруднениями при воспроизведении.	Пороговый уровень	Зачтено
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует более чем половине из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные знания (либо их отсутствие) основных понятий, определений и теорем, используемых в курсе.	–	Не зачтено