

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО
президиумом
Ученого совета ННГУ
протокол от
«30» ноября 2022 г. № 13

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Параллельное программирование с использованием технологии CUDA

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
03.04.03 «Радиофизика»

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Магистерская программа «Нелинейные колебания и волны»

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)
магистр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения
очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

20223 год

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Данная дисциплина относится к факультативам (Блок ФТД) профессиональной образовательной программы (ОПОП) высшего образования по направлению подготовки 03.04.03 «Радиофизика» (уровень магистратура) на радиофизическом факультете ННГУ, изучается в 3-м семестре.

Целью изучения дисциплины «Параллельное программирование с использованием технологии CUDA» является овладение магистрантами основными аспектами архитектуры и технологиями программирования графических процессоров с целью приобретения обучаемыми необходимого объема знаний и практических навыков по разработке приложений для систем с массивно-параллельной вычислительной архитектурой.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-3 Способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач	31 (ОПК-3) Знать и понимать фундаментальные концепции, углубленные теоретические и практические понятия и методы в области параллельных вычислений в физике и радиофизике. У1 (ОПК-3) Уметь применять современный математический аппарат, использовать углубленные теоретические и практические понятия из области параллельных вычислений в физике и радиофизике. В1 (ОПК-3) Получить опыт алгоритмизации и программирования при параллельных вычислениях в области физики и радиофизики.
ПК-2 Способность самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта	31 (ПК-2) Знать основные возможности компьютеров для решения научных задач в области физики и радиофизики, а также новейший отечественный и зарубежный опыт в области параллельного программирования. У1 (ПК-2) Уметь использовать компьютерные программы и системы, а также компьютерное оборудование для параллельных вычислений в области физики и радиофизики. В1 (ПК-2) Владеть языками программирования и библиотеками программ для решения задач параллельного программирования в области физики и радиофизики.

3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 33 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа занятия семинарского типа, в том числе 1 часа - мероприятия текущего контроля успеваемости, 1 час – мероприятия промежуточной аттестации), 39 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1. История развития параллельной обработки	2		1		1	1
2. Среда разработки	6		3		3	3
3. Параллельное программирование в CUDA	11		6		6	5
4. Константная и текстурная память	10		4		4	6
5. Взаимодействие с графикой	10		4		4	6
6. Атомарные операции	10		4		4	6
7. Блокированная память CPU	10		4		4	6
8. Инструментальные средства CUDA	12		6		6	6
В т.ч. текущий контроль	1		1		1	
Промежуточная аттестация – зачет						

4. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины используются следующие образовательные технологии: проблемный метод изложения материала и диалогичная форма проведения занятий. Семинарские занятия предусматривают использование проекционной аппаратуры для презентации таблиц, схем, рисунков и фотографий, а также работу в компьютерном классе.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает следующие виды:

- разбор материала семинарских занятий,
- изучение дополнительных разделов дисциплины с использованием учебной литературы,
- составление алгоритмов и программирование на компьютере при решении задач

Текущий контроль усвоения материала проводится путем проведения опроса.

Примеры контрольных заданий:

3-2. Сложение векторов с использованием нитей.

3-3. Создание эффекта волн с использованием нитей.

В-1. Многоядерные и многопроцессорные системы.

В-2. Графическое процессорное устройство.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирова-

ния, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

ОПК-3 Способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	Не зачтено		Зачтено				
Знать и понимать фундаментальные концепции, углубленные теоретические и практические понятия и методы в области параллельных вычислений в физике и радиофизике.	Отсутствие необходимых знаний	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала с рядом негрубых ошибок	Знание основного материала с рядом заметных погрешностей	Знание основного материала с незначительными погрешностями	Знание основного материала без ошибок и погрешностей	Знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей
Уметь применять современный математический аппарат, использовать углубленные теоретические и практические понятия из области параллельных вычислений в физике и радиофизике.	Полное отсутствие требуемых умений	Грубые ошибки при попытках применить умения	Негрубые ошибки при попытках применить умения	Заметные погрешности при попытках применить умения	Незначительные погрешности при попытках применить умения	Применение умений без погрешностей	Применение умений без погрешностей и их развитие за рамки программы курса
Получить опыт алгоритмизации и программирования при параллельных вычислениях в области физики и радиофизики.	Полное отсутствие необходимых навыков	Фрагментарное владение навыками	Наличие минимальных навыков	Владение навыками с заметными погрешностями	Владение навыками с незначительными погрешностями	Владение навыками без погрешностей	Владение навыками без погрешностей, а также развитие навыков за рамками программы курса
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20%	21 – 50%	51 – 70%	71-80%	81 – 90%	91 – 99%	100%

ПК-2 Способность самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	Не зачтено		Зачтено				
Знать основные возможности компьютеров для решения научных задач в области физики и радиофизики, а также	Отсутствие необходимых знаний	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала с рядом негрубых ошибок	Знание основного материала с рядом заметных погрешностей	Знание основного материала с незначительными погрешностями	Знание основного материала без ошибок и погрешностей	Знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей

новейший отечественный и зарубежный опыт в области параллельного программирования.							
Уметь использовать компьютерные программы и системы, а также компьютерное оборудование для параллельных вычислений в области физики и радиофизики.	Полное отсутствие требуемых умений	Грубые ошибки при попытках применить умения	Негрубые ошибки при попытках применить умения	Заметные погрешности при попытках применить умения	Незначительные погрешности при попытках применить умения	Применение умений без погрешностей	Применение умений без погрешностей и их развитие за рамки программы курса
Владеть языками программирования и библиотеками программ для решения задач параллельного программирования в области физики и радиофизики.	Полное отсутствие необходимых навыков	Фрагментарное владение навыками	Наличие минимальных навыков	Владение навыками с заметными погрешностями	Владение навыками с незначительными погрешностями	Владение навыками без погрешностей	Владение навыками без погрешностей, а также развитие навыков за рамками программы курса
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20%	21 – 50%	51 – 70%	71-80%	81 – 90%	91 – 99%	100%

6.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде экзамена, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способность студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Зачет проводится в устной форме и заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой), решении задачи по параллельному программированию (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

Зачет проводится в устной форме и заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой), решении задачи по параллельному программированию (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

Оценка «не зачтено» ставится при отсутствии необходимых знаний, умений и навыков либо при наличии грубых ошибок при ответе на вопросы, демонстрации умений и навыков. Оценка «зачтено» ставится в остальных случаях.

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используется индивидуальное собеседование (ОПК-3, ПК-2).

Для оценивания результатов обучения в виде умений используются: индивидуальное собеседование и практические задания (ОПК-3, ПК-2).

Для оценивания результатов обучения в виде владений используются: индивидуальное собеседование и практические задания (ОПК-3, ПК-2).

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Контрольные вопросы для аттестации по итогам освоения дисциплины:

1. Многоядерные и многопроцессорные системы.
2. Графическое процессорное устройство.
3. Модель программирования в CUDA. Расширения языка C.
4. CUDA host API.
5. Замеры времени на GPU, CUDA events.
6. Атомарные операции в CUDA.
7. Константная память.
8. Глобальная память.
9. Разделяемая память.
10. Реализация на CUDA базовых операций над массивами reduce, scan.
11. Реализация на CUDA построения гистограмм и сортировки.
12. Архитектура GPU, основы PTX.
13. Текстурная память.
14. Взаимодействие с OpenGL.
15. Оптимизация кода.

Для оценки **сформированности компетенций** используются контрольные задания, примеры которых приведены в пункте 5.

Полный комплект оценочных средств представлен в ФОНДЕ оценочных средств по дисциплине «Параллельное программирование с использованием технологии CUDA»

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Сандерс Дж., Кэндрот Э. Технология CUDA в примерах: введение в программирование графических процессоров. – М.: ДМК Пресс, 2011.
2. Боресков А.В., Харламов А.А. Основы работы с технологией CUDA. – М.: ДМК Пресс, 2010.

б) дополнительная литература:

1. Rob Farber CUDA Application Design and Development. – Morgan Kaufmann, 2011.
2. А. В. Боресков и др., Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA: Учебное пособие. - М.: Издательство Московского университета, 2012

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Microsoft Visual Studio

NVIDIA CUDA

<http://cyberleninka.ru>

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library>

www.parallel.ru

<http://www.ixbt.com/video3/cuda-1.shtml>

http://www.nvidia.ru/object/cuda_home_new_ru.html

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обучения дисциплине имеются специальные помещения для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории, компьютерным оборудованием.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению 03.04.03 Радиофизика.

Автор _____ Жуков С.Н.

Рецензент _____ Демин И.Ю.

Заведующий кафедрой _____ Бакунов М.И.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от 14.11.22, протокол № 08/22.