

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
(факультет / институт / филиал)

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

Рабочая программа дисциплины

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
Электромагнитные волны в средах
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения
очная
(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ООП

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
3	ФТД. Факультативы	Дисциплина <i>ФТД.02, параллельное и распределенное программирование</i> является факультативом в ООП направления подготовки <i>03.04.03 радиофизика</i> .

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Понимает структуру жизненного цикла проекта.	Знать: основные этапы научного исследования Уметь: анализировать структуру проекта Владеть: методами организации структуры научно-исследовательского проекта	<i>Собеседование, практическое задание (задача)</i>
	УК-2.2. Организует жизненный цикл проекта в соответствии с его спецификой.	Знать: основные возможности компьютеров для решения научных задач в области физики и радиофизики, а также 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. Владеть: языками программирова-	<i>Собеседование, практическое задание (задача)</i>

		ния и библиотеками программ для решения задач параллельного программирования в области физики и радиофизики.	
ОПК-3. Способен применять современные информационные технологии, использовать компьютерные сети и программные продукты для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Использует компьютерные программы и системы, компьютерное оборудование, а также новейшие отечественные и зарубежные информационные технологии, программные и сетевые продукты для решения задач в области физики и радиофизики.	Знать: фундаментальные концепции, углубленные теоретические и практические понятия и методы в области параллельных вычислений в физике и радиофизике. Уметь: применять современный математический аппарат, использовать углубленные теоретические и практические понятия из области параллельных вычислений в физике и радиофизике. Владеть: навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований	<i>Собеседование, практическое задание (задача)</i>
	ОПК-3.2. Применяет языки программирования и библиотеки программ для решения задач профессиональной деятельности в области физики и радиофизики.	Знать: современные языки программирования и библиотеки программ в выбранной сфере деятельности Уметь: подбирать оптимальные программные компоненты для решения конкретной научно-исследовательской задачи Владеть: опытом алгоритмизации и программирования при параллельных вычислениях в области физики и радиофизики.	<i>Собеседование, практическое задание (задача)</i>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная	

работа): - занятия лекционного типа - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
самостоятельная работа	39
КСР	1
Промежуточная аттестация – зачет	

3.2. Содержание дисциплины

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						

Практические занятия (семинарские занятия /лабораторные работы) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

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

Примеры контрольных заданий:

З-2. Сложение векторов с использованием нитей.

З-3. Создание эффекта волн с использованием нитей.

В-1. Многоядерные и многопроцессорные системы.

В-2. Графическое процессорное устройство.

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

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в пол-	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с от-	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все

	отказа обучающегося от ответа	Имели место грубые ошибки.	Выполнены все задания но не в полном объеме.	ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	ном объеме, но некоторые с недочетами.	несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
зачтено	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1 Контрольные вопросы

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

5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ОПК-3

- 3-1. Сложение векторов.
- 3-2. Сложение векторов с использованием нитей.
- 3-3. Создание эффекта волн с использованием нитей.
- 3-4. Скалярное произведение.
- 3-5. Перемножение матриц

5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции УК-2

- 3-1. Поразрядная сортировка
- 3-2. Использование библиотеки CUDPP для сортировки
- 3-3. Преобразования цвета изображения
- 3-4. Фильтрация изображения.

3-5. Обнаружение границ изображения.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Сандерс, Д. Технология CUDA в примерах: введение в программирование графических процессоров [Электронный ресурс] / Д. Сандерс, Э. Кэндрот. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2011. — 232 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3029>. — Загл. с экрана.
2. Боресков, А.В. Основы работы с технологией CUDA [Электронный ресурс] / А.В. Боресков, А.А. Харламов. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2010. — 232 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1260>. — Загл. с экрана.

б) дополнительная литература:

1. Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA. Серия "СКО" [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Боресков [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : МГУ имени М.В.Ломоносова, 2015. — 336 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/73095>. — Загл. с экрана.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Microsoft Visual Studio
2. NVIDIA CUDA
3. <http://cyberleninka.ru>
4. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library>
5. www.parallel.ru
6. <http://www.ixbt.com/video3/cuda-1.shtml>
7. http://www.nvidia.ru/object/cuda_home_new_ru.html

7. 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 - магистратура по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования РФ 07.08.2020 № 918).

Автор: к.ф.-м.н., доцент С.Н. Жуков

Рецензент: к.ф.-м.н., доцент Демин И.Ю.

Заведующий кафедрой: д.ф.-м.н., проф. М.И. Бакунов

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от «14» ноября 2022 года, протокол № 08/22.