

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

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 13 от 30.11.2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Параллельное программирование с использованием технологии CUDA

Уровень высшего образования
Магистратура

Направление подготовки / специальность
03.04.03 - Радиофизика

Направленность образовательной программы
Квантовая радиофизика и лазерная физика

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина ФТД.02 Параллельное программирование с использованием технологии cuda является факультативом в образовательной программе.

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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
УК-2: Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1: Понимает структуру жизненного цикла проекта 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 программирования и библиотеками программ для решения задач параллельного программирования в области физики и радиофизики.	Задачи	Зачёт: Контрольные вопросы Задачи
ОПК-3: Способен применять современные информационные технологии, использовать компьютерные сети и программные продукты для решения задач профессиональной	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 и понимать фундаментальные концепции, углубленные теоретические и практические понятия и методы в области параллельных вычислений в физике и радиофизике. Уметь применять современный математический аппарат,	Задачи	Зачёт: Контрольные вопросы Задачи

деятельности.		использовать углубленные теоретические и практические понятия из области параллельных вычислений в физике и радиофизике. Получить опыт алгоритмизации и программирования при параллельных вычислениях в области физики и радиофизики.		
---------------	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	0
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация	0
	зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

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. 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

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модюлю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции УК-2

3-

6. Реализовать алгоритм метода простой итерации решения систем линейных алгебраических уравнений и построить зависимость коэффициента ускорения от числа ядер (потокa) на узле.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-3

3-5. Сгенерировать три вектора a , b и c размером >100 из случайных чисел. Найти скалярное произведение a и b , векторное произведение a и c , смешанное произведение a , b и c и построить зависимость коэффициента ускорения от числа ядер (потокa) на узле.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

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 материала без дополнительных 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%

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического	Уровень знаний ниже минимальных	Минимально допустимы	Уровень знаний в объеме,	Уровень знаний в объеме,	Уровень знаний в объеме,	Уровень знаний в объеме,

	материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	требований. Имели место грубые ошибки	й уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	превышающую программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. 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 некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и 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 оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	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
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации

5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

Оценочное средство - Контрольные вопросы

Зачёт

Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Зачёт)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Дан ответ на вопросы, возможны не критичные ошибки
не зачтено	Отказ от ответа, даны критичные ошибки при ответе

Типовые задания (Контрольные вопросы - Зачёт) для оценки сформированности компетенции УК-2 (Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла)

12. Организация межпроцессорных связей – коммуникационные топологии.

13. Парадигмы параллельного программирования.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Зачёт) для оценки сформированности компетенции ОПК-3 (Способен применять современные информационные технологии, использовать компьютерные сети и программные продукты для решения задач профессиональной деятельности.)

1. Многоядерные и многопроцессорные системы.
2. Графическое процессорное устройство.
3. Модель программирования в CUDA. Расширения языка C.

Оценочное средство - Задачи

Зачёт

Критерии оценивания (Задачи - Зачёт)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Задача решена либо дан ход решения
не зачтено	Задача не решена, отказ от ответа

Типовые задания (Задачи - Зачёт) для оценки сформированности компетенции УК-2 (Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла)

3-2. Сложение векторов с использованием нитей.

3-3. Создание эффекта волн с использованием нитей.

Типовые задания (Задачи - Зачёт) для оценки сформированности компетенции ОПК-3

(Способен применять современные информационные технологии, использовать компьютерные сети и программные продукты для решения задач профессиональной деятельности.)

В-1. Многоядерные и многопроцессорные системы.

В-2. Графическое процессорное устройство.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Малявко Александр Антонович. Параллельное программирование на основе технологий OpenMP, MPI, CUDA : Учебное пособие для академического бакалавриата / Малявко А. А. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2018. - 115 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-02916-1 : 279.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=571395&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Бахвалов Н. С. Численные методы / Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. - 9-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 636 с. - Рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов физико-математических специальностей высших учебных заведений. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции Лаборатория знаний - Математика. - ISBN 978-5-00101-836-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=707698&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Microsoft Visual Studio
2. Microsoft MPI
3. <http://cyberleninka.ru>
4. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library>
5. www.parallel.ru
6. www-unix.mcs.anl.gov/mpi/tutorial
7. <http://www.informika.ru/text/teach/topolog/index.htm>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 03.04.03 - Радиофизика.

Автор(ы): Жуков Сергей Николаевич, кандидат физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Бакунов Михаил Иванович, доктор физико-математических наук.

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