МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт информационных технологий, математики и механики
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО

решением ученого совета ННГУ

протокол от

«16» июня 2021 г. № 8

Рабочая программа дисциплины

Программирование на новых архитектурах-1 (GPU)
(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
Бакалавриат
(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии
(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Инженерия программного обеспечения
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

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

Нижний Новгород

2021 год

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина *Б1.В.ДВ.06.02 Программирование на новых архитектурах-1 (GPU)*относится к части ООП направления подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, формируемой участниками образовательных отношений.

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****	
ПК-4.: Способен проектировать программное обеспечение	**ПК-4.1**: Знает типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения **ПК-4.2**: Знает методы и средства проектирования программного обеспечения **ПК-4.3.**: Знает методы и средства проектирования баз	*Знать архитектуру и принципы работы графических процессоров;* *Знать современные подходы к разработке, анализу и отладке программных систем на GPU.*	*Тестирование*

	данных		
	ПК-4.4.: Умеет использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения **ПК-4.5.**: Умеет применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных	*Уметь оценивать целесообразность применения графического процессора для решения конкретных прикладных задач;* *Уметь проектировать, разрабатывать и реализовывать программное обеспечение для графических процессоров;* *Уметь пользоваться навыками и методиками анализа и оптимизации производительности приложений на GPU*	*Собеседование* *Задача*

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	**3 ЗЕТ**
Часов по учебному плану	**108**
в том числе	
контактная работа: **- занятия лекционного типа** **- занятия лабораторного типа** **- текущий контроль (КСР)**	**50** **16** **32** **2**
самостоятельная работа	**22**
Промежуточная аттестация – экзамен	**36**

3.2. Содержание дисциплины

	Всего	**в том числе**

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	(часы)	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа работы	Всего	
Введение в вычисления общего назначения на GPU	13	3		6	9	4
Введение в архитектуру GPU	13	3		6	9	4
Язык CUDA C	13	3		6	9	4
Оптимизация приложений на CUDA	13	3		6	9	4
Использование стандартных библиотек CUDA	10	2		4	6	4
Программирование с использованием технологии OpenCL	8	2		4	6	2
Текущий контроль (КСР)	2				2	
Промежуточная аттестация –экзамен	36					
Итого	108	16		32	50	22

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях лабораторного типа.
Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (экзамен).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Программирование на новых архитектурах – 1 (GPU)» включает в себя проработку матариалов лекционных занятий и подготовку к экзамену.

Самостоятельная работа заключается в ознакомлении с теоретическим материалом по учебникам, указанным в списке литературы, решении практических задач, подготовке ответов на вопросы самоконтроля. Самостоятельная работа может происходить как в читальном зале библиотеки, так и в домашних условиях.

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

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				
Знания	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 ошибки.	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.
Умения	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 несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
Навыки	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
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	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

Вопрос	Код компетенции *(согласно РПД)*
1. Гетерогенные вычисления. Типы ускорителей для гетерогенных вычислений.	ПК-4
2. Методы и технологии для программирования на графических процессорах.	ПК-4
3. Архитектура графических процессоров от NVidia. Общее описание.	ПК-4
4. Иерархия памяти графических процессоров.	ПК-4
5. Технология CUDA. Host API.	ПК-4
6. Технология CUDA. Программирование на стороне GPU.	ПК-4
7. Технология CUDA. Иерархия памяти.	ПК-4
8. Похдоды к оптимизации приложений на CUDA.	ПК-4

9. Оптимальные шаблоны доступа к памяти на GPU (разделяемой и глобальной).	ПК-4
10. Библиотека cuBLAS.	ПК-4
11. Библиотека cuFFT.	ПК-4
12. Библиотека cuRAND.	ПК-4
13. Библиотека cuSPARSE.	ПК-4
14. Технология OpenCL. Host API.	ПК-4
15. Технология OpenCL. Программирование на стороне GPU.	ПК-4
16. Технология OpenCL. Иерархия памяти.	ПК-4

5.2.2 Типовые задачи для оценки сформированности компетенции ПК-4

Выполнить реализацию алгорима решения задачи на GPU с использованием технологии CUDA (либо OpenCL):

1. Скалярное умножение векторов;
2. Умножение матрицы на вектор;
3. Простое умножение матриц;
4. Блочное умножение матриц;
5. Численное вычисление интеграла методом прямоугольников;
6. Численное вычисление интеграла методом трапеций;
7. Численное вычисление интеграла методом Монте-Карло;
8. Решение системы линейных уравнений методом Якоби;
9. Решение системы линейных уравнений методом Зейделя;
10. Решение системы линейных уравнений методом верхней релаксации;

Проверить корректность результатов. Сравнить время работы алгоритма на GPU со времени работы на центральном процессоре.

5.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-4

1. RAM память современных графических процессоров:
   a. Размещена отдельно от основной памяти CPU
   b. Совмещена с RAM памятью CPU
   c. Возможны оба варианта
2. Современные графические процессоры в сравнении с центральными процессорами характеризуются:

   a. Большим объемом кэш памяти на ядро и большим объемом управляющей логики на кристалле GPU

   b. Малым объемом кэш памяти на ядро и большим объемом управляющей логики на кристалле GPU

   c. Малым объемом кэш памяти на ядро и малым объемом управляющей логики на кристалле GPU

d. Большим объемом кэш памяти на ядро и малым объемом управляющей логики на кристалле GPU

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Боресков А.В., Харламов А.А. Основы работы с технологией CUDA. –М.: ДМК Пресс, 2010. -232 с. https://e.lanbook.com/book/1260
2. Сандерс Дж., Кэндрот Э. Технология CUDA в примерах: введение в программирование графических процессоров. - М.: ДМК Пресс, 2011. -232 с. https://e.lanbook.com/book/3029

б) дополнительная литература

3. Боресков А.В., Харламов А.А., Марковский Н.Д., Микушин Д.Н. Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA. –М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2015. 336 с. https://e.lanbook.com/book/73095
4. Рутш Г., Фатика М. CUDA Fortran для инженеров и научных работников. Рекомендации по эффективному программированию на языке CUDA Fortran. –М.: ДМК Пресс, 2014. 364 с. https://e.lanbook.com/book/58702

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Программное обеспечение CUDA - https://developer.nvidia.com/cuda-downloads (Свободное ПО)

7.Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: операционная система Windows (лицензия), Microsoft Visual Studio (лицензия), CUDA Toolkit: https://developer.nvidia.com/cuda-downloads (свободно распространяемое ПО, лицензия: http://docs.nvidia.com/cuda/eula/index.html).

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 ОС ННГУ 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор:
ст. преподаватель каф. математического обеспечения и суперкомпьютерных технологий,
к.т.н._____Горшков А.В.
Рецензент (ы) _____

Заведующий кафедрой математического обеспечения и суперкомпьютерных технологий,
д.ф-м.н._____Стронгин Р.Г.