

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)
Кафедра «Программное обеспечение автоматизированных систем»



УТВЕРЖДАЮ:
Ректор

Н.В.Дубив

«21» августа 2020 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ И ВЫЧИСЛЕНИЯ НА GPU

образовательной программы высшего образования – программы магистратуры

09.04.04 Программная инженерия

направленность

*Методы и алгоритмы интеллектуальной обработки данных
в информационно-вычислительных системах*

формы обучения – очная, заочная

Рабочая программа дисциплины «Параллельное программирование и вычисления на GPU» составлена в соответствии с учебными планами программы магистратуры «Программная инженерия» (*Методы и алгоритмы интеллектуальной обработки данных в информационно-вычислительных системах*) для очной и заочной форм обучения, утвержденными 29.08. 2020 г.


Рабочая программа дисциплин одобрена на заседании кафедры Программного обеспечения автоматизированных систем 31.08.2020 года, протокол № 1.

Рабочую программу разработал
старший преподаватель
кафедры ПОАС



Д.А. Подкорытов

Заведующий
кафедрой ПОАС


Согласовано:

Т.Р. Змызгова

Начальник
Управления
образовательной деятельности



С.Н. Сеницын

Специалист
по учебно-методической работе
Учебно-методического отдела



Г.В. Казанкова

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ	5
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
4.1 Учебно-тематический план	6
4.2 Содержание лекционных занятий	6
4.3 Лабораторные работы	7
4.4 Контрольная работа	7
5 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
6 ПРОЦЕДУРА ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .	8
7 ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА	12
8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Очная форма обучения

	Распределение трудоемкости по семестрам и видам учебных занятий	
	Всего	3 семестр
Трудоемкость освоения дисциплины, зач. ед.	5	5
Объем учебных занятий, акад. часов	180	180
<i>Аудиторные занятия:</i>	72	72
Лекции	24	24
Лабораторные работы	48	48
<i>Самостоятельная работа:</i>	108	108
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы	81	81
Формы промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен

Заочная форма обучения

	Распределение трудоемкости по семестрам и видам учебных занятий	
	Всего	3 семестр
Трудоемкость освоения дисциплины, зач. ед.	5	5
Объем учебных занятий, акад. часов	180	180
<i>Аудиторные занятия:</i>	20	20
Лекции	10	10
Лабораторные работы	10	10
<i>Самостоятельная работа:</i>	160	160
Выполнение контрольной работы	18	18
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы	115	115
Формы промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Параллельное программирование и вычисления на GPU» включена в состав элективного модуля «Технологии распределённой обработки данных» вариативной части учебного плана.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, формируемые дисциплинами «Архитектуры информационно-вычислительных систем» и «Структуры и алгоритмы обработки данных», а также дисциплинами модуля «Языки и технологии программирования».

Компетенции, формируемые дисциплиной, необходимы для освоения дисциплины «Облачные технологии и разработка мобильных приложений», а также для выполнения междисциплинарной курсовой работы и выпускной квалификационной работы.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Основная цель изучения дисциплины – освоение технологии высокопроизводительных вычислений на GPU.

Задачами дисциплины является изучение высокопроизводительного программирования и синхронизации вычислений на GPU.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность разрабатывать и использовать программное обеспечение для моделирования, анализа, распознавания и обработки информации, в том числе – в системах искусственного интеллекта (ПК-3);
- способность проектировать архитектуры высокопроизводительных программных систем и проводить оценку их производительности (ПК-4).

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- методы поиска и ликвидации узких мест при реализации алгоритмов высокопроизводительных вычислений (для ПК-4);
- области применения GPU-вычислений (для ПК-4).

Уметь:

- устанавливать среду разработчика для GPU CUDA и ATI (для ПК-3);
- выполнять профилирование и отладку кода в средах GPU-вычислений (для ПК-3);
- выполнять векторизацию однопоточных вычислений (для ПК-3).

Владеть:

- инструментами разработки для CUDA и ATI GPU (для ПК-3).

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Учебно-тематический план

Разделы дисциплины		Часов контактной работы с преподавателем			
		Очная форма обучения		Заочная форма обучения	
№	Наименование	Лекции	Лаб. работы	Лекции	Лаб. работы
1	Введение в высокопроизводительные вычисления на GPU	2	0	2	0
2	Основы вычислений на GPU	6	32	2	6
	Рубежный контроль №1	2	0	-	-
3	Синхронизация и обмен данными на GPU	12	16	6	4
	Рубежный контроль №2	2	0	-	-
Всего по дисциплине:		24	48	10	10

4.2 Содержание лекционных занятий

Наименование и содержание лекции	Часов контактной работы с преподавателем	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
РАЗДЕЛ №1. ВВЕДЕНИЕ В ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ НА GPU		
Лекция 1. ВВЕДЕНИЕ В ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ НА GPU Цели и задачи изучения дисциплины; взаимосвязи с другими дисциплинами; обзор рабочей программы и учебно-методических материалов. Области применения вычислений на GPU.	2	2
РАЗДЕЛ №2. ОСНОВЫ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА GPU		
Лекция 2. Архитектуры и модель вычислений GPU	2	1
Лекция 3. Инструменты разработчика GPU	2	0,5
Лекция 4. Перспективы развития вычислений на GPU	2	0,5
Рубежный контроль №1	2	-
РАЗДЕЛ №3. СИНХРОНИЗАЦИЯ И ОБМЕН ДАННЫМИ НА GPU		
Лекция 5. Обмен данными в GPU архитектурах	4	2
Лекция 6. Типы памяти в GPU	4	2
Лекция 7. Перспективы развития GPU вычислений	4	2
Рубежный контроль №2	2	-
Всего часов лекционных занятий по дисциплине	24	10

4.3 Лабораторные работы

Наименование и содержание лекции	Часов контактной работы с преподавателем	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
РАЗДЕЛ №2. ОСНОВЫ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА GPU		
Лабораторная работа №1. <i>Задача с естественным параллелизмом на GPU</i>	16	3
Лабораторная работа №2. <i>Сравнение времени работы различных видов памяти</i>	16	3
РАЗДЕЛ №3. СИНХРОНИЗАЦИЯ И ОБМЕН ДАННЫМИ НА GPU		
Лабораторная работа №3. <i>Задача типа map-reduce на GPU</i>	16	4
Всего часов лабораторных занятий по дисциплине	48	10

4.4 Контрольная работа

Контрольная работа (для заочной формы обучения) выполняется в форме защиты реферата по материалу 2-го раздела тематического плана изучения дисциплины. Реферат выполняется в соответствии с индивидуальным заданием, которое должно быть согласовано с преподавателем.

5 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Конспект лекций (краткий обзор рассматриваемых на лекциях вопросов) представлен в формате мультимедийных презентаций и включен в состав учебно-методического комплекса дисциплины.

Более детальное содержание лекционного материала представлено в [1; 3], структура и содержание которого соответствует тематическому плану изучения дисциплины. Учебное пособие [1] содержит контрольные вопросы, ответы на которые должны быть получены студентами в процессе самостоятельной проработки материала соответствующей лекции.

Лабораторный практикум включает практические задания по двум тематическим разделам дисциплины: «Основы вычислений на GPU» и «Синхронизация и обмен данными GPU» и имеет целью практическое освоение студентами соответствующих технологий и инструментальных средств. Все работы выполняются в соответствии с индивидуальными заданиями, выданными преподавателем. Состав заданий и методические указания по их выполнению приведены в соответствующих разделах учебного пособия [1].

Самостоятельная работа студентов по освоению дисциплины включает проработку материала лекционного курса, подготовку и выполнение лабораторных работ, а также подготовку к рубежному контролю (для очной формы обучения), выполнение контрольной работы (для заочной формы обучения) и подготовку к экзамену по дисциплине.

Виды самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	53	53
Области применения и перспективы развития вычислений на GPU	4	4
Архитектуры, модель вычислений и типы памяти в GPU	16	16
Инструменты разработчика GPU	20	20
Обмен данными в GPU архитектурах	13	13
Подготовка к выполнению лабораторных работ	24	62
Подготовка к рубежному контролю (очная форма обучения)	4	-
Выполнение контрольной работы (заочная форма обучения)	-	18
Подготовка к экзамену	27	27
Всего:	108	160

В очной форме обучения текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по дисциплине проводятся в соответствии с действующим в университете «Положением о балльно-рейтинговой системе контроля о оценки академической активности студентов».

6 ПРОЦЕДУРА ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Программой изучения дисциплины предусмотрены мероприятия текущего и рубежного контроля и промежуточная аттестация в форме экзамена.

Текущий контроль проводится в форме защиты отчетов по результатам выполнения лабораторных работ. В процессе защиты оценивается уровень понимания студентом методики проведения работы, полнота и качество выполнения заданий, степень освоения инструментальных средств и качество написанного студентом программного кода, а также качество ответов на вопросы, заданные преподавателем, и обоснованность выводов, сделанных по результатам проведенной работы.

Рубежный контроль (очная форма обучения) проводится в форме тестирования по соответствующим разделам дисциплины. Каждый из двух тестов содержит 20 вопросов, расчетное время проведения тестирования – 40 минут. Оценивается количество правильных ответов на задания теста: студент, ответивший правильно менее, чем на 10 заданий теста, считается не прошедшим тестирование и обязан повторно пройти этот тест.

Экзамен проводится в традиционной форме собеседования: студент выполняет задания билета, включающего три вопроса (по одному вопросу из каждого раздела), и отвечает преподавателю. Оцениваются полнота и правильность ответов студента, а также его эрудиция в смежных вопросах.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все лабораторные работы и успешно прошедшие процедуры рубежного контроля (очная форма обучения) или выполнившие и защитившие контрольную работу (заочная форма обучения).

Дополнительным критерием допуска к промежуточной аттестации (очная форма обучения) является индивидуальная балльная оценка результатов работы в течение семестра (п. 6.2 рабочей программы).

Результаты текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине фиксируются в соответствующих ведомостях и передаются в орг. отдел института в установленном порядке.

6.2 Система балльно-рейтинговой оценки

В очной форме обучения оценивание индивидуальных результатов выполнения плановых контрольных и аттестационных мероприятий по дисциплине производится в соответствии с действующим в университете «Положением о балльно-рейтинговой системе контроля и оценки академической активности студентов».

Индивидуальная рейтинговая оценка получается путем суммирования баллов, полученных в течение семестра (максимум 70 баллов) и баллов, полученных на промежуточной аттестации (максимум 30 баллов).

Максимальные индивидуальные балльные оценки по результатам проведения контрольных и аттестационных мероприятий (для студентов очной формы обучения) приведены в таблице 6.1. Минимальное количество баллов, которыми может быть оценен удовлетворительный ответ на зачете или экзамене, равно 11. Неудовлетворительный ответ оценивается в 0 баллов.

Таблица 6.1 – Рейтинговые балльные оценки по дисциплине

Виды контроля / аттестации	Содержание	Максимальная оценка, баллов	
		За одну аттестацию	Всего
Текущий контроль	Контроль выполнения лабораторных работ	10	30
Рубежный контроль	№1. Раздел «Основы вычислений на GPU»	20	20
	№2. Раздел «Синхронизация и обмен данными GPU»	20	20
Промежуточная аттестация		30	30
Максимальная итоговая оценка, баллов			100

Пересчет итоговой 100-балльной рейтинговой оценки в традиционную (4-балльную) оценку и в оценку ECTS (Общеввропейская система учета учебной работы) производится в соответствии с таблицей 6.2.

Таблица 6.2 – Соответствие шкал оценивания

Рейтинговая оценка, баллов	Виды оценок промежуточной аттестации	
	Традиционная оценка	Оценка ECTS
91-100	Отлично (5)	A
84-90		B
74-83	Хорошо (4)	C
68-73		D
61-67		E
31-60	Удовлетворительно (3)	Fx
0-30		F
	Неудовлетворительно (2)	Не зачтено

Для допуска к экзамену необходимо набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов (очная форма обучения) или выполнить и защитить контрольную работу (заочная форма обучения) при условии выполнения всех лабораторных работ.

В случае, если по результатам текущего и рубежного контроля в течение семестра студентом набрано менее 50 баллов, он может набрать недостающее количество баллов, выполнив дополнительные индивидуальные задания до конца зачетной недели семестра. Состав дополнительных заданий, их количество, формы выполнения и максимальные балльные оценки определяются преподавателем и доводятся до студента в момент выдачи заданий.

Для получения оценки «удовлетворительно» автоматически (без сдачи экзамена) студенту достаточно набрать 68 баллов по результатам текущего и рубежного контроля в течение семестра.

Студенту, набравшему в течение семестра не менее 68 баллов, преподаватель вправе добавить до 30 дополнительных (бонусных) баллов за активность на учебных занятиях, оригинальность принимаемых решений при выполнении лабораторных работ и выставить оценку «хорошо» или «отлично» автоматически (без сдачи экзамена).

Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, также проводится путем выполнения дополнительных индивидуальных заданий.

6.3 Фонд оценочных средств

6.31 Перечень оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине содержит следующие компоненты, включенные в состав учебно-методического комплекса дисциплины:

1. Балльно-рейтинговая система контроля о оценки академической активности студентов»
2. Вопросы и задания для тестирования при проведении мероприятий рубежного контроля (очная форма обучения).
3. Вопросы для подготовки к экзамену по дисциплине.
4. Экзаменационные билеты.
5. Образцы отчетов по лабораторным работам.
6. Требования к содержанию и оформлению контрольной работы (заочная форма обучения).

Полный перечень заданий для проведения мероприятий рубежных контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

6.3.2 Примерные варианты оценочных средств для рубежного контроля и промежуточной аттестации

Рубежный контроль №1. Основы вычислений на GPU

<i>Вопрос</i>	<i>№</i>	<i>Варианты ответов</i>
Что такое вычисления в контексте host	1	Вычисления на узле сети
	2	Вычисления на домашнем компьютере
	3	Вычисления в контексте GPU
	4	Вычисления в контексте CPU
Что такое вычисления в контексте device	1	Вычисления в контексте CPU
	2	Вычисления в контексте GPU
	3	Вычисления в контексте мобильного устройства
	4	Вычисления в контексте драйвера ОС

Рубежный контроль №2. Синхронизация и обмен данными в GPU

<i>Вопрос</i>	<i>№</i>	<i>Варианты ответов</i>
Виды контекстов GPU	1	Device и host
	2	Синхронный и асинхронный
	3	Preemptive и не preemptive
	4	Кеш warp, текстуры, общая память
Что такое WARP	1	Пачка нитей в контексте GPU
	2	Пачка нитей в контексте CPU
	3	Пачка нитей
	4	Пачка нитей SIMD
Что такое WARP size	1	Размер кэша
	2	Размер памяти GPU
	3	Размер пачки нитей
	4	Размер памяти с общим доступом
В чем отличие ATI и CUDA	1	В наличии тригонометрических функций
	2	В наличии тригонометрических функций и способах организации памяти
	3	В наличии тригонометрических функций, способах организации памяти и точности типов с плавающей точкой
	4	В фирме производителя

Вопросы для подготовки к экзамену

- *Виды памяти в GPU*
- *Особенности обмена с памятью при вычислениях на GPU*
- *Особенности типов данных при вычислениях на GPU*
- *Особенности синхронизации вычислений на GPU*
- *Особенности инструментов разработчика при вычислениях на GPU*

7 ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1. Основная литература:

1. Высокопроизводительные вычисления: учеб. пособие – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 180 с.
https://amd.spbstu.ru/userfiles/files/methodical_material/badenko_visokoproizvoditelnie_vichislenija_2010.pdf
2. Высокопроизводительные вычисления.
<https://www.nvidia.com/ru-ru/high-performance-computing/>

7.2. Дополнительные информационные источники:

3. Высокопроизводительные вычисления на GPU
www.hpcc.unn.ru/file.php?id=551

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Техническое обеспечение

№	Наименование	Использование
1	Комплект: ноутбук, медиа-проектор, экран	Для демонстрации иллюстративного материала при чтении лекций.
2	Персональный компьютер с CUDA/ATI GPU	Используется в качестве инструмента и объекта исследования при выполнении лабораторных и контрольных работ.

8.2 Программное обеспечение

№	Наименование	Использование
1	CUDA GPU Developer tools	Используются в качестве инструмента разработчика при выполнении лабораторных и контрольных работ.
2	ATI GPU Developer tools	Используются в качестве инструмента разработчика при выполнении лабораторных и контрольных работ.
3	GCC	Используются в качестве инструмента разработчика C/C++ при выполнении лабораторных и контрольных работ в среде Linux.
4	Microsoft Visual C/C++	Используются в качестве инструмента разработчика при выполнении лабораторных и контрольных работ в среде Windows.

АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины
**ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ
И ВЫЧИСЛЕНИЯ НА GPU**
образовательной программы высшего образования –
программы магистратуры

09.04.04 – Программная инженерия

Направленность:

*Методы и алгоритмы интеллектуальной обработки данных
в информационно-вычислительных системах*

Формы обучения: **очная, заочная**

Трудоемкость – 5 зач. ед. (180 акад. часов)

Семестр: 3-й

Промежуточная аттестация: экзамен

Содержание дисциплины

Дисциплина «Параллельное программирование и вычисления на GPU» включена в состав элективного модуля «Технологии распределённой обработки данных» вариативной части учебного плана.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, формируемые дисциплинами «Архитектуры информационно-вычислительных систем» и «Структуры и алгоритмы обработки данных», а также дисциплинами модуля «Языки и технологии программирования».

Компетенции, формируемые дисциплиной, необходимы для освоения дисциплины «Облачные технологии и разработка мобильных приложений», а также для выполнения междисциплинарной курсовой работы и выпускной квалификационной работы.