ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей кафедрой

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Загребина С. А.
Пользователь: zagrebinasa
Дата подписания: 19.05.2023

С. А. Загребина

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.23.02 Высокопроизводительные вычисления на графических ускорителях
для направления 02.03.01 Математика и компьютерные науки
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Компьютерное моделирование в инженерном и технологическом проектировании
форма обучения очная
кафедра-разработчик Прикладная математика и программирование

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки, утверждённым приказом Минобрнауки от 23.08.2017 № 807

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., проф.

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Замышляева А. А.
Пользователь: zamyshliaevaaa
Дата подписания: 17.05.2023

А. А. Замышляева

Разработчик программы,
к.хим.н., доц., доцент

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Алексеева Е. Ю.
Пользователь: alekseevaei
Дата подписания: 13.05.2023

Е. Ю. Алексеева

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является является формирование у студентов знаний, умений и навыков в области высокопроизводительных вычислений на графических процессорах в математических исследованиях. Задачи дисциплины: раскрыть содержание базовых понятий, предмета, методов и принципов высокопроизводительных вычислений; дать представление о современных технологиях параллельных вычислений; обучить основам применения высокопроизводительных вычислений в математических исследованиях.

Краткое содержание дисциплины

Архитектура, особенности и принципы функционирования графических процессоров (GPU), принципы построения и функционирования аппаратно-программных комплексов, предназначенных для проведения параллельных вычислений на GPU, разработки эффективных CUDA программ для выполнения на GPU.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий	Знает: основные понятия и методы информационных технологий обработки и синтеза изображений Имеет практический опыт: решения типовых задач обработки и синтеза изображений с использованием базовых методов математических и естественных наук, программирования и информационных технологий

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Основы компьютерного моделирования, Теория оптимизации, Практикум по основам компьютерного моделирования, Нейроматематика, Введение в компьютерный анализ и интерпретация данных, Методы и средства научной визуализации, Искусственный интеллект и нейронные сети, Анализ и обработка больших массивов данных, Программирование на языке Java, Вычислительная геометрия в инженерном проектировании, Офисные приложения и технологии, Дискретная оптимизация, САПР технологических процессов,	Не предусмотрены

Вычислительная математика, Современные технологии разработки программного обеспечения, Web-программирование, Практикум по интерактивным графическим системам	

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Современные технологии разработки программного обеспечения	Знает: основные технологии разработки программного обеспечения, современные технологии и методы программирования Умеет: работать с основными технологиями разработки программного обеспечения, формировать требования, спецификацию и структуру программы при решении прикладных задач, оценивать результаты тестирования, локализовать ошибки в коде Имеет практический опыт: использования основных технологий разработки программного обеспечения, использования современных CASE-средств,применяемых при проектировании, тестировании и командной разработке
Дискретная оптимизация	Знает: основные понятия дискретной оптимизации Умеет: применять минимаксные теоремы дискретной оптимизации Имеет практический опыт: применения типовых алгоритмов дискретной оптимизации
Программирование на языке Java	Знает: возможности языка и области применения Java –приложений; основные пакеты и классы языка Java, синтаксис, базовые классы библиотеки языка Java Умеет: разрабатывать приложения с графическим интерфейсом, создавать классы на языке Java для решения типовых задач по принципам объектно-ориентированного программирования Имеет практический опыт: использования базовых методов математических и естественных наук, программирования и информационных технологий для разработки приложений, применения инструментальных средств для разработки приложений, библиотек и пакетов программ на языке программирования Java в научной и практической деятельности
Практикум по интерактивным графическим системам	Знает: Умеет: применять интерактивную графику в информационных системах Имеет практический опыт: работы с инструментальными средствами компьютерной графики
Теория оптимизации	Знает: основы построения оптимизационных задач и алгоритмы их решения Умеет:

	использовать методы оптимизации в математическом моделировании Имеет практический опыт: навыками решения практических задач с использованием базовых методов математических и естественных наук, программирования и информационных технологий
Методы и средства научной визуализации	Знает: базовые принципы визуализации, особенности постановок задач, возникающих в разных предметных областях Умеет: Имеет практический опыт: применения современных средств визуализации для решения ряда актуальных прикладных задач
Введение в компьютерный анализ и интерпретация данных	Знает: Умеет: формулировать цели личностного и профессионального развития и определять условия их достижения Имеет практический опыт: планирования самостоятельной работы и собственной деятельности, использования базовых методов математических и естественных наук, программирования и информационных технологий
Вычислительная геометрия в инженерном проектировании	Знает: современные методы построения алгоритмов вычислительной геометрии Умеет: Имеет практический опыт: использования современных методов построения алгоритмов вычислительной геометрии
Практикум по основам компьютерного моделирования	Знает: Умеет: моделировать компьютерные изображения в пакете Math Works-MATLAB Имеет практический опыт: использовать средства моделирования компьютерных изображений в пакете Math Works-MATLAB
Анализ и обработка больших массивов данных	Знает: основные элементы процесса анализа больших данных, основные подходы к обработке больших массивов данных Умеет: визуализировать имеющиеся данные, отбрасывать несущественную информацию, структурировать информацию в рамках поставленной задачи Имеет практический опыт: использования современных высоконагруженных систем хранения и обработки больших данных
Основы компьютерного моделирования	Знает: основные понятия и методы компьютерного моделирования динамических систем Умеет: применять методы компьютерного моделирования динамических систем Имеет практический опыт: реализации моделирующих алгоритмов для исследования характеристик и поведения динамических систем.
Искусственный интеллект и нейронные сети	Знает: характеристики, топологию, назначение и области применения наиболее распространенных искусственных нейронных сетей Умеет: программно реализовать ИНС с любой топологией, использовать методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и

	приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта Имеет практический опыт: построения и использования нейронных сетей с помощью современных программных средств, применения методов проектирования и производства программного продукта, принципов построения, структуры и приемов работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта
САПР технологических процессов	Знает: основные понятия процесса проектирования, структуру и классификацию САПР Умеет: использовать методики объектно-ориентированного анализа и проектирования систем и подсистем при разработке компонентов, использовать методики объектно-ориентированного анализа и проектирования систем и подсистем при разработке компонентов Имеет практический опыт: проектирования сложных технических систем с использованием средств автоматизированного проектирования, практическими навыками работы с САПР для решения задачи проектирования, проектирования сложных технических систем с использованием средств автоматизированного проектирования, практическими навыками работы с САПР для решения задачи проектирования
Нейроматематика	Знает: Умеет: применять базовые методы математических и естественных наук, программирования и информационных технологий для решения задач с помощью нейронных сетей , использовать методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта Имеет практический опыт: использования существующих прикладных систем, основанных на применении нейронных сетей, применения методов проектирования и производства программного продукта, принципов построения, структуры и приемов работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта
Вычислительная математика	Знает: существующие стандартные пакеты прикладных программ Умеет: применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов Имеет практический опыт: использования методов математических и естественных наук, программирования и информационных

	технологий
Офисные приложения и технологии	Знает: основные методы использования информационных технологий Умеет: работать с современными информационными технологиями Имеет практический опыт: использования современных информационных технологий
Web-программирование	Знает: базисные языки программирования, применяемые при разработке WEB приложений Умеет: создавать программное обеспечение, основанное на web-интерфейсе Имеет практический опыт: использования программных средств, применяемых при создании web-приложений, применения методов проектирования и производства web-приложений, принципов построения, структуры и приемов работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 52,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		8
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия:	48	48
Лекции (Л)	24	24
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	24	24
Самостоятельная работа (СРС)	19,75	19,75
Подготовка к лабораторным работам	10	10
Подготовка к зачету	9,75	9.75
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основные понятия и сферы применения высокопроизводительных вычислений	4	4	0	0
2	Архитектуры высокопроизводительных вычислительных систем	10	6	0	4
3	Высокопроизводительные вычисления с применением графических процессоров (GPU). Технология NVidia CUDA	34	14	0	20

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1-2	1	Современные тенденции развития высокопроизводительных вычислительных средств. Классификация многопроцессорных систем. Способы организации взаимодействия вычислительных модулей	4
3	2	Архитектура вычислительных систем с параллельной обработкой данных. Кластерная архитектура.	2
4-5	2	Архитектура GPU-устройства. Модель памяти технологии CUDA. Мультипроцессоры. Модель технологии программирования CUDA.	4
6	3	Иерархия памяти CUDA. Константная, глобальная, текстурная, разделяемая память. Подкачиваемая (paged) и фиксированная (pinned) память. Однородная адресация памяти (UMA).	2
7-8	3	Программная модель CUDA. Взаимодействие CPU->GPU->CPU. Взаимодействие CUDA и C/C++. Компиляция CUDA-программ. Установка и настройка программного обеспечения CUDA под ОС семейств Windows и Linux. Общие принципы построения программ для GPU. Модель программирования в общей памяти. SIMD (SIMT) модель программы. Синхронизация нитей.	4
9-10	3	Прикладные математические библиотеки: CUBLAS, CUSPARSE, CUFFT, CURAND. Высокоуровневые технологии разработки. Методы обобщенного программирования. Введение в Thrust. Реализация вычисления числа "пи" составными квадратурными формулами при помощи Thrust. Профилирование и отладка CUDA-программ. CUDA-events, CUDA-profiler, CUDA-GDB.	4
11-12	3	Некоторые численные алгоритмы. Перемножение матриц. Параллельная реализация алгоритма Штрассена. Транспонирование матрицы - оптимальное распределение памяти по вычислительным потокам. Некоторые алгоритмы обработки массивов. Параллельная редукция. Префиксная сумма. Вычисление числа "пи" при помощи составных квадратурных формул. Вычисление числа "пи" методом Монте-Карло.	4

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1-2	2	Архитектурные особенности шейдерных процессоров, мультипроцессоров, способа организации памяти в графических процессорах. Особенностей программирования под GPU.	4
3-4	3	Реализация программы, приближенно вычисляющей число "пи" при помощи составных квадратурных формул и метода Монте-Карло с использованием и без использования вспомогательных библиотек. Сравнение производительности.	4
5-6	3	Реализация алгоритма Штрассена перемножения матриц	4
7-8	3	Моделирование и обработка искаженных атмосферой изображений.	4
9-10	3	Усложненные приемы и инструменты трехмерного моделирования	4
11-12	3	Создание объектов сложной формы и массивов объектов	4

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к лабораторным работам	ЭУМД. осн.лит. 1-2; ЭУМД. доп.лит.2, стр. 25-36	8	10
Подготовка к зачету	ЭУМД. осн.лит. 1; ЭУМД, доп.лит. 2, стр. 25-36	8	9,75

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	8	Текущий контроль	Лабораторная работа №1	20	5	Работа полностью соответствует заданию - 1балл; Оформление отчета соответствует ГОСТ - 1балл; Студенту задаются 3 вопроса по исходному коду программы Правильный ответ на вопрос -1 балл; неправильные ответ на вопрос -0 баллов	зачет
2	8	Текущий контроль	Лабораторная работа №2	20	5	Работа полностью соответствует заданию - 1балл; Оформление отчета соответствует ГОСТ - 1балл; Студенту задаются 3 вопроса по исходному коду программы Правильный ответ на вопрос -1 балл; неправильные ответ на вопрос -0 баллов	зачет
3	8	Текущий контроль	Лабораторная раюота №3	20	5	Работа полностью соответствует заданию - 1балл; Оформление отчета соответствует ГОСТ - 1балл; Студенту задаются 3 вопроса по исходному коду программы Правильный ответ на вопрос -1 балл; неправильные ответ на вопрос -0 баллов	зачет
4	8	Текущий контроль	Лабораторная работа №4	20	5	Работа полностью соответствует заданию - 1балл; Оформление отчета соответствует ГОСТ - 1балл; Студенту задаются 3 вопроса по исходному коду программы	зачет

						Правильный ответ на вопрос -1 балл; неправильные ответ на вопрос -0 баллов	
5	8	Проме-жуточная аттестация	опрос	-	5	Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время зачета в виде устного опроса. Студенту задаются 5 вопросов из разных разделов курса. Правильный ответ на вопрос - 1 балл; Неправильный ответ на вопрос - 0 баллов.	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Студент может улучшить свой рейтинг, пройдя контрольное мероприятие промежуточной аттестации , которое не является обязательным. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время зачета в виде устного опроса. Студенту задаются 5 вопросов из разных разделов курса. Студенту дается 15 минут на подготовку ответов. Затем студент озвучивает свои ответы.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-2	Знает: основные понятия и методы информационных технологий обработки и синтеза изображений	+	+	+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: решения типовых задач обработки и синтеза изображений с использованием базовых методов математических и естественных наук, программирования и информационных технологий	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методическое пособие по выполнению лабораторных работ находится на сервере кафедры

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методическое пособие по выполнению лабораторных работ находится на сервере кафедры

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Основы высокопроизводительных вычислений : учебное пособие / К. Е. Афанасьев, С. Ю. Завозкин, С. Н. Трофимов, А. Ю. Власенко. — Кемерово : КемГУ, [б. г.]. — Том 1 : Высокопроизводительные вычислительные системы — 2011. — 228 с. // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/30123
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Основы высокопроизводительных вычислений : учебное пособие / К. Е. Афанасьев, С. В. Стуколов, В. В. Малышенко, С. Н. Карабцев. — Кемерово : КемГУ, [б. г.]. — Том II : Технологии параллельного программирования — 2012. — 412 с. —// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/44309
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Технология программирования CUDA : учебное пособие / Д. Н. Тумаков, Д. Е. Чикрин, А. А. Егорчев, С. В. Голоусов. — Казань : КФУ, 2017. — 112 с. —// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/130543
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Малявко, А. А. Суперкомпьютеры и системы. Мультипроцессоры : учебное пособие / А. А. Малявко, С. А. Менжулин. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 64 с // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118213

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Autodesk-Eductional Master Suite (AutoCAD, AutoCAD Architecture, AutoCAD Civil 3D, AutoCAD Inventor Professional Suite, AutoCAD Raster Design, MEP, Map 3D, Electrical, 3ds Max Design, Revit Architecture, Revit Structure, Revit(бессрочно)
2. -Microsoft Visual Studio (бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для

		различных видов занятий
Лабораторные занятия	340б (3б)	Компьютеры с предустановленным программным обеспечением, процессоров Nvidia
Лекции	336 (3б)	Компьютер, проектор с экраном, среда процессоров Nvidia