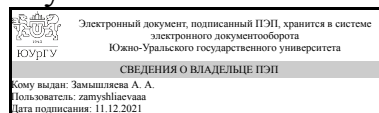


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Институт естественных и точных  
наук



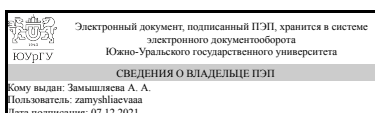
А. А. Замышляева

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.П1.23.02 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

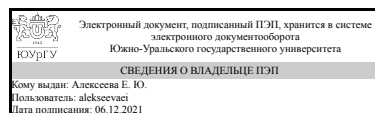
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки, утверждённым приказом Минобрнауки от 23.08.2017 № 807

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



А. А. Замышляева

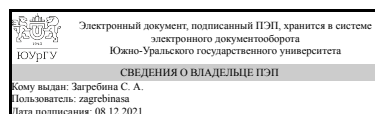
Разработчик программы,  
к.хим.н., доц., доцент



Е. Ю. Алексеева

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной  
программы  
д.физ.-мат.н., проф.



С. А. Загребина

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины 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
Анализ и обработка больших массивов данных, Теория оптимизации, Практикум по интерактивным графическим системам, Вычислительная математика, САПР технологических процессов, Методы и средства научной визуализации	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
САПР технологических процессов	Знает: основные понятия процесса

	<p>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</p>
Анализ и обработка больших массивов данных	<p>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</p>
Теория оптимизации	<p>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</p>
Вычислительная математика	<p>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</p>
Методы и средства научной визуализации	<p>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</p>
Практикум по интерактивным графическим системам	<p>Знает: Умеет: применять интерактивную графику в информационных системах Имеет практический опыт: работы с</p>

инструментальными средствами компьютерной графики

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость 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	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	24	24	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	24	24	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	19,75	19,75	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Подготовка к зачету	9,75	9.75	
Подготовка к лабораторным работам	10	10	
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. Особенности 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 зачету	ЭУМД. осн.лит. 1; ЭУМД, доп.лит. 2, стр. 25-36	8	9,75
Подготовка к лабораторным работам	ЭУМД. осн.лит. 1-2; ЭУМД. доп.лит.2, стр. 25-36	8	10

## 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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	Учитывается 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 работа №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 Правильный ответ на вопрос -1 балл; неправильные ответ на вопрос -0 баллов	зачет
5	8	Промежуточная 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	<p>На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля.</p> <p>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.</p> <p>Студенту задаются 5 вопросов из разных разделов курса.</p> <p>Студенту дается 15 минут на подготовку ответов. Затем студент озвучивает свои ответы.</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

### 6.3. Оценочные материалы

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	+	+	+	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному 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	Библиографическое описание
---	----------------	------------------------------------	----------------------------

		форме	
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: <a href="https://e.lanbook.com/book/30123">https://e.lanbook.com/book/30123</a>
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: <a href="https://e.lanbook.com/book/44309">https://e.lanbook.com/book/44309</a>
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: <a href="https://e.lanbook.com/book/130543">https://e.lanbook.com/book/130543</a>
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: <a href="https://e.lanbook.com/book/118213">https://e.lanbook.com/book/118213</a>

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