

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский  
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Факультет информационных технологий**

СОГЛАСОВАНО

Декан ФИТ НГУ

 М.М. Лаврентьев

«25» апреля 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Программирование графических процессоров**

Направление подготовки: 09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА  
Направленность (профиль): Искусственный интеллект и Data Science

Форма обучения: очная

Год обучения: 2, семестр: 3

№	Вид деятельности	Семестр
		3
1	Лекции, час.	32
2	Практические занятия, час.	32
3	Лабораторные занятия, час.	
4	Занятий в контактной форме без учета промежуточной аттестации, час, из них	66
5	в электронной форме, час.	
6	из них аудиторных занятий, час.	64
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	64
8	консультаций, час.	2
9	Самостоятельная работа, час.	76
10	в том числе на выполнение письменных работ, час	50
11	Форма аттестации (экзамен, зачет, дифференцированный зачет), час	Э, 2
12	Всего зачетных единиц <sup>1</sup>	4

Новосибирск 2023

<sup>1</sup> С учетом выделенных часов на промежуточную аттестацию

Рабочая программа дисциплины составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) высшего образования - магистратура по направлению подготовки 09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА.

Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) высшего образования - магистратура по направлению подготовки 09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА введен в действие приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 918.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1 Дисциплины (модули); часть, формируемая участниками образовательных отношений, обязательная дисциплина

Рабочая программа дисциплины утверждена решением Ученого совета факультета информационных технологий от 24.04.2023, протокол №91.

Программу разработал:

Разработчики:

Старший преподаватель  
кафедры параллельных вычислений ФИТ,



М.А. Городничев

Заведующий кафедрой Систем информатики ФИТ,  
доктор физико-математических наук



М.М. Лаврентьев

Ответственный за образовательную программу:  
Заведующий кафедрой систем информатики ФИТ,  
доктор физико-математических наук



М.М. Лаврентьев

## **Аннотация к рабочей программе дисциплины «Программирование графических процессоров»**

Дисциплина «Программирование графических процессоров» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы магистратуры 09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, направленность (профиль): ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И DATA SCIENCE по очной форме обучения на русском языке.

### **Место в образовательной программе:**

Дисциплина «Программирование графических процессоров» является базовой для работы в рамках практики и выполнения выпускной квалификационной работы.

Дисциплина «Программирование графических процессоров» реализуется в 3 семестре в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений, и является обязательной дисциплиной.

Дисциплина «Программирование графических процессоров» направлена на формирование компетенций:

**Способен разрабатывать программные решения на основе аналитики больших данных (ПКС-1), в части следующих индикаторов достижения компетенции:**

ПКС-1.1 Разрабатывает программные решения на основе аналитики больших данных в области профессиональной деятельности;

ПКС-1.2 Разрабатывает новые и адаптирует существующие методы, модели, алгоритмы, технологии и инструментальные средства работы с большими данными;

### **Перечень основных разделов дисциплины:**

Содержание дисциплины охватывает такие вопросы как архитектура графических процессоров, ее отличие от архитектуры центральных процессоров общего назначения, классы задач, которые возможно решать с использованием гибридных вычислительных систем, различные подходы к программированию графических процессоров и пр. Студенты на практике получают опыт программирования графических процессоров, достаточный для эффективного решения практических задач по моделированию в различных областях науки и техники в рамках своей выпускной квалификационной работы. Основные темы:

- Архитектура графических процессоров.
- Директивы OpenACC.
- Программный интерфейс CUDA.
- Виды памяти. Работа с текстурной, разделяемой, константной памятью.
- Профилирование и оптимизация программы для графического процессора.
- Использование гибридных вычислительных систем и систем с несколькими графическими процессорами.
- Адаптация программы для выполнения на графическом процессоре.
- Оптимизированные математические библиотеки
- Использование графических процессоров для математических расчетов из Python, Fortran, Java, C#

При освоении дисциплины студенты выполняют следующие виды учебной работы: посещают лекции, выполняют практические занятия, посещают консультации, самостоятельно готовятся к предстоящим практическим занятиям по разделам дисциплины, подготовку к экзамену. В учебном процессе предусматривается использование активных и интерактивных форм проведения занятий.

Общий объем дисциплины – 4 зачетных единиц (144 часа).

**Правила аттестации по дисциплине.** Текущий контроль по дисциплине «Программирование графических процессоров» осуществляется на практических занятиях и заключается в проверке реализованных и сданных преподавателю программ, на базе которых создается оценочное портфолио для каждого обучающегося. В зависимости от количества баллов, полученных за портфолио, обучающемуся выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» является условием успешного прохождения промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Программирование графических процессоров» проводится по завершению периода ее освоения (семестра). Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в два этапа:

- 1) Оценочное портфолио по результатам работы в семестре, которое включает: реализованные и сданные преподавателю программы. Всего 8 заданий.
- 2) Устный экзамен. В каждом экзаменационном билете два вопроса. Во время ответа обучающемуся могут быть заданы дополнительные вопросы, в зависимости от вопросов, образующих билет.

Результаты промежуточной аттестации по дисциплине оцениваются по шкале «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Оценка «отлично» соответствует продвинутому уровню сформированности компетенций.

Оценка «хорошо» соответствует базовому уровню сформированности компетенций.

Оценка «удовлетворительно» соответствует пороговому уровню сформированности компетенций.

#### **Учебно-методическое обеспечение дисциплины.**

Учебно-методические материалы по дисциплине «Программирование графических процессоров» выложены на странице курса в сети Интернет

[http://ccfit.nsu.ru/arom/en\\_207](http://ccfit.nsu.ru/arom/en_207)

## 1. Внешние требования к дисциплине

Таблица 1.1

<b>Компетенция ПКС-1</b> Способен разрабатывать программные решения на основе аналитики больших данных, в части следующих индикаторов достижения компетенции:
<b>ПКС-1.1</b> Разрабатывает программные решения на основе аналитики больших данных в области профессиональной деятельности.
<b>ПКС-1.2</b> Разрабатывает новые и адаптирует существующие методы, модели, алгоритмы, технологии и инструментальные средства работы с большими данными.

## 2. Требования к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий		
	Лекции	Практики	Самостоятельная работа
<b>ПКС-1.1</b> Разрабатывает программные решения на основе аналитики больших данных в области профессиональной деятельности.			
1. Знать особенности архитектуры графических процессоров	+		+
2. Знать принципы организации гибридных вычислительных систем на базе графических процессоров	+		+
<b>ПКС-1.2</b> Разрабатывает новые и адаптирует существующие методы, модели, алгоритмы, технологии и инструментальные средства работы с большими данными.			
3. Знать классы задач пригодные для эффективного исполнения на графических процессорах.	+		+
4. Уметь производить анализ эффективности выполнения задачи на графическом процессоре и гибридных вычислительных системах на базе графических процессоров.	+	+	+
5. Уметь производить адаптацию программы для ее эффективного исполнения на гибридных вычислительных системах на базе графических процессоров.	+	+	+
6. Знать средства отладки и профилирования программ исполняющихся на графических процессорах.	+	+	+
7. Уметь производить профилирование программ.	+	+	+
8. Иметь навыки отладки программ использующих графический процессор.	+	+	+
9. Знать основные инструменты и подходы к разработке программ для графических процессоров.	+	+	+
10. Уметь разрабатывать и оптимизировать программы для их исполнения на графических процессорах.	+	+	+
11. Уметь интегрировать готовые модули в существующий программный код.	+	+	+
12. Уметь производить адаптацию программных модулей к их исполнению на гибридных вычислительных системах на базе графических процессоров.	+	+	+
13. Уметь обосновывать выбор инструментария для реализации конкретной задачи и целевой платформы для ее выполнения.	+		+

### 3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
<b>Семестр: 3</b>			
1. Архитектура графических процессоров. Классы задач, пригодные для исполнения на графических процессорах.	1	1	1, 2, 3, 13
2. Виды памяти графического процессора.	1	1	1, 7
3. OpenACC	4	4	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13
4. CUDA	6	6	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13
5. Библиотеки	2	2	9, 10, 11, 12, 13
6. Особенности разработки программ для систем с несколькими графическими процессорами.	4	4	10,11,12
7. Профилирование и отладка приложений на гибридных вычислительных системах на базе графических процессоров	6	6	6, 7, 8
8. Оптимизация кода для графических процессоов	2	2	6, 7, 8, 9
9. Использование графических процессоров из приложений на Python, Java, C# и пр.	2	2	11, 12
10. Адаптация программ для исполнения на графических процессорах.	4	4	5, 11, 12
Итого	32	32	

Таблица 3.2

Темы практических занятий (семинарских)	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
<b>Семестр: 3</b>				
Тема 1. OpenACC	4	4	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11,12	<p>Обучающиеся знакомятся с характеристиками доступного графического процессора, со средой разработки, компилятором PGI. Реализуют программы для закрепления знаний по стандарту OpenACC и понимания архитектуры графических процессоров.</p> <p>1. Проверяется наличие у всех студентов доступа к серверу. В случае необходимости студентам раздаются логины и пароли</p> <p>2. Рассказывается порядок работы с сервером, где располагаются необходимые</p>

				<p>студенту ресурсы (библиотеки, компиляторы примеры и пр.)</p> <p>3. Озвучиваются задания, которые необходимо сдать студенту в течение семестра, порядок сдачи, сроки.</p> <p>4. Вместе со студентами разбтрается один пример, собирается, запускается, проводится анализ результата исполнения.</p> <p>Далее студентам дается время для самостоятельного изучения доступных примеров, знакомства с заданием на семестр, выполнение задания.</p>
Тема 2. Профилирование, оптимизация и отладка OpenACC приложений.	6	6	6, 7, 8, 9	<p>Обучающиеся производят профилирование и оптимизацию приложений, размеченных директивами OpenACC. Обучающие знакомятся с особенностями разработки программ для гибридных вычислительных систем на базе графических процессоров.</p> <p>Разбор теоретической темы, представленной на лекции, решение практических задач. Прием выполненных заданий</p>
Тема 3. CUDA	10	10	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11,12	<p>Обучающие знакомятся с компилятором NVCC и средой разработки. Через реализацию программ более глубоко знакомятся с особенностями архитектуры графических процессоров. Проводятся аналогии с понятиями из Темы 1.</p> <p>Разбор теоретической темы, представленной на лекции, решение практических задач. Прием выполненных заданий</p>
Тема 4. Профилирование и отладка CUDA-приложений	2	2	6, 7, 8, 9	<p>Студенты знакомятся со средствами отлаки и профилирования CUDA-</p>

				приложений. Производят оптимизацию ранее разработанного кода.
Тема 5. CUDA-библиотеки	2	2	11	Студенты знакомятся с библиотеками, входящими в CUDA ToolKit и реализуют программы для закрепления знаний по их функционалу.  Разбор теоретической темы, представленной на лекции, решение практических задач. Прием выполненных заданий
Тема 6. Разработка приложений для систем с несколькими графическими процессорами.	8	8	5, 12	Студенты разрабатывают и сдают программы. Закрепление знаний по темам: CUDA-aware MPI, MPS, гибридные вычислительные системы.  Разбор теоретической темы, представленной на лекции, решение практических задач. Прием выполненных заданий
Итого	32	32		

#### 4. Самостоятельная работа студентов

Таблица 4.1

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
<b>Семестр: 3</b>				
1	Изучение разделов дисциплины по учебной литературе, в том числе вопросов, не освещаемых на лекциях.	1,2,3,4,5,6,7,8,9, 10,11,12,13	2	0
	Повторение теоретического материала, изучение учебной литературы. Учебно-методические материалы по дисциплине выложены в электронной информационно-образовательной среде НГУ: <a href="http://ccfit.nsu.ru/arom/en_207">http://ccfit.nsu.ru/arom/en_207</a>			
2	Подготовка к практическим занятиям.	1,2,3,4,5,6,7,8,9, 10,11,12,13	50	0
	Повторение теоретического материала, выполнение заданий. Учебно-методические материалы по дисциплине выложены в электронной информационно-образовательной среде НГУ: <a href="http://ccfit.nsu.ru/arom/en_207">http://ccfit.nsu.ru/arom/en_207</a>			
3	Подготовка к экзамену	1,2,3,4,5,6,7,8,9, 10,11,12,13	24	2
	Подготовка к экзамену по вопросам, представленным в фонде оценочных средств, являющихся приложением к рабочей программе дисциплины.			
	Итого		76	2



## 5. Образовательные технологии

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине проводятся лекционные и семинарские занятия. Темы, рассматриваемые на лекциях и изучаемые самостоятельно, закрепляются на семинарах. В ходе реализации учебного процесса по дисциплине применяются следующие интерактивные формы обучения (таблица 5.1).

Таблица 5.1

1	Портфолио	ПКС-1.1,1.2
<b>Формируемые умения:</b> 1) Уметь производить анализ эффективности выполнения задачи на графическом процессоре и гибридных вычислительных системах на базе графических процессоров. 2) Уметь производить адаптацию программы для ее эффективного исполнения на гибридных вычислительных системах на базе графических процессоров. 3) Знать средства отладки и профилирования программ исполняющихся на графических процессорах. 4) Уметь производить профилирование программ. 5) Иметь навыки отладки программ использующих графический процессор. 6) Знать основные инструменты и подходы к разработке программ для графических процессоров. 7) Уметь разрабатывать и оптимизировать программы для их исполнения на графических процессорах. 8) Уметь интегрировать готовые модули в существующий программный код. 9) Уметь производить адаптацию программных модулей к их исполнению на гибридных вычислительных системах на базе графических процессоров.		
<b>Краткое описание применения:</b> студенты ведут портфолио (коллекцию работ), которое является основой для проведения аттестации по дисциплине.		

Для организации и контроля самостоятельной работы студентов, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (таблица 5.2).

Таблица 5.2

Информирование	<a href="http://ccfit.nsu.ru/arom/en_207">http://ccfit.nsu.ru/arom/en_207</a>
Консультирование	<a href="mailto:GPUcourse@ccfit.nsu.ru">GPUcourse@ccfit.nsu.ru</a>
Контроль	<a href="http://ccfit.nsu.ru/arom/en_207">http://ccfit.nsu.ru/arom/en_207</a>
Размещение учебных материалов	<a href="http://ccfit.nsu.ru/arom/en_207">http://ccfit.nsu.ru/arom/en_207</a>

## 6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

По дисциплине «Программирование графических процессоров» проводится текущая и промежуточная аттестация (итоговая по дисциплине).

**Текущая аттестация** по дисциплине «Программирование графических процессоров» осуществляется на практических занятиях и заключается в проверке реализованных и сданных преподавателю программ, на базе которых создается оценочное портфолио для каждого обучающегося. В зависимости от количества баллов полученных за портфолио, обучающемуся выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» является условием успешного прохождения промежуточной аттестации. Оценка «зачтено» ставится при сдаче не менее 70% всех задач.

### Критерии оценивания при приеме заданий

Задание оценивается по шкале «зачтено»/ «не зачтено». Необходимые условия для получения оценки «зачтено» за задание:

- 1) Все условия задачи должны быть выполнены и программа должна работать корректно.

2) При сдаче задания преподаватель проверяет понимание обучающимся теоретических знаний и понимание вопросов, которые лежат в рамках сдаваемой задачи.

Критерии степени усвоения материала студентом:

*Оценка за первую контрольную неделю:*

- «отлично» - сдано три задачи и более;
- «хорошо» - сдано две задачи;
- «удовлетворительно» - сдана одна задача;
- «неудовлетворительно» - не сдано ни одной задачи.

*Оценка за вторую контрольную неделю:*

- «отлично» - сдано шесть задач и более;
- «хорошо» - сдано четыре задачи;
- «удовлетворительно» - сдано три задачи;
- «неудовлетворительно» - сдано менее трех задач.

*Оценка за 16-ю неделю обучения:*

- «отлично» - сдано восемь задач;
- «хорошо» - сдано шесть задач;
- «удовлетворительно» - сдано пять задач;
- «неудовлетворительно» - сдано менее пяти задач.

**Промежуточная аттестация** по дисциплине «Программирование графических процессоров» проводится по завершению периода ее освоения (семестра). Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в два этапа:

- 1) Оценочное портфолио по результатам работы в семестре, которое включает: реализованные и сданные преподавателю программы. Всего 8 заданий.
- 2) Устный экзамен. В каждом экзаменационном билете два вопроса. Во время ответа обучающемуся могут быть заданы дополнительные вопросы, в зависимости от вопросов, образующих билет.

Результаты промежуточной аттестации по дисциплине оцениваются по шкале «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Оценка «отлично» соответствует продвинутому уровню сформированности компетенций.

Оценка «хорошо» соответствует базовому уровню сформированности компетенций.

Оценка «удовлетворительно» соответствует пороговому уровню сформированности компетенций.

В таблице 6.1 представлено соответствие форм аттестации заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.1

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы аттестации	
		1 этап - портфолио	2 этап - экзамен
ПКС-1	ПКС-1.1 Разрабатывает программные решения на основе аналитики больших данных в области профессиональной деятельности.	+	+
	ПКС-1.2 Разрабатывает новые и адаптирует существующие методы, модели, алгоритмы, технологии и инструментальные средства работы с большими данными.	+	

Требования к структуре и содержанию портфолио, оценочные средства, а также критерии оценки сформированности компетенций и освоения дисциплины в целом, представлены в Фонде оценочных средств, являющемся приложением 1 к настоящей рабочей программе дисциплины.

## 7. Литература

1. Боресков А.В., Харламов А.А., «Основы работы с технологией CUDA», ДМК Пресс, 2011, ISBN: 978-5-94074-578-5 (25 экз)

### Интернет-ресурсы

Таблица 7.1

№ п/п	Наименование Интернет-ресурса	Краткое описание
1	Журнал «Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="https://journals.nsu.ru/jit/">https://journals.nsu.ru/jit/</a> . – Загл. с экрана	Полнотекстовые электронные копии статей в области вычислительных методов (с 2006 года).
2	GTC On-Demand [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="https://on-demand-gtc.gpudtechconf.com/">https://on-demand-gtc.gpudtechconf.com/</a> . – Загл. с экрана	Материалы конференции GTC (GPU Technology Conference). Презентации и видео с докладов, связанных с тенденциями развития графических процессоров, разработкой приложений под графические процессоры.
3	OpenACC [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="https://www.openacc.org/">https://www.openacc.org/</a> . – Загл. с экрана	Ресурс от разработчиков стандарта OpenACC. Спецификации, обучающие материалы, примеры программ.

## 8. Учебно-методическое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. Учебно-методическое обеспечение

Романенко А.А. Особенности адаптации программ под GPU с использованием технологии OpenACC: учеб. пособие / А. А. Романенко; Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск: РИЦ НГУ, 2016, ISBN 978-5-4437-0479-1

[Электронный ресурс]. - URL: <http://ccfit.nsu.ru/arom/data/OpenACC.pdf>

### 8.2. Программное обеспечение

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Перечень специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины представлен в таблице 8.1.

Специализированное программное обеспечение

Таблица 8.1

№	Наименование ПО	Назначение
1	PuTTY	Клиент доступа к удаленному серверу по протоколу SSH
2	MinGW 5.3.0	Графический сервер, позволяющий перенаправлять графику с удаленного сервера на локальный компьютер под Windows
3	Cuda	Среда разработки приложений для графических процессоров NVIDIA

### 9. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Полнотекстовые журналы Springer Journals за 1997-2015 г., электронные книги (2005-2016 гг.), коллекция научных биомедицинских и биологических протоколов SpringerProtocols, коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials, реферативная БД по чистой и прикладной математике zbMATH.

2. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ)

3. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI

4. Электронные БД JSTOR (США). 15 предметных коллекций: Arts & Sciences I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, Life Sciences, Health & General Science, Mathematics & Statistics, Ecology & Botany, Language & Literature, Business I, II. – выбрать нужные

5. БД Scopus (Elsevier)

### 10. Материально-техническое обеспечение

Таблица 10.1

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Для проведения лекционных занятий
2	Компьютерный класс (с выходом в Internet)	Для организации самостоятельной работы и проведения практических занятий обучающихся

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский  
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Факультет информационных технологий**

СОГЛАСОВАНО

Декан ФИТ НГУ

  
М.М. Лаврентьев

«25» апреля 2023 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
по дисциплине Программирование графических процессоров**

Направление подготовки: 09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Направленность (профиль): Искусственный интеллект и Data Science

Квалификация: магистр

Форма обучения: очная

Год обучения: 2, семестр 3

Форма аттестации	Семестр
Экзамен	3

Новосибирск 2023

**Фонд оценочных средств** промежуточной аттестации по дисциплине является **Приложением 1** к рабочей программе дисциплины «Программирование графических процессоров», реализуемой в рамках образовательной программы высшего образования – программы магистратуры 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль): Искусственный интеллект и Data Science.

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине утвержден решением ученого совета факультета информационных технологий, протокол №91 от 24.04.2023.

Разработчики:

Старший преподаватель  
кафедры параллельных вычислений ФИТ,



М.А. Городничев

Заведующий кафедрой Систем информатики ФИТ,  
доктор физико-математических наук



М.М. Лаврентьев

Ответственный за образовательную программу:  
Заведующий кафедрой систем информатики ФИТ,  
доктор физико-математических наук



М.М. Лаврентьев

## 1. Содержание и порядок проведения промежуточной аттестации по дисциплине

### 1.1. Общая характеристика содержания промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине «Программирование графических процессоров» проводится по завершению периода освоения образовательной программы (семестра) для оценки сформированности компетенций в части следующих индикаторов достижения компетенции (таблица П1.1).

Таблица П1.1

Код	Компетенции, формируемые в рамках дисциплины «Программирование графических процессоров»	Семестр 3	
		1 этап - портфолио	2 этап - экзамен
	<b>ПКС-1</b> Способен разрабатывать программные решения на основе аналитики больших данных		
<b>ПКС-1.1</b>	Разрабатывает программные решения на основе аналитики больших данных в области профессиональной деятельности	+	+
<b>ПКС-1.2</b>	Разрабатывает новые и адаптирует существующие методы, модели, алгоритмы, технологии и инструментальные средства работы с большими данными	+	

Промежуточная аттестация включает 2 этапа:

1. Портфолио.
2. Устный экзамен.

Все компетенции, формируемые в рамках дисциплины, оцениваются как через портфолио, так и на устном экзамене.

### 1.2. Порядок проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и включает 2 этапа: портфолио и экзамен. Необходимым условием для прохождения промежуточной аттестации является оценка «зачтено» по результатам выполненного портфолио. Для оценивания портфолио студенту необходимо сдать не менее 70% всех работ, входящие в структуру портфолио.

Экзамен проводится в устной форме. Билет состоит из трех вопросов. Во время проведения экзамена студенту разрешается использовать справочники, калькуляторы для подготовки ответов на вопросы билета. В процессе ответа на вопросы экзаменационного билета студенту могут быть заданы дополнительные вопросы по темам дисциплины.

## 2. Требования к структуре и содержанию фонда оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень оценочных средств, применяемых на каждом этапе проведения промежуточной аттестации по дисциплине, представлен в таблице П1.2.

Таблица П1.2

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
-------	----------------------------------	--	---

Семестр 3			
Этап 1 - портфолио			
1	Портфолио	Целевая подборка работ студента, раскрывающая его индивидуальные образовательные достижения в одной или нескольких учебных дисциплинах.	Структура портфолио
Этап 2 - экзамен			
2	Экзаменационный билет	Комплекс вопросов	Список теоретических вопросов и задач

## 2.1 Требования к структуре и содержанию оценочных средств аттестации

### 2.1.1 Требования к структуре и содержанию портфолио

Текущий контроль по дисциплине «Программирование графических процессоров» осуществляется на практических занятиях и заключается в сдаче студентами портфолио которое содержит сроки и факты выполнения заданий (сдача/защита реализованных программ) по основным разделам дисциплины. Сдача 70% всех задач является одним из условий допуска к прохождению промежуточной аттестации.

#### Критерии оценивания при приеме заданий

Задание оценивается по шкале «зачтено»/ «не зачтено». Необходимые условия для получения оценки «зачтено» за задание:

- 1) Все условия задачи должны быть выполнены и программа должна работать корректно.
- 2) При сдаче задания преподаватель проверяет понимание обучающимся теоретических знаний и понимание вопросов, которые лежат в рамках сдаваемой задачи.

Портфолио используется для выставление оценок за контрольные и зачетные недели.

Критерии степени усвоения материала студентом:

*Оценка за первую контрольную неделю:*

- «отлично» - сдано три задачи и более;
- «хорошо» - сдано две задачи;
- «удовлетворительно» - сдана одна задача;
- «неудовлетворительно» - не сдано ни одной задачи.

*Оценка за вторую контрольную неделю:*

- «отлично» - сдано шесть задач и более;
- «хорошо» - сдано четыре задачи;
- «удовлетворительно» - сдано три задачи;
- «неудовлетворительно» - сдано менее трех задач.

*Оценка за 16-ю неделю обучения:*

- «отлично» - сдано восемь задач;
- «хорошо» - сдано шесть задач;
- «удовлетворительно» - сдано пять задач;
- «неудовлетворительно» - сдано менее пяти задач.

### 2.1.2 Форма и перечень вопросов экзаменационного билета

Форма экзаменационного билета

Таблица П1.3

--



Новосибирский государственный университет

**Экзамен**

**Программирование графических процессоров**

09.04.01 Информатика и вычислительная техника  
Искусственный интеллект и Data Science

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №**

1. Вопрос из категории 1
2. Вопрос из категории 2
3. Вопрос из категории 3

Составитель

\_\_\_\_\_ А.А.Романенко  
(подпись)

Ответственный за образовательную программу \_\_\_\_\_ М.М.Лаврентьев  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

Перечень вопросов экзамена, структурированный по категориям, представлен в таблице П1.4

Таблица П1.4

Категория	Формулировка вопроса
Категория 1 (ПКС-1.1)	Вопрос 1. Архитектура GPU и ее отличие от архитектуры центрального процессора
	Вопрос 2. Вычислительная совместимость. Архитектуры GPU Tesla, Fermi, Maxwell, Volta
	Вопрос 3. Варп, потоковый блок. Расхождение веток исполнения в пределах варпа и способы минимизации ветвлений.
	Вопрос 4. Типы памяти на графическом процессоре. Их характеристики.
	Вопрос 5. Конфликты по банкам памяти и методы борьбы с ними.
	Вопрос 6. Спиллинг регистров
	Вопрос 7. Потоки. Совмещение вычислений с передачей данных.
Категория 2	Вопрос 8. Директивы OpenACC
	Вопрос 9. Профилирование программ, размеченных директивами OpenACC
	Вопрос 10. Оптимизированные библиотеки CUDA
	Вопрос 11. Особенности программирования вычислительных систем с несколькими GPU
	Вопрос 12. CUDA. Сборка программ.
	Вопрос 13. Программирование графических процессоров на Java, Fortran, C#.
	Вопрос 14. Оптимизация CUDA приложений. Подходы
	Вопрос 15. Средства профилирования приложений на CUDA.
	Вопрос 16. Реализация программ для многоядерных гибридных

	вычислительных систем
	Вопрос 17. Реализация операции редукции на графическом процессоре
	Вопрос 18. Реализация перемножения матриц на графическом процессоре
	Вопрос 19. Реализация функции размытия изображения на графическом процессоре
	Вопрос 20. Разработка кода с использованием и CUDA и директив OpenACC.
Категория 3	Вопрос 21. Имеется параллельный код на ФОРТРАН (MPI), который методами Монте-Карло решает некоторую задачу. Опишите варианты переноса кода на GPU.
	Вопрос 22. Имеется последовательный код на ФОРТРАН, который решает некоторую задачу. Используются библиотеки BLAS, FFTW. Опишите варианты переноса кода на GPU.
	Вопрос 23. Имеется параллельный код на C++ (MPI), который решает некоторую задачу. Опишите варианты переноса кода на GPU.
	Вопрос 24. Имеется код на Python, который решает некоторую задачу обработки сейсмических данных. Опишите варианты переноса части кода на GPU.

Набор экзаменационных билетов формируется и утверждается в установленном порядке в начале учебного года при наличии контингента обучающихся, завершающих освоение дисциплины «Программирование графических процессоров» в текущем учебном году.

### 3. Критерии оценки сформированности компетенций в рамках промежуточной аттестации по дисциплине

Таблица П1.5

Шифр компетенций	Структурные элементы оценочных средств	Показатель сформированности	Не сформирован	Пороговый уровень	Базовый уровень	Продвинутый уровень
ПКС-1	Портфолио (Этап 1), Вопрос 1 категории экзаменационного билета (Этап 2)	ПКС-1.1 Разрабатывает программные решения на основе аналитики больших данных в области профессиональной деятельности	Имеет фрагментарное представление об архитектуре графических процессоров и организации гибридных вычислительных систем	Понимает архитектуру графического процессора и организацию гибридных вычислительных систем	Понимает архитектуру графического процессора и организацию гибридных вычислительных систем. Способен объяснить как различные параметры архитектуры влияют на производительность кода	Имеет целостное понимание архитектуры графических процессоров, может объяснить как различные параметры архитектуры влияют на производительность кода. Понимает различие в архитектуре графических процессоров разных поколений.
ПКС-1	Портфолио (Этап 1)	ПКС-1.2 Разрабатывает новые и адаптирует существующие методы, модели, алгоритмы, технологии и инструментальные средства работы с большими данными	Имеет отрывочные знания об инструментах разработки программ для графических процессоров. Не способен выполнить реализацию кода или объяснить функционал готового кода для исполнения на графическом	Имеет отрывочные знания об инструментах разработки программ для графических процессоров. Способен выполнить реализацию кода после незначительных указаний.	Знает основные инструменты разработки кода под графические процессоры. Способен самостоятельно разрабатывать код.	Имеет целостное понимание о программных инструментах для разработки программ для гибридных вычислительных систем на базе графических процессоров. Способен выполнять разработку и оптимизацию ко-

			процессоре			да.
--	--	--	------------	--	--	-----

#### **4. Критерии выставления оценок по результатам промежуточной аттестации по дисциплине**

В 3 семестре результаты промежуточной аттестации определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Оценка «отлично» соответствует продвинутому уровню сформированности компетенции.

Оценка «хорошо» соответствует базовому уровню сформированности компетенции.

Оценка «удовлетворительно» соответствует пороговому уровню сформированности компетенции.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если хотя бы одна компетенция не сформирована.

Итоговая оценка результатов промежуточной аттестации выставляется по результатам экзамена.