

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

УТВЕРЖДЕНО:
на заседании кафедры прикладной физики
протокол от «23» марта 2022 г. № 7

СОГЛАСОВАНО:
Директор физико-технического
института

Зав. кафедрой  Л.А.Ковалева



/И.Ф. Шарафуллин
«25» марта 2022 г.

**УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ
ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ
В АСПИРАНТУРЕ**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Высокопроизводительные вычисления с использованием технологии CUDA

Вариативная часть

Направление подготовки
01.06.01 Математика и механика

Направленность (профиль) подготовки, по направленности
Механика жидкости, газа и плазмы

Квалификация

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
очная, заочная

Уфа – 2022 г.

Разработчик (разработчики):



/доцент, к.ф.-м.н., доцент Киреев В.Н.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины (обновлены перечень основной и дополнительной литературы и лицензионное программное обеспечение, необходимое для освоения дисциплин) приняты на заседании кафедры прикладной физики, протокол от «23» марта 2022 г. № 7.

Заведующий кафедрой  / Л.А. Ковалева

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры
2. Цели и место дисциплины в структуре программы аспирантуры
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине
 - Приложение № 1. Содержание рабочей программы (очная форма)
 - Приложение № 2. Содержание рабочей программы (заочная форма)

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине,
соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной
профессиональной образовательной программы
(с ориентацией на карты компетенций)**

В результате освоения основной профессиональной образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

ПК-1 способностью к построению корректных математических моделей и численных алгоритмов решения задач механики жидкости, газа и плазмы

ПК-3 готовностью использовать современные программно-аппаратные средства для проведения научных исследований

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	научную базу в области высокопроизводительных вычислений; основную терминологию по теме дисциплины, основные понятия и определения, архитектуру современных высокопроизводительных вычислительных систем на базе графических процессоров,	ПК-1	
	знать основы разработки и реализации алгоритмов на графических процессорах с использованием технологии CUDA.	ПК-3	
Умения	: выбирать подходящие вычислительные архитектуры для проведения исследования; использовать и реализовывать существующие и новые алгоритмы в применении к современным высокопроизводительным системам, оснащенным графическими процессорами;	ПК-1	
	оценивать производительность	ПК-3	

	реализованной программы; проводить отладку реализованной программы		
Владения (навыки / опыт деятельности)	методологией и навыками разработки программ для высокопроизводительных вычислительных систем, оборудованных графическими процессорами, с использованием технологии CUDA	ПК-1	
	методологией и навыками разработки программ для высокопроизводительных вычислительных систем в том числе в применении к научным и практическим задачам механики многофазных систем.	ПК-3	

2. Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Высокопроизводительные вычисления с использованием технологии CUDA» относится к вариативной части.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре для очной формы обучения и на 3,4 курсах в 6,7 семестрах.

Целью дисциплины «Высокопроизводительные вычисления с использованием технологии CUDA» является приобретение аспирантами базовых знаний в области архитектуры современных высокопроизводительных вычислительных систем на базе графических процессоров, разработке и реализации известных методов и алгоритмов в применении к высокопроизводительным вычислительным системам, состоящим из центральных и графических процессоров, параллельной обработки информации, технологий организации параллельных вычислений с использованием технологии CUDA.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Теоретическая механика», «Механика», «Физика конденсированного состояния», «Механика сплошных сред» и тесным образом связана с дисциплинами «Численные методы» и «Вычислительная физика», «Компьютерное моделирование», «Численное моделирование», "Математический анализ", "Дифференциальные уравнения" .

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы по очной форме представлено в Приложении № 1.

Содержание рабочей программы по заочной форме представлено в Приложении № 2.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции

ПК-1 способностью к построению корректных математических моделей и численных алгоритмов решения задач механики жидкости, газа и плазмы

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	научную базу в области высокопроизводительных вычислений; основную терминологию по теме дисциплины, основные понятия и определения, архитектуру современных высокопроизводительных вычислительных систем на базе графических процессоров, : выбирать подходящие вычислительные архитектуры для проведения исследования; использовать и реализовывать существующие и новые алгоритмы в применении к современным высокопроизводительным системам, оснащенным графическими процессорами;	Отрывочные знания основных математических методов, используемых при решении задач	Неполные представления о математических методах, используемых при решении задач	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о математических методах, используемых при решении задач	Сформированные, систематизированные знания о математических методах, используемых при решении задач
Второй этап (уровень)	научную базу в области высокопроизводительных	Фрагментарные умения по использова	Неполные умения по использованию методов CUDA	Сформированные, но содержащие	Сформированные, систематизированные

	вычислений; основную терминологию по теме дисциплины, основные понятия и определения, архитектуру современных высокопроизводительных вычислительных систем на базе графических процессоров, ; выбирать подходящие вычислительные архитектуры для проведения исследования; использовать и реализовывать существующие и новые алгоритмы в применении к современным высокопроизводительным системам, оснащенным графическими процессорами;	нию методов CUDA для решения профессиональных задач	для решения профессиональных задач	отдельные пробелы знания, по использованию методов CUDA для решения профессиональных задач	знания по использованию методов CUDA решения профессиональных задач
Третий этап (уровень)	научную базу в области высокопроизводительных вычислений; основную терминологию по теме дисциплины, основные понятия и определения, архитектуру современных высокопроизводительных вычислительных систем на базе графических процессоров,	Фрагментарные умения по использованию методов CUDA для решения профессиональных задач	Неполные умения по использованию методов CUDA для решения профессиональных задач	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания, по использованию методов CUDA для решения профессиональных задач	Сформированные, систематизированные знания по использованию методов CUDA решения профессиональных задач

ПК-3 готовностью использовать современные программно-аппаратные средства для проведения научных исследований

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворит	3 («Удовлетворительн о»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)

	заданного уровня освоения компетенций)	ельно»)			
Первый этап (уровень)	знать основы разработки и реализации алгоритмов на графических процессорах с использованием технологии CUDA.	Отрывочные знания основных математических методов, используемых при решении задач	Неполные представления о математических методах, используемых при решении задач	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о математических методах, используемых при решении задач	Сформированные, систематизированные знания о математических методах, используемых при решении задач
Второй этап (уровень)	оценивать производительность реализованной программы; проводить отладку реализованной программы	Фрагментарные умения по использованию методов CUDA для решения профессиональных задач	Неполные умения по использованию методов CUDA для решения профессиональных задач	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания, по использованию методов CUDA для решения профессиональных задач	Сформированные, систематизированные знания по использованию методов CUDA решения профессиональных задач
Третий этап (уровень)	методологией и навыками разработки программ для высокопроизводительных вычислительных систем	Фрагментарные умения по использованию методов CUDA для решения профессиональных задач	Неполные умения по использованию методов CUDA для решения профессиональных задач	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания, по использованию методов CUDA для решения профессиональных задач	Сформированные, систематизированные знания по использованию методов CUDA решения профессиональных задач

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности,

характеризующих этапы формирования компетенций

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	научную базу в области высокопроизводительных вычислений; основную терминологию по теме дисциплины, основные понятия и определения, архитектуру современных высокопроизводительных вычислительных систем на базе графических процессоров,	ПК-1	Консультации с преподавателем дисциплины
	знать основы разработки и реализации алгоритмов на графических процессорах с использованием технологии CUDA.	ПК-3	Выступление на реферативном семинаре
2-й этап Умения	выбирать подходящие вычислительные архитектуры для проведения исследования; использовать и реализовывать существующие и новые алгоритмы в применении к современным высокопроизводительным системам, оснащенным графическими процессорами;	ПК-1	Выступление на реферативном семинаре
	оценивать производительность реализованной программы; проводить отладку реализованной программы	ПК-3	Консультации с преподавателем дисциплины
3-й этап Владеть навыками	методологией и навыками разработки программ для высокопроизводительных вычислительных систем, оборудованных графическими процессорами, с использованием технологии CUDA	ПК-1	Консультации с преподавателем дисциплины
	методологией и навыками разработки программ для	ПК-3	Выступление на реферативном

	<p>высокопроизводительных вычислительных систем в том числе в применении к научным и практическим задачам механики многофазных систем.</p>		<p>семинаре</p>
--	--	--	-----------------

Экзаменационные билеты

Экзамен является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Кандидатский экзамен оценивается по пятибалльной шкале.

В качестве основного оценочного средства текущего контроля используются собеседование. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – семинар. Аттестация по итогам освоения дисциплины – экзамен.

Примерные вопросы для экзамена:

1. История развития GPU, возникновение и эволюция GPGPU. Эволюция средств программирования на GPGPU и становление современных технологий программирования на GPGPU.
2. Аппаратная архитектура современных GPU.
3. Аппаратно-программная модель CUDA. Ключевые термины. Вычислительная конфигурация: блоки, потоки, взаимодействие.
4. Архитектура технологии CUDA. Программный стек CUDA: CUDA driver API, CUDA runtime API. Библиотеки.
5. Модель программирования CUDA. Расширения языка: спецификаторы функций и переменных, директивы, добавленные типы переменных, переменные. Ограничения накладываемые на расширения.
6. Расширения языка: добавленные функции. Асинхронные функции. Возвращаемые значения функций.
7. Модель памяти GPU/CUDA. Общая схема работы и взаимодействия памяти разного уровня внутри GPU. Обмен данными между GPU и CPU.
8. Общее описание типов памяти GPU: характеристики, преимущества, недостатки. Регистровая память. Константная память, функции работы с константной памятью, примеры работы. Локальная память.
9. Глобальная память GPU/CUDA. Описание: характеристики, преимущества, недостатки. Функции управления глобальной памятью. Выравнивание данных в памяти. Page-locked память.
10. Организация работы с глобальной памятью: выделение, пересылки, обращения.

11. Оптимизация работы с глобальной памятью. Схема обращения к элементам глобальной памяти. Выравнивание данных в глобальной памяти. Примеры и способы выравнивания.
12. Объединение запросов в глобальную память. Условия возможности объединения запросов.
13. Использование структуры массивов.
14. Синхронизация нитей на CPU с GPU. Функции синхронизации. Использование event'ов (событий). Синхронизация при помощи event'ов, замер времени выполнения на GPU при помощи event'ов. Функции работы с event'ами. Пример работы с event'ами: синхронизация и замер времени.
15. Разделяемая память. Описание: характеристики, преимущества, недостатки. Способы выделения памяти. Функции работы с разделяемой памятью.
16. Оптимизация функций на GPU при помощи разделяемой памяти.
17. Оптимизация работы с разделяемой памятью. Паттерны доступа к разделяемой памяти.

Образец экзаменационного билета:

**ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

Направление подготовки 01.06.01 Математика и механика,
Направленность «Механика жидкости, газа и плазмы»

БИЛЕТ № 1

1. История развития GPU, возникновение и эволюция GPGPU. Эволюция средств программирования на GPGPU и становление современных технологий программирования на GPGPU.
2. Аппаратная архитектура современных GPU.
3. Аппаратно-программная модель CUDA. Ключевые термины. Вычислительная конфигурация: блоки, потоки, взаимодействие.

Директор Физико-технического
института _____

Якшибаев Р.А.

**Примерные критерии оценивания ответа на кандидатском экзамене/экзамене:
Примерные критерии оценивания ответа на экзамене:**

5 баллов (отлично) выставляется аспиранту, если он дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Аспирант без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок.

4 балла (хорошо) выставляется, если аспиранту, если он раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки.

3 (удовлетворительно) выставляется аспиранту, если при ответе на теоретические вопросы им допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Аспирант не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки.

2 (неудовлетворительно) выставляется аспиранту, если ответы на теоретические вопросы свидетельствуют о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Аспирант не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Вопросы для семинаров

Лекция 1. Введение в GPGPU, аппаратная архитектура GPU. Введение в CUDA - 2 часа очная форма обучения (2 ч. заочная форма обучения)

План.

1. Введение в general-purpose GPU. История развития GPU, возникновение и эволюция GPGPU. Эволюция средств программирования на GPGPU и становление современных технологий программирования на GPGPU.
2. Аппаратная архитектура современных GPU на примере линейки высокопроизводительных GPU Nvidia Tesla.
3. Введение в аппаратно-программную модель CUDA. Ключевые термины. Вычислительная конфигурация: блоки, потоки, взаимодействие.
4. Архитектура технологии CUDA. Программный стек CUDA: CUDA driver API, CUDA runtime API. Краткое описание библиотек.

Практическое занятия 1. Модель программирования CUDA - 2 часа очная форма обучения (2 ч. заочная форма обучения).

План

1. Введение в модель программирования CUDA. Расширения языка: спецификаторы функций и переменных, директивы, добавленные типы переменных, переменные. Ограничения накладываемые на расширения.
2. Примеры вызова ядра, работы с переменными, написания функций.

3. Расширения языка: добавленные функции. Асинхронные функции. Возвращаемые значения функций.
4. Примеры использования добавленных функций. Пример программы на CUDA, его разбор.

Практическое занятия 2. Модель памяти GPU/CUDA. Глобальная память. Оптимизация работы с глобальной памятью - 1 часа очная форма обучения (1 ч. заочная форма обучения).

План

1. Модель памяти GPU/CUDA. Общая схема работы и взаимодействия памяти разного уровня внутри GPU. Обмен данными между GPU и CPU.
2. Общее описание типов памяти GPU: характеристики, преимущества, недостатки Регистровая память. Константная память, функции работы с константной памятью, примеры работы. Локальная память.
3. Глобальная память GPU/CUDA. Описание: характеристики, преимущества, недостатки. Функции управления глобальной памятью. Выравнивание данных в памяти. Page-locked память.
4. Примеры работы с глобальной памятью: выделение, пересылки, обращения.
5. Оптимизация работы с глобальной памятью. Схема обращения к элементам глобальной памяти. Выравнивание данных в глобальной памяти. Примеры и способы выравнивания.
6. Объединение запросов в глобальную память. Условия возможности объединения запросов.
7. Использование структуры массивов. Примеры.

Практическое занятия 3. Синхронизация. Разделяемая память. Оптимизация работы с разделяемой памятью - 1 часа очная форма обучения(1 ч. заочная форма обучения).

План

1. Синхронизация нитей на CPU с GPU. Функции синхронизации. Использование event'ов (событий). Синхронизация при помощи event'ов, замер времени выполнения на GPU при помощи event'ов. Функции работы с event'ами. Пример работы с event'ами: синхронизация и замер времени.
2. Разделяемая память. Описание: характеристики, преимущества, недостатки. Способы выделения памяти. Функции работы с разделяемой памятью.

3. Оптимизация функций на GPU при помощи разделяемой памяти. Пример: задача N-тел. Разбор примера.
4. Оптимизация работы с разделяемой памятью. Паттерны доступа к разделяемой памяти.

...

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Коробицын В.В., Фролова Ю.В., Кудияров Р.В., и др. Модель программирования CUDA: учебник ISBN: 978-5-7779-1489-7 Издательство Омск, 2012. -256с.;
Электронно-библиотечную систему «Университетская библиотека online URL:
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=237282&sr=1>

Дополнительная литература:

1. Боресков А.В., Харламов А.А. Основы работы с технологией CUDA. - М.: ДМК Пресс, 2010. - 232 с.
2. Sanders J., Kandrot E. CUDA by example: an introduction to general-purpose GPU programming. - Addison-Wesley, 2010. - p. 313.
3. CUDA C Programming guide. <http://docs.nvidia.com/cuda/cuda-c-programming-guide/>
4. CUDA Quick start guide. <http://docs.nvidia.com/cuda/cuda-quick-start-guide/index.html>
5. CUDA Reference manual. http://docs.nvidia.com/cuda/pdf/CUDA_Runtime_API.pdf
6. GPU Computing gems, editor Wen-mei W.Hw, Elsevier, 2011. - p. 889.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая современные профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы

1. www.gpntb.ru/— Государственная публичная научно-техническая библиотека.
2. www.nlr.ru/ — Российская национальная библиотека.
3. www.nns.ru/ — Национальная электронная библиотека.
4. www.rsl.ru/— Российская государственная библиотека.
5. www.microinform.ru/ — Учебный центр компьютерных технологий
6. http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7791
7. «Электронная библиотека БашГУ» <https://elib.bashedu.ru>
8. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.bashlib.ru/echitzal/>
9. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<p>1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p>2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 421 компьютерный класс (физмат корпус-учебное).</p> <p>3 .Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p>4. Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p>5. Помещения для самостоятельной работы: Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж), Читальный зал №2 (физмат корпус - учебное, 2 этаж), аудитория № 406 компьютерный класс (физмат корпус-учебное).</p> <p>6. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: аудитория №605г (физмат корпус-учебное)</p>	<p align="center">Аудитория № 218</p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, кондиционер (сплит-система) Haier HSU-24HEK203/R2- HSU-24HUN03/R2, экран настенный с электроприводом Classic Lyra 203x203 (E195x195/1 MW-L8/W), ноутбук HPMini 110-3609er Atom N455/2/250/WiFi/BT/Win7St/10.1"/1.29кг, проектор BenQ MX520 (9H.J6V77.13E/9H.J6V77.13F).</p> <p align="center">Аудитория № 421</p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, Графические станции DEPO Race 535/ Мониторы AOC23 - 11 шт.</p> <p align="center">Читальный зал №1</p> <p>Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.</p> <p align="center">Читальный зал №2</p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, WI-FI доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к электронным БД и ЭБС; количество посадочных мест-50, моноблоки стационарные – 8 шт, принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p> <p align="center">Аудитория №406</p> <p>Учебная мебель, доступ в интернет, Компьютер в составе Asus – 4 шт.; Кондиционер(сплит-система) Haier, МФУ Kyocera; Персональный компьютер в комплекте № 1 iRU Corp – 6 шт.</p> <p align="center">Аудитория №605г</p> <p>Станок токарный ТВ-16; Станок сверлильный НС-Ш; Осциллограф С1-67; Паяльная аппаратура; Весы аналитические Labof; Весы лабораторные; Шкаф с набором вспомогательного материала (резисторов, конденсаторов, предохранителей и т.д), Набор инструментов для ремонта оборудования</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</p>

**Приложение № 1 к макету рабочей программы
дисциплины (модуля)**

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАИМЕНОВАНИЕ ФИЛИАЛА
НАИМЕНОВАНИЕ ФАКУЛЬТЕТА (ИНСТИТУТА)

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Высокопроизводительные вычисления с использованием
технологии CUDA» на 7 семестр

(наименование дисциплины)

Очная форма обучения

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	144/4
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	2
практических	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	100
Учебных часов на подготовку к экзамену/ зачету/ зачету (контроль)	36

Формы контроля: экзамен 7 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)			Основная и дополнительная литература, рекомендуемая аспирантам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе аспирантов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	СРС			
1	2	3	5	6			
1	Характерные практические задачи гидродинамики. Основные уравнения динамики жидкостей. Теоретические основы вычислительной гидродинамики Метод конечных разностей.	1		25	О.Л. 1 Д.Л. 1 2	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	Консультации с преподавателем дисциплины
2	Метод конечных объемов. Метод конечных элементов. Спектральный метод		2	25	О.Л. 1 Д.Л. 1 5 2	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	Выступление на реферативном семинаре
3	Стационарные задачи гидродинамики и методы их решения.	1		25	О.Л. 1 Д.Л. 4 2 3	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	Консультации с преподавателем дисциплины
4	Линейные и нелинейные задачи с преобладающим влиянием конвекции		2	25	О.Л. 1 Д.Л. 6 5	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	Выступление на реферативном семинаре
	Всего часов:	2	4	100			

**Приложение № 2 к макету рабочей программы
дисциплины (модуля)**

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАИМЕНОВАНИЕ ФИЛИАЛА
НАИМЕНОВАНИЕ ФАКУЛЬТЕТА (ИНСТИТУТА)

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Высокопроизводительные вычисления с использованием
технологии CUDA» на 6,7 семестр(ах)
(наименование дисциплины)
Заочная форма обучения
форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	144/4
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	2
практических	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	125
Учебных часов на подготовку к экзамену/ зачету/ зачету (контроль)	9

Формы контроля: экзамен 7 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)			Основная и дополнительная литература, рекомендуемая аспирантам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе аспирантов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	СРС			
1	2	3	5	6			
1	Характерные практические задачи гидродинамики. Основные уравнения динамики жидкостей. Теоретические основы вычислительной гидродинамики Метод конечных разностей.	1		30	О.Л. 1 Д.Л. 1 2	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	Консультации с преподавателем дисциплины
2	Метод конечных объемов. Метод конечных элементов. Спектральный метод		2	30	О.Л. 1 Д.Л. 1 5 2	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	Выступление на реферативном семинаре
3	Стационарные задачи гидродинамики и методы их решения.	1		30	О.Л. 1 Д.Л. 4 2 3	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	Консультации с преподавателем дисциплины
4	Линейные и нелинейные задачи с преобладающим влиянием конвекции		2	35	О.Л. 1 Д.Л. 6 5	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	Выступление на реферативном семинаре
	Всего часов:	2	4	125			