Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.04.2025 11:55:50
Уникальный программный ключ:
03474917c4d012283e5ad996c48c5e70f68d057

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет информационных технологий и автоматизации производственных процессов

Кафедра интеллектуальных систем и информационной безопасности

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора
по учебной работе
_____Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программирование высокопроизводительных систем
(наименование дисциплины)

09.03.01 Информатика и вычислительная техника
(код, наименование специальности)

Искусственный интеллект в промышленности
(профиль подготовки)

Квалификация бакалавр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цели дисциплины. Целью изучения дисциплины «Программирование высокопроизводительных систем» является изучение современных технологий разработки высокопроизводительных программ для различных аппаратных архитектур.

Задачи изучения дисциплины:

– ознакомление с современными технологиями и соответствующими программными средствами разработки, тестирования и отладки программ для многопроцессорных многоядерных высокопроизводительных вычислительных систем.

Дисциплина направлена на формирование профессиональной (ПК-2) компетенции выпускника.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в элективную часть в БЛОКА 1 «Дисциплины (модули)», формируемую участниками образовательных отношений подготовки студентов по направлению 09.03.01 Информатика и вычислительная техника.

Дисциплина реализуется кафедрой интеллектуальных систем и информационной безопасности.

Основывается на базе дисциплин: «Теория алгоритмов и структуры данных», «Объектно-ориентированное программирование», «Архитектура вычислительных систем».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (бакалаврская работа)».

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у студента для решения профессиональных задач деятельности, связанных с разработкой программного обеспечения.

Курс является фундаментом для ориентации студентов в сфере разработки программного обеспечения информационных систем.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 ак.часов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды занятий: лекционные (28 часов), лабораторные (28 ч.), самостоятельная работа обучающегося составляет 52 часа.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре. Форма промежуточной аттестации – дифференцированный зачет.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины «Программирование высокопроизводительных систем» направлен на формирование компетенции, представленной в таблице 1.

Таблица 1 –Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта	ПК-2	ПК-2.1 Настраивает программное обеспечение и участвует в разработке программных компонентов систем искусственного интеллекта

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, выполнение индивидуального задания, самостоятельное изучение материала и подготовку к дифференцированному зачету.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		8
Аудиторная работа, в том числе:	56	56
Лекции (Л)	28	28
Практические занятия (ПЗ)	–	–
Лабораторные работы (ЛР)	28	28
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	52	52
Подготовка к лекциям	6	6
Подготовка к лабораторным работам	14	14
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	-	-
Выполнение курсовой работы / проекта	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (индивидуальное задание)	-	-
Домашнее задание	-	-
Подготовка к контрольным работам	-	-
Подготовка к коллоквиуму	-	-
Аналитический информационный поиск	16	16
Работа в библиотеке	7	7
Подготовка к дифзачету	9	9
Промежуточная аттестация – дифзачет (Д/З)	Д/З	Д/З
Общая трудоемкость дисциплины		
ак.ч.	108	108
з.е.	3	3

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенции, приведенной в п.3 дисциплина разбита на 3 темы:

– тема 1 (Высокопроизводительные вычисления. Общие положения);

– тема 2 (Парадигмы организации параллельного вычислительного процесса);

– тема 3 (Программирование высокопроизводительных систем).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной формы приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Высокопроизводительные вычисления. Общие положения	Суперкомпьютер. Области применения высокопроизводительных вычислительных систем (ВПВС). Способы повышения производительности ВС. Факторы, сдерживающие производительность. Законы развития ВПВС. Уровни организации ВПВС. Общая классификация ВПВС. Аппаратная база ВПВС. Полезные свойства ВПВС: масштабируемость, гетерогенность, простота программирования. Классификации параллельных ВС: Флинна, Хендлера, Фенга, Джонсона и др. Классификация ВПВС относительно организации памяти: MPP, SMP, NUMA, cc-NUMA. Классификация по организации вычислительного процесса: конвейерные, суперскалярные, WLIV, мультискалярные и т.д.	8	–	–	Имитационное моделирование вычислительной системы с управлением потоком данных.	8

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8
2	Парадигмы организации параллельного вычислительного процесса	Арифметический и потоковый граф. Основные парадигмы организации параллельного вычислительного процесса. Уровни параллелизма в вычислительной системе с управлением потоком команд. Архитектурные решения в области ВС с управлением потоком данных. Особенности программирования высокопроизводительных ВС.	8	–	–	Моделирование параллельной вычислительной системы.	10
3	Программирование высокопроизводительных систем	Языки и библиотеки программирования SMP-систем: OpenMP, OpenCL, HPF и др. Языки и библиотеки рограммирования SMP-систем: MPI и др. Программные методы синхронизации вычислений в ВС с управлением потоком команд. Функциональные языки программирования: лямбда-исчисление, язык ПИФАГОР, язык Erlang. Параллелизм на уровне программы.	12	–	–	Высокопроизводительное программмирование	10
Всего аудиторных часов			28	–		28	

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов по дисциплине

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-2	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

– защита лабораторных работ – всего 100 баллов;

Дифзачет проставляется автоматически, если студент набрал в течении семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Дифзачет по дисциплине «Программирование высокопроизводительных систем» проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время сессии студент имеет право повысить итоговую оценку либо в форме устного собеседования по приведенным ниже вопросам (п.п. 6.5), либо в результате тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 5.

Таблица 5 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашнее задание

Домашние задания не предусмотрены.

6.3 Темы для рефератов (презентаций) – индивидуальное задание

Рефераты (индивидуальные задания) не предусмотрены.

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Тема 1. Высокопроизводительные вычисления. Общие положения.

1. Суперкомпьютер отличается от массовых компьютеров:

а) наличием распределенной структуры

б) реализацией облачных решений

в) возможностью решения 20 млн. арифметических операций в секунду

г) более высокой производительностью, в среднем, на 3-4 порядка

Ответ: г)

2.К Exascale computing на сегодняшний день относится система:

а) Summit (США)

б) Christofari (РФ)

в) Trinity (США)

г) на сегодняшний день подобных систем нет

Ответ: г)

3.Единица измерения Флоп/сек. (FLOPS) отображает:

а) производительность суперкомпьютера, выраженную в количестве операций с плавающей точкой выполняемых в единицу времени

б) энергопотребление суперкомпьютера, выраженную в Вт-ч

в) вычислительную способность компьютера, выраженную в объеме данных обрабатываемых в процессе одной операции

г) Производительность суперкомпьютера, выраженную в количестве вычислительных ядер

Ответ: а)

4.Наибольшим числом суперкомпьютеров, входящих в число самых производительных мировых систем, обладает:

а) Китай

б) Корея

в) Германия

г) США

Ответ: а)

5.Какое количество блоков (этапов) процесса математического моделирования реальных объектов выделял в своих работах А.А. Самарский?

а) 4

б) 6

в) 7

г) 12

Ответ: б)

Тема 2. Парадигмы организации параллельного вычислительного процесса.

1. К каким компонентам сервиса IaaS относятся средства виртуализации, автоматизации, основные средства управления ресурсами:

а) системное программное обеспечение

б) операционные системы

Ответ: а)

2. К какому компоненту сервиса IaaS относится ПО для управления системами (напишите):

Ответ: связующее программное обеспечение.

3) Что представляет собой технология IaaS (напишите):

Ответ: инфраструктура как сервис.

4) Что представляет собой технология PaaS (напишите):

Ответ: платформа как сервис.

5) Что представляет собой технология SaaS (напишите):

Ответ: программное обеспечение как сервис.

Тема 3. Программирование высокопроизводительных систем.

1. Какая служба «облака» занимается вопросами обеспечения безопасности облачных вычислений (введите название):

Ответ: служба MaaS.

2. Особенности виртуализации представлений:

а) подразумевает эмуляцию интерфейса пользователя

б) приложение пользователя выполняется на удаленном сервере

Ответ: а)

3. Особенности виртуализации на уровне ядра операционной системы:

а) для гостевого ПО создается только собственное сетевое и аппаратное окружение

б) использование одного ядра узловой ОС для создания независимых параллельно работающих операционных сред

Ответ: б)

4. Основные проблемы использования облачных вычислений:

а) могут открыть доступ государственным структурам к любой информации, размещенной в датацентре;

б) требуют постоянного соединения с Интернет

Ответ: б)

5. Статья, набранная на компьютере, содержит 8 страниц, на каждой странице 40 строк, в каждой строке 64 символа. В одном из представлений Unicode каждый символ кодируется 16 битами. Определите информационный объём статьи в этом варианте представления Unicode. Введите рассчитанное значение в килобайтах:

Ответ: 35

6.5 Вопросы для подготовки к дифзачету

1) Какие Вы знаете необходимые условия возникновения взаимной блокировки?

2) В чем преимущество атомарных read-modify-write инструкций процессора в сравнении с программными алгоритмами взаимного исключения?

3) Может ли параллельная программа иметь ускорение $S > p$, где p - число используемых процессоров? Если да, то почему?

4) Как можно оценить соотношение накладных расходов на обмен данными и полезных вычислений при геометрической декомпозиции?

5) В каких случаях при распределении подзадач между процессорами применяется динамическая балансировка?

6) Как Вы опишете поведение OpenMP-программы при выполнении директивы for вне параллельной секции (директивы parallel)?

7) Двум процессам MPI-программы необходимо отправить друг другу сообщения и принять их. Каким образом можно предотвратить возникновение взаимной блокировки?

8) Какие преимущества дает использование функции combine в MapReduce?

9) Какими свойствами должна обладать функция reduce для того, чтобы ее можно было также использовать в качестве функции combine?

10) Какие Map- и Reduce-задачи перезапускаются в случае выхода из строя рабочего узла кластера?

11) Какова производительность современных GPU? Какие основные области применения GPU? Из каких аппаратных блоков состоит GPU?

12) Какие виды памяти существуют в Nvidia GPU? Для чего и каким образом используются константная, глобальная и текстурная память?

13) Какие методы сортировки потенциально дают прирост в производительности при реализации алгоритма на GPU? Каким образом они должны быть реализованы?

14) Каким образом должен быть реализован для работы на GPU алгоритм перемножения матриц?

15) Каким образом можно реализовать перемножение матриц, используя CUDA Streams? В чем достоинства и недостатки использования CUDA Streams?

16) Каким образом осуществляются параллельная редукция, вычисление префиксной суммы, битоническая сортировка, поразрядная сортировка?

17) Каким образом должен быть реализован для работы на GPU алгоритм обучения с учителем искусственной нейронной сети персептрон?

18) Какие существуют средства для написания программ для одновременного исполнения на нескольких GPU?

19) Какие Вы знаете варианты использования OpenMP и POSIX Threads для написания GPU-программ, одновременно использующих несколько GPU?

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Дружинин, Д. В. Высокопроизводительные вычисления и облачные технологии : учебное пособие / Д. В. Дружинин. - Томск : Издательство Томского государственного университета, 2020. - 94 с. - ISBN 978-5-94621-921-1. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1864757. (дата обращения: 26.08.2024). – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

1 Высокопроизводительные вычислительные системы и квантовая обработка информации : учебное пособие / В. Ф. Гузик, С. М. Гушанский, Е. В. Ляпунцова, В. С. Потапов ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2021. - 202 с. - ISBN 978-5-9275-3787-7. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1894426. (дата обращения: 26.08.2024). – Режим доступа: по подписке.

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт.— Алчевск. — URL: library.dstu.education .— Текст : электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: http://ntb.bstu.ru/jirbis2/ .— Текст : электронный.

3. Консультант студента : электронно-библиотечная система.— Москва. — URL: http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x.— Текст : электронный.

4. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система.— URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red.— Текст : электронный.

5. Сайт кафедры ИСИБ http://scs.dstu.education.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 6.

Таблица 6 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: *Мультимедийная аудитория. (60 посадочных мест)*, оборудованная специализированной (учебной) мебелью (парта трехместная – 18 шт., парта двухместная – 6 шт, стол– 1 шт., доска аудиторная– 1 шт.), учебное ПК (монитор + системный блок), мультимедийная стойка с оборудованием – 1 шт., широкоформатный экран. Аудитории для проведения лекций:	ауд. *207* корп. *4*
Компьютерные классы (22 посадочных места), оборудованный учебной мебелью, компьютерами с неограниченным доступом к сети Интернет, включая доступ к ЭБС: ПК– 12 шт.; Доска – 1 шт.	ауд. *211* корп. *4*

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Разработал:
и.о заведующего кафедрой
интеллектуальных систем
и информационной безопасности _____ Е.Е.Бизянов
(должность) (подпись) Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой
интеллектуальных систем
и информационной безопасности _____ Е.Е.Бизянов
(подпись Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры интеллектуальных систем
и информационной безопасности от 27.08.2024 г

И.о. декана факультета
информационных технологий и
автоматизации производственных
процессов _____ В.В Дьячкова
(подпись) Ф.И.О.)

Согласовано:

Председатель методической
комиссии по направлению 09.03.01
«Информатика и вычислительная техника» _____ Е.Е.Бизянов
(подпись Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра _____ О.А. Коваленко
(подпись Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

<table>
<tr><td colspan="2">Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений</td></tr>
<tr><td>ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:</td><td>ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Основание:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Подпись лица, ответственного за внесение изменений</td></tr>
</table>