

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра математического обеспечения вычислительных систем

Авторы-составители: **Городилов Алексей Юрьевич**
Бузмаков Алексей Владимирович

Рабочая программа дисциплины

ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ И МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

Код УМК 92464

Утверждено
Протокол №6
от «26» июня 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Высокопроизводительные вычисления и машинное обучение

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.04.02** Прикладная математика и информатика

направленность Математическое и программное обеспечение вычислительных систем

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Высокопроизводительные вычисления и машинное обучение** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

01.04.02 Прикладная математика и информатика (направленность : Математическое и программное обеспечение вычислительных систем)

ПК.4 Способен интегрировать разработанное системное программное обеспечение

Индикаторы

ПК.4.2 Внедряет разработанное программное обеспечение для высокопроизводительных вычислительных комплексов и систем, базирующихся на знаниях

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	01.04.02 Прикладная математика и информатика (направленность: Математическое и программное обеспечение вычислительных систем)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	5
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	36
Проведение лекционных занятий	12
Проведение практических занятий, семинаров	12
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	12
Самостоятельная работа (ак.час.)	72
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (5 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Высокопроизводительные вычисления и GRID-технологии. Первый семестр

Курс предназначен для знакомства студентов с аппаратным и программным обеспечением, позволяющим решать задачи, требующие больших вычислительных мощностей.

Основные понятия

Данный раздел призван ознакомить студентов с основными понятиями из области высокопроизводительных вычислений. Для того чтобы они могли овладеть профессиональной терминологией и участвовать в деятельности профессиональных сообществ, занимающихся высокопроизводительными вычислениями.

Основные понятия. Эволюция высокопроизводительных систем

Задачи, требующие больших вычислительных мощностей.

Теоретические предпосылки создания ВС для параллельной обработки данных. Пути повышения производительности ВС.

Архитектура компьютеров и вычислительных систем. Основные элементы высокопроизводительных ВС. Усложнение и наращивание аппаратных средств.

Скалярная параллельная обработка информации. Конвейерная обработка информации.

Понятие о суперкомпьютере, как о компьютере со специализированным, особо мощным процессором.

Спецпроцессоры: использование параллелизма на уровне машинных команд, суперскалярные процессоры, VLIW-процессоры.

История развития суперкомпьютеров.

Первая суперкомпьютерная революция: технология комплексирования многих процессоров в единую систему (вместо технологии разработки процессора).

Вторая суперкомпьютерная революция: создание кластеров выделенных рабочих станций.

Различные классификации высокопроизводительных вычислительных систем.

1. Классификация Р.Хоксни. Иерархическая структура архитектур компьютеров класса MIMD - уточнение классификации Флинна. Примеры конкретных ВС, разделённых на классы с помощью классификации Фенга.

2. Классификация Т.Фенга. Определение производительности процессора по двум характеристикам: числу бит в машинном слове, обрабатываемых параллельно (n), числу слов, обрабатываемых параллельно (m). 4 класса ВС:

разрядно-последовательные, пословно-последовательные ($n=m=1$);

разрядно-параллельные, пословно-последовательные ($n>1, m=1$);

разрядно-последовательные, пословно-параллельные ($n=1; m>1$);

разрядно-параллельные, пословно-последовательные ($n>1, m>1$);

Недостатки и достоинства классификации Фенга.

3. Классификация В. Хендлера. Три характеристики обработки данных, на которых базируется классификация Хендлера:

уровень выполнения программы; уровень выполнения команды; уровень битовой обработки.

Примеры описания реальных ВС с помощью классификации Хендлера.

4. Классификация Л. Шнейдера. Этап выборки и непосредственного исполнения в потоках команд и данных – характеристики ВС, используемые для классификации Л.Шнейдера. Понятие потока ссылок, потока команд, потока данных. Примеры описания реально существующих ВС с помощью классификации Л. Шнейдера. Классы компьютеров, определяемых по классификации Л.Шнейдера.

5. Классификация Д. Скилликорна. 4 компонента, составляющих архитектуру любого компьютера: процессор команд; процессор данных; иерархия памяти; переключатель. 4 типа переключателей: 1-1 (связь пары функциональных устройств); n - n –фиксация парных устройств двух множеств; 1- n -связь

устройств один-ко многим их некоторого набора; $n \times n$ – связь каждого устройства из одного множества с любым устройством из другого.

Описание реально существующих ВС при помощи классификации Д. Скилликорна. Достоинства и недостатки классификации Д.Скилликорна.

Производительность параллельных вычислительных систем Пакеты тестовых программ.

Оценка пиковой производительности ВС. Единицы измерения производительности ВС.

Реальная производительность ВС и способы её оценки. Использование тестовых программ. Три группы тестовых наборов. Тесты производителей. Стандартные тесты, используемые для сравнения широкого круга компьютеров. Пользовательские тесты, учитывающие специфику применения конкретного применения ВС.

Тест Linpack (совокупность программ для решения задач линейной алгебры) и его использование для определения производительности ВС с различной архитектурой.

Три методики теста Linpack для выполнения тестирования: “Linpack Benchmark”, “TPP (best effort)”, “A Look at Parallel Processing”.

Свободно распространяемые тесты Linpack – MP Linpack. Программные компоненты, необходимые для запуска теста Linpack:

библиотека MPI, библиотека BLACS (реализация коммуникационных функций), библиотека BLAS (реализация вычислительных функций, библиотека ScaLAPACK (высокоуровневая библиотека для решения ряда алгебраических задач, в том числе систем линейных уравнений), набор программ, реализующих тест Linpack.

Свободно распространяемая версия Linpack – HPL (High performance Linpack), особенности её использования для определения производительности.

Пакеты тестовых программ Spec. Цели корпорации Spec при разработке тестовых программ и особенности их использования для оценки производительности. Обзор тестов: тесты для определения производительности процессоров, тесты для измерения производительности при реализации виртуальной Java-машины, тест для оценки производительности с сетевой файловой системой NFS и т.д.

Краткое описание тестов, характеристики выполнения программ на ВС с параллельной архитектурой с помощью этих тестов (средняя скорость работы в многопроцессорном режиме, индексы пропускной способности и т.д.), условия для запуска тестов.

Тест «NAS Parallel Benchmark 2.0», его назначение, оценки вычислительных возможностей ВС и скорости передачи данных между процессорами.

Тесты коммуникационной среды: общие сведения о пакете PMB 2.2: тест Ping Pong, PingPing, Exchange, Reduce и т.д.

Надёжность высокопроизводительных систем.

Отказоустойчивые системы и основные понятия в области отказоустойчивости. Показатели надёжности: коэффициент готовности и интервал между отказами. Показатели надёжности системы и способы повышения этих показателей: использование многопроцессорных конфигураций, использование кодов с обнаружением ошибок, применение RAID технологий. Решение проблем обнаружения сбоев и отказов: использование кодов, сравнение в каждом такте исполнения одной и той же программы на двух или большем количестве процессоров, проверка работоспособности ВМ посредством запуска тестовых процедур и т.д. Методы обнаружения сбоев и отказов, совмещаемые с вычислениями. Методы тестового обнаружения. Модели отказоустойчивых систем.

Высокопроизводительные системы с разделяемой и распределенной памятью.

1. ВС с SMP-архитектурой. Понятие SMP-архитектуры. Проблемы первых SMP-систем.

Архитектура современных симметричных мультипроцессорных систем. Удобство программирования систем с общей памятью. Конфликты при обращении к общей шине памяти. Отставание скорости работы оперативной памяти от скорости работы процессора.

Введение кэш-памяти. Нарушение принципа равноправного доступа к любой точке памяти. Проблема когерентности кэш-памяти и способы ее решения.

Использование графических ускорителей для решения вычислительных задач. Технологии CUDA и OpenCL. Классы задач, решаемых на графических процессорах

2. Архитектура с неоднородным доступом к памяти - NUMA. Введение трех уровней памяти. Понятие узла. Уменьшение нагрузки на шину. Аппаратная поддержка когерентности. Предел масштабируемости. Примеры реальных систем.

3. Архитектура систем с распределенной памятью. Состав вычислительного узла. Доступ к памяти других узлов. Преимущества MPP-систем и их недостатки. Проблемы коммуникационной среды.

Топологии, маршрутизация. Структура памяти в MPP-системах.

Пример реализации ВС с MPP-архитектурой: компьютер Cray T3E.

Аппаратная поддержка барьерной синхронизации в компьютерах Cray T3D/T3E.

Кластерные системы

Данный раздел знакомит студентов с аппаратным и программным обеспечением кластеров, и позволяет получить навыки работы с кластерами и написания для них прикладных программ.

Понятие кластера. Аппаратное обеспечение кластера.

Кластеры как развитие MPP. Возможность объединения в единые вычислительные системы серийных компьютеров разного типа. Кластеры невыделенных рабочих станций.

Понятие кластера выделенных рабочих станций. Преимущества кластерных систем. Отсутствие ограничений на состав и архитектуру узлов.

Общая схема кластерной системы: вычислительные узлы и управляющая машина. Влияние коммуникационной среды на производительность кластера. Понятие латентности, пропускной способности и цены обмена. Понятие полноты сети. Стоимость коммуникационной среды.

Современные сетевые решения:

Технология Ethernet (10 мегабитный вариант). Недостатки технологии (низкие показатели полноты сети).

Технология Fast Ethernet. Преимущества (низкая стоимость) и недостатки технологии (необходимость использования достаточно работоспособный коммутатор для выполнения обменов, недостаточно высокая пропускная способность).

Технология Infinet. Характеристики латентности и скорости передачи данных технологии Infinet.

Характеристики стоимости. Перспективы использования технологии Infinet.

Технология SCI. Прочие технологии.

Организация внешней памяти: преимущества и недостатки использования общего файлового сервера, локальных дисков, распределённой файловой системы, специализированной аппаратуры.

Гибридная архитектура. Вычисления на графических ускорителях. Технологии CUDA и OpenCL.

Классы задач, решаемых на кластерах с гибридной архитектурой. Преимущества и недостатки гибридной архитектуры.

Программное обеспечение кластера. Кластерные решения.

Структура программного обеспечения кластера: локальная операционная система (Windows, Linux, например) для управляющей машины и вычислительных узлов; коммуникационная библиотека; базовая система запуска параллельных программ.

Требования к локальной операционной системе – наличие механизмов для удалённого запуска

программ, доступа к удалённой файловой системе и взаимодействия процессов в сетевом варианте.
Необходимость наличия системы авторизации при удалённом выполнении команд.
Требование высокой скорости выполнения обмена данными.
Управление ресурсами кластера. Управление процессором: требование эффективного распределение процессоров между задачами; требование гарантированного уничтожения процессов при завершении задачи; организация очереди запросов на запуск задач.
Способы управления ресурсами внешней памяти.
Кластерные проекты: Пример реализации Beowulf-кластеров.
Описание проекта TheHive. Описание проекта LoBoS.
Описание кластера MBC-1000. Архитектура суперкомпьютера MBC-1000 Программное обеспечение
Другие проекты.

Отчетные задания по высокопроизводительным вычислениям

Задание заключается в написании параллельной программы, использующей технологии OpenMP, NUMA, CUDA, MPI; скрипта для ее запуска на кластере; а также отчета о результатах и времени работы программы.

Машинное обучение

Данный раздел знакомит студентов методами и алгоритмами машинного обучения.

Введение в машинное обучение

Понятие машинного обучения. Примеры задач, решаемых с помощью машинного обучения.
Формальная постановка задачи машинного обучения. Основные понятия: объекты и признаки (features), обучающая выборка (training set), модель, функция потерь (cost function), тестовая выборка (test set), обучение с учителем, без учителя, частичное обучение с учителем.
Типы решаемых задач (классификация, кластеризация, регрессия, прогнозирование).
Сведение задачи машинного обучения к задаче поиска экстремума функции.
Метод наименьших квадратов как пример алгоритма машинного обучения.

Типичные проблемы в задачах машинного обучения

Недостаточная выразительность модели. Способы решения. Повышение размерности.
Переобучение модели. Выявление. Деление выборки на обучающую, кросс-валидационную и тестовую.
Способы решения. Регуляризация.
Определение оптимальных гиперпараметров модели.

Классификация

Виды классификации: бинарная классификация, многоклассовая классификация: непересекающиеся классы, пересекающиеся классы, нечеткие классы.
Логические методы классификации: решающие деревья, случайный лес.
Метрические методы классификации: метод k ближайших соседей, ядра. Меры расстояния: Евклидово расстояние, манхэттенское расстояние, расстояние Чебышева, степенное расстояние.
Линейные методы классификации: логистическая регрессия, метод опорных векторов (SVM).
Методы вероятностной классификации: наивный байесовский классификатор.
Метрики качества классификации: accuracy, precision, recall, F-score.

Кластеризация

Кластеризация как пример обучения без учителя.
Виды кластеризации: пересекающиеся и непересекающиеся классы, иерархическая кластеризация.
Алгоритм k-средних. Алгоритм с-средних. Определение числа кластеров.

Алгоритмы кластеризации, основанные на графах: алгоритм выделения связных компонент, алгоритм минимального покрывающего дерева.

Понижение размерности и метод главных компонент.

Нейросети

Модель нейрона, функции активации (сигмоид, гиперболический тангенс, релу). Недостатки однослойных нейросетей, задача исключающего или. Полнота многослойных сетей в пространстве булевых функций.

Прямое распространение в нейросети. Алгоритм обратного распространения ошибки. Проблема "паралича" сети. Структура сети. Сверточные нейросети. Рекуррентные нейросети.

Примеры использования нейросетей: распознавание изображений, поиск, игры т.д..

Отчетные задания по машинному обучению

Задание заключается в решении задачи классификации с помощью собственной реализации нескольких алгоритмов классификации

Зачет

Список вопросов для подготовки:

Вопросы по высокопроизводительным вычислениям

1. Причины возникновения суперкомпьютеров. Примеры задач, решаемых на суперкомпьютерах. История развития суперкомпьютеров. Пути повышения производительности вычислительных систем. Примеры.
 2. Конвейерная обработка информации. Суперскалярные процессоры и VLIW-процессоры. Матричные процессоры, ассоциативные процессоры. Примеры. Квантовые компьютеры, ДНК-процессоры, нейронные процессоры, процессоры с многозначной логикой.
 3. Различные классификации высокопроизводительных вычислительных систем. Классификация Флинна, Хоксни, Фенга, Хендлера. Достоинства и недостатки.
 4. Классификации Шнайдера и Скилликорна. Достоинства и недостатки.
 5. Производительность вычислительных систем. Пакеты тестовых программ.
 6. Системы с разделяемой памятью. Достоинства и недостатки. Примеры. Программное обеспечение для систем с разделяемой памятью.
 7. Архитектура NUMA. Достоинства и недостатки. Примеры. Программное обеспечение для систем с архитектурой NUMA.
 8. Системы с распределенной памятью. Примеры. Достоинства и недостатки. Стандарт MPI.
 9. Вычисления на GP GPU. Примеры. Задачи, решаемые на GP GPU. Достоинства и недостатки GP GPU. Технология CUDA.
 10. Кластеры. Отличия от MPP архитектуры. Примеры. Аппаратное обеспечение кластеров. Коммуникационные среды и их характеристики. Программное обеспечение кластеров.
 11. Понятие grid, понятие виртуальной организации. Критерии grid. Примеры grid-систем. Принципы их работы.
 12. Надежность высокопроизводительных систем. Показатели надежности. Классификация отказов. Методы обеспечения отказоустойчивости.
- Вопросы по машинному обучению (МО)
13. Определение МО. Примеры использования. Формальная постановка задачи МО. Сведение задачи МО к численным методам. Метод наименьших квадратов как пример задачи машинного обучения.
 14. Типичные проблемы в задачах МО (переобучение, недостаточная выразительность модели, выбор гиперпараметров модели) и способы их решения.
 15. Формальная постановка задачи классификации. Виды задач классификации. Логистическая

регрессия.

16. Метрические методы классификации. Наивный Байесовский метод.

17. Деревья решений. Метрики качества классификации (accuracy, precision, recall, F-score).

18. Нейросети. Модель нейрона. Ограничения однослойных нейросетей. Преимущества многослойных нейросетей. Прямое и обратное распространение в нейросети.

19. Сверточные нейросети. Принцип работы. Примеры использования.

20. Рекуррентные нейросети. GRU. Принцип работы. Примеры использования.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Мищенко, В. К. Архитектура высокопроизводительных вычислительных систем : учебное пособие / В. К. Мищенко. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 40 с. — ISBN 978-5-7782-2365-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/44898.html>

2. Малявко, А. А. Параллельное программирование на основе технологий OpenMP, MPI, CUDA : учебное пособие для академического бакалавриата / А. А. Малявко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 129 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11827-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/446247>

Дополнительная:

1. Параллельное программирование: учебно-методическое пособие / Е. Б. Замятина [и др.]. - Пермь: ПГУ, 2007, ISBN 5-7944-0827-8.-88.-Библиогр.: с. 86-87

2. Тель Ж. Введение в распределенные алгоритмы / Ж. Тель ; пер. с англ. В. А. Захарова. - Москва: Изд-во МЦНМО, 2009, ISBN 978-5-94057-515-3.-616.-Библиогр.: с. 593-604. - Предм. указ.: с. 605-616

3. Таненбаум Э., Стеен М. ван Распределенные системы. Принципы и парадигмы: перевод с английского / Э. Таненбаум, М. ван Стеен ; пер. В. Горбунков. - Санкт-Петербург: Питер, 2003, ISBN 5-272-00053-6.-877.-Библиогр.: с. 803-832. - Алф. указ.: с. 855-876

4. Деменев А. Г. Анализ параллельных вычислительных алгоритмов: учебно-методическое пособие / А. Г. Деменев. - Пермь: Пермский университет, 2007, ISBN 5-7944-0803-0.-42.-Библиогр.: с. 37

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Высокопроизводительные вычисления и машинное обучение** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Visual Studio
- Пакет JetBrains: DataDrip, PyCharm Community, IntelliJ Idea Ultimate

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения лабораторных занятий - меловая и (или) маркерная доска, компьютерный класс (аппаратное и программное обеспечение определено в Паспортах компьютерных классов)

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Высокопроизводительные вычисления и машинное обучение**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ПК.4

Способен интегрировать разработанное системное программное обеспечение

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.4.2 Внедряет разработанное программное обеспечение для высокопроизводительных вычислительных комплексов и систем, базирующихся на знаниях</p>	<p>Знать основные понятия, относящиеся к высокопроизводительным вычислениям и машинному обучению, различные параллельные технологии для решения задач; уметь проектировать, реализовывать и интегрировать программное обеспечение для высокопроизводительных систем; владеть навыками внедрения программного обеспечения для высокопроизводительных вычислительных систем.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные понятия, относящиеся к высокопроизводительным вычислениям и машинному обучению; не знает и не умеет использовать различные параллельные технологии для решения задач. Не умеет проектировать и реализовывать программы для высокопроизводительных систем. Не владеет навыками внедрения программного обеспечения для высокопроизводительных вычислительных систем.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Знает основные понятия, относящиеся к высокопроизводительным вычислениям и машинному обучению; некоторые параллельные технологии для решения задач. В целом умеет проектировать и реализовывать программы для высокопроизводительных систем с помощью подходящих средств разработки. Владеет первичными навыками внедрения программного обеспечения для высокопроизводительных вычислительных систем.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Сформированы базовые знания основных понятий, относящихся к высокопроизводительным вычислениям и машинному обучению. Студент знает о различных параллельных технологиях, но не всегда умеет их использовать для решения задач. Умеет проектировать, реализовывать и интегрировать программы для</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>высокопроизводительных систем с учетом поставленных задач и особенностей условий их решения; выбирать подходящие средства разработки программ для высокопроизводительных систем. Владеет навыками внедрения программного обеспечения для высокопроизводительных вычислительных систем.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированы систематические знания основных понятий, относящихся к высокопроизводительным вычислениям и машинному обучению. Студент знает и умеет использовать различные параллельные технологии для решения задач. В совершенстве умеет проектировать, реализовывать и интегрировать программы для высокопроизводительных систем с учетом поставленных задач и особенностей условий их решения, создавая приложения, имеющие оптимальные архитектуры для заданных при разработке критериев; выбирать наиболее подходящие средства разработки программ для высокопроизводительных систем. Владеет и успешно применяет навыки внедрения программного обеспечения для высокопроизводительных вычислительных систем.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Основные понятия. Эволюция высокопроизводительных систем Входное тестирование	Знание основ параллельного программирования. Параллельная программа программа для нахождения простых чисел
ПК.4.2 Внедряет разработанное программное обеспечение для высокопроизводительных вычислительных комплексов и систем, базирующихся на знаниях	Классификация Письменное контрольное мероприятие	Знать основные понятия, относящиеся к высокопроизводительным вычислениям и машинному обучению, различные параллельные технологии для решения задач; уметь проектировать, реализовывать и интегрировать программное обеспечение для высокопроизводительных систем.
ПК.4.2 Внедряет разработанное программное обеспечение для высокопроизводительных вычислительных комплексов и систем, базирующихся на знаниях	Отчетные задания по машинному обучению Письменное контрольное мероприятие	Знать различные параллельные технологии для решения задач; уметь проектировать, реализовывать и интегрировать программное обеспечение для высокопроизводительных систем; владеть навыками внедрения программного обеспечения для высокопроизводительных вычислительных систем

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.4.2 Внедряет разработанное программное обеспечение для высокопроизводительных вычислительных комплексов и систем, базирующихся на знаниях	Зачет Итоговое контрольное мероприятие	Знать основные понятия, относящиеся к высокопроизводительным вычислениям и машинному обучению, различные параллельные технологии для решения задач

Спецификация мероприятий текущего контроля

Основные понятия. Эволюция высокопроизводительных систем

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Параллельная программа всегда будет выводить корректный результат независимо от того, в каком порядке и на какое время параллельным потокам выделяется процессорное время	2.5
Параллельная программа, запущенная в 2 потока на процессоре с двумя или более ядрами, работает более чем на 30% быстрее чем последовательная и выводит корректный результат	1.5
Параллельная программа, запущенная в 2 потока на процессоре с двумя или более ядрами, работает всегда быстрее, чем последовательная, и выводит корректный результат	1

Классификация

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **32**

Проходной балл: **16**

Показатели оценивания	Баллы
Знает виды классификации: бинарная классификация, многоклассовая классификация: непересекающиеся классы, пересекающиеся классы, нечеткие классы.	8
Знает и умеет вычислять метрики качества классификации: accuracy, precision, recall, F-score	8
Знает и умеет применять линейные (логистическая регрессия, метод опорных векторов (SVM)) и вероятностные (наивный байесовский классификатор) методы классификации.	8
Знает и умеет применять логические (решающие деревья, случайный лес) и метрические (к ближайших соседей, ядра) методы классификации.	8

Отчетные задания по машинному обучению

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **38**

Проходной балл: **19**

Показатели оценивания	Баллы
Решение задачи классификации с помощью готовой реализации сверточной или рекуррентной нейросети	7
Решение задачи классификации с помощью собственной реализации нейросети	7
Решение задачи классификации с помощью собственной реализации одного из метрических методов классификации	6
Решение задачи классификации с помощью собственной реализации наивного байесовского метода	6
Решение задачи классификации с помощью собственной реализации случайного леса	6
Решение задачи классификации с помощью собственной реализации алгоритма логистической регрессии	6

Зачет

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Содержание ответа на второй вопрос в целом соответствует заданным вопросам. В ответе отражены все дидактические единицы, предусмотренные заданными вопросами. Продемонстрировано знание фактического материала, отсутствуют фактические ошибки. Продемонстрировано уверенное владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (уместность употребления, аббревиатуры, толкование и т.д.), отсутствуют ошибки в употреблении терминов. Показано умелое использование категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной взаимосвязи.	8
Содержание ответа на первый вопрос в целом соответствует заданным вопросам. В ответе отражены все дидактические единицы, предусмотренные заданными вопросами. Продемонстрировано знание фактического материала, отсутствуют фактические ошибки. Продемонстрировано уверенное владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (уместность употребления, аббревиатуры, толкование и т.д.), отсутствуют ошибки в употреблении терминов. Показано умелое использование категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной взаимосвязи.	8
Содержание ответа на второй вопрос в целом соответствует заданным вопросам. Видно уверенное владение освоенным материалом, изложение сопровождается адекватными примерами из практики. Ответ четко структурирован и выстроен в заданной логике. Части ответа логически взаимосвязаны. Отражена логическая структура: постановка проблемы – аргументация – выводы.	7
Содержание ответа на первый вопрос в целом соответствует заданным вопросам. Видно уверенное владение освоенным материалом, изложение сопровождается адекватными примерами из практики. Ответ четко структурирован и выстроен в заданной логике. Части ответа логически взаимосвязаны. Отражена логическая структура: постановка проблемы – аргументация – выводы.	7