

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Институт компьютерных наук и технологий

Авторы-составители: **Чупин Антон Викторович**

Рабочая программа дисциплины
**ТРЕК "ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ
(ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ)"**
Код УМК 100564

Утверждено
Протокол №1
от «28» июня 2024 г.

Пермь, 2024

1. Наименование дисциплины

Трек "Искусственный интеллект и большие данные (Параллельные вычислительные системы)"

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Направление подготовки: **01.03.02** Прикладная математика и информатика
направленность Искусственный интеллект и большие данные

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины Трек "Искусственный интеллект и большие данные (Параллельные вычислительные системы)" у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

01.03.02 Прикладная математика и информатика (направленность : Искусственный интеллект и большие данные)

ПК.5 Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение

Индикаторы

ПК.5.1 Собирает, систематизирует, выявляет взаимосвязи и документирует требования к компьютерному программному обеспечению, создавая или модифицируя математическую модель; оценивает время и трудоемкость их реализации

ПК.5.2 Разрабатывает, изменяет архитектуру компьютерного программного обеспечения; проектирует структуры данных, базы данных, алгоритмы, программные интерфейсы

4. Объем и содержание дисциплины

Направление подготовки	01.03.02 Прикладная математика и информатика (направленность: Искусственный интеллект и большие данные)
форма обучения	очная
№№ семестров, выделенных для изучения дисциплины	5
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	
Проведение лекционных занятий	18
Проведение практических занятий, семинаров	34
Самостоятельная работа (ак.час.)	92
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (4) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (5 семестр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Трек "Искусственный интеллект и большие данные (Параллельные вычислительные системы)"
Дисциплина формирования компетенций, необходимых для эффективного использования параллельных вычислительных систем в исследовательских проектах в области анализа данных и математического моделирования. Предполагается теоретическое осмысление компьютерных основ суперкомпьютерных технологий и практическое освоение суперкомпьютера.

Введение в параллельные вычислительные системы. Определение ПВС. Основные понятия параллельных вычислений. Классификация компьютерных архитектур.

В данном разделе рассмотрены основные понятия параллельных вычислительных систем и параллельных вычислений. Приведена классификация компьютерных архитектур.

История развития параллельных вычислений. Современное состояние. Основы работы на суперкомпьютере («ПГНИУ-Кеплер») и в среде программирования по компиляции и запуску программ.

В данном разделе приведена история развития параллельных вычислений и современное состояние. Рассмотрены основы работы на суперкомпьютере Пермского государственного национального исследовательского университета.

Производительность вычислительных систем. Показатели эффективности параллельных вычислений. Аппаратные компоненты ПВС и коммуникации между ними.

В данном разделе рассмотрена производительность вычислительных систем и способы ее оценки. Также приведены показатели эффективности параллельных вычислений и изучены аппаратные компоненты ПВС и коммуникации между ними.

Оперативная память и эффективность доступа к ней

В данном разделе изучено устройство оперативной памяти в ПВС в зависимости от архитектуры, проанализирована эффективность доступа к ней.

Основные парадигмы параллельного программирования. Программное обеспечение для параллельных вычислений.

В данном разделе рассмотрены основные парадигмы параллельного программирования. Также приведен обзор программного обеспечения для параллельных вычислений с историей его развития.

Операционные системы для параллельных вычислений

В данном разделе изучены особенности работы операционных систем для параллельных вычислений.

Программирование многопроцессорных систем с разделяемой памятью. Введение в OpenMP

В данном разделе рассмотрены основы программирования многопроцессорных систем с разделяемой памятью. Изучены технологии библиотеки OpenMP.

Языки высокого уровня для программирования для параллельных вычислений. Степени параллелизма. Автоматическое распараллеливание последовательных программ.

В данном разделе приведен обзор языков высокого уровня для программирования для параллельных вычислений. Рассмотрены степени параллелизма. Изучены приемы автоматического распараллеливания последовательных программ.

Программирование многопроцессорных систем с распределенной памятью. Введение в MPI

В данном разделе рассмотрены основы программирования многопроцессорных систем с распределенной памятью. Изучены технологии параллельного программирования MPI.

Методы распараллеливания ациклических и циклических алгоритмов.

В данном разделе рассмотрены методы распараллеливания ациклических и циклических алгоритмов.

Программирование на ГПУ. Введение в CUDA

В данном разделе рассмотрена возможность применения видеокарт в роли ускорителей вычислений и основы приемов программирования на ГПУ. Изучена технология программирования на видеокартах NVidia CUDA.

Модели параллельных вычислений

В данном разделе рассмотрены базовые модели параллельных вычислений.

Основные принципы разработки параллельных методов

В данном разделе рассмотрены основные принципы разработки параллельных методов.

Параллельные системы нетрадиционной архитектуры

В данном разделе приведен обзор параллельных систем нетрадиционной архитектуры.

Итоговое контрольное мероприятие

Индивидуальная работа содержит разработку и реализацию алгоритмов решения поставленных задач без и с использованием технологии параллельных вычислений, проведение эксперимента по оценке ускорения алгоритмов, анализ результатов эксперимента, подготовка отчета о работе по шаблону.

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 аудиторные 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. Деменев А. Г. Параллельные вычислительные системы:учебно-методическое пособие/А. Г. Деменев.-Пермь,2007, ISBN 5-7944-0807-3.-87.-Библиогр.: с. 77
2. Параллельные архитектуры:учебно-методическое пособие/Е. Б. Замятин [и др].-Пермь,2007, ISBN 5-7944-0827-8.-56.

Дополнительная:

1. Параллельные вычисления на GPU. Архитектурная и программная модель CUDA:учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям ВПО 010400 "Прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии"/А. В. Боресков [и др.] ; авт. предисл. В. А. Садовничий.-Москва:Издательство Московского государственного университета,2012, ISBN 978-5-211-06340-2.-336.-Библиогр.: с. 297-300
2. Богачев К. Ю. Основы параллельного программирования:[учебное пособие]/К. Ю. Богачев.-Москва:БИНОМ. Лаборатория Знаний,2003, ISBN 5-94774-037-0.-342.

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ

<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 Трек "Искусственный интеллект и большие данные (Параллельные вычислительные системы)" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Образовательный процесс по дисциплине 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;
- доступ к многопроцессорному вычислительному комплексу (суперкомпьютеру), предоставляющему высокопроизводительные вычислительные сервисы с установленным специализированным программным обеспечением:
- операционная система Linux;
- средства разработки программного обеспечения на языках C/C++ (от Intel, GNU, NVIDIA, PGI) и C# (от Microsoft);
- программные библиотеки MPI, OpenMP, CUDA;
- наборы программ, предоставляющих шифрование сеансов связи по компьютерным сетям с использованием протокола SSH (OpenSSH и /или Putty);
- система управления распределенными вычислениями (PBS- или LSF-совместимая);
- облачное хранилище данных (по выбору студента) с поддержкой средств коллективной работы.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение (ПО):

1. Adobe Acrobat Reader DC - приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов.
2. LibreOffice - офисный пакет приложений.
3. ALT Education Linux - ОС для рабочих станций.
4. Google Chrome - веб-браузер, в свободном доступе.
5. CentOS Linux - серверная ОС, в свободном доступе.
6. IBM Spectrum Cluster Foundation Community Edition - ПО для управления высокопроизводительными вычислительными кластерами (ограничение — можно создать только один кластер).
7. IBM Spectrum LSF Community Edition — шаблон IBM Spectrum Cluster Foundation Community Edition, который развертывает кластер, включающий следующее программное обеспечение: IBM Spectrum LSF Express; IBM Spectrum LSF Application Center Basic; IBM Platform MPI Community Edition.
8. Intel® Parallel Studio XE — набор содержит высокопроизводительные компиляторы, библиотеки, модели параллельного программирования, рекомендации по оптимизации многопотоковой обработки данных и векторизации, анализатор производительности VTune™ Amplifier, отладчик памяти и функций обработки потоков, и многое другое.
9. Intel® Math Kernel Library - быстрая математическая библиотека для процессоров Intel® и других совместимых процессоров, содержит высоко оптимизированные функции для многопоточной обработки и векторизации.
10. Intel® MPI Library — высокопроизводительная библиотека для г

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 видеоконтента, а также 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 групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, 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.

Специальная материально-техническая база для выполнения лабораторных работ и самостоятельной работы студентов:

многопроцессорный вычислительный комплекс (МВК) с гибридной архитектурой, имеющий сетевой доступ из базовой сети ПГНИУ и/или сети Интернет;

графические терминалы, имеющие сетевой доступ к базовой сети ПГНИУ и/или сети Интернет.

ПВ качестве МВК предполагается использование суперкомпьютеров Центра коллективного пользования высокопроизводительными вычислительными ресурсами ПГНИУ: система "ПГУ-Тесла" и/или система "ПГНИУ-Кеплер".

В качестве терминалов предполагается использование персональных компьютеров в компьютерных классах Компьютерного центра механико-математического факультета и/или личных нетбуков (ноутбуков) студентов, с предустановленной ОС семейства Windows или Linux.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

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

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

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

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

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборужена 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
Трек "Искусственный интеллект и большие данные (Параллельные вычислительные системы)"

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

ПК.5

Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ПК.5.1 Собирает, систематизирует, выявляет взаимосвязи и документирует требования к компьютерному программному обеспечению, создавая или модифицируя математическую модель; оценивает время и трудоемкость их реализации	Умение создавать или модифицировать математическую модель решения прикладной задачи с применением технологий параллельных вычислений с оценкой времени и трудоемкости их реализации.	<p>Неудовлетворител Отсутствие умения создавать или модифицировать математическую модель решения прикладной задачи с применением технологий параллельных вычислений с оценкой времени и трудоемкости их реализации.</p> <p>Удовлетворительн В целом успешное, но не систематическое умение создавать или модифицировать математическую модель решения прикладной задачи с применением технологий параллельных вычислений с оценкой времени и трудоемкости их реализации.</p> <p>Хорошо В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера) создавать или модифицировать математическую модель решения прикладной задачи с применением технологий параллельных вычислений с оценкой времени и трудоемкости их реализации.</p> <p>Отлично Успешное и систематическое умение создавать или модифицировать математическую модель решения прикладной задачи с применением технологий параллельных вычислений с оценкой времени и трудоемкости их реализации.</p>
ПК.5.2	Способность разработать и	Неудовлетворител

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>Разрабатывает, изменяет архитектуру компьютерного программного обеспечения; проектирует структуры данных, базы данных, алгоритмы, программные интерфейсы</p>	<p>реализовать алгоритмы последовательного и параллельного решения поставленной задачи с использованием технологий OpenMP, MPI, CUDA.</p>	<p>Неудовлетворител Не способен самостоятельно разработать и реализовать без ошибок алгоритмы последовательного и параллельного решения поставленной задачи с использованием технологий OpenMP, MPI, CUDA.</p> <p>Удовлетворительн Способен самостоятельно или с помощью преподавателя разработать и реализовать возможно с ошибками, исправленными в течении работы, алгоритмы последовательного и параллельного решения поставленной задачи с использованием двух технологий из изученных OpenMP, MPI, CUDA.</p> <p>Хорошо Способен самостоятельно или частично с помощью преподавателя разработать и реализовать возможно с ошибками, исправленными в течении работы, алгоритмы последовательного и параллельного решения поставленной задачи с использованием технологий OpenMP, MPI, CUDA.</p> <p>Отлично Способен самостоятельно разработать и реализовать без ошибок алгоритмы последовательного и параллельного решения поставленной задачи с использованием технологий OpenMP, MPI, CUDA.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

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 45 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 45 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.5.1 Собирает, систематизирует, выявляет взаимосвязи и документирует требования к компьютерному программному обеспечению, создавая или модифицируя математическую модель; оценивает время и трудоемкость их реализации	История развития параллельных вычислений. Современное состояние. Основы работы на суперкомпьютере («ПГНИУ-Кеплер») и в среде программирования по компиляции и запуску программ. Защищаемое контрольное мероприятие	способность самостоятельно находить и изучать актуальные источники информации о суперкомпьютерах и технологиях параллельного программирования, умение работать с разнообразными ресурсами (онлайн-курсы, справочники, техническая литература, вики), умение вычленять основную полезную информацию об характеристиках параллельных вычислительных систем
ПК.5.2 Разрабатывает, изменяет архитектуру компьютерного программного обеспечения; проектирует структуры данных, базы данных, алгоритмы, программные интерфейсы ПК.5.1 Собирает, систематизирует, выявляет взаимосвязи и документирует требования к компьютерному программному обеспечению, создавая или модифицируя математическую модель; оценивает время и трудоемкость их реализации	Программирование многопроцессорных систем с разделяемой памятью. Введение в OpenMP Защищаемое контрольное мероприятие	способность самостоятельно выбрать необходимый параллельный алгоритм или разработать его; умение проанализировать его временную сложность и сложность по памяти; умение оценить его параллельную эффективность и возможность гонки ресурсов

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.5.2 Разрабатывает, изменяет архитектуру компьютерного программного обеспечения; проектирует структуры данных, базы данных, алгоритмы, программные интерфейсы ПК.5.1 Собирает, систематизирует, выявляет взаимосвязи и документирует требования к компьютерному программному обеспечению, создавая или модифицируя математическую модель; оценивает время и трудоемкость их реализации	Программирование многопроцессорных систем с распределенной памятью. Введение в MPI Защищаемое контрольное мероприятие	способность самостоятельно выбрать необходимый параллельный алгоритм или разработать его; умение проанализировать его временную сложность и сложность по памяти; умение оценить его параллельную эффективность и потери при коммуникациях
ПК.5.2 Разрабатывает, изменяет архитектуру компьютерного программного обеспечения; проектирует структуры данных, базы данных, алгоритмы, программные интерфейсы ПК.5.1 Собирает, систематизирует, выявляет взаимосвязи и документирует требования к компьютерному программному обеспечению, создавая или модифицируя математическую модель; оценивает время и трудоемкость их реализации	Программирование на ГПУ. Введение в CUDA Защищаемое контрольное мероприятие	способность самостоятельно выбрать необходимый параллельный алгоритм или разработать его; умение проанализировать его временную сложность и сложность по памяти; умение оценить его параллельную эффективность и потери при копировании между уровнями памяти

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.5.2 Разрабатывает, изменяет архитектуру компьютерного программного обеспечения; проектирует структуры данных, базы данных, алгоритмы, программные интерфейсы	Итоговое контрольное мероприятие Итоговое контрольное мероприятие	способность проанализировать ПВС, выбрать адекватный алгоритм для конкретной параллельной вычислительной системы, довести решение вычислительной задачи до безошибочно работающего продукта, пользуясь указанной технологией параллельного программирования
ПК.5.1 Собирает, систематизирует, выявляет взаимосвязи и документирует требования к компьютерному программному обеспечению, создавая или модифицируя математическую модель; оценивает время и трудоемкость их реализации		

Спецификация мероприятий текущего контроля

История развития параллельных вычислений. Современное состояние. Основы работы на суперкомпьютере («ПГНИУ-Кеплер») и в среде программирования по компиляции и запуску программ.

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
понимает, что означают определённые характеристики суперкомпьютера	10
может оценить пригодность высокопроизводительной вычислительной системы для решения конкретной задачи и выбрать подходящую технологию параллельного программирования для неё	5
знает, где найти информацию о конкретной параллельной вычислительной системе	5

Программирование многопроцессорных систем с разделяемой памятью. Введение в OpenMP

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
способен реализовать алгоритм в парадигме параллельного программирования OpenMP; умение построить эффективную безошибочную программу на его основе	9

способен самостоятельно выбрать алгоритм распараллеливания на системах с общей памятью и оценить его эффективность	6
способен проанализировать получившуюся эффективность программы с использованием OpenMP	5

Программирование многопроцессорных систем с распределенной памятью. Введение в MPI

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
способен реализовать алгоритм в парадигме параллельного программирования MPI; умение построить эффективную безошибочную программу на его основе	12
способен проанализировать получившуюся эффективность программы с использованием MPI	4
способен самостоятельно выбрать алгоритм распараллеливания на системах с общей памятью и оценить его эффективность	4

Программирование на ГПУ. Введение в CUDA

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
способен проанализировать получившуюся эффективность программы с использованием CUDA или аналогов и предложить пути для улучшения	8
способен реализовать алгоритм в парадигме параллельного программирования CUDA или аналогов; умение построить эффективную безошибочную программу на его основе	7
способен самостоятельно выбрать алгоритм распараллеливания на гетерогенных системах и оценить его эффективность	5

Итоговое контрольное мероприятие

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
способность перевести естественный язык задачи на математический язык параллельного алгоритма; умение выбрать эффективный алгоритм для данной задачи для конкретной параллельной вычислительной системы	5
умение обоснованно доказать правильность выбранной технологии и алгоритма для эффективности решения вычислительной задачи	5

умение проанализировать вычислительную и параллельную эффективность полученной программы	5
умение реализовать параллельный алгоритм, пользуясь конкретной технологией параллельного программирования	5