

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра прикладной информатики

Рабочая программа дисциплины

Распределенные вычисления и приложения

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

09.03.03 «Прикладная информатика»

Направленность (профиль):
Прикладные информационные системы и технологии

Уровень:
Бакалавриат

Форма обучения
Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП

Яготинцева Яготинцева Н.В.

Председатель УМС
Палкин И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета РГГМУ
14 05 2021 г., протокол № 3

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
14 05 2021 г., протокол № 6
Зав. кафедрой Петюмин Е.П.

Авторы-разработчики:
Яготинцева Яготинцева Н.В.
Мартын Мартын И.А.
Истомин Истомин Е.П.

Санкт-Петербург 2021

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины – изучение методов и технологии параллельных вычислений и применение их для решения задач анализа данных и математического моделирования.

Основные задачи дисциплины:

- Изучить архитектуры параллельных вычислительных систем.
- Познакомить с концепцией параллельного программирования.
- Освоить технологии многопоточного программирования.
- Освоить технологии программирования GPU.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы. Изучение дисциплины требует входных компетенций, знаний, умений и навыков, предусмотренных следующими курсами:

- Информатика и программирование
- Операционные и телекоммуникационные системы
- Информационные системы и технологии
- Обработка и анализ данных
- Проектирование баз данных

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенции ПК-11

Таблица 1.

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-11. Способен проектировать программное обеспечение	ПК-11.1. Использует существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения ПК-11.2. Применяет методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов ПК-11.3. Использует принципы и виды построения архитектуры программного обеспечения	Знать: стандарты распределенных информационных систем; архитектуру современных информационных вычислительных систем; теорию документирования информационных систем основы создания параллельных алгоритмов рынок программно-технических средств Уметь: использовать нормативно-правовые документы, международные и отечественные стандарты в области информационных систем и технологий использовать параллельные алгоритмы при проектировании информационных систем документировать процессы

		<p>применять параллельные алгоритмы при построении проектных решений</p> <p>анализировать рынок информационных продуктов с параллельной обработкой данных</p> <p>Владеть: навыками формирования требований к информационной системе</p> <p>способностью моделировать и проектировать структуры данных и знаний, прикладные и информационные процессы</p> <p>навыками создания моделей информационных систем</p> <p>технологией многопоточного программирования</p> <p>способами анализа рынка информационных продуктов в области параллельного программирования;</p>
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 8 зачетные единицы, 288 академических часа.

Таблица 2.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объем дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения
Объем дисциплины	288
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	112
в том числе:	-
лекции	56
занятия семинарского типа:	
лабораторные занятия	56
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	176
в том числе:	-
курсовая работа	-
контрольная работа	-

Вид аттестации	промежуточной	Зачет, Экзамен
-----------------------	----------------------	-----------------------

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3.

Структура дисциплины для очной формы обучения

№	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	СРС			
1.	Введение в основы параллелизма	7	8	4	8	Устный опрос	ПК-11	ПК-11.2.
2.	Многопоточное программирование	7	8	8	20	Устный опрос перед выполнением практической работы, отчет по практической работе	ПК-11	ПК-11.1.
3.	Параллельное программирование на основе технологии OpenMP	7	8	8	34	Устный опрос перед выполнением практической работы, отчет по практической работе	ПК-11	ПК-11.1.
4.	Параллельное программирование на основе технологии MPI	8	4	8	40	Устный опрос перед выполнением практической работы, отчет по практической работе	ПК-11	ПК-11.2.
5.	Программирование для GPU	8	6	6	40	Устный опрос перед выполнением практической работы, отчет по практической работе	ПК-11	ПК-11.2.

6.	Тенденции развития современных инфраструктурных решений	8	8	8	34	Устный опрос, доклады	ПК-11	ПК-11.3.
	ИТОГО	-	56	56	176	-	-	-

4.3. Содержание разделов дисциплины

Введение в основы параллелизма

Основные принципы и особенности распределенных систем. Технологии распределенных приложений. Классификация и история развития распределенных вычислительных систем. Требования к средствам и методам распределенных вычислений.

Математические основы параллельных вычислений. Архитектура современных параллельных вычислительных систем. Аспекты параллелизма в операционных системах. Понятия последовательного и параллельного алгоритма, последовательной и параллельной программы. Закон Амдаля.

Многопоточное программирование

Базовые распределенные алгоритмы. Алгоритмы распространения информации. Проверка связности графа. Алгоритм вычисления кратчайших расстояний.

Распределенные алгоритмы на графах. Алгоритмы вычисления минимального остовного дерева. Алгоритм поиска максимального потока в сети.

Процессы и потоки в операционной системе. Многопоточное программирование. Недетерминированность параллельных программ. Гонки данных. Блокировки. Взаимоблокировки. Методы борьбы с взаимоблокировками.

Модели многопроцессорных систем с общей и распределенной памятью. Модель конвейерной системы. Представление алгоритма в виде графа потока данных. Расписание параллельных вычислений. Показатель временной сложности алгоритма. Основные понятия теории сетей Петри. Использование сетей Петри для описания параллельных вычислений. Понятие процесса. Синхронизация параллельных процессов. Аппарат событий. Пример реализации в операционной системе. Многозадачный режим работы ЭВМ как частный случай параллельной обработки.

Параллельное программирование на основе технологии OpenMP

OpenMP как стандарт параллельного программирования для систем с общей памятью. Принципы организации параллелизма. Составные части OpenMP. Директивы компилятора, функции run-time библиотеки. Основные директивы OpenMP. Формат записи. Области видимости. Типы директив. Распределение вычислений между потоками. Управление областью видимости данных. Синхронизация как задача параллельного программирования. Средства синхронизации в OpenMP. Библиотека функций OpenMP. Особенности использования общей памяти. Понятие потока. Директивы OpenMP. Распределение работы между потоками. Синхронизация потоков. Функции и переменные окружения. Сравнительная характеристика подходов параллельного программирования для систем с распределенной и общей памятью.

Параллельное программирование на основе технологии MPI

MPI как стандарт параллельного программирования для систем с распределенной памятью. История развития MPI (в виде стандарта и в виде практических реализаций). Структура программы на MPI, принципы организации параллелизма. Настройка средств разработки, способы запуска. Состав MPI. Поддержка модели взаимодействия параллельных вычислителей при помощи передачи сообщений. Основные программные примитивы системы MPI. Пример использования. Организация вычислений на многопроцессорной системе. Использование технологии кросс эмуляции при разработке параллельных программ.

Программирование для GPU

Архитектура ускорителей вычислений GPU. Сравнение GPU и CPU. Технологии программирования для GPU CUDA и OpenACC

Тенденции развития современных инфраструктурных решений

Обзор современных методов и средств организации распределенных вычислений. Грид-системы. Задача построения Грид-систем. История развития Грид-систем. Обзор инструментария Globus Toolkit для построения Грид-систем.

Облачные вычисления. Понятие облачных вычислений. Область применения облачных технологий. Обзор средств организации облачных вычислений

Распределенные системы высокой пропускной способности. Высокопроизводительные вычислительные распределенные системы. Распределенные системы хранения данных. Живучесть распределенных систем.

4.4. Содержание практических работ

Таблица 4.

Содержание практических занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов
1	Архитектура параллельных вычислительных систем	4
2	Разработка многопоточных программ	8
3	Разработка параллельных программ на OpenMP	8
4	Разработка параллельных программ на MPI	8
5	Разработка параллельных программ на GPU	6
6	Создание приватного облачного хранилища при помощи OWNCLOUD	8

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Данный раздел представлен в фондах оценочных средств

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале. Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля -56;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 14;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 30

6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине –**зачет, экзамен.**

Форма проведения зачета: *устно по вопросам*

ПК-11

Перечень вопросов для подготовки к зачету:

- 1) Математические основы параллельных вычислений.
- 2) Архитектура современных параллельных вычислительных систем.
- 3) Аспекты параллелизма в операционных системах.
- 4) Понятия последовательного и параллельного алгоритма, последовательной и параллельной программы.
- 5) Закон Амдаля.
- 6) Процессы и потоки в операционной системе.
- 7) Многопоточное программирование.
- 8) Недетерминированность параллельных программ.
- 9) Гонки данных.
- 10) Блокировки. Взаимоблокировки.
- 11) Методы борьбы с взаимоблокировками.
- 12) OpenMP как стандарт параллельного программирования для систем с общей памятью. Принципы организации параллелизма.
- 13) Составные части OpenMP. Директивы компилятора, функции run-time библиотеки.
- 14) Основные директивы OpenMP. Формат записи. Области видимости. Типы директив.
- 15) Распределение вычислений между потоками.
- 16) Управление областью видимости данных.
- 17) Синхронизация как задача параллельного программирования. Средства синхронизации в OpenMP.
- 18) Библиотека функций OpenMP.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине –**экзамен.**

Форма проведения зачета: *устно по вопросам*

Перечень вопросов для подготовки к экзамену:

ПК-11

- 1) Основные принципы и особенности распределенных систем.
- 2) Требования к средствам и методам распределенных вычислений.
- 3) Понятия последовательного и параллельного алгоритма, последовательной и параллельной программы.
- 4) Базовые распределенные алгоритмы.
- 5) Алгоритмы распространения информации.
- 6) Многопоточное программирование.
- 7) Недетерминированность параллельных программ.
- 8) Блокировки. Взаимоблокировки. Методы борьбы с взаимоблокировками.
- 9) Модели многопроцессорных систем с общей и распределенной памятью.
- 10) Стандарт параллельного программирования для систем с общей памятью OpenMP
- 11) Синхронизация параллельных процессов.
- 12) Принципы организации параллелизма.
- 13) Распределение вычислений между потоками.
- 14) Синхронизация как задача параллельного программирования.
- 15) Средства синхронизации в OpenMP.

- 16) Понятие потока. Распределение работы между потоками.
- 17) Стандарт параллельного программирования для систем с распределенной памятью MPI.
- 18) Структура программы на MPI, принципы организации параллелизма.
- 19) Настройка средств разработки, способы запуска. Состав MPI.
- 20) Архитектура ускорителей вычислений GPU.
- 21) Сравнение GPU и CPU.
- 22) Технологии программирования для GPU CUDA и OpenACC
- 23) Задача построения Грид-систем.
- 24) Облачные вычисления.
- 25) Область применения облачных технологий.
- 26) Обзор средств организации облачных вычислений
- 27) Распределенные системы высокой пропускной способности.
- 28) Высокопроизводительные вычислительные распределенные системы.
- 29) Распределенные системы хранения данных.
- 30) Живучесть распределенных систем.

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 5.

Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	0-10
Доклад	0-4
Выполнение лабораторных работ	0-56
Промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	0-100

Таблица 6.

Распределение дополнительных баллов

Дополнительные баллы (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	Баллы
Участие в НИРС	0-8
Участие в Олимпиаде	0-5
Активность на учебных занятиях	0-2
ИТОГО	0-15

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Балльная шкала итоговой оценки на зачете

Таблица 7.

Оценка	Баллы
Зачтено	40-100
Незачтено	0-39

Таблица 8.

Балльная шкала итоговой оценки на экзамене

Оценка	Баллы
Отлично	85-100
Хорошо	65-84

Удовлетворительно	40-64
Неудовлетворительно	0-39

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания к занятиям лекционного типа

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Технологии интернета вещей»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1) *Малявко, А. А.* Параллельное программирование на основе технологий openmp, cuda, opencl, mpi : учебное пособие для вузов / А. А. Малявко. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 135 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14116-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/467800>

2) *Бабичев, С. Л.* Распределенные системы : учебное пособие для вузов / С. Л. Бабичев, К. А. Коньков. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 507 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11380-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/457005>

Дополнительная литература

1) Колбина О.Н., Сквородников А.П., Слесарева Л.С. Информационные системы: Учебное пособие. СПб.: ООО «Андреевский издательский дом», 2015 г. - 195 стр. Электронный ресурс. Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_c74f4cf8dcb44fe7a9c2081c41936959.pdf

2) Зараменских, Е. П. Управление жизненным циклом информационных систем : учебник и практикум для академического бакалавриата / Е. П. Зараменских. — М.

3) Архитектура информационных систем [Текст] : учеб. пособие для вузов / М. В. Рыбальченко ; Юж. федер. ун-т. - Москва : Юрайт, 2018. - 89, [2] с. - (Университеты России). - Библиогр.: с. 89. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://biblio-online.ru/viewer/1E3097D3-2594-4FFA-A033-3A7FF7C31065/arhitektura-informacionnyh-sistem#page/1>

8.3. Перечень программного обеспечения

Ubuntu 17 (GNU GPLv3)

Oracle VM VirtualBox(GNU General Public License)

Scilab 6.0.1 GNU General Public License 2.0

Операционная система Windows XP, Microsoft Office 2007

Программы электронных таблиц Excel

Текстовый редактор Word

Программа для создания презентаций Power Point

Программа распознавания текста FineReader

8.4. Перечень информационных справочных систем

- Электронная библиотека ЭБС «Юрайт» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://biblio-online.ru>

8.5. Перечень профессиональных баз данных

- Электронно-библиотечная система elibrary
- База данных Web of Science
- База данных Scopus

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение программы соответствует действующим санитарно-техническим и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов.

Учебная аудитории для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования.

Учебная лаборатория прикладных информационных технологий – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерами, служащими для работы с информацией.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций и семинаров - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.