

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)**

Институт информационных технологий и радиоэлектроники



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ И РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ
СИСТЕМ

направление подготовки / специальность
09.03.01 Информатика и вычислительная техника

направленность (профиль) подготовки
Высокопроизводительные и распределенные вычисления

г. Владимир

2021 Год

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины "Программное обеспечение параллельных и распределенных вычислительных систем" - формирование у студентов представления о создании программного обеспечения различных параллельных и распределенных вычислительных систем.

Задачи:

- 1) Изучение общих вопросов распараллеливания вычислительных алгоритмов.
- 2) Изучить инструментарий распараллеливания на системах с общей памятью.
- 3) Знакомство с возможностями решения вычислительных задач на графических процессорах.
- 4) Познакомиться с особенностями написания программ в распределенных системах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Программное обеспечение параллельных и распределенных вычислительных систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-2 Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности	ПК-2.1 Знает математические модели на различных уровнях представления ПК-2.2 Умеет интерпретировать результаты проектирования в САПР, готовить задания для работы с современными САПР ПК-2.3 Владеет способами математического описания вычислительных узлов	Знать основные принципы построения вычислительных систем и устройств. Уметь проектировать систему на базе типовых функциональных узлов. Владеть базовыми навыками формирования электрических структурных, функциональных и принципиальных схем, в том числе, с использованием технической и справочной литературы.	Тестовые вопросы Отчет по практической подготовке
ПК-3 Способен разрабатывать компоненты системных программных продуктов	ПК-3.1 Знает основные концепции системного программирования; структуры данных, принципы построения трансляторов, основные этапы и фазы процесса компиляции ПК-3.2 Умеет осваивать методики использования программных средств для решения практических задач; обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности; разрабатывать компоненты системных	Знать возможности современных параллельных и распределенных вычислительных систем и их характеристики Уметь применять средства настройки и управления современными операционными системами Владеть инструментальными средствами создания программных продуктов	Тестовые вопросы Отчет по практической подготовке

	программных продуктов ПК-3.3 Владеет современными инструментальными средствами и технологиями программирования		
ПК-4 Способен организовать выполнение научно-исследовательских работ по закрепленной тематике. Способен организовать проведение работ по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.	ПК-4.1 Знает инструментарий математического анализа дискретных объектов и систем ПК-4.2 Умеет анализировать и формализовать полученные на практике или при исследованиях результаты и делать на их основе обоснованные выводы ПК-4.3 Владеет навыками применения методов решения теоретических задач в области схемотехники цифровых устройств	Знать: способы распараллеливания различных алгоритмов. Уметь: планировать задачи по переводу программного кода из последовательного в параллельный и распределять данные между вычислительными узлами. Владеть: программными средствами планирования, создания, тестирования и отладки параллельных и распределенных программ.	Тестовые вопросы Отчет по практической подготовке

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Архитектуры параллельных вычислительных систем. Терминология. Режимы выполнения.	8	1	2				9	
2	Параллельные вычисления. Распараллеливание циклов.	8	2	2		4	1	9	
3	Этапы разработки параллельного алгоритма.	8	3	2		4	1	9	Рейтинг-контроль №1
4	Технология OpenMP. Директивы и функции. Модель данных.	8	4	2		4	1	9	
5	OpenMP секции (sections) и задачи (task). Примеры	8	5	2		6	2	9	

	программ.								
6	Вычисления на графических ускорителях. CUDA архитектурные особенности	8	6	2				9	Рейтинг-контроль №2
7	CUDA примеры программирования	8	7	2				9	
8	Программирование на системах с распределенной памятью. Технология MPI.	8	8	2				9	
9	Примеры программирования с технологией MPI.	8	9	2				9	Рейтинг-контроль №3
Всего за 8 семестр:				18				18	Экзамен (27)
Наличие в дисциплине КП/КР									нет
Итого по дисциплине				18				18	Экзамен (27)

Содержание лекционных занятий по дисциплине

- Раздел 1. Архитектуры параллельных вычислительных систем. Терминология. Режимы выполнения.
 Раздел 2. Параллельные вычисления. Распараллеливание циклов.
 Раздел 3. Этапы разработки параллельного алгоритма.
 Раздел 4. Технология OpenMP. Директивы и функции. Модель данных.
 Раздел 5. OpenMP секции (sections) и задачи (task). Примеры программ.
 Раздел 6. Вычисления на графических ускорителях. CUDA архитектурные особенности
 Раздел 7. CUDA примеры программирования
 Раздел 8. Программирование на системах с распределенной памятью. Технология MPI
 Раздел 9. Примеры программирования с технологией MPI

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

1. Знакомство с технологией OpenMP. Создание базового проекта.
2. Освоение и выполнение базовые функции OpenMP в параллельных и последовательных областях.
3. Распараллеливание с использованием секций.
4. Распараллеливание с использованием задач.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

Вопросы рейтинг-контроля № 1

- Классифицировать по степени распараллеливания ОКОД, ОКМД, МКОД, МКМД
 Раскрыть термины: многозадачный режим; параллельные вычисления; распределенные вычисления.
 Что требуется для распараллеливания.
 Как произвести полное распараллеливание.
 Виды распределения задач, при распараллеливании циклов.
 Методы разбиения задач для распараллеливания.
 Этапы разработки параллельного алгоритма.

Вопросы рейтинг-контроля № 2

- Для чего подходит технология OpenMP.
 Инкрементальное распараллеливание.
 Директива #pragma omp parallel
 Директива #pragma omp for
 Директива #pragma omp section
 Директива #pragma omp task
 Преобразования циклов.

Проблемы, возникающие при создании параллельных программ.
Гонки за данными.
Блокировки при распараллеливании.

Вопросы рейтинг-контроля № 3

Архитектуры графических процессоров.
Состав программного обеспечения CUDA.
Структура памяти графического процессора.
Терминология CUDA. Устройство, хост, ядро.
Базовый CUDA API для работы с памятью GPU. `cudaMalloc()`; `cudaFree()`; `cudaMemcpy()`.
Модель передачи сообщений MPI.
Режимы запуска параллельных программ SPMD и MPMD.
Особенности программы MPI. Структура MPI-программы.
Коммуникаторы MPI.
Виды коммуникационных функций "точка-точка" MPI.
Неблокирующие отправка и получение сообщения. Завершение неблокирующих обменов MPI.
Режимы отправки сообщений "точка-точка" MPI.
Разрешение тупиков MPI. Совмещение приема и передачи сообщения MPI.
Коллективные операции MPI. Барьерная синхронизация.
Широковещательная рассылка MPI.
Глобальные операции над данными MPI.
Типы данных в MPI.

5.2. Промежуточная аттестация

Вопросы к экзамену

Классифицировать по степени распараллеливания ОКОД, ОКМД, МКОД, МКМД
Раскрыть термины: многозадачный режим; параллельные вычисления; распределенные вычисления. Что требуется для распараллеливания.
Как произвести полное распараллеливание.
Виды распределения задач, при распараллеливании циклов.
Методы разбиения задач для распараллеливания.
Этапы разработки параллельного алгоритма.
Для чего подходит технология OpenMP. Инкрементальное распараллеливание. Директива `#pragma omp parallel`
Директива `#pragma omp for`
Директива `#pragma omp section`
Директива `#pragma omp task`
Преобразования циклов.
Проблемы, возникающие при создании параллельных программ. Гонки за данными. Блокировки при распараллеливании.
Архитектуры графических процессоров. Состав программного обеспечения CUDA. Структура памяти графического процессора.
Терминология CUDA. Устройство, хост, ядро. Базовый CUDA API для работы с памятью GPU. `cudaMalloc()`; `cudaFree()`; `cudaMemcpy()`.
Модель передачи сообщений MPI. Режимы запуска параллельных программ SPMD и MPMD. Особенности программы MPI. Структура MPI-программы. Коммуникаторы MPI.
Виды коммуникационных функций "точка-точка" MPI. Неблокирующие отправка и получение сообщения. Завершение неблокирующих обменов MPI. Режимы отправки сообщений "точка-точка" MPI.
Разрешение тупиков MPI. Совмещение приема и передачи сообщения MPI.
Коллективные операции MPI. Барьерная синхронизация. Широковещательная рассылка MPI. Глобальные операции над данными MPI. Типы данных в MPI.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Самостоятельная работа обучающегося

Целью самостоятельной работы являются формирование личности студента, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.
Самостоятельная работа заключается в изучении содержания тем курса по учебникам и дополнительной литературе, подготовке к лабораторным занятиям, к экзамену.
При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности бакалавров для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций:
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Internet-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;

- самостоятельная работа студента, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений заключается в работе бакалавров с материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме, выполнении домашних заданий, переводе материалов из тематических информационных ресурсов с иностранных языков, изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку, изучении теоретического материала, подготовке к контрольным мероприятиям и экзамену.

- Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса компетенций, повышение творческого потенциала студентов заключается в поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по определенной теме.

Темы самостоятельной работы студентов

Архитектуры параллельных вычислительных систем. Терминология. Режимы выполнения.

Параллельные вычисления. Распараллеливание циклов.

Этапы разработки параллельного алгоритма.

Технология OpenMP. Директивы и функции. Модель данных.

OpenMP секции (sections) и задачи (task).

Вычисления на графических ускорителях.

Архитектурные особенности CUDA.

Программирование CUDA.

Программирование на системах с распределенной памятью.

Программирование с технологией MPI.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
1. Малявко, А. А. Параллельное программирование на основе технологий OpenMP, MPI, CUDA : учеб. пособие / Малявко А. А. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, - 116 с. - ISBN 978-5-7782-2614-2. - Текст : электронный	2015	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778226142.html
2. Арыков, С. Б. Параллельное программирование над общей памятью. OpenMP : учебное пособие / С. Б. Арыков, М. А. Городничев, Г. А. Шукин. - Новосибирск : НГТУ, - 95 с. - ISBN 978-5-7782-3796-4. - Текст : электронный	2019	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778237964.html
3. Тумаков, Д. Н. Технология программирования CUDA: учеб. пособие / Д. Н. Тумаков, Д. Е. Чикрин, А. А. Егорчев, С. В. Голоусов - Казань : Изд-во Казан. ун-та, - 112 с. - ISBN 978-5-00019-913-8. - Текст : электронный	2017	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785000199138.html
Дополнительная литература		
1. Биллиг, В. А. Параллельные вычисления и многопоточное программирование / Биллиг В. А. - Москва : Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", - Текст : электронный	2016	https://www.studentlibrary.ru/book/intuit_242.html
2. Антонов, А. С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI / Антонов А. С. - Москва : Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", - Текст : электронный	2016	https://www.studentlibrary.ru/book/intuit_240.html
3. Тоуманен, Б. Программирование GPU при помощи Python и CUDA / Тоуманен Б. , пер. с англ. А. В. Борескова. - Москва : ДМК Пресс, - 254 с. - ISBN 978-5-97060-821-0. - Текст : электронный	2020	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970608210.html

6.2. Периодические издания

Журналы (<https://elibrary.ru/>):

1. Вестник компьютерных и информационных технологий
2. Вычислительные технологии

6.3. Интернет-ресурсы

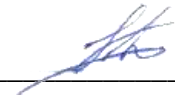
ЭБС Консультант студента <http://www.studentlibrary.ru>


Электронная библиотека ВлГУ <http://library.vlsu.ru/>

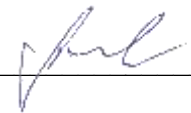
Электронная библиотека www.citforum.ru

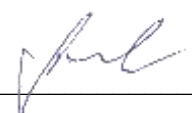
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Практические работы проводятся в аудиториях 401-2, 416-2 и 412-2.

Рабочую программу составил  Куликов К.В. доц. каф. ВТиСУ

Рецензент
(представитель работодателя)  Генеральный директор ООО "Диаграмма" Протягов И.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТ и СУ
Протокол № 1 от 31 августа 2021 года
Заведующий кафедрой Ланцов В.Н. 

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании учебно-методической комиссии направления 09.03.01 информатика и
вычислительная техника
Протокол № 1 от 31 августа 2021 года
Председатель комиссии Ланцов В.Н. зав. каф. ВТиСУ 

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20 22 / 20 23 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.22 года

Заведующий кафедрой  Кузнецов К.В.

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____