ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Петербургский государственный университет путей сообщения

Императора Александра I»

(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Информационные и вычислительные системы»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

## *дисциплины*

**«**ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ**»** (Б1.В.ДВ.7.1)

для направления подготовки

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

по профилю «Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем»

(программа подготовки — академический бакалавриат)

Форма обучения — очная

# 

Санкт-Петербург

2018



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. **Цель и задачи дисциплины.**   Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным «12» января 2016 г., приказ № 5 по направлению 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» по дисциплине «Высокопроизводительные вычислительные системы».  Целью изучения дисциплины «Высокопроизводительные вычислительные системы» является получение знаний о методах построения, количественной оценки производительности, технических характеристиках и архитектуре высокопроизводительных вычислительных систем.  Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:  - изучение особенностей и видов современных высокопроизводительных систем;  - изучение теоретических основ построения высокопроизводительных вычислительных систем;  - знакомство с методами повышения производительности компьютеров.   1. **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**   Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются приобретение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности.  В результате освоения дисциплины обучающийся должен:  **ЗНАТЬ:**  - основные понятия, методы и возможности построения высокопроизводительных вычислительных систем;  - основные направления развития высокопроизводительных  компьютеров;  - основные классификации многопроцессорных вычислительных систем;  - основные подходы к разработке параллельных программ;  - основные технологии и модели параллельного программирования;  - методы параллельных вычислений для задач вычислительной  математики.  **УМЕТЬ*:***  - создавать параллельные программы для вычислительных систем с  распределенной, общей оперативной памятью;  - проводить распараллеливание вычислительных алгоритмов;  - модель выполнения параллельных программ;  - оценивать эффективности параллельных вычислений;  - анализировать сложность вычислений и возможность  распараллеливания разрабатываемых алгоритмов;  - применять общие схемы разработки параллельных программ для  реализаций собственных алгоритмов;  - оценивать основные параметры получаемых параллельных  программ.  **ВЛАДЕТЬ*:***  - методами создания параллельных программ для вычислительных систем с распределенной и общей оперативной памятью;  - методами построения параллельных аналогов вычислительных алгоритмов.  Приобретенные знания, умения, навыки и/или опыт деятельности, характеризующие формирование компетенций, осваиваемые в данной дисциплине, позволяют решать профессиональные задачи, приведенные в соответствующем перечне по видам профессиональной деятельности в п.2.4 основной профессиональной образовательной программы (ОПОП).  Изучение дисциплины направлено на формирование следующих общекультурных компетенций (ОК):  - способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5).  Изучение дисциплины направлено на формирование следующих общепрофессиональных компетенций (ОПК):  - способностью инсталлировать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем (ОПК-1).  Изучение дисциплины направлено на формирование следующих профессиональных компетенций (ПК), соответствующих видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа бакалавриата:  *проектно-технологическая деятельность:*  - способностью разрабатывать компоненты аппаратно-программных комплексов и баз данных, используя современные инструментальные средства и технологии программирования (ПК-2);  *научно-исследвательская деятельность:*  - способностью обосновывать проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности (ПК-3).  Область профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведена в п. 2.1 ОПОП.  Объекты профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведены в п. 2.2 ОПОП.  **3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**  Дисциплина «Высокопроизводительные вычислительные системы» (Б1.В.ДВ.7.1) относится к вариативной части и является дисциплиной по выбору обучающегося. |  |  |

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | | **Всего часов** | **семестр** |
|  | 8 |
| Контактная работа (по видам учебных занятий)  В том числе:  - лекции (Л)  - практические занятия (ПЗ)  - лабораторные работы (ЛР) | | 40  10  10  20 | 40  10  10  20 |
| Самостоятельная работа (СРС) |  | 95 | 95 |
| Контроль |  | 9 | 9 |
| Форма контроля знаний |  | зачет | зачет |
| Общая трудоемкость час/з.е |  | 144/4 | 144/4 |

**5. Содержание и структура дисциплины**

5.1 Содержание дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№**  **п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Содержание раздела** |
| **1** | **2** | **3** |
| 1 | Раздел 1.  Основные понятия высокопроизводительных вычислений. Основные направления развития высокопроизводительных компьютеров | Важность проблематики параллельных вычислений. Пути достижения параллелизма: независимость функционирования отдельных функциональных устройств, избыточность элементов вычислительной системы, дублирование устройств. Векторная и конвейерная обработка данных. Многопроцессорная и многомашинная, параллельная обработка данных. Закон Мура, сдерживающие факторы наращивания количества транзисторов на кристалле и частоты процессоров. Привлекательность подхода параллельной обработки данных. Сдерживающие факторы повсеместного внедрения параллельных вычислений. Ведомственные, национальные и другие программы, направленные на развитие параллельных вычислений в России. Необходимость изучения дисциплины параллельного программирования. |
| 2 | Раздел 2.  Классификация многопроцессорных вычислительных систем | Системы с распределенной, общей памятью, примеры систем. Массивно-параллельные системы (MPP). Симметричные мультипроцессорные системы (SMP). Параллельные векторные системы (PVP).  Системы с неоднородным доступом к памяти (Numa), примеры систем. Компьютерные кластеры – специализированные и полнофункциональные. Классификация Флинна, Шора и т.д. Организация межпроцессорных связей – коммуникационные топологии. Примеры сетевых решений для создания кластерных систем. |
| 3 | Раздел 3.  Основные принципы организации параллельной обработки данных: модели, методы и технологии параллельного программирования. | Функциональный параллелизм, параллелизм по данным. Парадигма master-slave. Парадигма SPMD. Парадигма конвейеризации. Важность выбора технологии для реализации алгоритма. Модель обмена сообщениями – MPI. Модель общей памяти – OpenMP. Концепция виртуальной, разделяемой памяти – Linda. Российские разработки – Т-система, система DVM. Проблемы создания средства автоматического распараллеливания программ. |
| 4 | Раздел 4.  Параллельное программирование с использованием интерфейса передачи сообщений MPI. | Библиотека MPI. Модель SIMD. Инициализация и завершение MPI-приложения. Точечные обмены данными между процессами MPI-программы. Режимы буферизации. Проблема deadlock’ов. Коллективные взаимодействия процессов в MPI. Управление группами и коммуникаторами в MPI. |
| 5 | Раздел 5.  Параллельное программирование на системах с общей памятью (OpenMP) | Введение в OpenMP. Стандарты программирования для систем с разделяемой памятью. Создание многопоточных приложений. Использование многопоточности при программировании для многоядерных платформ. Синхронизация данных между ветвями в параллельной программе. Директивы языка OpenMP. |
| 6 | Раздел 6.  Параллельное программирование многоядерных GPU. Кластеры из GPU и суперкомпьютеры на гибридной схеме. | Существующие многоядерные системы. GPU как массивно-параллельный процессор. Архитектура GPU и модель программирования CUDA.  Иерархия памяти CUDA. Глобальная, константная, текстурная, локальная, разделяемая и регистровая память. Особенности использования каждого типа памяти. Размещение различных данных в различной памяти. Когерентное общение с глобальной памятью. Программирование многоядерных GPU. Кластеры из GPU. Кластеры и суперкомпьютеры на гибридной схеме. Использование OpenMP и MPI технологий совместно с CUDA. Вопросы оптимизации приложений на CUDA. |

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Л** | **ЛР** | **ПЗ** | **СРС** |
| 1 | Раздел 1. Основные понятия высокопроизводительных вычислений. Основные направления развития высокопроизводительных компьютеров | 1 | 2 | 1 | 16 |
| 2 | Раздел 2. Классификация многопроцессорных вычислительных систем | 1 | 2 | 1 | 16 |
| 3 | Раздел 3. Основные принципы организации параллельной обработки данных: модели, методы и технологии параллельного программирования. | 2 | 4 | 2 | 18 |
| 4 | Раздел 4. Параллельное программирование с использованием интерфейса передачи сообщений MPI. | 2 | 4 | 2 | 17 |
| 5 | Раздел 5. Параллельное программирование на системах с общей памятью (OpenMP) | 2 | 4 | 2 | 14 |
| 6 | Раздел 6. Параллельное программирование многоядерных GPU. Кластеры из GPU и суперкомпьютеры на гибридной схеме. | 2 | 4 | 2 | 14 |
| **Итого** | | 10 | 20 | 10 | 95 |

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№**  **п/п** | **Наименование раздела** | **Перечень учебно-методического обеспечения** |
| 1 | Основные понятия высокопроизводительных вычислений. Основные направления развития высокопроизводительных компьютеров | 1. Свистунов С.Г. Архитектура вычислительных систем pSeries: учеб. пособие. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : ПГУПС, 2015. — 42 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/66391>  2. Конспект лекций.  3. Варфоломеев, В.А. Высокопроизводительные вычислительные системы на железнодорожном транспорте. [Электронный ресурс] / В.А. Варфоломеев, Э.К. Лецкий, М.Н. Шамров, В.В. Яковлев. — Электрон. дан. — М. : УМЦ ЖДТ, 2010. — 246 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/4163> |
| 2 | Классификация многопроцессорных вычислительных систем |
| 3 | Основные принципы организации параллельной обработки данных: модели, методы и технологии параллельного программирования. |
| 4 | Основные принципы организации параллельной обработки данных: модели, методы и технологии параллельного программирования. |
| 5 | Параллельное программирование на системах с общей памятью (OpenMP) |
| 6 | Параллельное программирование многоядерных GPU. Кластеры из GPU и суперкомпьютеры на гибридной схеме. |

**7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств по дисциплине «Высокопроизводительные вычислительные системы» является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры «Информационные и вычислительные системы» и утвержденным заведующим кафедрой.

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, нормативно-правовой документации и других изданий, необходимых для освоения дисциплины**

8.1 Перечень основной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Варфоломеев, В.А. Высокопроизводительные вычислительные системы на железнодорожном транспорте. [Электронный ресурс] / В.А. Варфоломеев, Э.К. Лецкий, М.Н. Шамров, В.В. Яковлев. — Электрон. дан. — М. : УМЦ ЖДТ, 2010. — 246 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/4163>

2. Баденко В.Л. Высокопроизводительные вычисления: Учебное пособие. - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. - 180 с. <http://window.edu.ru/resource/669/76669>

8.2 Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Свистунов, С.Г. Архитектура вычислительных систем pSeries: учеб. пособие. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : ПГУПС, 2015. — 42 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/66391>

8.3 Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины

Нормативно-правовая документация для изучения дисциплины не требуется.

8.4 Другие издания, необходимые для освоения дисциплины

Другие издания, необходимые, для изучения дисциплины, не требуются.

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).
2. Система Консультант Плюс [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>;
3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Плюс [Электронный ресурс]– Режим доступа: <http://window.edu.ru>.

**10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины с помощью учебно-методического обеспечения, приведенного в разделах 6, 8 и 9 рабочей программы.
2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем (см. фонд оценочных средств по дисциплине).
3. По итогам текущего контроля по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. фонд оценочных средств по дисциплине).

**11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

* Интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, онлайн-энциклопедии и справочники, электронные учебные и учебно-методические материалы).
* электронная информационно-образовательная среда Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru>.

Дисциплина обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения, установленного на технических средствах, размещенных в специальных помещениях и помещениях для самостоятельной работы: операционная система Windows, MS Office.

Все обучающиеся имеют доступ к электронным учебно-методическим комплексам (ЭУМК) по изучаемой дисциплине согласно персональным логинам и паролям.

Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронно-библиотечной системе (ЭБС) через сайт Научно-технической библиотеки Университета <http://library.pgups.ru/>, содержащей основные издания по изучаемой дисциплине. ЭБС обеспечивает возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет.

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

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов учебных занятий, предусмотренных учебным планом по данному направлению и соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Она содержит специальные помещения — учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы

