

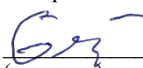


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП
«Теоретическая физика»

 Белоконов В. И.
(подпись) (Ф.И.О.)
«08» сентября 2018 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой
Теоретической и ядерной физики

 Ширмовский С.Э.
(подпись) (Ф.И.О.)
«08» сентября 2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Параллельное программирование

Направление подготовки *03.06.01 Физика и астрономия*

Профиль «*Теоретическая физика*»

Форма подготовки (очная)

курс 2 семестр 4
лекции 18 час.
практические занятия 18 час.
лабораторные работы не предусмотрены.
с использованием МАО лек. 6 / пр. 6 час.
всего часов контактной работы 36 час.
в том числе с использованием МАО 12 час., в электронной форме час.
самостоятельная работа 72 час.
в том числе на подготовку к экзамену 18 час.
курсовая работа / курсовой проект семестр
зачет семестр
экзамен 4 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 30.07.2014 № 867

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теоретической и ядерной физики ШЕН ДВФУ, протокол № 19 от «08» сентября 2018 г.

Заведующий (ая) кафедрой теоретической и ядерной физики Ширмовский С.Э.
Составитель (ли): д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры компьютерных систем Нефедев К.В.

Оборотная сторона титульного листа

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры теоретической и ядерной физики:

Протокол от «07» июня 2019 г. № 16

Заведующий кафедрой /директор академического департамента



Ширмовский С.Э.

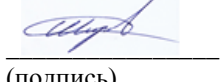
(подпись)

(И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/ академического департамента:

Протокол от « 10 » января 2020 г. № 4

Заведующий кафедрой теоретической и ядерной физики



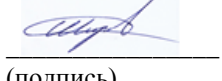
Ширмовский С.Э. _____
(И.О. Фамилия)

(подпись)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры теоретической и ядерной физики:

Протокол от « 15 » января 2021 г. № 5

Заведующий кафедрой теоретической и ядерной физики



Ширмовский С.Э. _____
(И.О. Фамилия)

(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины «Параллельное программирование»

Дисциплина «Параллельное программирование» предназначена для аспирантов, обучающихся по образовательной программе направления подготовки 03.06.01 – «Физика и астрономия», профиль «Теоретическая физика», форма подготовки очная и входит в вариативную часть, обязательные дисциплины учебного плана Б1.В.ОД.

Трудоемкость – 3 з.е. (108 часов). Дисциплина включает в себя 18 часов лекций, 18 часов практических занятий и 72 часа самостоятельной работы, из которых 18 часов отводится на экзамен. Обучение осуществляется в 4 семестре. Форма промежуточной аттестации: экзамен (4 семестр).

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30.07.2014 г. № 867 и учебным планом подготовки аспирантов по профилю «Теоретическая физика».

Цель изучения дисциплины: получение методологических и концептуальных теоретических сведений об основах параллельной алгоритмизации, высокопроизводительных, параллельных и распределенных вычислений, а также подготовка кадров высшей квалификации, имеющих практический опыт программирования для решения задач в рамках проводимых ими исследований, получении опыта в применении современных методов параллельного программирования в выбранной области исследований, а также в профессиональной деятельности.

Задачи:

- изучение методов параллельной алгоритмизации и современных парадигм программирования;
- освоение технологии параллельного программирования в системах с распределённой памятью;
- освоение технологии высокопроизводительных вычислений;
- получение практического опыта в решении исследовательских задач методами высокопроизводительных вычислений и суперкомпьютерного моделирования.

Для успешного изучения дисциплины «Параллельное программирование» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);
- способность и готовностью анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-6);

– способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2).

В результате изучения дисциплины у аспирантов формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-1 Владение методами математического описания физических полей	Знает	основные методы математического описания физических полей
	Умеет	выделять математические методы, необходимые для описания физических процессов, протекающих как на уровне элементарных частиц, так и на атомном уровне и в конденсированных средах
	Владеет	методами математического описания физических полей
ПК-2 Владение основными методами компьютерного моделирования различных состояний вещества и физических явлений в них	Знает	основные методы компьютерного моделирования
	Умеет	критически оценивать область применимости выбранных математических методов
	Владеет	основными методами компьютерного моделирования физических процессов
ПК-3 Владение основными методами исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред	Знает	основные методы математического описания полей и процессов, протекающих в конденсированных средах; основные методы исследования полей и физических свойств конденсированных сред
	Умеет	определять рамки применимости математического метода описания процессов, протекающих в конденсированных средах для решения конкретной задачи; выбирать и применять методы исследования функциональных характеристик конденсированных сред
	Владеет	основными методами исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред
ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов	Знает	современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в области теоретической физики основные методы компьютерного моделирования
	Умеет	рационально организовывать научную работу в выбранной области теоретической физики
	Владеет	навыками осуществления научно-исследовательской деятельности в области физики и астрономии с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

исследования и информационно- коммуникационных технологий		
-----------------------------------------------------------------------	--	--

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Параллельное программирование» применяются следующие методы активного / интерактивного обучения: разработка кода программ ЭВМ, содержащего параллельные инструкции.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

(_18_ час., в том числе _6_ час. с использованием методов активного обучения)

Содержание теоретической части курса разбивается на разделы, темы.

Раздел 1. Среда разработки (4 час.)

Тема 1. Вводное занятие: краткие сведения об операционной системе unix. Разработка программ эвм. Компиляция. Редакторы (2 час.)

Интерактивна форма: разработка кода программ ЭВМ, содержащего параллельные инструкции

История UNIX подобных систем. Ядро GNU Linux. Бесплатная операционная система Ubuntu. Понятие терминала, работа в нем. Основные команды в терминале, bash интерпретатор. Написание скриптов. Права доступа в GNU Linux. Семейство компиляторов в GNU Linux. Компилирование исходных файлов. Сборка исполняемого файла. Редакторы vi, vim. Среды разработки Net Beans, Eclipse, Sublime Text.

Тема 2. Технология mpi. Функции mpi. Типы данных. Исполнение кода. Прием/передача сообщений между отдельными процессами. Взаимодействующие вычислительные процессы в технологии mpi (2 час.)

Интерактивна форма: разработка кода программ ЭВМ, содержащего параллельные инструкции

Реализация меж процессорного взаимодействия с помощью высокопроизводительной библиотеки MPI. Архитектура MPI. Понятие ранка, коммуникатора, сообщения в MPI. Типы данных, которые можно использовать при пересылке сообщений. Блокирующие и неблокирующие функции передачи сообщений. Запуск приложения с поддержкой MPI.

Раздел 2. Синхронизация процессов (6 час.)

Тема 1. Работа с группами процессов. Технологии параллельного программирования (2 час.)

Интерактивна форма: разработка кода программ ЭВМ, содержащего параллельные инструкции

Синхронизация процессов с помощью средств Linux с общей памятью. Синхронизация процессов посредством библиотеки MPI. Распределение процессов по разным коммутаторам, топология межпроцессорного соединения.

Тема 2. Технологии построения суперкомпьютеров (1 час.)

Кластеры с общей памятью. Кластер с распределенными ресурсами. Понятия Управляющий Узел, вычислительная нода, система хранения данных, сервисная, системная и высокопроизводительная сеть. Сопроцессоры Nvidia и Xeon Phi.

Тема 3. Кластерные технологии. (1 час.)

Технологии построения кластерных систем. Охлаждение, источники бесперебойного питания, топология сетей, типы сетей, дублирование критически важных систем.

Тема 4. Классификация параллельных вычислителей (1 час.)

Уровни параллелизма: параллелизм уровня инструкций, данных, задач, транзакций.

Тема 5. Модели программирования. Коммуникации «точка-точка» (1 час.)

Равноправные рабочие, slave + master процессы. OpenMP, Posix Threads, MPI, CUDA Nvidia.

Раздел 3. Межпроцессорное взаимодействие средствами MPI (4 час.)

Тема 1. Неблокирующие операции передачи сообщений (1 час.)

Интерактивная форма: разработка кода программ ЭВМ, содержащего параллельные инструкции

Неблокирующий Send и Receive. Переменная request с типом MPI_Request. Ожидание окончания транзакции (блокирующая и неблокирующая).

Тема 2. Группы, контексты, коммутаторы и топологии. Интеркоммуникаторы (1 час.)

Интерактивная форма: разработка кода программ ЭВМ, содержащего параллельные инструкции

Построение новых групп коммутаторов из MPI_COMM_WORLD, автоматическое распределение процессов по коммутаторам с помощью знания топологии суперкомпьютерного ресурса.

Тема 3. Сложные типы данных в MPI (1 час.)

Передача сложных типов с помощью MPI_BYTE. Регистрация нового пользовательского типа данных и работа с ним.

Тема 4. Односторонние коммуникации. Динамическое управление процессами (1 час.)

Механизм удаленного доступа к памяти. Создание окна в памяти, доступного всем процессам MPI. Операции Put(), Get() и Accumulate().

Раздел 4. Параллельные вычисления (4 час.)

Тема 1. Математические проблемы параллельных вычислений. Ошибки округления. Информационная структура алгоритмов (1 час.)

Интерактивная форма: разработка кода программ ЭВМ, содержащего параллельные инструкции

Свойства коммутативности, ассоциативности и дистрибутивности для чисел с плавающей запятой и фиксированной запятой, в контексте параллельного программирования. Граф алгоритма. Информационные ядра алгоритмов.

Тема 2. Анализ эффективности параллельных алгоритмов. Выделение информационных зависимостей (1 час.)

Интерактивная форма: разработка кода программ ЭВМ, содержащего параллельные инструкции

Измерения быстродействия реализации конкретного алгоритма. Корректное сравнение с однопоточковой реализацией. Выделение узких мест, информационных зависимостей.

Тема 3. Масштабирование и распределение задач по процессорам. Анализ эффективности параллельных вычислений (1 час.)

Интерактивная форма: разработка кода программ ЭВМ, содержащего параллельные инструкции

Анализ изменения быстродействия при добавлении еще одного вычислительного узла. Линейная масштабируемость. Эффекты насыщения в быстродействии конкретных алгоритмов.

Тема 4. Оптимизация программ. Анализ зависимостей. Типы зависимостей. Системные проблемы (1 час.)

Интерактивная форма: разработка кода программ ЭВМ, содержащего параллельные инструкции

Поиск узких мест. Анализ взаимодействия процессов, подсчет блокировок. Анализ данных, требуемых при обмене между процессами.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

(_18_ час., в том числе _6_ час. с использованием методов активного обучения)

Практические занятия (_18 / _6_ час.)

Занятие 1. Алгоритм решения систем линейных алгебраических уравнений с квадратной невырожденной матрицей методом Гаусса с использованием языка Си++ и функций MPI. Разработка и реализация на

языке параллельного программирования алгоритма для оценки производительности однопроцессорного ПК и многоядерной архитектуры, состоящей из нескольких узлов (**3 час.**)

Занятие 2. Оценка производительности системы параллельного счета при условии, что число запущенных процессов больше чем число вычислительных ядер. Разработка алгоритма и реализация его в виде C++ кода для подсчета среди чисел заданной значности, чисел с максимальной устойчивостью (**3 час.**)

Занятие 3. Разработка параллельной программы ЭВМ для поиска k-той порядковой статистики в массиве за линейное время. Разработка параллельной программы ЭВМ для сортировки массива вещественных чисел с повторениями элементов (**3 час.**)

Занятие 4. Разработка программы ЭВМ умножения матриц в топологии «двумерная решетка» с использованием типов данных для столбца и минора матрицы. Создание коммуникаторов, в которые входят процессы с четными и нечетными рангами, соответственно, и создать интеркоммуникатор между ними. Продемонстрировать их работу на каком-либо простом примере (**3 час.**)

Занятие 5. Разработка алгоритма решения систем линейных алгебраических уравнений с квадратной невырожденной матрицей методом Гаусса с использованием языка Си++ и функций MPI с использованием односторонних коммуникаций. Разработка параллельной программы ЭВМ расчета площади круга методом Монте-Карло (**3 час.**)

Занятие 6. Работа со скриптами, bat файлами и заданиями в очереди. Экспериментальная оценка программного и аппаратного ускорения системы и вычисление доли параллельных инструкций для программы ЭВМ для решения СЛАУ. Оптимизация алгоритма (**3 час.**)

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Параллельное программирование» представлено в приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Среда разработки	ПК-1	Знает	УО-1	Вопросы к экзамену 1–5
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
2	Раздел 2. Синхронизация процессов	ПК-2	Знает	УО-1	Вопросы к экзамену 6–12
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
3	Раздел 3. Межпроцессорное взаимодействие средствами MPI	ПК-3	Знает	УО-1	Вопросы к экзамену 13–19
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
4	Раздел 4. Параллельные вычисления	ОПК-1	Знает	УО-1	Вопросы к экзамену 20–22
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Энтони Уильямс, Параллельное программирование на C++ в действии. Практика разработки многопоточных программ, Пер. с англ. Слинкин А.А., "ДМК Пресс"Издательство, 2012 г., 672 стр.

http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Lan:/usr/vtfs/ChamoHome/visualizer/data_lan/data_lan+%281496%29.xml&theme=FEFU

2. Д. В. Котляров, В. П. Кутепов, М. А. Осипов, Граф-схемное потоковое параллельное программирование и его реализация на кластерных системах, Известия РАН. Теория и системы управления N 1 (2005), 95 стр. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:467583&theme=FEFU>

3. В.Д.Корнеев. Параллельное программирование МУЛЬТИКОМПЬЮТЕРОВ. – Новосибирск, ИВМ и МГ СО РАН, 2006г., 215 стр.. 2. А.И.Мальцев. Алгоритмы и рекурсивные функции, Наука, 2006. <http://ssd.sccc.ru/old/chair/parprogcomp.pdf>

4. Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений: БИНОМ. Лаборатория знаний, Интернет университет информационных технологий – ИНТУИТ.ру, 2007 <http://2programmers.com/news/read/teorija-i-praktika-parallelnyh-vychislenij.html>

5. Технология надежного программирования задач автоматизации управления в технических системах: Ступина А.А. - Красноярск: СФУ, 2011. - 162 с.: ил. - Библиогр: с.147-162 . - ISBN 978-5-7638-2354-7, <http://znanium.com/bookread.php?book=442655>

6. Основы параллельного программирования; К. Ю. Богачев //Издательство: Бинوم. Лаборатория знаний// Серия: Технический университет ISBN 978-5-94774-037-0; 2009 г, 344 стр. <http://progbook.ru/c/906-bogachev-osnovy-parallelnogo-programmirovaniya.html>

7. Параллельное программирование с использованием технологии MPI: Учебное пособие; Антонов А.С. –М.: Изд-во МГУ, 2004г. -71с. <http://window.edu.ru/resource/979/23979/files/mpibook.pdf>

Дополнительная литература

1. Н. Н. Миренков, Параллельное программирование для многомодульных вычислительных систем, Москва Радио и связь 1989, 681 стр. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:673566&theme=FEFU>

2. В.В.Воеводин, Вл.В. Воеводин. Параллельные вычисления. БХВ – Петербург 2002. – 609с. <http://www.srcc.msu.ru/nivc/sci/books/parallel.html>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.cplusplus.com/> - Документация по стандартам C++;
2. <https://en.cppreference.com/w/> - Документация по стандартам C++;
3. <https://parallel.ru/> - Лаборатория Параллельных информационных технологий Научно-исследовательского вычислительного центра Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова
4. <https://www.mpich.org/> - Документация по MPI.

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. База данных полнотекстовых академических журналов Китая <http://oversea.cnki.net/>
4. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>
5. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

№ п/п	Место расположения компьютерной	Перечень программного обеспечения
-------	---------------------------------	-----------------------------------

	техники, на которой установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	
1.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус D, ауд. D945. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30.
2.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус D, ауд. D734. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, компьютерный класс	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30.
3.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А, ауд. А1017. Аудитория для самостоятельной работы аспирантов.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. Photoshop CC for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal №ЭА-667-17 от 08.02.2018. 07, Adobe Creative Cloud for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription New Контракт №ЭА-667-17 от 08.02.2018. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018. AutoCAD Electrical 2015. Срок действия лицензии 10.09.2020. № договора 110002048940 в личном кабинете Autodesk. +2 Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012

Содержание методических указаний включает:

1. Эффективное изучение курса предполагает регулярное посещение занятий и систематическое повторение материала, излагаемого преподавателем на лекции;

2. Алгоритм изучения данной дисциплины состоит в методическом изучении материала курса его регулярном повторении в часы самостоятельной работы, а также посещение консультаций с преподавателем;

3. Работа с указанной литературой должна осуществляться прежде всего в рамках лекционного курса;

4. Подготовка к зачёту должна проходить регулярно в течении семестра отведённых для занятий.

Подготовка к сдаче коллоквиумов в формате устный опрос

При подготовке к сдаче коллоквиумов воспользуйтесь материалами

лекций и рекомендованной литературой.

Подготовка к практическим занятиям

При подготовке к практическим занятиям рекомендуется пользоваться рекомендованной литературой и ресурсами интернет. Вопросы, которые вызывают затруднение при подготовке, должны быть заранее сформулированы и озвучены во время занятий в аудитории для дополнительного разъяснения преподавателем. Ответы, выносимые на обсуждение, должны быть тщательно подготовлены и по ним составлена схема (план), которой аспирант пользуется на занятии. При ответе надо логически грамотно выражать и обосновывать свою точку зрения, свободно оперировать понятиями и категориями. При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса.

Подготовка к экзамену

В процессе подготовки к экзамену, следует ликвидировать имеющиеся пробелы в знаниях, углубить, систематизировать и упорядочить знания. Особое внимание следует уделить организации подготовки к экзаменам. Для этого важны следующие моменты – соблюдение режима дня: сон не менее 8 часов в сутки; занятия заканчивать не позднее, чем за 2-3 часа до сна; прогулки на свежем воздухе, неустойчивые занятия спортом во время перерывов между занятиями. Наличие полных собственных конспектов лекций является необходимым условием успешной сдачи экзамена. Если пропущена какая-либо лекция, необходимо ее восстановить, обдумать, устранить возникшие вопросы, чтобы запоминание материала было осознанным. Следует помнить, что при подготовке к экзаменам вначале надо просмотреть материал по всем вопросам сдаваемой дисциплины, далее отметить для себя наиболее трудные вопросы и обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения.

I. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Проведение лекций с использованием мультимедийной аппаратуры для демонстрации иллюстративного материала.

№ п/п	Место расположения компьютерной техники, на которой установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
1.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус D, ауд. D945. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и	Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice 50 см черная кайма сверху, размер рабочей области 236x147 см 1 шт; Документ-камера AVervision CP355AF - 1 шт; ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA - 1 шт; Мультимедийный проектор Mitsubishi EW330U,

	индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	3000 ANSI Lumen, 1280x800 - 1 шт; Сетевая видеочамера Multipix MP-HD718 - 1 шт
2.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус D, ауд. D734. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, компьютерный класс	Моноблок HPP-B0G08ES#ACB/8200E AIO i52400S 500G 4.0G 28 PC - 15 шт Мультимедийное оборудование: Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice 50 см черная кайма сверху, размер рабочей области 236x147 см - 1 шт; Документ-камера Avervision CP355AF- 1 шт; ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA- 1 шт; Мультимедийный проектор Mitsubishi EW330U, 3000 ANSI Lumen, 1280x800 - 1 шт; Сетевая видеочамера Multipix MP-HD718 - 1 шт;
3.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А , ауд. А1017. Аудитория для самостоятельной работы аспирантов.	Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.
4.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L539a помещение для хранения и профилактического обслуживания оборудования	



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
профессионального образования

**«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)**

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Параллельное программирование»

Направление подготовки 03.06.01 Физика и астрономия

Профиль «Теоретическая физика»

Форма подготовки (очная)

**Владивосток
2015**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-2 неделя	Написание программного кода по практике 1	4 часа	Проверка исполняемого файла на тестах
2	3-4 неделя	Написание программного кода по практике 2	4 часа	Проверка исполняемого файла на тестах
3	5-6 неделя	Написание программного кода по практике 3	4 часа	Проверка исполняемого файла на тестах
4	7-8 неделя	Написание программного кода по практике 4	4 часа	Проверка исполняемого файла на тестах
5	9-10 неделя	Написание программного кода по практике 5	4 часа	Проверка исполняемого файла на тестах
6	11-12 неделя	Написание программного кода по практике 6	4 часа	Проверка исполняемого файла на тестах
7	13 неделя	Подготовка к экзамену	9 часов	Сдача экзамена

Методические указания к написанию программного кода по практике

Самостоятельная работы выполняется исключительно по материалам лекций и с использованием информационной среды интернет.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Параллельное программирование»
Направление подготовки *03.06.01 Физика и астрономия*
Профиль *«Теоретическая физика»*

Форма подготовки (очная/заочная)

Владивосток
2015

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-1 Владение методами математического описания физических полей	Знает	основные методы математического описания физических полей
	Умеет	выделять математические методы, необходимые для описания физических процессов, протекающих как на уровне элементарных частиц, так и на атомном уровне и в конденсированных средах
	Владеет	методами математического описания физических полей
ПК-2 Владение основными методами компьютерного моделирования различных состояний вещества и физических явлений в них	Знает	основные методы компьютерного моделирования
	Умеет	критически оценивать область применимости выбранных математических методов
	Владеет	основными методами компьютерного моделирования физических процессов
ПК-3 Владение основными методами исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред	Знает	основные методы математического описания полей и процессов, протекающих в конденсированных средах; основные методы исследования полей и физических свойств конденсированных сред
	Умеет	определять рамки применимости математического метода описания процессов, протекающих в конденсированных средах для решения конкретной задачи; выбирать и применять методы исследования функциональных характеристик конденсированных сред
	Владеет	основными методами исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред
ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования информационно-коммуникационных	Знает	основные методы работы с большими данными
	Умеет	использовать большие данные для решения конкретной задачи
	Владеет	основными методами исследования функциональных характеристик конденсированных сред с помощью генерации больших данных и их использованием

технологий		
------------	--	--

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Среда разработки	ПК-1	Знает	УО-1	<i>Вопросы к экзамену 1–5</i>
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-2	
2	Раздел 2. Синхронизация процессов	ПК-2	Знает	УО-1	<i>Вопросы к экзамену 6–12</i>
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-2	
3	Раздел 3. Межпроцессорное взаимодействие средствами MPI	ПК-3	Знает	УО-1	<i>Вопросы к экзамену 13–19</i>
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-2	
4	Раздел 4. Параллельные вычисления	ОПК-1	Знает	УО-1	<i>Вопросы к экзамену 20–22</i>
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-2	

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-1 Владение методами математического описания физических полей	знает (пороговый уровень)	основные методы математического описания физических полей	Способность определять требуемый метод для решаемой задачи	Знание базовых методов математического описания физических полей
	умеет (продвинутый)	выделять математические методы, необходимые для описания физических процессов, протекающих как на уровне элементарных частиц, так и на атомном уровне и в конденсированных средах	Способность сопоставлять физическую модель к исследуемой физической системе	Знание базовых физических моделей и законов
	владеет (высокий)	методами математического описания физических полей	Способность реализовать математическую модель с использованием суперкомпьютерного программирования	Знание базовых методов численных расчетов с использованием суперкомпьютерных вычислений.
ПК-2 Владение основными методами компьютерного	знает (пороговый уровень)	основные методы компьютерного моделирования	Способность различать разные языки программирования	Знание базовых функций отдельных языков программирования

моделирования различных состояний вещества и физических явлений в них	умеет (продвину тый)	критически оценивать область применимости выбранных математических методов	Умение подсчитать вычислительные требования и ограничения для поставленной задачи	Владение навыками параллельного программирования
	владеет (высокий)	основными методами компьютерного моделирования физических процессов	Умение пользоваться графическими средствами, для визуализации своих результатов	Способность объяснять природу возникновения ошибок.
ПК-3 Владение основными методами исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред Основные методы исследования полей и физических свойств конденсированных сред	Знает (порогов ый уровень)	Основные методы математического описания полей и процессов, протекающих в конденсированных средах;	Сформированные систематические знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных	Способность систематических знаний методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных
	Умеет (продвину тый)	Основные методы исследования полей и физических свойств конденсированных сред	Сформированное умение аргументировано применять методы исследования функциональных характеристик конденсированных сред при решении исследовательских и практических задач	Способность аргументировано применять методы исследования функциональных характеристик конденсированных сред при решении исследовательских и практических задач
	Владеет (высокий)	Определять рамки применимости математического метода описания процессов, протекающих в конденсированных средах для решения конкретной задачи;	Успешное и систематическое владение и применение навыков анализа применения навыков исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред при решении исследовательских и практических задач	Способность систематического применения навыков анализа применение навыков исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред при решении исследовательских и практических задач
ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области	знает (порогов ый уровень)	основные методы работы с большими данными	Умеет определить количество данных, требуемой для достижения заданной точности для моделирования системы физических полей	Порядок оцененных данных должен совпадать.
	умеет (продвину тый)	использовать большие данные для	Умение самостоятельно	Может построить

использованием современных методов исследования	тый)	решения конкретной задачи	пользоваться математическим аппаратом для работы с большими данными для описания результатов исследования	корреляции в данных, определить термализацию и подготовить правильные параметры запуска высокопроизводительного приложения в суперкомпьютерной среде.
	владеет (высокий)	основными методами исследования функциональных характеристик конденсированных сред с помощью генерации больших данных и их использованием	Умение самостоятельно провести генерацию данных, анализ, и грамотно представить свой результат перед коллегами, способность принимать чужой опыт исследований и критику.	Собранный программный комплекс, скрипт запуска вычислений, скрипт анализа данных. Выявленные закономерности в данных. Предварительный отчет по результатам.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы на экзамен:

1. GNU Linux, открытая (университетская) и закрытая разработка ПО, сообщества, лицензия, инварианты в GNU Linux.
2. Файловая система GNU Linux, основополагающий принцип настройки GNU Linux.
3. Терминал GNU Linux, основные команды GNU Linux (смена пароля, перемещение по файловой системе, работа с файлами, вызов документации, системные утилиты, работа с процессами).
4. Права доступа в GNU Linux.
5. Редактирование файлов, Secure Shell в GNU Linux.
6. Компилятор, компоновщик, объектный файл, структура процесса компиляции из нескольких файлов и библиотек.
7. Статические и динамические библиотеки: создание, использование.
8. Типы данных в C++ (с точки зрения компьютера и человека), местоположение и вид хранения данных, понятия byte и bit, квалификатор типа (type qualifier), функции в C++.
9. Структура организации кода в C++, основная точка входа в программу.
10. Циклы и ветвления в C++.
11. Процесс в GNU Linux, основные атрибуты процесса и ресурсы, которые ему необходимы, состояния в которых может пребывать процесс, какие переходы между ними возможны.

12. Методы создания процесса, отношения между порожденным процессом и процессом, который его создал; права доступа к ресурсам при создании процесса.

13. Синхронное и асинхронное выполнение процессов, присоединяемый процесс, межпроцессорное взаимодействие.

14. Поток выполнения, основные свойства потока, сравнение свойств потока и процесса.

15. Назовите механизм создания и завершения потоков, сигнатура функции потока, межпотокное взаимодействие.

16. Монопольное использование объектов (мьютекс).

17. OpenMP: директива `parallel`, разделяемые и закрытые переменные.

18. OpenMP: распараллеливание цикла `for`, синхронизация.

19. OpenMP: назначение работы нитям, синхронизация.

20. Межпроцессорное взаимодействие с использованием MPI, синхронизация процессов.

21. Основные команды пересылки сообщений MPI: `MPI_Send(...)`, `MPI_Recv(...)`.

22. Групповые операции в MPI, синхронизация процессов.

Оценочные средства для текущего контроля

Для текущего контроля применяется: собеседование (УО-1) по результатам самостоятельной работы для полного контроля образовательного процесса.

Критерии оценки вопросов к экзамену

Отметка "Отлично"

1. Глубокое и прочное усвоение материала, все предоставленные задания выполняются правильно.

2. Ответ сформирован полно, правильно обоснован ход суждения.

3. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.

4. Ответ самостоятельный.

Отметка "Хорошо"

1, 2, 3 – аналогично отметке "Отлично".

4. Допущены 1-2 несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.

Отметка "Удовлетворительно"

1. Знание только основного материала, но не деталей.

2. Допущены ошибки и неточности в ответах.

Отметка "Неудовлетворительно"

1. Незнание или непонимание наиболее существенной части учебного материала.

2. Не выполнена значительная часть задания, имеются существенные

ошибки.

Пул тестов для двух вариантов по дисциплине «Параллельное программирование»

1. Одним из распространённых средств разработки программ, основанных на модели обмена сообщениями, является:
 - a. POSIX Threads
 - b. MPI
 - c. OpenMP

2. При стандартной блокирующей двухточечной передаче сообщения:
 - a. после завершения вызова нельзя использовать переменные, использовавшиеся в списке параметров
 - b. выполнение параллельной программы приостанавливается до тех пор, пока сообщение будет принято процессом-адресатом
 - c. после завершения вызова можно использовать любые переменные, использовавшиеся в списке параметров

3. Вызов подпрограммы `MPI_Cart_create`:
 - a. создает новый коммуникатор, наделенный топологией графа
 - b. создает новый коммуникатор, наделенный декартовой топологией
 - c. не создает нового коммуникатора

4. После завершения вызова `MPI_Wait`:
 - a. неблокирующий обмен не выполнен
 - b. возобновляется выполнение всех процессов, относящихся к данной параллельной программе
 - c. неблокирующий обмен выполнен

5. Неблокирующий обмен позволяет:
 - a. повысить производительность параллельной программы
 - b. повысить надежность передачи сообщений
 - c. повысить предсказуемость поведения программы

6. `MPI_COMM_NULL` это:
 - a. обозначение "нулевого" указателя в MPI
 - b. имя процедуры MPI
 - c. имя стандартного "пустого" коммуникатора

7. Подпрограмма `MPI_Bcast`:
 - a. пересылает всем остальным процессам разные фрагменты данных
 - b. пересылает одну и ту же порцию данных всем остальным процессам
 - c. выполняет операцию частичного приведения

8. С помощью каких конструкций языка программирования в MPI осуществляется обмен данными между параллельно протекающими процессами?
 - a. Условных
 - b. Циклов
 - c. Булевых
 - d. Подпрограмм
 - e. Структур

9. Любому процессу параллельной программы предоставлена возможность обмениваться данными через
- MPI_Intracomm(...)
 - MPI_Intercomm(...)
 - MPI_COMM_WORLD
 - MPI_GROUP_WORLD
 - MPI_Comm_free(...)
10. В среде MPI для обмена данными внутри одной группы параллельных процессов используют канал связи, который называют
- Интер-коммуникатор
 - Интра-коммуникатор
 - Локал-коммуникатор
 - Глобал-коммуникатор
11. В MPI группой называют упорядоченное множество
- индексов процессов
 - рангов процессов
 - групп процессов
 - идентификаторов процессов
12. Имена групп процессов при их объявлении должны иметь тип
- MPI_Group
 - MPI_Comm
 - MPI_Status
13. Имена коммуникаторов при их объявлении должны иметь тип
- MPI_Group
 - MPI_Comm
 - MPI_Status
14. В MPI имена переменных, в которых сохраняется информация о состоянии выполненной подпрограммы обмена, должны иметь тип
- MPI_Group
 - MPI_Comm
 - MPI_Status
 - MPI_Fini
15. Стандартную блокирующую передачу выполняет MPI_Send(*buf, count, datatype, ???, tag, comm). Что записывается на месте четвертого параметра?
- имя коммуникатора
 - имя процесса-получателя
 - имя процесса-отправителя
 - ранг процесса-получателя
 - ранг процесса-отправителя
16. Стандартный блокирующий прием выполняет MPI_Recv(*buf, count, datatype, ???, tag, comm, *stat). Что записывается на месте четвертого параметра?
- имя коммуникатора
 - имя процесса-получателя
 - имя процесса-отправителя

- d. ранг процесса-получателя
- e. ранг процесса-отправителя

17. Расставьте MPI вызовы в непротиворечивой последовательности.

- a. MPI_Init(...)
- b. MPI_Finalize(...)
- c. MPI_Comm_rank(...)
- d. MPI_Comm_size(...)
- e. MPI_Send(...)
- f. MPI_Recv(...)

18. Синхронизация процессов при коллективном обмене осуществляется вызовом MPI_Barrier(comm). Она _____ процесс выполнивший MPI_Barrier(comm) пока все процессы из коммуникатора comm не выполняют эту функцию.

- a. запрашивает
- b. ускоряет
- c. притормаживает
- d. блокирует
- e. отключает

19. Подпрограмма MPI_Allreduce(...) выполняет обработку данных, поступающих от нескольких процессов, и их _____ значение возвращается тем же процессам.

- a. максимальное
- b. конечное
- c. промежуточное
- d. суммарное
- e. минимальное

20. Подпрограмма MPI_Allgather(...) выполняет сбор данных, поступающих последовательно от n процессов, и пересылает их k процессам

- a. 1->k
- b. n->1
- c. n->n
- d. n->k
- e. 1->1

21. Подпрограмма MPI_Alltoall(...) собирает последовательный набор данных, поступающих от n процессов, и распределяет их по k процессам

- a. 1->k
- b. n->1
- c. n->n
- d. n->k
- e. 1->1

22. Критическое время $T_{кр}$ это минимальное время, за которое можно решить параллельную задачу на p процессорах. Как связано $T_{кр}$ с временем решения задачи на одном процессоре T_0

- a. никак
- b. $T_{кр} * p = T_0$
- c. $T_{кр} = T_0 / p$
- d. $T_{кр} \leq T_0 / p$
- e. $T_{кр} \geq T_0 / p$