



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы

А.Ю. Ралин

УТВЕРЖДАЮ

Директор департамента
информационных и
компьютерных систем:

Федорен А.Н.
«03» февраля 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Высокопроизводительные вычисления
Направление подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии
(*Аналитика цифрового следа*)
Форма подготовки: очная

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 19 сентября 2017 г. № 926 (с изменениями и дополнениями).

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента информационных и компьютерных систем, протокол № 4 от «03» февраля 2023 г.

Директор департамента информационных и компьютерных систем: ст. преподаватель Федорен А.Н.

Составитель: ассистент Полищук С.В.

Владивосток
2023

Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента информационных и компьютерных систем и утверждена на заседании департамента информационных и компьютерных систем, протокол от « ____ » _____ 202 г. № _____

2. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента информационных и компьютерных систем и утверждена на заседании департамента информационных и компьютерных систем, протокол от « ____ » _____ 202 г. № _____

3. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента информационных и компьютерных систем и утверждена на заседании департамента информационных и компьютерных систем, протокол от « ____ » _____ 202 г. № _____

4. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента информационных и компьютерных систем и утверждена на заседании департамента информационных и компьютерных систем, протокол от « ____ » _____ 202 г. № _____

Аннотация дисциплины

Высокопроизводительные вычисления

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачётных единицы / 72 академических часа. Является дисциплиной обязательной части ОП, изучается на 3-ом курсе в 5 семестре и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 16 часов, лабораторных 40 часа, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 16 часов (16 часов идет на подготовку к экзамену).

Язык реализации: русский.

Цель: Освоение методологии параллельного программирования и методов проектирования на основе высокопроизводительных программно-аппаратных средств.

Задачи:

- освоение теоретических положений по разработке параллельных программ ЭВМ;
- изучение методов параллельного проектирования многопоточных программ ЭВМ;
- практическое освоение методов параллельного проектирования и программирования.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: владение компетенцией самосовершенствования (осознание необходимости, потребность и способность обучаться, способность к познавательной деятельности), владение предметными компетенциями образовательных курсов по методам и технологиям программирования (способность использовать основные понятия компьютерных систем, знать технологии программирования, умение применять методы функционального и объектно-ориентированного программирования), приобретенные в результате получения на первом и втором курсе обучения. Обучающийся должен быть готов к изучению таких дисциплин, как «Основы программирования», «Технологии и методы программирования», «Базы данных».

Компетенции студентов, индикаторы их достижения и результаты обучения по дисциплине:

| Наименование категории (группы) компетенций | Код и наименование компетенции (результат освоения) | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине) |
|---|---|--|--|
| Профессиональные | ПК-1 Способен осуществлять | ПК-1.1. Знает основы современных | <i>Знать</i> архитектуру, устройство и функционирование современных |

| | | | |
|-------------|---|---|---|
| компетенции | сопровождение информационных систем, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес процессы в организациях различных форм собственности с целью повышения эффективности деятельности организаций | операционных систем, систем управления базами данных; основы программирования; устройство и функционирование современных ИС | информационных систем <u>Уметь</u> анализировать архитектуру, устройство и функционирование современных информационных систем <u>Владеть</u> навыками анализа архитектуры, устройства и функционирования |
| | | ПК-1.2 Умеет применять языки программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ. | <u>Знать</u> основные методы и средства проектирования программного обеспечения <u>Уметь</u> применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов <u>Владеть</u> навыками применения методов и средств проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов |
| | | ПК-1.3. Владеет навыками и приемами поиска решений, используя современный математический аппарат и совершенствуя его; навыками выбора и применения математических инструментальных средств анализа и моделирование бизнес процессов | <u>Знать</u> инструменты и методики разработки интегрированного программного обеспечения <u>Уметь</u> проектировать и создавать интегрированное программное обеспечение, интерфейсы взаимодействия <u>Владеть</u> навыками разработки интегрированного программного обеспечения, интерфейсов взаимодействия |
| | ПК-6. Способен применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и методы параллельной обработки данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты прикладных программ, сетевые технологии | ПК-6.1. Знает современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования | <u>Знать</u> особенности организации и архитектуры современных высокопроизводительных вычислительных комплексов; Методики инсталляции программного обеспечения с учётом технических характеристик аппаратной части. <u>Уметь</u> анализировать особенности аппаратной части автоматизированных систем и высокопроизводительных вычислительных комплексов с целью инсталляции наиболее оптимального программного обеспечения. <u>Владеть</u> методами оценки особенностей архитектуры современных вычислительных систем и навыками инсталляции современного программного обеспечения для них |
| | | ПК-6.2. Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных | <u>Знает</u> методику разработки параллельных программ для систем с общей и распределенной памятью, анализа их эффективности и подходы к ее повышению. <u>Умеет</u> применять на практике технологии OpenMP, и MPI для разработки параллельных программ. |

| | | | |
|--|--|--|---|
| | | программ моделирования. | <i>Владеет</i> навыками проектирования и реализации распределённых приложений и проведения анализа их производительности. |
| | | ПК-6.3. Владеет практическим опытом разработки и реализации алгоритмов их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования | <i>Знает</i> методику разработки параллельных алгоритмов с использованием технологий OpenMP и MPI для систем с общей и распределенной памятью. <i>Умеет</i> применять на практике технологий OpenMP и MPI для разработки параллельных алгоритмов. <i>Владеет</i> навыками проектирования и реализации высокопроизводительных приложений для систем с общей и распределенной памятью |

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Основы высокопроизводительных вычислений» применяются следующие дистанционные образовательные технологии и методы активного/интерактивного обучения: видеоконсультация и обратная связь онлайн, лекция-беседа.

+

I. Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: Освоение методологии параллельного программирования и методов проектирования на основе высокопроизводительных программно-аппаратных средств.

Задачи:

- освоение теоретических положений по разработке параллельных программ ЭВМ;
- изучение методов параллельного проектирования многопоточных программ ЭВМ;
- практическое освоение методов параллельного проектирования и программирования.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: владение компетенцией самосовершенствования (осознание необходимости, потребность и способность обучаться, способность к познавательной деятельности), владение предметными компетенциями образовательных курсов по методам и технологиям программирования (способность использовать основные понятия компьютерных систем, знать технологии программирования, умение применять методы функционального и объектно-ориентированного программирования), приобретенные в результате получения на первом и втором курсе обучения. Обучающийся должен быть готов к изучению таких дисциплин, как «Основы программирования», «Технологии и методы программирования», «Базы данных».

Профессиональные компетенции студентов, индикаторы их достижения и результаты обучения по дисциплине

| Наименование категории (группы) компетенций | Код и наименование компетенции (результат освоения) | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине) |
|---|--|--|--|
| Профессиональные компетенции | ПК-1 Способен осуществлять сопровождение информационных систем, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес процессы в организациях различных форм собственности с целью повышения эффективности деятельности организаций | ПК-1.1. Знает основы современных операционных систем, систем управления базами данных; основы программирования; устройство и функционирование современных ИС | <u>Знать</u> архитектуру, устройство и функционирование современных информационных систем <u>Уметь</u> анализировать архитектуру, устройство и функционирование современных информационных систем <u>Владеть</u> навыками анализа архитектуры, устройства и функционирования |
| | | ПК-1.2. Умеет применять языки программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ. | <u>Знать</u> основные методы и средства проектирования программного обеспечения <u>Уметь</u> применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов <u>Владеть</u> навыками применения методов и средств проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов |
| | | ПК-1.3. Владеет навыками и приемами поиска решений, используя современный математический аппарат и совершенствуя его; навыками выбора и применения математических инструментальных средств анализа и моделирование бизнес процессов | <u>Знать</u> инструменты и методики разработки интегрированного программного обеспечения <u>Уметь</u> проектировать и создавать интегрированное программное обеспечение, интерфейсы взаимодействия <u>Владеть</u> навыками разработки интегрированного программного обеспечения, интерфейсов взаимодействия |
| | ПК-6. Способен применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и методы параллельной обработки данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты прикладных | ПК-6.1. Знает современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования | <u>Знать</u> особенности организации и архитектуры современных высокопроизводительных вычислительных комплексов; Методики инсталляции программного обеспечения с учётом технических характеристик аппаратной части. <u>Уметь</u> анализировать особенности аппаратной части автоматизированных систем и высокопроизводительных вычислительных комплексов с целью инсталляции наиболее оптимального программного обеспечения. <u>Владеть</u> методами оценки особенностей архитектуры |

| | | | |
|--|------------------------------|--|---|
| | программ, сетевые технологии | | современных вычислительных систем и навыками инсталляции современного программного обеспечения для них |
| | | ПК-6.2. Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования. | <u>Знает</u> методику разработки параллельных программ для систем с общей и распределенной памятью, анализа их эффективности и подходы к ее повышению. <u>Умеет</u> применять на практике технологии OpenMP, и MPI для разработки параллельных программ. <u>Владеет</u> навыками проектирования и реализации распределённых приложений и проведения анализа их производительности. |
| | | ПК-6.3. Владеет практическим опытом разработки и реализации алгоритмов их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования | <u>Знает</u> методику разработки параллельных алгоритмов с использованием технологий OpenMP и MPI для систем с общей и распределенной памятью. <u>Умеет</u> применять на практике технологий OpenMP и MPI для разработки параллельных алгоритмов. <u>Владеет</u> навыками проектирования и реализации высокопроизводительных приложений для систем с общей и распределенной памятью |

II. Трудоемкость дисциплины и виды учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачётных единиц (72 академических часа).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине могут являться:

| Обозначение | Виды учебных занятий и работы обучающегося |
|-------------|---|
| Лек | Лекции |
| Лаб | Лабораторные работы |
| Пр | Практические занятия |
| ОК | Онлайн курс |
| СР | Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения |
| Контроль | Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации |

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

| № | Наименование раздела дисциплины | Семестр | Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося | | | | | | Формы промежуточной аттестации |
|---|---------------------------------|---------|---|-----|----|----|----|----------|--------------------------------|
| | | | Лек | Лаб | Пр | ОК | СР | Контроль | |
| 1 | Раздел 1. Архитектура | 5 | 4 | 10 | 0 | 0 | 0 | 4 | Экзамен |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|----|----|---|---|---|----|--|
| | параллельных компьютеров | | | | | | | | |
| 2 | Раздел 2. Технология программирования MPI | 5 | 4 | 10 | 0 | 0 | 0 | 4 | |
| 3 | Раздел 3. Технология программирования OpenMP | 5 | 4 | 10 | 0 | 0 | 0 | 4 | |
| 4 | Раздел 4. Гибридная модель параллельного программирования | 5 | 4 | 10 | 0 | 0 | 0 | 4 | |
| | Итого: | | 16 | 40 | 0 | 0 | 0 | 16 | |

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел 1. Архитектура параллельных компьютеров.

Тема 1.1. Архитектура высокопроизводительных ЭВМ.

Конвейерные и векторные вычисления. Процессорные матрицы. Многопроцессорные вычислительные системы с общей и распределенной памятью (мультипроцессоры и мультимпьютеры). Схемы коммутации (полная коммутация - общая память, перекрестные коммутаторы, локальные схемы коммутации - общая шина, решетки, кластеры). Анализ возможных схем взаимодействия ветвей параллельных алгоритмов и типовые топологии схем коммутации – кольцо, линейка, решетки, полный граф, гиперкуб, тор, дерево. Аппаратная реализация и программная эмуляция топологий.

Тема 1.2. Классификация многопроцессорных вычислительных систем.

СуперЭВМ. Многопроцессорные вычислительные комплексы (МВС). Многомашинные вычислительные комплексы. Сети ЭВМ. Высокопроизводительные вычислительные кластеры. Систематика Флинна. Потоки данных (команд). Конкретизация видов многопроцессорных систем: векторные компьютеры, симметричные мультипроцессоры (SMP), массивно-параллельные компьютерные системы (MPP), кластеры.

Раздел 2. Технология программирования MPI.

Тема 2.1. Принципы разработки параллельных алгоритмов и программ

Использование распространенных языков программирования и коммуникационных библиотек и интерфейсов. Традиционные последовательные языки и распараллеливающие компиляторы, проблема выделения потенциального параллелизма последовательных программ. Специальные комментарии и директивы компилятору. Параллельные языки программирования и расширения стандартных языков. Средства автоматического распараллеливания, параллельные компиляторы. Параллельные предметные библиотеки. Инструментальные системы для проектирования параллельных программ.

Тема 2.2. Интерфейс передачи сообщений MPI

Общие принципы построения и реализации MPI. Разработчики, история создания. Принципы разработки параллельных алгоритмов. Функции MPI, коммутаторы. Функции обмена сообщениями типа «точка-точка»: блокирующий и не блокирующий обмен, синхронные и стандартные послылки сообщений. Предотвращение тупиков. Коллективные функции обмена данных: широковещательная рассылка, функции сбора и рассыпания данных. Функции редукции данных. Создание групп процессов, области связи, коммутаторы. Обмен данными внутри группы, межгрупповой обмен. Топология обменов. Декартовы топологии. Топологии произвольного графа. Примеры параллельных программ на основе обработки массивов.

Раздел 3. Технология программирования OpenMP.

Тема 3.1. Технология программирования OpenMP

Последовательные и параллельные нити программы. Организация параллельных секций. Параллельные циклы. Директивы синхронизации. Классы переменных. Спецификации OpenMP для языков C и C++.

Тема 3.2. Временная сложность алгоритма.

Оценка времени выполнения алгоритма для паракомпьютера (предельное распараллеливание) и для систем с конечным количеством процессоров. Зависимость оценок от алгоритма и необходимость оптимизации структуры графа вычислений. Способы получения оптимального расписания вычислений.

Раздел 4. Гибридная модель параллельного программирования

Тема 4.1. Проблемы взаимодействия процессов

Синхронизация параллельных процессов. Аппарат событий. Концепция ресурса. Механизмы взаимного исключения: алгоритм Деккера, семафоры (Дейкстра), мониторы (Вирт). Примеры решения стандартных задач взаимного исключения: кольцевой буфер, проблема «читатели и писатели». Взаимодействие параллельных процессов посредством механизма передачи сообщений. Механизмы передачи: очереди, почтовые ящики, порты. Понятие тупика и условия его возникновения. Предотвращение тупиков. Обнаружение тупиков и восстановление состояния процессов

Тема 4.2. Моделирование и анализ параллельных алгоритмов

Модели параллельных вычислительных процессов. Концепция неограниченного параллелизма. Компьютер с неограниченным параллелизмом (паракомпьютер). Модели многопроцессорных систем с общей и распределенной памятью. Модель конвейерной системы. Модель алгоритма в виде графа «операнд – операции». Представление алгоритма в виде графа потока данных. Расписание параллельных вычислений.

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Раздел 1.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. Архитектура параллельных компьютеров.

Обзор современных вычислительных систем для параллельных вычислений. Способы параллельной обработки данных. Компьютеры с общей памятью, компьютеры с распределенной памятью

Раздел 2.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. Технология программирования MPI.

Общие функции, функции приема/передачи сообщений между процессами. Функции коллективного взаимодействия процессов, создания пользовательских операций, работа с группами процессов. Пересылка разнотипных данных, производные типы данных, упаковка данных.

Раздел 3.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. Технология программирования OpenMP.

Основные конструкции, работа с переменными, распараллеливание циклов, параллельные секции, критические секции, атомарные операции, операции синхронизации.

Раздел 4.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. Гибридная модель параллельного программирования.

Совместное использование технологий программирования MPI, OpenMP

V. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

| № п/п | Контролируемые разделы / темы дисциплины | Код и наименование индикатора достижения | Результаты обучения | Оценочные средства * | |
|-------|--|--|---|----------------------|--------------------------|
| | | | | текущий контроль | промежуточная аттестация |
| 1 | Раздел 1. Архитектура параллельных компьютеров | ПК-1.1. Знает основы современных операционных систем, систем управления базами данных; основы программирования; устройство и функционирование современных ИС | <u>Знать</u> архитектуру, устройство и функционирование современных информационных систем | УО-1 ПР-6 | Вопросы к экзамену №1-10 |
| | | | <u>Уметь</u> анализировать архитектуру, устройство и функционирование современных информационных систем | УО-1 ПР-6 | |
| | | | <u>Владеть</u> навыками анализа архитектуры, устройства и функционирования | УО-1 ПР-6 | |

| | | | | | |
|---|---|--|---|--------------|---------------------------|
| 2 | Раздел 2. Технология программирования МРІ | ПК-1.2. Умеет применять языки программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ. | <i>Знать</i> основные методы и средства проектирования программного обеспечения | УО-1 ПР-6 | Вопросы к экзамену №11-25 |
| | | | <i>Уметь</i> применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов | УО-1 ПР-6 | |
| | | | <i>Владеть</i> навыками применения методов и средств проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов | УО-1 ПР-6 | |
| | | ПК-1.3. Владеет навыками и приемами поиска решений, используя современный математический аппарат и совершенствуя его; навыками выбора и применения математических инструментальных средств анализа и моделирование бизнес процессов | <i>Знать</i> инструменты и методики разработки интегрированного программного обеспечения | УО-1 ПР-6 | |
| | | | <i>Уметь</i> проектировать и создавать интегрированное программное обеспечение, интерфейсы взаимодействия | УО-1 ПР-6 | |
| | | | <i>Владеть</i> навыками разработки интегрированного программного обеспечения, интерфейсов взаимодействия | УО-1 ПР-6 | |
| | | ПК-6.1. Знает современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования | <i>Знать</i> особенности организации и архитектуры современных высокопроизводительных вычислительных комплексов; Методики инсталляции программного обеспечения с учётом технических характеристик аппаратной части. | УО-1 ПР-6 | |
| | | | <i>Уметь</i> анализировать особенности аппаратной части автоматизированных систем и высокопроизводительных вычислительных комплексов с целью инсталляции наиболее оптимального программного обеспечения. | УО-1 ПР-6 | |
| | | | <i>Владеть</i> методами оценки особенностей архитектуры современных вычислительных систем и навыками инсталляции | УО-1 ПР-6 | |

| | | | | | |
|---|--|---|---|--------------|---------------------------|
| | | | современного программного обеспечения для них | | |
| | | ПК-6.2. Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования. | <u>Знает</u> методику разработки параллельных программ для систем с общей и распределенной памятью, анализа их эффективности и подходы к ее повышению. | УО-1 ПР-6 | |
| | | | <u>Умеет</u> применять на практике технологии OpenMP, и MPI для разработки параллельных программ. | УО-1 ПР-6 | |
| | | | <u>Владеет</u> навыками проектирования и реализации распределённых приложений и проведения анализа их производительности. | УО-1 ПР-6 | |
| 3 | Раздел 3. Технология программирования OpenMP | ПК-6.1. Знает современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования | <u>Знать</u> особенности организации и архитектуры современных высокопроизводительных вычислительных комплексов; Методики инсталляции программного обеспечения с учётом технических характеристик аппаратной части. | УО-1 ПР-6 | Вопросы к экзамену №15-20 |
| | | | <u>Уметь</u> анализировать особенности аппаратной части автоматизированных систем и высокопроизводительных вычислительных комплексов с целью инсталляции наиболее оптимального программного обеспечения. | УО-1 ПР-6 | |
| | | | <u>Владеть</u> методами оценки особенностей архитектуры современных вычислительных систем и навыками инсталляции современного программного обеспечения для них | УО-1 ПР-6 | |
| | | ПК-6.2. Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования. | <u>Знает</u> методику разработки параллельных программ для систем с общей и распределенной памятью, анализа их эффективности и подходы к ее повышению. | УО-1 ПР-6 | |
| | | | <u>Умеет</u> применять на практике технологии OpenMP, и MPI для разработки параллельных программ. | УО-1 ПР-6 | |
| | | | <u>Владеет</u> навыками | УО-1 | |

| | | | | | |
|----|---|--|--|--------------|----------------------------------|
| | | | проектирования и реализации распределённых приложений и проведения анализа их производительности. | ПР-6 | |
| 4 | Раздел 4. Гибридная модель параллельного программирования | ПК-6.2. Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования. | <u>Знает</u> методику разработки параллельных программ для систем с общей и распределенной памятью, анализа их эффективности и подходы к ее повышению. | УО-1 ПР-6 | Вопросы к экзамену №20-28 |
| | | | <u>Умеет</u> применять на практике технологии OpenMP, и MPI для разработки параллельных программ. | УО-1 ПР-6 | |
| | | | <u>Владеет</u> навыками проектирования и реализации распределённых приложений и проведения анализа их производительности. | УО-1 ПР-6 | |
| | | ПК-6.3. Владеет практическим опытом разработки и реализации алгоритмов их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования | <u>Знает</u> методику разработки параллельных алгоритмов с использованием технологий OpenMP и MPI для систем с общей и распределенной памятью. | УО-1 ПР-6 | |
| | | | <u>Умеет</u> применять на практике технологий OpenMP и MPI для разработки параллельных алгоритмов. | УО-1 ПР-6 | |
| | | | <u>Владеет</u> навыками проектирования и реализации высокопроизводительных приложений для систем с общей и распределенной памятью. | УО-1 ПР-6 | |
| 5. | Экзамен | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3 | | | Вопросы к экзамену №1-28 ПР-1 |

* Формы оценочных средств:

- 1) собеседование/устный опрос (УО-1).
- 2) тесты (ПР-1)
- 3) лабораторная работа (ПР-6).

VI. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но

по его заданиям и под его контролем. Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов:

- работа с основной и дополнительной литературой, Интернет ресурсами;
- самостоятельное ознакомление с лекционным материалом, представленным на электронных носителях, в библиотеке образовательного учреждения;
- выполнение лабораторных работ;
- подготовка к экзамену;
- другие виды деятельности, организуемые и осуществляемые образовательным учреждением и органами студенческого самоуправления.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Основы высокопроизводительных вычислений» включает в себя план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

| № п/п | Дата/сроки выполнения | Вид самостоятельной работы | Примерные нормы времени на выполнение | Форма контроля |
|--------------|------------------------------|--|--|-----------------------|
| 1. | В течение семестра | Подготовка к практическим занятиям: изучение литературы, подготовка к лабораторным работам | 16 часов | УО-1 ПР-6 |
| 2. | 16-18 неделя семестра | Подготовка к экзамену | 16 часов | Экзамен |
| | Итого | | 32 часа | |

Форма контроля:

1) собеседование/устный опрос (УО-1).

3) лабораторная работа (ПР-6).

Самостоятельная работа по дисциплине включает в себя подготовку к лабораторным занятиям (изучение литературы) и подготовку к промежуточной аттестации по дисциплине.

Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

VII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Окулов С.М. Основы программирования / Окулов С.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 337 с.
<http://www.iprbookshop.ru/6449>
2. Балдин К.В. Математическое программирование: учебник/ Балдин К.В., Брызгалов Н.А., Рукосуев А.В.— М.: Дашков и К, 2014.— 218 с.
<http://www.iprbookshop.ru/4558>
3. Основы высокопроизводительных вычислений : учебное пособие : [16+] / К. Е. Афанасьев, С. В. Стуколов, В. В. Малышенко [и др.]. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2012. – Том 2. Технологии параллельного программирования. – 412 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://lib.biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232204>

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Александреску А. Современное проектирование на C++: Пер. с англ. — М.: Вильямс, 2002. — 336 с.
2. Вандевурд Д., Джосаттис Н. М. Шаблоны C++: справочник разработчика: Пер. с англ. — М.: Вильямс, 2003. — 544 с.
3. Мейерс С. Эффективное использование C++. 50 рекомендаций по улучшению ваших программ и проектов: Пер. с англ. — М.: Питер, ДМК пресс, 2006. — 240 с.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Основы высокопроизводительных вычислений https://vk.com/wall-51126445_80364

2. Современные технологии высокопроизводительных вычислений https://amd.spbstu.ru/userfiles/files/methodical_material/badenko_visokoproizvoditelnie_vichisl_enija_2010.pdf

3. Основы методов организации высокопроизводительных вычислений <https://www.fpo.msu.ru/index.php/9-static-information/385-superkompyuternye-sistemy-i-vysokoproizvoditelnye-vychisleniya>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение: Microsoft Teams, Microsoft Office (Power Point, Word, Access), Blackboard Learn, Visual Studio, DevC++p, программное обеспечение сервисов сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

Информационно справочные системы и профессиональные базы данных:

1. ЭБС ДВФУ - <https://www.dvfu.ru/library/electronic-resources/>
2. Электронная библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
3. Электронная библиотечная система «Консультант студента»: <http://www.studentlibrary.ru>
4. Электронная библиотечная система «eLIBRARY.RU»: <http://www.elibrary.ru/>
5. Электронная библиотечная система «Юрайт»: <http://www.urait.ru/ebs>
6. Электронная библиотечная система «Znanium»: <http://znanium.com/>
7. Электронная библиотечная система IPRbooks: <http://iprbookshop.ru/>
8. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>
9. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.ur01>
10. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
11. Информационная система "ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам" - <http://window.edu.ru/>
12. Доступ к электронному заказу книг в библиотеке ДВФУ - <http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?theme=FEFU>

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Успешное освоение дисциплины предполагает активную работу студентов на всех занятиях аудиторной формы: лекциях и лабораторных занятиях, выполнение аттестационных мероприятий. В процессе изучения дисциплины студенту необходимо ориентироваться на проработку лекционного материала, подготовку к лабораторным занятиям.

Освоение дисциплины «Основы высокопроизводительных вычислений» предполагает рейтинговую систему оценки знаний студентов и предусматривает со стороны преподавателя текущий контроль за посещением студентами лекций, лабораторных занятий, выполнением всех видов заданий и самостоятельной работы.

Промежуточной аттестацией по дисциплине «Основы высокопроизводительных вычислений» является экзамен в 5 семестре.

Студент считается аттестованным по дисциплине при условии выполнения всех видов текущего контроля и самостоятельной работы, предусмотренных учебной программой.

Шкала оценивания сформированности образовательных результатов по дисциплине представлена в фонде оценочных средств (ФОС).

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы ¹ | Оснащенность специальных помещений и помещений для проведения учебных занятий, для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|--|
| Учебные аудитории для проведения учебных занятий: | | |
| D208/347, D303, D313а, D401, D453, D461, D518, D708, D709, D758, D761, D762, D765, D766, D771, D917, D918, D920, D925, D576, D807 | Лекционная аудитория оборудована маркерной доской, аудиопроигрывателем | IBM SPSS Statistics Premium Campus Edition. Поставщик ЗАО Прогностические решения. Договор ЭА-442-15 от 18.01.2016 г. Лицензия - бессрочно. SolidWorks Campus 500. Поставщик Солид Воркс Р. Договор 15- 04-101 от 23.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. АСКОН Компас 3D v17. Поставщик Навиком. Договор 15-03-53 от 20.12.2015 г. Лицензия - |

¹ В соответствии с п.4.3. ФГОС

| | | |
|---|--|--|
| | | <p>бессрочно. MathCad Education University Edition. Поставщик Софт Лайн Трейд. Договор 15-03-49 от 02.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. Windows Edu Per Device 10 Education. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА-261-18 от 30.06.2018 г. Срок действия договора с 30.06.2018 г. Office Professional Plus 2019. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА261-18 от 30.06.2018 г. Лицензия - бессрочно. Autocad 2018. Поставщик Autodesk. Договор № 110002048940 от 27.10.2018 г. Сетевая, конкурентная. Срок действия договора с 27.10.2018 г. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012</p> |
| <p>D229, D304, D306, D349, D350, D351, D352, D353, D403, D404, D405, D414, D434, D435, D453, D503, D504, D517, D522, D577, D578, D579, D580, D602, D603, D657, D658, D702, D704, D705, D707, D721, D722, D723, D735, D736, D764, D769, D770, D773, D810, D811, D906, D914, D921, D922, D923, D924, D926</p> | <p>2 этаж, пом № 135, Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокмутации; подсистема аудиокмутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления</p> | <p>IBM SPSS Statistics Premium Campus Edition. Поставщик ЗАО Прогностические решения. Договор ЭА-442-15 от 18.01.2016 г. Лицензия - бессрочно. SolidWorks Campus 500. Поставщик Солид Воркс Р. Договор 15- 04-101 от 23.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. АСКОН Компас 3D v17. Поставщик Навиком. Договор 15-03-53 от 20.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. MathCad Education University Edition. Поставщик Софт Лайн Трейд. Договор 15-03-49 от 02.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. Windows Edu Per Device 10 Education. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА-261-18 от 30.06.2018 г. Срок действия договора с 30.06.2018 г. Office Professional Plus 2019. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА261-18 от 30.06.2018 г. Лицензия - бессрочно. Autocad 2018. Поставщик Autodesk. Договор № 110002048940 от 27.10.2018 г. Сетевая, конкурентная. Срок действия договора с 27.10.2018 г. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012</p> |
| <p>D207/346</p> | <p>Мультимедийная аудитория: Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокмутации; подсистема аудиокмутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления),</p> | <p>IBM SPSS Statistics Premium Campus Edition. Поставщик ЗАО Прогностические решения. Договор ЭА-442-15 от 18.01.2016 г. Лицензия - бессрочно. SolidWorks Campus 500. Поставщик Солид Воркс Р. Договор 15- 04-101 от 23.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. АСКОН Компас 3D v17. Поставщик Навиком. Договор 15-03-53 от 20.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. MathCad Education</p> |

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>Universty Edition. Поставщик Софт Лайн Трейд. Договор 15-03-49 от 02.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. Windows Edu Per Device 10 Education. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА-261-18 от 30.06.2018 г. Срок действия договора с 30.06.2018 г. Office Professional Plus 2019. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА261-18 от 30.06.2018 г. Лицензия - бессрочно. Autocad 2018.</p> <p>Поставщик Autodesk. Договор № 110002048940 от 27.10.2018 г. Сетевая, конкурентная. Срок действия договора с 27.10.2018 г. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012</p> |
| D226 | <p>Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеокмутации; подсистема аудиокмутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления), D362 (профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема аудиокмутации и звукоусиления; Компьютерный класс на 15 посадочных мест</p> | <p>IBM SPSS Statistics Premium Campus Edition. Поставщик ЗАО Прогностические решения. Договор ЭА-442-15 от 18.01.2016 г. Лицензия - бессрочно. SolidWorks Campus 500.</p> <p>Поставщик Солид Воркс Р. Договор 15- 04-101 от 23.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. АСКОН Компас 3D v17. Поставщик Навиком. Договор 15-03-53 от 20.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. MathCad Education Universty Edition. Поставщик Софт Лайн Трейд. Договор 15-03-49 от 02.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. Windows Edu Per Device 10 Education. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА-261-18 от 30.06.2018 г. Срок действия договора с 30.06.2018 г. Office Professional Plus 2019. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА261-18 от 30.06.2018 г. Лицензия - бессрочно. Autocad 2018.</p> <p>Поставщик Autodesk. Договор № 110002048940 от 27.10.2018 г. Сетевая, конкурентная. Срок действия договора с 27.10.2018 г. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012</p> |
| D447, D448, D449, D450, D451, D452, D502, D575 | <p>Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокмутации; подсистема аудиокмутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления</p> | <p>IBM SPSS Statistics Premium Campus Edition. Поставщик ЗАО Прогностические решения. Договор ЭА-442-15 от 18.01.2016 г. Лицензия - бессрочно. SolidWorks Campus 500.</p> <p>Поставщик Солид Воркс Р. Договор 15- 04-101 от 23.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. АСКОН Компас 3D v17. Поставщик Навиком. Договор 15-03-53 от 20.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. MathCad Education Universty Edition. Поставщик</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>Софт Лайн Трейд. Договор 15-03-49 от 02.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. Windows Edu Per Device 10 Education. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА-261-18 от 30.06.2018 г. Срок действия договора с 30.06.2018 г. Office Professional Plus 2019. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА261-18 от 30.06.2018 г. Лицензия - бессрочно. Autocad 2018.</p> <p>Поставщик Autodesk. Договор № 110002048940 от 27.10.2018 г. Сетевая, конкурентная. Срок действия договора с 27.10.2018 г. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012</p> |
| D446, D604, D656, D659, D737, D808, D809, D812 | <p>Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; Компьютерный класс; Рабочее место: Компьютеры (Твердотельный диск - объемом 128 ГБ; Жесткий диск - объем 1000 ГБ; Форм-фактор – Tower); комплектуется клавиатурой, мышью. Монитором AOC i2757Fm; комплектом шнуров эл. питания) Модель - M93p 1; Лингафонный класс, компьютеры оснащены программным комплексом Sanako study 1200</p> | <p>IBM SPSS Statistics Premium Campus Edition. Поставщик ЗАО Прогностические решения. Договор ЭА-442-15 от 18.01.2016 г. Лицензия - бессрочно. SolidWorks Campus 500.</p> <p>Поставщик Солид Воркс Р. Договор 15- 04-101 от 23.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. АСКОН Компас 3D v17. Поставщик Навиком. Договор 15-03-53 от 20.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. MathCad Education University Edition. Поставщик Софт Лайн Трейд. Договор 15-03-49 от 02.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. Windows Edu Per Device 10 Education. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА-261-18 от 30.06.2018 г. Срок действия договора с 30.06.2018 г. Office Professional Plus 2019. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА261-18 от 30.06.2018 г. Лицензия - бессрочно. Autocad 2018.</p> <p>Поставщик Autodesk. Договор № 110002048940 от 27.10.2018 г. Сетевая, конкурентная. Срок действия договора с 27.10.2018 г. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012</p> |
| D501, D601 | <p>Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; Компьютерный класс на 26 рабочих мест. Рабочее место: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK</p> | <p>IBM SPSS Statistics Premium Campus Edition. Поставщик ЗАО Прогностические решения. Договор ЭА-442-15 от 18.01.2016 г. Лицензия - бессрочно. SolidWorks Campus 500.</p> <p>Поставщик Солид Воркс Р. Договор 15- 04-101 от 23.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. АСКОН Компас 3D v17. Поставщик Навиком. Договор 15-03-53 от 20.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. MathCad Education University Edition. Поставщик Софт Лайн Трейд. Договор 15-03-</p> |

| | | |
|---|--|---|
| | | <p>49 от 02.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. Windows Edu Per Device 10 Education. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА-261-18 от 30.06.2018 г. Срок действия договора с 30.06.2018 г. Office Professional Plus 2019. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА261-18 от 30.06.2018 г. Лицензия - бессрочно. Autocad 2018. Поставщик Autodesk. Договор № 110002048940 от 27.10.2018 г. Сетевая, конкурентная. Срок действия договора с 27.10.2018 г. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012</p> |
| <p>Помещения для самостоятельной работы:</p> | | |
| <p>A1042 аудитория для самостоятельной работы студентов</p> | <p>Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 115 шт.; Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox; Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C; Полноцветный копир-принтер-сканер Xerox WorkCentre 7530 (WC7530CPS Оборудование для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья: Дисплей Брайля Focus-40 Blue – 3 шт.; Дисплей Брайля Focus-80 Blue; Рабочая станция Lenovo ThinkCentre E73z – 3 шт.; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Маркер-диктофон Touch Memo цифровой; Устройство портативное для чтения плоскочечных текстов PEarl; Сканирующая и читающая машина для незрячих и слабовидящих пользователей SARA; Принтер Брайля Emprint SpotDot - 2 шт.; Принтер Брайля Everest - D V4; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Видео увеличитель Topaz 24" XL стационарный электронный; Обучающая система для детей тактильно-речевая, либо для людей с ограниченными возможностями здоровья; Увеличитель ручной видео RUBY портативный – 2 шт.; Экран Samsung S23C200B; Маркер-диктофон Touch Memo цифровой.</p> | <p>Microsoft Windows 7 Pro MAGic 12.0 Pro, Jaws for Windows 15.0 Pro, Open book 9.0, Duxbury BrailleTranslator, Dolphin Guide (контракт № А238-14/2); Неисключительные права на использование ПО Microsoft рабочих станций пользователей (контракт ЭА-261-18 от 02.08.2018): - лицензия на клиентскую операционную систему; - лицензия на пакет офисных продуктов для работы с документами включая формат.docx , .xlsx , .vsd , .ppt.; - лицензия па право подключения пользователя к серверным операционным системам , используемым в ДВФУ : Microsoft Windows Server 2008/2012; - лицензия на право подключения к серверу Microsoft Exchange Server Enterprise; - лицензия па право подключения к внутренней информационной системе документооборота и порталу с возможностью поиска информации во множестве удаленных и локальных хранилищах, ресурсах, библиотеках информации, включая порталные хранилища, используемой в ДВФУ: Microsoft SharePoint; - лицензия на право подключения к системе централизованного управления рабочими станциями, используемой в ДВФУ: Microsoft System Center.</p> |