

Направление подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»
Магистерская программа «Информационное и программное обеспечение
автоматизированных систем»
РПД Б1.О.03 «Вычислительные системы»



**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
в г. Смоленске
по учебно-методической работе
В.В. Рожков
02 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Вычислительные системы

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: **09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»**

Магистерская программа **«Информационное и программное обеспечение автоматизи-
рованных систем»**

Уровень высшего образования: **магистратура**

Нормативный срок обучения: **2 года 3 месяца**

Форма обучения: **очно-заочная**

Год набора: **2025**

Смоленск

Направление подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»
Магистерская программа «Информационное и программное обеспечение
автоматизированных систем»
РПД Б1.О.03 «Вычислительные системы»



Программа составлена с учетом ОС ВО – магистратура по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», утвержденного ректором ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Н.Д. Рогалевым 20.12.2023.

Программу составил:


_____ д.т.н., профессор А.С. Федулов
подпись ФИО
«20» января 2025 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Вычислительная техника» «05» февраля 2025 г., протокол № 6.

Заведующий кафедрой «Вычислительная техника»:


_____ д.т.н., профессор В.В. Борисов
подпись ФИО
«06» февраля 2025 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

**Ответственный в филиале по работе
с ЛОВЗ и инвалидами**


_____ зам. нач. УУ Е.В.Зуева
подпись ФИО

«06» февраля 2025 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины – формирование знаний, умений и навыков в решении задач исследования и использования вычислительных систем.

Задачи: изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач применения параллельных вычислительных систем, исследование классификации и типовых структур современных вычислительных систем, основных парадигм параллельного программирования, теоретических основ проектирования параллельных алгоритмов, моделей, использующихся при анализе и проектировании вычислительных систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Вычислительные системы» относится к обязательной части программы. Данная дисциплина участвует в формировании общепрофессиональных компетенций ОПК-1 и ОПК-5. Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующей дисциплиной Математические методы анализа сложных систем.

Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной:

- Программное обеспечение автоматизированных систем;
- Научно-исследовательская работа.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенций | Результаты обучения |
|---|--|--|
| <p>ОПК-1. Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</p> | <p>ОПК-1.1. Приобретает математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</p> | <p>Знает: теоретические основы проектирования и исследования вычислительных систем и параллельных алгоритмов Умеет: приобретать новые теоретические знания при решении задач проектирования и исследования вычислительных систем и параллельных алгоритмов Владеет: навыками приобретения новых знаний при проектировании и исследовании вычислительных систем и параллельных алгоритмов</p> |
| | <p>ОПК-1.2. Развивает математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</p> | <p>Знает: модели и методы проектирования и исследования вычислительных систем и параллельных алгоритмов Умеет: разрабатывать модели и методы проектирования и исследования вычислительных систем и параллельных алгоритмов Владеет: методикой разработки моделей и методов проектирования и исследования вычислительных систем и параллельных алгоритмов</p> |
| | <p>ОПК-1.3. Применяет математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</p> | <p>Знает: методологическую основу проектирования и исследования вычислительных систем и параллельных алгоритмов Умеет: применять новые знания при проектировании и исследования вычислительных систем и параллельных алгоритмов Владеет: навыками применения методологической основы проектирования и исследования вычислительных систем и параллельных алгоритмов</p> |

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенций | Результаты обучения |
|---|--|---|
| <p>ОПК-5. Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем</p> | <p>ОПК-5.1. Разрабатывает программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем</p> | <p>Знает: теоретические основы разработки программного и аппаратного обеспечения для параллельных вычислительных систем Умеет: разрабатывать программное и аппаратное обеспечение для параллельных вычислительных систем Владеет: методикой разработки программного и аппаратного обеспечения для параллельных вычислительных систем</p> |
| | <p>ОПК-5.2. Модернизирует программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем</p> | <p>Знает: теоретические основы модернизации программного и аппаратного обеспечения для параллельных вычислительных систем Умеет: модернизировать программное и аппаратное обеспечение для параллельных вычислительных систем Владеет: навыками модернизации программного и аппаратного обеспечения для параллельных вычислительных систем</p> |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Структура дисциплины:

| Индекс | Наименование | Семестр 2 | | | | | | | | | | Итого за курс | | | | | | | | | | | |
|---------|------------------------|-----------|---------------------|-----------|-----|-----|----|----|----|----------|-------|---------------|----------|---------------------|-----|-----|----|----|----|----------|-------|----|----------|
| | | Контроль | Академических часов | | | | | | | | | з.е. | Контроль | Академических часов | | | | | | | | | з.е. |
| | | | Всего | Кон такт. | Лек | Лаб | Пр | КР | СР | Контроль | Всего | | | Кон такт. | Лек | Лаб | Пр | КР | СР | Контроль | Всего | | |
| Б1.О.03 | Вычислительные системы | Экз, РГР | 252 | 52 | 18 | 16 | 18 | | | 155 | 45 | 7 | Экз, РГР | 252 | 52 | 18 | 16 | 18 | | | 155 | 45 | 7 |

ОБОЗНАЧЕНИЯ:

Виды промежуточной аттестации (виды контроля):

Экз - экзамен;

ЗаО - зачет с оценкой;

За – зачет;

Виды работ:

Контакт. – контактная работа обучающихся с преподавателем;

Лек. – лекционные занятия;

Лаб.– лабораторные работы;

Пр. – практические занятия;

КРП – курсовая работа (курсовой проект);

РГР – расчетно-графическая работа (реферат);

СР – самостоятельная работа студентов;

з.е.– объем дисциплины в зачетных единицах.

Содержание дисциплины:

| № | Наименование видов занятий и тематик, содержание |
|---|--|
| 1 | <p>Лекционные занятия - 9 шт. по 2 часа.</p> <p>1.1. Понятие о вычислительной системе. Параллелизм. Понятие о параллельной вычислительной системе. Классификация Флинна. Ее недостатки. Классификация Джонсона вычислительных систем класса МКМД. Вычислительные системы с общей памятью. Мультипроцессоры. Свойства. Достоинства. Недостатки. Проблемы. Примеры систем. Вычислительные системы с неоднородным доступом к памяти. Вычислительные системы с распределенной памятью. Мультикомпьютеры. Свойства. Достоинства. Недостатки. Проблемы. Примеры систем.</p> <p>1.2. Вычислительные кластеры. Гибридные вычислительные системы. Гибридный вычислительный кластер (ГВК) СФМЭИ. Архитектура, основные характеристики. Архитектура и основные характеристики вычислительных узлов ГВК и узла управления. Командная оболочка bash. Доступ к командной оболочке. Программы PuTTY и WinSCP. Основные команды Linux. Скрипты bash. Менеджер ресурсов SLURM. Функции, основные команды.</p> <p>1.3. Проблема синхронизации независимых параллельных потоков. Оценка производительности вычислительных систем. Пиковая производительность. Реальная производительность. Top500. Top50. Примеры систем. Оценка эффективности параллельных алгоритмов. Средняя степень параллелизма. Ускорение параллельного алгоритма. Эффективность параллельного алгоритма. Потери эффективности параллельных вычислений. Закон Амдала.</p> <p>1.4. OpenMP. Основные сведения. Компиляция и запуск программы. Модель параллельной программы. Основные директивы. Основные функции. Основные переменные окружения. Модель данных. Локальные и общие переменные. Параллельные циклы. Параллельные циклы. Гонки. Директивы и механизмы синхронизации. Замер времени выполнения участка программы. Примеры программ.</p> <p>1.5. MPI. Основные понятия. Понятие параллельной программы. Операции передачи данных и коммутаторы. Типы данных. Инициализация и завершение параллельных программ. Определение количества и ранга процессов. Передача и прием сообщений типа «точка-точка». Определение времени выполнения. Коллективные операции пересылки данных. Редукция. Компиляция и запуск программ. Примеры программ. Сравнение MPI и OpenMP.</p> <p>1.6. CUDA. Основные понятия. Основные характеристики видеокарты в ГВК СФМЭИ. Архитектура GPU. Система памяти в GPU. Организация вычислений. Выполнение программы в CUDA. Ядро. Модель программы в CUDA.Thread, block, grid. Встроенные переменные. Замер времени выполнения. Работа с константной памятью. Работа с разделяемой памятью. Барьерная синхронизация. CUDA. Примеры программ.</p> <p>1.7. Типы параллелизма (параллелизм независимых задач, параллелизм данных, конвейерный параллелизм, алгоритмический параллелизм). Зернистость параллелизма. Примерная классификация средств параллельного программирования. Распараллеливание ациклических участков последовательной программы (алгоритма). Граф зависимостей между операторами программы. Виды зависимостей. Ярусно-параллельная форма программы. Параметры и характеристики ЯПФ. Построение ярусно-параллельной формы программы по графу зависимостей. Распараллеливание выражений. Распараллеливание циклов. Постановка задачи. Методы параллелепипедов, гиперплоскостей, пирамид.</p> <p>1.8. Сети Петри. Определение. Задание. Функционирование сети Петри. Интерпретация сетей Петри. Свойства сетей Петри. Разновидности сетей Петри. Дерево достижимости. Алгоритм построения. Анализ свойств сетей Петри на основе дерева достижимости. Мат-</p> |

| | |
|---|--|
| | ричное представление сетей Петри. Анализ свойств сетей Петри на основе матричного представления. Недостатки дерева достижимости и матричного подхода. Примеры моделей на основе сетей Петри. Задача взаимного исключения. Сеть Петри для решения задачи взаимного исключения. Задача «производитель-потребитель». Задача «писатели-читатели». Задача о пяти обедающих философах. Сеть Петри для задачи о пяти обедающих философах. 1.9. ВС класса ОКМД. Матричные системы. Систолические и волновые системы. Умножение матриц в решетке ПЭ. Векторные системы. Топология сетей передачи данных. Основные характеристики СПД. Примеры топологий и их характеристик. Метакомпьютинг. Грид-системы. Облачные вычисления. |
| 2 | Лабораторные работы - 4 шт. по 4 часа. 2.1. Защита от гонок в OpenMP. Исследование механизмов защиты от гонок на примере параллельного вычисления суммы числового ряда. 2.2. Параллельное выполнение циклов с использованием OpenMP. Исследование алгоритмов распределения итераций между потоками при параллельном вычислении циклов. 2.3. Вычисление суммы членов ряда с помощью MPI-программы. Разработка и отладка параллельной программы вычисления суммы членов ряда с помощью MPI. Сравнение результатов с результатами первой лабораторной работы. 2.4. Параллельное программирование с использованием технологии CUDA. Разработка и отладка параллельной программы вычисления суммы членов ряда с помощью CUDA. Сравнение результатов с результатами первой и третьей лабораторных работ. |
| 3 | Практические занятия - 9 шт. по 2 часа: 3.1. Отладка доступа к вычислительному кластеру СФМЭИ. 3.2. Отладка простых программ на вычислительном кластере с использованием OpenMP. 3.3. Отладка на кластере простых программ с использованием MPI. 3.4. Отладка на кластере простых программ с использованием CUDA. 3.5. Распараллеливание ациклических алгоритмов. 3.6. Распараллеливание циклов. 3.7. Сети Петри. Дерево достижимости. 3.8. Сети Петри. Матричное представление. 3.9. Сети Петри. Анализ вычислительной системы. |
| 4 | Расчетно-графическая работа: «Вычисление определенного интеграла с использованием технологий OpenMP и MPI» |
| 5 | Самостоятельная работа студентов. 5.1. Подготовка к выполнению лабораторных работ и практических занятий. 5.2. Выполнение расчетно-графической работы. 5.3. Подготовка к экзамену по дисциплине. (оценочные материалы приведены в разделе 6 данной РПД) |

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Таблица - Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебных занятий по дисциплине

| № п/п | Виды учебных занятий | Образовательные технологии |
|-------|----------------------|---|
| 1. | Лекции | Классическая (традиционная, информационная) лекция в формате мультимедийных презентаций |
| 2. | Практические занятия | Технология обучения на основе решения задач и |

| | | |
|----|--|--|
| | | выполнения упражнений |
| 3. | Лабораторные работы | Технология выполнения лабораторных заданий индивидуально |
| 4. | Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная) | Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине) |
| 5. | Контроль (промежуточная аттестация: экзамен) | Технология устного опроса Технология письменного контроля, в том числе тестирование |

6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ – ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

К промежуточной аттестации студентов по дисциплине могут привлекаться представители работодателей, преподаватели последующих дисциплин, заведующие кафедрами.

Оценка качества освоения дисциплины включает как текущий контроль успеваемости, так и промежуточную аттестацию.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости:

Примеры вопросов к контрольному опросу по теме «Классификация, архитектура и свойства вычислительных систем»

1. На каких признаках основана классификация вычислительных систем (ВС) Флинна?
2. Какой класс ВС является основой для классификации Джонсона?
3. Назовите основные преимущества и недостатки мультипроцессора.
4. Назовите основные преимущества и недостатки мультимпьютера.
5. Какова основная отличительная черта ВС типа NUMA?
6. В чем отличительные признаки векторных и матричных ВС?
7. В чем состоят особенности архитектуры вычислительного кластера СФМЭИ.

Примеры вопросов к контрольному опросу по теме «Программное обеспечение вычислительных систем»

1. Перечислите основные команды Linux.
 2. Перечислите основные команды SLURM.
 3. Назовите основные переменные окружения, директивы и функции OpenMP.
 4. Назовите основные функции MPI.
 5. Назовите основные функции CUDA.
- Приведите форматы компиляции и запуска программ в MPI, OpenMP, CUDA

Содержание РГР:

1. Написать, отладить, скомпилировать и запустить на гибридном вычислительном кластере СФМЭИ программу последовательного вычисления определенного интеграла. Предусмотреть за-

- мер времени выполнения программы с использованием функции `omp_get_wtime()`. Необходимо предусмотреть контроль правильности вычисления определенного интеграла.
- Получить зависимость времени выполнения последовательной программы от числа отрезков разбиения интервала интегрирования n . Максимальное значение n выбрать таким, чтобы время выполнения последовательной версии достигало величины порядка 1- 5 секунд.
 - Написать, отладить, скомпилировать и запустить на гибридном вычислительном кластере СФМЭИ (на узле управления (УУ)) программу параллельного вычисления определенного интеграла с помощью OpenMP. Предусмотреть замер времени выполнения параллельной программы. Число нитей для реализации параллельной программы выбрать по умолчанию (максимально возможным для узла управления). При этом необходимо определить это число с помощью функции `omp_get_num_threads()` или переменной окружения `OMP_NUM_THREADS` и вывести на консоль (или в файл) в качестве одного из результатов работы программы.
 - Получить зависимость времени выполнения параллельной программы от числа отрезков разбиения интервала интегрирования n .
 - Получить зависимость ускорения параллельного алгоритма $S_{пар} = (T_{послед} / T_{пар})$, где $T_{послед}$ - время выполнения последовательного алгоритма, $T_{пар}$ – время выполнения параллельного алгоритма, от числа отрезков разбиения интервала интегрирования n .
 - При максимальном n (из пункта 2 рабочего задания) получить зависимость времени выполнения параллельной программы от числа нитей, использующихся в параллельной секции. Число нитей изменять с помощью функции `omp_set_num_threads()` или переменной окружения `OMP_NUM_THREADS`.
 - Запустить параллельную программу на вычислительном узле 1 (ВУ1) и вычислительном узле 2 (ВУ2).
 - Сравнить время вычисления параллельной программы при максимальном n (из пункта 2) и максимальном числе нитей на узлах УУ, ВУ1, ВУ2.
 - Сравнить время вычисления параллельной программы при максимальном n и одинаковом (32) числе нитей на узлах УУ, ВУ1, ВУ2.
 - Написать, отладить, скомпилировать и запустить на гибридном вычислительном кластере СФМЭИ (на УУ) MPI-программу вычисления определенного интеграла. Предусмотреть замер времени выполнения программы, контроль правильности вычисления интеграла. Индивидуальные задания в соответствии с номером по журналу взять из таблицы 1.
 - Повторить пункты 4-9 для MPI-программы. Естественно, число процессов для MPI задается средой выполнения.
 - Сравнить полученную в пункте 5 зависимость для OpenMP и MPI (число нитей (процессов) в OpenMP и MPI должно быть одинаковым, запуск производится на одном и том же узле).
 - При максимальном n продлить полученную в пункте 6 для MPI-программы зависимость времени выполнения параллельной программы от числа процессов, используя запуск программы на двух вычислительных узлах (число процессов – до 80), на трех узлах (число процессов – до 112).
 - Сравнить полученное в MPI максимальное ускорение с максимальным ускорением, полученным с помощью OpenMP.
 - Все полученные зависимости оформить в виде графиков. При необходимости использовать табличную форму представления.

Примеры вопросов к экзамену по дисциплине:

Первый и второй вопрос в экзаменационном билете – вопрос по лекционному материалу (вопросы 1-14). Второй вопрос – задача на тему, близкую к разбираемым на практических занятиях и в процессе выполнения лабораторных работ и расчетно-графической работы (вопросы 15-18).

1. Параллелизм. Понятие о параллельной вычислительной системе.

2. Классификация вычислительных систем класса МКМД.
3. Вычислительные системы с общей памятью.
4. Мультипроцессоры.
5. Вычислительные системы с неоднородным доступом к памяти.
6. Мультикомпьютеры.
7. Гибридные вычислительные системы.
8. OpenMP. Основные сведения.
9. MPI. Основные понятия.
10. CUDA. Основные понятия.
11. Сети Петри. Определение. Задание.
12. Ярусно-параллельная форма программы.
13. Анализ свойств сетей Петри на основе дерева достижимости.
14. Анализ свойств сетей Петри на основе матричного представления.
15. Разработать и отладить программу обмена сообщениями между процессами 2 и 3 в MPI.
16. Разработать и отладить программу обмена сообщениями между процессами 8 и 9 в MPI.
17. Разработать и отладить программу распараллеливания циклов в OpenMP
18. Разработать и отладить программу защиты от гонок на основе директивы atomic

Примеры тестовых заданий к экзамену по дисциплине:

Задания, помеченные звездочкой, могут содержать более одного правильного ответа.

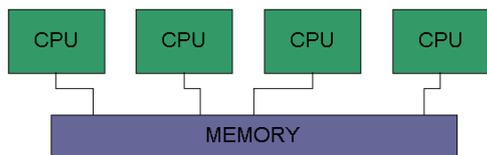
1. Программа имеет вид:

- A: ввод (a, b, c);
- B: $d := a+b$;
- C: $e := a-b$;
- D: $f := d+e$;
- E: вывод (a, b);
- F: вывод (f, c).

ЯПФ программы имеет вид:

| | |
|--|--------------------------|
| 1 ярус: A 2 ярус: B, C, E 3 ярус: D 4 ярус: F | <input type="checkbox"/> |
| 1 ярус: A, E 2 ярус: B, C 3 ярус: D 4 ярус: F | <input type="checkbox"/> |
| 1 ярус: A 2 ярус: B, C, E, F 3 ярус: D | <input type="checkbox"/> |
| 1 ярус: A 2 ярус: B, C 3 ярус: D, E 4 ярус: F | <input type="checkbox"/> |

2*. Укажите все классификационные группы, к которым относится представленная на рисунке вычислительная система:



| | |
|--|--------------------------|
| Мультипроцессор | <input type="checkbox"/> |
| Мультикомпьютер | <input type="checkbox"/> |
| Система с общей памятью | <input type="checkbox"/> |
| Система с распределенной памятью | <input type="checkbox"/> |
| Система с однородным доступом к памяти | <input type="checkbox"/> |
| Система с единым адресным пространством | <input type="checkbox"/> |
| Система с неоднородным доступом к памяти | <input type="checkbox"/> |
| Система без единого адресного пространства | <input type="checkbox"/> |
| Массивно-параллельные системы | <input type="checkbox"/> |
| Система с логически разделяемой, но физически распределенной памятью | <input type="checkbox"/> |

3*. Оператор В программы зависит от оператора А, если:

| | |
|-----------------------------|--------------------------|
| $In(A) \cap Out(B) \neq 0$ | <input type="checkbox"/> |
| $In(A) \cap In(B) \neq 0$ | <input type="checkbox"/> |
| $Out(A) \cap Out(B) \neq 0$ | <input type="checkbox"/> |
| $Out(A) \cap In(B) \neq 0$ | <input type="checkbox"/> |

4. Программа имеет вид:

А: ввод (a, b);

В: $c := a$;

С: $d := b$;

Д: $e := 3*a$;

Е: $f := 4*b$;

Р: если $e > f$ то F, иначе H;

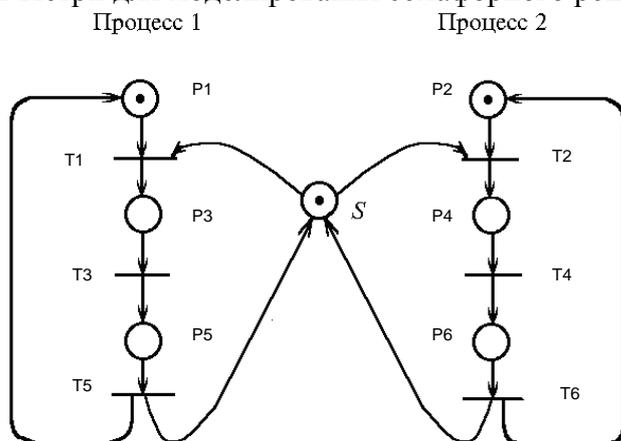
F: $d := a$;

H: печать (c, d).

От каких операторов зависит оператор F:

| | |
|------------------|--------------------------|
| A, C, P | <input type="checkbox"/> |
| A, B, C, P | <input type="checkbox"/> |
| A, B, C | <input type="checkbox"/> |
| A, B, C, D, E | <input type="checkbox"/> |
| A, P | <input type="checkbox"/> |
| A, B, C, D, E, P | <input type="checkbox"/> |
| B, C | <input type="checkbox"/> |
| B, C, P | <input type="checkbox"/> |

5*. Сеть Петри для моделирования семафорного решения задачи взаимного исключения имеет вид:



Отметьте свойства этой сети Петри:

| | |
|--------------|--------------------------|
| Жива | <input type="checkbox"/> |
| Сохраняющая | <input type="checkbox"/> |
| K-ограничена | <input type="checkbox"/> |

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок – "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", "зачтено", "не зачтено" (далее - пятибалльная система).

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине – экзамен.

Применяемые критерии оценивания по дисциплинам (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

| Оценка по дисциплине | Критерии оценки результатов обучения по дисциплине |
|---|---|
| «отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено» | Выставляется обучающемуся, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «эталонный». |
| «хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено» | Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом непринципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутый». |
| «удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено» | Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему другие практические задания из того же раздела дисциплины. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «пороговый». |
| «неудовлетворительно»/ не зачтено | Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы. |

При использовании на экзамене технологии письменного контроля в виде тестирования оценки проставляются по следующим правилам: 90 и более процентов правильных ответов –

оценка «отлично», от 70 до 90 процентов правильных ответов – оценка «хорошо», от 50 до 70 процентов правильных ответов – оценка «удовлетворительно», менее 50 процентов правильных ответов – оценка «неудовлетворительно».

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Для проведения лекционных занятий по дисциплине используется учебная аудитория № Б-204 для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: ноутбуком, стационарным проектором, экраном.

Для проведения лабораторных работ и практических занятий используется учебная аудитория № 309 для лабораторных работ, выполняемых в компьютерном классе, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами с подключением к сети "Интернет" и доступом в ЭИОС филиала.

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами с подключением к сети "Интернет" и доступом в ЭИОС филиала.

Программное обеспечение

В компьютерном классе – операционная система, офисный пакет программ, программы для доступа к ресурсам вычислительного кластера: PuTTY, WinSCP.

На вычислительном кластере – операционная система Linux, системы программирования C, OpenMP, MPI, CUDA, менеджер ресурсов SLURM, компиляторы gcc, mpicc, nvcc.

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;

- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;

- экзамен и зачет проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа;

- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;

- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;

- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;

- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;

- в форме электронного документа;

- в форме аудиофайла.

для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;

- в форме электронного документа.

для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;

- в форме электронного документа;

- в форме аудиофайла.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература.

1. Карепова, Е.Д. Основы многопоточного и параллельного программирования : учебное пособие / Е.Д. Карепова ; Сибирский федеральный университет, Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук, Сибирский научно-образовательный центр суперкомпьютерных технологий. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2016. – 355 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497217> (дата обращения: 11.03.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7638-3385-0. – Текст : электронный.
2. Николаев, Е.И. Параллельные вычисления : учебное пособие / Е.И. Николаев ; Северо-

Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016. – 185 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459124> (дата обращения: 11.03.2021). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

3. Арыков, С.Б. Параллельное программирование над общей памятью: OpenMP : [16+] / С.Б. Арыков, М.А. Городничев, Г.А. Щукин ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 95 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576119> (дата обращения: 11.03.2021). – Библиогр.: с. 88-90. – ISBN 978-5-7782-3796-4. – Текст : электронный.

Дополнительная литература.

1. Основы высокопроизводительных вычислений : учебное пособие / К.Е. Афанасьев, С.В. Стуколов, В.В. Малышенко и др. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2012. – Т. 2. Технологии параллельного программирования. – 412 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232204> (дата обращения: 11.03.2021). – ISBN 978-5-8353-1246-7. – Текст : электронный.

2. Биллиг, В.А. Параллельные вычисления и многопоточное программирование / В.А. Биллиг. – 2-е изд., испр. – Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. – 311 с. : ил., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428948> (дата обращения: 11.03.2021). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

Список авторских методических разработок.

А.С. Федулов. Комплект мультимедийных методических материалов к изучению дисциплины «Вычислительные системы» (расположен в ЭИОС филиала и передается обучающимся для подготовки к занятиям и самостоятельного изучения дисциплины).

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| Но- мер изме- мене- ния | Номера страниц | | | | Всего стра- ниц в доку- менте | Наименование и № документа, вводящего изменения | Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр | Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр | Дата введения из- менения |
|-------------------------------------|----------------------|----------------------|------------|-------------------------------|---|--|--|--|---------------------------------|
| | изме- нен- ных | заме- нен- ных | но- вых | анну- лиро- ванн- ых | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | | | | | | | |