

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Наименование образовательной программы: Математическое и компьютерное моделирование

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Параллельное программирование и параллельные системы**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шевченко И.В.
	Идентификатор	Rbdd042f0-ShevchenkoIV-48939df

И.В.
Шевченко

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Черепова М.Ф.
	Идентификатор	R9267877e-CherepovaMF-dbb9bf1

М.Ф.
Черепова

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Зубков П.В.
	Идентификатор	R4920bc6f-ZubkovPV-8172426c

П.В. Зубков

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ОПК-4 Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности

ИД-1 Выбирает и применяет современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности

ИД-2 Выбирает и применяет современные инструментальные средства для решения прикладных задач

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. Распараллеливание программ с использованием потоков C++, атомарных операций Си++, SIMD расширений процессоров (Лабораторная работа)

2. Распараллеливание программ с использованием MPI, OpenMP и потоков POSIX (Лабораторная работа)

3. Создание GPGPU приложений с помощью OpenCL (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Программирование реконфигурируемых процессоров на базе ПЛИС (Тестирование)

2. Современные концепции и средства параллельного программирования (Тестирование)

БРС дисциплины

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	8	12	14	16
Современные концепции и средства параллельного программирования						
Современные концепции и средства параллельного программирования	+					
Библиотека передачи сообщений MPI						
Библиотека передачи сообщений MPI			+			
Средства распараллеливания OpenMP						

Средства распараллеливания OpenMP		+			
Процессы и потоки. Стандарт POSIX					
Процессы и потоки. Стандарт POSIX			+		
Потоки, средства синхронизации и атомарные операции в языке Си++ (C++11)					
Потоки, средства синхронизации и атомарные операции в языке Си++ (C++11)			+		
SIMD расширения в современных процессорах					
SIMD расширения в современных процессорах				+	
Программирование для массивно-параллельных процессоров. GPGPU					
Программирование для массивно-параллельных процессоров. GPGPU				+	
Программирование реконфигурируемых процессоров на базе ПЛИС					
Программирование реконфигурируемых процессоров на базе ПЛИС					+
Вес КМ:	10	40	30	10	10

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ОПК-4	ИД-1 _{ОПК-4} Выбирает и применяет современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности	Знать: характеристики, особенности и возможности использования параллельных вычислительных систем различного типа современное состояние технологий создания параллельных приложения для универсальных и специализированных ЭВМ Уметь: выбирать адекватные технические и программные средства для эффективной реализации параллельных алгоритмов	Современные концепции и средства параллельного программирования (Тестирование) Распараллеливание программ с использованием MPI, OpenMP и потоков POSIX (Лабораторная работа) Программирование реконфигурируемых процессоров на базе ПЛИС (Тестирование)
ОПК-4	ИД-2 _{ОПК-4} Выбирает и применяет современные инструментальные средства для решения прикладных задач	Уметь: оценивать и оптимизировать производительность параллельных программ разрабатывать	Распараллеливание программ с использованием потоков C++, атомарных операций Си++, SIMD расширений процессоров (Лабораторная работа) Создание GPGPU приложений с помощью OpenCL (Лабораторная работа)

		параллельные программы с помощью различных современных программных средств создания параллельных приложений	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Современные концепции и средства параллельного программирования

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестирование проводится по вариантам. Работа содержит 6 вопросов на 5 минут

Краткое содержание задания:

Тестирование ориентировано на проверку знания современного состояния технологий создания параллельных приложения для универсальных и специализированных ЭВМ

Контрольные вопросы/задания:

Знать: современное состояние технологий создания параллельных приложения для универсальных и специализированных ЭВМ	1. Типы параллельных вычислительных систем 2. Типы параллелизма 3. Типы технологий параллельного программирования 4. Основные различия процессов и потоков 5. Базовые примитивы синхронизации ветвей параллельной программы 6. Особенности (сложности) отладки параллельных программ
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если даны правильные ответы на все вопросы теста.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если даны правильные ответы на 5 вопросов теста без существенных погрешностей.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если даны правильные ответы на 4 вопроса теста без существенных погрешностей.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если даны правильные ответы менее чем на 4 вопроса теста.

КМ-2. Распараллеливание программ с использованием MPI, OpenMP и потоков POSIX

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 40

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита лабораторной работы проводится путем демонстрации выполнения разработанных программ.

Краткое содержание задания:

Лабораторная работа ориентирована на проверку умения выбирать адекватные технические и программные средства для эффективной реализации параллельных алгоритмов

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: выбирать адекватные технические и программные средства для эффективной реализации параллельных алгоритмов	1.Напишите функцию пересылки целого числа с помощью коммуникаций точка-точка библиотеки MPI. 2.Напишите функцию рассылки массива вещественных чисел с помощью коллективной операции библиотеки MPI. 3.Напишите функцию сложения двух векторов(большой длины) распараллеленную с помощью технологии OpenMP. 4.Напишите функцию вычисления скалярного произведения двух векторов(большой длины) распараллеленную с помощью потоков POSIX.
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Все разработанные программы работают корректно и демонстрируют ускорение при увеличении степени распараллеливания.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Одна из разработанных программ работает некорректно или не демонстрирует ускорение при увеличении степени распараллеливания.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Две из разработанных программ работают некорректно или не демонстрирует ускорение при увеличении степени распараллеливания.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Более двух из разработанных программ работают некорректно или не демонстрирует ускорение при увеличении степени распараллеливания.

КМ-3. Распараллеливание программ с использованием потоков C++, атомарных операций Си++, SIMD расширений процессоров

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита лабораторной работы проводится путем демонстрации выполнения разработанных программ.

Краткое содержание задания:

Лабораторная работа ориентирована на проверку умения разрабатывать параллельные программы с помощью различных современных программных средств создания параллельных приложений

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: разрабатывать параллельные программы с помощью различных современных программных средств создания параллельных приложений	1. Напишите функцию сложения двух векторов (большой длины) распараллеленную с помощью потоков C++ 2. Реализуйте примитив синхронизации mutex с помощью атомарных операций C++ 3. Напишите функцию вычисления скалярного произведения двух векторов (большой длины) распараллеленную с помощью intrinsic функций SSE
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Все разработанные программы работают корректно и демонстрируют ускорение при увеличении степени распараллеливания.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Одна из разработанных программ не демонстрирует ускорение при увеличении степени распараллеливания.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Одна из разработанных программ работает некорректно или две программы не демонстрируют ускорение при увеличении степени распараллеливания.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Две и более из разработанных программ работают некорректно или все программы не демонстрируют ускорение при увеличении степени распараллеливания.

КМ-4. Создание GPGPU приложений с помощью OpenCL

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита лабораторной работы проводится путем демонстрации выполнения разработанных программ.

Краткое содержание задания:

Лабораторная работа ориентирована на проверку умения оценивать и оптимизировать производительность параллельных программ

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: оценивать и оптимизировать производительность параллельных программ	1. Напишите функцию, оценивающую время выполнения процедуры сложения двух векторов (большой длины) распараллеленную с помощью OpenCL 2. Напишите оптимизированную функцию умножения
--	--

	двух вещественных матриц, использующую локальную память графического процессора 3.Сравните быстродействие реализации любой матрично-векторной операции на OpenCL, при выполнении на универсальном и графическом процессоре
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Все разработанные программы работают корректно и демонстрируют ускорение при увеличении степени распараллеливания.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Одна из разработанных программ не демонстрирует ускорение при увеличении степени распараллеливания.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Одна из разработанных программ работает некорректно или две программы не демонстрируют ускорение при увеличении степени распараллеливания.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Две и более из разработанных программ работают некорректно или все программы не демонстрирует ускорение при увеличении степени распараллеливания.

КМ-5. Программирование реконфигурируемых процессоров на базе ПЛИС

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестирование проводится по вариантам. Работа содержит 6 вопросов на 5 минут

Краткое содержание задания:

Тестирование ориентировано на проверку знания характеристик, особенностей и возможности использования параллельных вычислительных систем различного типа

Контрольные вопросы/задания:

Знать: характеристики, особенности и возможности использования параллельных вычислительных систем различного типа	1.Разновидности реконфигурируемых микросхем 2.Основные элементы реконфигурируемых микросхем типа FPGA 3.Разновидности программных средств для разработки конфигураций FPGA 4.Основные особенности языков описания аппаратуры RTL-уровня 5.Основные особенности высокоуровневых средств разработки для ПЛИС 6.Основные стадии трансляции проекта для ПЛИС (и для заказной СБИС)
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если даны правильные ответы на все вопросы теста.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если даны правильные ответы на 5 вопросов теста без существенных погрешностей.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если даны правильные ответы на 4 вопроса теста без существенных погрешностей.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если даны правильные ответы менее чем на 4 вопроса теста.

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. MPI. Обмен данными.
2. Потоки C++11. Основные принципы.
3. Используя intrinsic-функции SSE/AVX, реализовать вычисление скалярного произведения вещественных векторов (большой длины).

Процедура проведения

Экзамен проводится в письменно-устной форме по билетам, содержащим 2 теоретических вопроса и практическую задачу.. На подготовку ответа дается 60 минут. Кроме ответа на вопросы билета, студент должен ответить на дополнительные вопросы.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1опк-4 Выбирает и применяет современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности

Вопросы, задания

1. Классификация современных средств параллельного программирования.
2. MPI. Основные принципы.
3. MPI. Обмен данными.
4. OpenMP. Основные принципы.
5. OpenMP. Средства синхронизации.
6. Потоки POSIX. Основные принципы.
7. Потоки C++11. Основные принципы.
8. SSE/AVX инструкции в современных процессорах x86.
9. GPGPU. Язык программирования и библиотека OpenCL.
10. Реконфигурируемые процессоры на базе ПЛИС. Особенности их программирования.
11. Выбрать подходящую технологию распараллеливания и реализовать операцию умножения матриц размером 1000x1000 вещественных элементов.
12. Выбрать подходящую технологию распараллеливания и реализовать операцию умножения матриц размером 100000x100000 вещественных элементов.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. В MPI порождение параллельных ветвей программы производится:

Ответы:

1. Вызовом функции MPI_Init
2. Указанием числа запускаемых процессов параметром утилиты mpiexec
3. Вызовом функции MPI_Comm_create
4. Всеми перечисленными способами

Верный ответ: 2. Указанием числа запускаемых процессов параметром утилиты mpiexec

2. В технологии OpenMP распараллеливание программы производится:

Ответы:

1. С помощью функции omp_in_parallel

2. Автоматически, при указании параметра компилятора -fopenmp
3. С помощью специальных директив #pragma omp
4. Всеми перечисленными способами

Верный ответ: 3. С помощью специальных директив #pragma omp

3. Технологии GPGPU предназначены для

Ответы:

1. Решения систем линейных уравнений
2. Выполнения универсальных вычислений на графических процессорах
3. Майнинга криптовалюты
4. Численного решения задач математической физики

Верный ответ: 1. Решения систем линейных уравнений 2. Выполнения универсальных вычислений на графических процессорах 3. Майнинга криптовалюты 4. Численного решения задач математической физики

4. ПЛИС это:

Ответы:

1. Параллельная логическая исполнительная система
2. Программируемая логическая интегральная схема
3. Прикладной логистический испытательный стенд

Верный ответ: 2. Программируемая логическая интегральная схема

5. Создание конфигураций ПЛИС производится:

Ответы:

1. С помощью языка Оссат
2. С помощью языков HDL
3. С помощью библиотеки MPI

Верный ответ: 2. С помощью языков HDL

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ОПК-4} Выбирает и применяет современные инструментальные средства для решения прикладных задач

Вопросы, задания

1. Реализовать с помощью MPI программу умножения матрицы на вектор и оценить увеличение быстродействия при увеличении числа параллельных ветвей программы.
2. Оптимизировать реализацию матричного умножения на OpenCL с помощью использования локальной памяти графического процессора и оценить полученное ускорение.
3. Используя intrinsic-функции SSE/AVX, разработать программу вычисления скалярного произведения вещественных векторов (большой длины).
4. Используя директивы распараллеливания OpenMP, разработать программу нахождения максимального элемента в массиве целых чисел (большой длины).

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие функции MPI относятся к коллективным операциям:

Ответы:

1. MPI_Bcast
2. MPI_Sendrecv
3. MPI_Reduce
4. MPI_Put
5. MPI_Barrier
6. MPI_Abort

Верный ответ: 1. MPI_Bcast 3. MPI_Reduce 5. MPI_Barrier

2. Принудительное завершение другого потока в стандарте POSIX выполняется с помощью:

Ответы:

1. pthread_terminate
2. pthread_join
3. pthread_cancel
4. pthread_exit

Верный ответ: 3. pthread_cancel

3. Порождение потока в стандарте Си++11-Си++20 производится созданием экземпляра класса:

Ответы:

1. std::async
2. std::thread
3. std::future
4. std::packaged_task

Верный ответ: 2. std::thread

4. Сложение двух векторов вещественных чисел одинарной точности производится с помощью intrinsic-функции SSE

Ответы:

1. _mm_sum_ps
2. _mm_add_ps
3. _mm_plus_ps
4. _mm_add_epi64

Верный ответ: 2. _mm_add_ps

5. Вычитание двух векторов вещественных чисел одинарной точности производится с помощью intrinsic-функции AVX

Ответы:

1. _mm_min_ps
2. _mm256_sub_ps
3. _mm256_div_epi32
4. _mm_sub_epi32

Верный ответ: 2. _mm256_sub_ps

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета, и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил самостоятельно практическое задание из экзаменационного билета, но либо выполнил его с

незначительными погрешностями после пояснений по ходу решения экзаменатором, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы экзаменационного билета и не смог решить, даже после пояснения экзаменатором хода решения задачи из билета; б) не смог решить, даже после пояснения экзаменатором хода решения задачи из экзаменационного билета и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее;

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих