

**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: Искусственный интеллект**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

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

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кутепов В.П.
	Идентификатор	R3bdf0a0f-KutepovVP-d77507dc

(подпись)

В.П. Кутепов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Маран М.М.
	Идентификатор	R7be141f2-MaranMM-804b01e2

(подпись)

М.М. Маран

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Варшавский П.Р.
	Идентификатор	R9a563c96-VarshavskyPR-efb4bbd

(подпись)

П.Р.  
Варшавский

(расшифровка  
подписи)

## 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: Компьютерное задание

1. Граф-схемное потоковое параллельное программирование ГСПП и процессное параллельное программирование MPI (Программирование (код))

2. Функциональные языки параллельного программирования HASKELL и ERLANG (Программирование (код))

3. Функциональный язык параллельного программирования FRTL (Программирование (код))

Форма реализации: Проверка качества оформления задания

1. Архитектура и технические характеристики современных компьютеров и КС (Реферат)

## БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Архитектура и технические характеристики современных компьютеров и КС					
Архитектура и технические характеристики современных компьютеров и КС	+				
Параллелизм, формы его задания, критерии и параметры сложности, модели					
Параллелизм, формы его задания, критерии и параметры сложности, модели		+			
Распараллеливание последовательных программ, примитивы и средства для описания параллелизма					

Распараллеливание последовательных программ, примитивы и средства для описания параллелизма			+	
Управление процессами выполнения параллельных программ на КС				
Управление процессами выполнения параллельных программ на КС				+
Вес КМ:	25	25	25	25

3 семестр

Раздел дисциплины	Весы контрольных мероприятий, %		
	Индекс КМ:		
	Срок КМ:		
Вес КМ:			

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

**БРС курсовой работы/проекта**

3 семестр

Раздел дисциплины	Весы контрольных мероприятий, %		
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2
	Срок КМ:	8	16
Постановка задачи		+	
Выбор инструментария для решения поставленной задачи		+	
Разработка решения поставленной задачи		+	
Реализация разработанного решения			+
Тестирование и оценка эффективности выполненной реализации по критериям ускорения, времени выполнения и используемым ресурсам			+
Вес КМ:		50	50

## 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 <sub>ОПК-4</sub> Выбирает и применяет современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности	Знать: теоретические основы алгоритмов и языков программирования методы решения математических задач и оценивания сложности алгоритмов Уметь: распараллеливать алгоритмы решения задач и приводить их к оптимальной форме применять общие теоретические результаты при разработке параллельных программ для решения сложных задач	Архитектура и технические характеристики современных компьютеров и КС (Реферат) Функциональный язык параллельного программирования FRTL (Программирование (код)) Граф-схемное потоковое параллельное программирование ГСПП и процессное параллельное программирование MPI (Программирование (код))
ОПК-4	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub> Выбирает и применяет современные инструментальные средства для решения прикладных задач	Знать: организационные структуры и характеристики современных компьютеров и компьютерных систем	Архитектура и технические характеристики современных компьютеров и КС (Реферат) Функциональные языки параллельного программирования HASKELL и ERLANG (Программирование (код)) Граф-схемное потоковое параллельное программирование ГСПП и процессное параллельное программирование MPI (Программирование (код))

		языки параллельных процессов и параллельного программирования Уметь: организовывать выполнение параллельных программ на компьютерных системах разрабатывать параллельные программы	(код)
--	--	---	-------

## **II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания**

### **КМ-1. Архитектура и технические характеристики современных компьютеров и КС**

**Формы реализации:** Проверка качества оформления задания

**Тип контрольного мероприятия:** Реферат

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Оценка содержания реферата

#### **Краткое содержание задания:**

На основе лекционного материала и указанных литературных источников подготовить реферат по заданной теме.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: организационные структуры и характеристики современных компьютеров и компьютерных систем	1.Способы организации и топологии связей КС 2.Примеры современных КС, их топологий и технических характеристик 3.Организационные структуры управления процессами в больших КС
Уметь: распараллеливать алгоритмы решения задач и приводить их к оптимальной форме	1.Алгоритмы управления виртуальной памятью

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

### **КМ-2. Функциональный язык параллельного программирования FRTL**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Программирование (код)

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Разработка функциональных параллельных программ на языке FRTL для указанных задач (сортировка, обращения матриц, решения систем уравнений и др.), выполнение на многоядерных компьютерах со снятием данных по ускорению и времени выполнения программ. Подготовка отчетов по лабораторным работам.

#### **Краткое содержание задания:**

На основе лекционного материала и описания лабораторных работ №№1-3 разработать параллельные программы на языке FRTL трех указанных преподавателем задач, выполнить программы на компьютере с различным числом ядер, снять данные по

полученному времени выполнения программ и ускорению, подготовить отчеты по каждой работе, защитить результаты у преподавателя.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: методы решения математических задач и оценивания сложности алгоритмов	1.Как оптимизировать время и ускорение выполнения параллельных программ в задании (путем эквивалентных преобразований?, выбора оптимального числа ядер?, изменения зернистости?)
Уметь: применять общие теоретические результаты при разработке параллельных программ для решения сложных задач	1.Как оптимизировать время и ускорение выполнения параллельных программ в задании (путем эквивалентных преобразований?, выбора оптимального числа ядер?, изменения зернистости?)

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

**КМ-3. Функциональные языки параллельного программирования HASKELL и ERLANG**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Программирование (код)

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Разработка функциональных параллельных программ на языках HASKELL и ERLANG для указанных задач (сортировка, обращения матриц, решения систем уравнений и др.), выполнение на многоядерных компьютерах со снятием данных по ускорению и времени выполнения программ. Подготовка отчетов по лабораторным работам.

**Краткое содержание задания:**

На основе лекционного материала и описания лабораторных работ №№4-5 разработать параллельные программы на языках HASKELL и ERLANG трех указанных преподавателем задач, выполнить программы на компьютере с различным числом ядер, снять данные по полученному времени выполнения программ и ускорению, подготовить отчеты по каждой работе, защитить результаты у преподавателя.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: языки параллельных процессов и параллельного программирования	1.Как оптимизировать время и ускорение выполнения параллельных программ в задании (путем эквивалентных преобразований?, выбора
--	--



	оптимального числа ядер?, изменения зернистости?)
Уметь: разрабатывать параллельные программы	1.Как оптимизировать время и ускорение выполнения параллельных программ в задании (путем эквивалентных преобразований?, выбора оптимального числа ядер?, изменения зернистости?)

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

**КМ-4. Граф-схемное потоковое параллельное программирование ГСПП и процессное параллельное программирование MPI**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Программирование (код)

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Разработка параллельных программ на языках ГСПП и MPI для указанных задач (сортировка, обращения матриц, решения систем уравнений и др.), выполнение на кластере со снятием данных по ускорению и времени выполнения программ. Подготовка отчетов по лабораторным работам.

**Краткое содержание задания:**

На основе лекционного материала и описания лабораторных работ №№6-7 разработать параллельные программы на языках ГСПП и MPI трех указанных преподавателем задач, выполнить программы на кластере с варьируемым числом узлов, снять данные по полученному времени выполнения программ и ускорению, подготовить отчеты по каждой работе, защитить результаты у преподавателя.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: теоретические основы алгоритмов и языков программирования	1.Как оптимизировать время и ускорение выполнения параллельных программ в задании (путем эквивалентных преобразований?, выбора оптимального числа узлов кластера?, изменения зернистости?)
Уметь: организовывать выполнение параллельных программ на компьютерных системах	1.Как оптимизировать время и ускорение выполнения параллельных программ в задании (путем эквивалентных преобразований?, выбора оптимального числа ядер?, изменения зернистости?)

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

## **Для курсового проекта/работы**

### **3 семестр**

#### ***I. Описание КП/КР***

разработка различных вариантов параллельной программы тестирование и отладка экспериментальное снятие и обработка данных по ускорению и времени выполнения программы на КС анализ результатов, подготовка отчета защита проекта

#### ***II. Примеры задания и темы работы***

##### **Пример задания**

Разработка и исследование эффективности выполнения на кластерных системах параллельных MPI-программ поиска кратчайшего пути на графе

##### **Тематика КП/КР:**

Распараллеливание методов численного интегрирования и реализация их в средах Multithreading и FRTL

Разработка и исследование эффективности выполнения на кластерных системах параллельных MPI-программ поиска кратчайшего пути на графе

Разработка программных средств для трансляции граф-схемных потоковых программ в MPI-программы

Разработка и исследование эффективности выполнения на кластерах параллельных MPI-программ решения задач линейного программирования

Разработка и исследование эффективности выполнения параллельных программ с использованием Multithreading и многоядерных компьютеров

Разработка и исследование эффективности выполнения на многоядерных компьютерах алгоритмов обработки изображений

Разработка и реализация на MPI алгоритма определения оптимального размера блока в задаче перемножения матриц

Исследование влияния интенсивности обменов MPI программ на эффективность выполнения параллельных процессов

Разработка и реализация алгоритма эквивалентного преобразования FRTL программ к максимально параллельной форме

Разработка и реализация алгоритма вычисления среднего времени выполнения функциональных программ на языке FRTL

Разработка программной поддержки для визуального проектирования граф-схемных параллельных программ

## **КМ-1. КМ-1**

### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: зачтено*

*Описание характеристики выполнения знания: Задание преимущественно выполнено или выполнено в полном объеме*

*Оценка: не зачтено*

*Описание характеристики выполнения знания: Задание не выполнено*

## **КМ-2. КМ-2**

### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: зачтено*

*Описание характеристики выполнения знания: Задание преимущественно выполнено или выполнено в полном объеме*

*Оценка: не зачтено*

*Описание характеристики выполнения знания: Задание не выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 2 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Архитектура компьютеров, технические характеристики. Способы и решения увеличения быстродействия
2. Язык граф-схемного потокового параллельного программирования

### Процедура проведения

Экзамен проводится устно, в форме ответов на вопросы билета и дополнительные вопросы экзаменатора.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ОПК-4</sub> Выбирает и применяет современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности

### Вопросы, задания

1. Архитектура компьютеров, технические характеристики. Способы и решения увеличения быстродействия
2. Виртуальная организация памяти компьютеров, её уровни и технические характеристики. Способы замещения страниц и управления рабочим множеством страниц
3. Архитектура компьютерных систем. Примеры современных больших компьютерных систем и их технические характеристики
4. Дискретные детерминированные процессы: модели, параллелизм, динамические характеристики
5. Процессы реального времени: модели времени, контроль реального времени в программах
6. Языки описания параллельных процессов: сети Петри, семафорная техника
7. Композиционные языки параллельных процессов: язык Хоара. Пример процесса обедающих философов
8. Параллельные программы. Независимые и условно зависимые команды. Особенности параллелизма, способы задания
9. Критерии и параметры сложности параллелизма, их общие характеристики влияния на ускорение
10. Основные задачи реализации параллелизма на КС. Планирование процессов
11. Управление ресурсами КС при выполнении параллельных программ. Обеспечение отказоустойчивости КС
12. Способы организации и топологии связей КС
13. Организационные структуры управления процессами в больших КС, ранжирование по эффективности
14. Алгоритмы управления виртуальной памятью и их эффективность
15. Формы рекурсивных определений сводимые к циклам
16. Общий характер зависимостей времени выполнения программы и ускорения от количества ядер

## Материалы для проверки остаточных знаний

1. Самая эффективная топология связей

Ответы:

1. Полносвязный граф
2. N-куб
3. Общая шина

Верный ответ: 1

2. Организационные структуры управления процессами в больших компьютерных системах, ранжирование по эффективности

Ответы:

1. Централизованное
2. Децентрализованное
3. Иерархическое

Верный ответ: 3

3. Самый эффективный алгоритм управления виртуальной памятью.

Ответы:

1. LRU, FIFO
2. Рабочее множество Беладди
3. Алгоритм Кутепова

Верный ответ: 3

4. Формы рекурсивных определений, сводимые к циклам

Ответы:

1. Правосторонняя рекурсия
2. Рекурсия с правой частью
3. Произвольные рекурсивные определения

Верный ответ: 1

5. Общая форма зависимости ускорения от количества ядер

Ответы:

1. Неубывающая функция
2. Линейная возрастающая функция
3. Сначала возрастающая, а затем убывающая функция с явным максимумом

Верный ответ: 3

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ОПК-4</sub> Выбирает и применяет современные инструментальные средства для решения прикладных задач

## Вопросы, задания

1. Язык FRTL: формальная модель, задание абстрактных данных

2. Модель параллельных вычислений значений функций в FRTL

3. Архитектура системы управления параллельным выполнением FRTL программ. Реализация параллелизма на основе "нитей"

4. Вычислительная сложность FRTL программ. Эквивалентные преобразования FRTL программ, влияние на сложность

5. Структурная сложность FRTL программ

6. Язык граф-схемного потокового параллельного программирования

7. Язык параллельного программирования Haskell, сравнение с FRTL и Erlang

8. Язык параллельного программирования MPI, сравнение с языком ГСПП

9. Язык параллельного программирования Erlang, сравнение с Haskell и FRTL

10. Средства задания параллелизма в FRTL

11. Упреждающий параллелизм и его задание в FRTL

12. Средства описания параллелизма в HASKELL и ERLANG

13. Возможно ли описывать упреждающий параллелизм в HASKELL и ERLANG

14. Сравнение сложности разработки программ на языках FPTL, HASKELL и ERLANG
15. Сравнение средств описания параллелизма в MPI и ГСПП
16. Как описываются рекурсивные программы в ГСПП
17. Какие средства описания потокового параллелизма используются в MPI и ГСПП
18. Логика трансляции ГСПП программ в MPI программы

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Какая операция композиции функции используется для задания упреждающего параллелизма

Ответы:

1. Звездочка
2. Операция плюс
3. Операция стрелка

Верный ответ: 2

2. Самые большие возможности для задания параллелизма у

Ответы:

1. HASKELL
2. ERLANG
3. FPTL

Верный ответ: 3

3. У каких языков существуют формальные средства приведения параллельных программ к максимальной параллельной форме

Ответы:

1. ERLANG
2. FPTL
3. HASKELL

Верный ответ: 2

4. Есть ли в MPI средства описания потокового параллелизма

Ответы:

1. Да
2. Нет

Верный ответ: 2

5. На каком уровне и как в MPI описывается обмен данными

Ответы:

1. Путем явной передачи сообщений
2. Неявно, команды обмена извлекаются из программы
3. Обоими способами

Верный ответ: 1

### **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

### ***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 аттестационной составляющих

**Для курсового проекта/работы:**

**3 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

***I. Процедура защиты КП/КР***

собеседование с преподавателем по итогам выполнения этапов проекта согласно установленного графика

***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ "МЭИ" на основании семестровой составляющей