

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

А. Г. Коротаев

Оценочные материалы по дисциплине

Основы параллельного программирования

по направлению подготовки / специальности

**11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:  
**Программное обеспечение микропроцессорных систем**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Инженер-программист**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

С.Н. Торгаев

Председатель УМК

А.П. Коханенко

Томск – 2025

## 1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-4 Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных.

ОПК-7 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

ОПК-8 Способен использовать современные программные и инструментальные средства компьютерного моделирования для решения различных исследовательских и профессиональных задач.

ОПК-9 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК 4.3 Владеет способами обработки и представления полученных экспериментальных результатов

РООПК 7.1 Знает современные информационно-коммуникационные технологии для обработки, анализа и представления в требуемом формате информации

РООПК 7.2 Умеет решать информационно-коммуникационные задачи с помощью современных систем автоматизации

РООПК 8.1 Знает современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности

РООПК 8.2 Умеет использовать компьютерные системы поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации

РООПК 9.1 Знает современные инструментальные системы программирования и компьютерного моделирования при решении прикладных задач.

РООПК 9.2 Владеет навыками работы в компьютерной среде.

## 2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- тесты;
- лабораторные работы.

Типовые тестовые вопросы (правильные ответы выделены курсивом).

№	Вопрос	Варианты ответа
1	Взаимодействие между процессами в MPI происходит при помощи:  (РООПК 8.1, РООПК 9.1)	<i>а) сообщений;</i> б) сокетов; в) пакетов.
2	Технология MPI ориентирована на: (РООПК 8.1, РООПК 9.1)	а) системы с общей памятью; б) <i>системы с распределённой памятью;</i> в) системы с внешней памятью.
3	При программировании каких приложений используется технология OpenMP? (РООПК 8.1, РООПК 9.1)	а) <i>однопоточных;</i> б) <i>многопоточных;</i> в) <i>оба варианта верны.</i>
4.	Каким образом можно регулировать количество создаваемых потоков? (РООПК 8.1, РООПК 9.1)	а) <i>при помощи библиотечных процедур;</i> б) <i>при помощи переменных окружения;</i> в) <i>оба варианта верны.</i>

5	Что называется ускорением? (РООПК 7.1-2, РООПК 4.3)	а) отношение времени последовательного выполнения программы ко времени параллельного выполнения программы; б) отношение времени параллельного выполнения программы ко времени последовательного выполнения программы; в) число процессов.
6	Какая функция в MPI используется для передачи неблокирующих сообщений? (РООПК 8.2, РООПК 9.2)	а) <code>MPI_IRecv</code> ; б) <code>MPI_Send</code> ; в) <code>MPI_Recv</code> ; г) <code>MPI_Init</code> .
7	В каком случае в OpenMP нужно использовать директиву препроцессора <code>single</code> ? (РООПК 8.2, РООПК 9.2)	а) если в параллельной области какой-то участок кода должен быть выполнен только один раз; б) если нужно выделить отдельную независимую задачу; в) если нужно выделить участок кода, который будет выполнен только потоком <code>master</code> .
8	Какие из приведенных утверждений о потоках верны: (РООПК 7.1-2)	а) потоки существуют внутри процесса и используют его ресурсы; б) процессы существуют внутри потока и используют его ресурсы; в) потоки имеют доступ к разделяемой глобальной памяти; г) у каждого потока только своя память.
9	Какую модель параллельного программирования (по классификации Флинна) реализует стандарт OpenMP? (РООПК 7.1-2)	а) SISD; б) MISD; в) SIMD; г) MIMD.
10	Какая MPI-функция возвращает номер процесса, который ее вызвал? (РООПК 8.2, РООПК 9.2)	а) <code>MPI_Comm_rank</code> ; б) <code>MPI_Comm_size</code> ; в) <code>MPI_Comm_Init</code> .

За тест выставляется оценка «зачтено», если дано не менее 70% правильных ответов, в противном случае, выставляется оценка «не зачтено».

Примеры задач для лабораторных работ (РООПК 4.3, РООПК 8.2, РООПК 9.2).

1. Разработать программу для нахождения минимального (максимального) значения среди элементов массива.
2. Вычислить скалярного произведения двух векторов.
3. Найти максимальные значения среди минимальных элементов строк матрицы.
4. Сгенерировать массив вещественных чисел.
5. Написать программу, которая читает из файла координаты точек в 3D пространстве (x,y,z) и вычисляет геометрический центр, который есть среднее по x, y и z.
6. Подсчитать частоту встречаемости символов в тексте, считанном из заданных

файлов.

7. Упорядочить элементы каждого столбца матрицы, считанной из заданного файла, по убыванию.

9. Даны два файла. В одном из них содержится текст, другой содержит множество пар букв. В каждой из пар первая буква – та, которую нужно заменить, а вторая – та, на которую нужно заменить первую букву. Произвести замену букв в тексте согласно заданным во втором файле парам.

10. В файле задана последовательность чисел  $s_1, s_2, \dots, s_N$ . Необходимо подсчитать следующие суммы:  $s_1 + s_2, s_1 + s_2 + s_3, \dots, s_1 + s_2 + \dots + s_N$ .

12. Найти среднее значение для заданного набора числовых данных.

14. Для заданных матриц  $A$  и  $B$  одинаковых размеров вычислить матрицы  $A+B$  и  $A \times B$ .

15. Подсчитать частоту встречаемости слов в тексте, считанном из заданных файлов.

16. Сгенерировать строку, значение хэш-функции которой имеет  $k$  нулей в старших битах.

17. Вычислить значение определённого интеграла численными методами (алгоритм произвольный).

Разработанные по заданиям программы необходимо запустить при различном числе потоков/процессов, сравнив их производительность, в том числе, с последовательной реализацией.

**Критерии оценивания.**

Результаты выполнения лабораторной работы определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется, если разработанное программное обеспечение соответствует поставленному заданию, т. е. реализует заявленные функции (1), использует требуемые стандарты (OpenMP, MPI) (2), а также демонстрирует рост производительности при увеличении числа потоков/процессов (3).

Оценка «не зачтено» выставляется, если не выполнено хотя бы одно из условий 1, 2 и 3 предыдущего пункта. В таком случае, программная реализация отправляется на доработку.

### **3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания**

Для получения зачёта необходимо выполнить три условия.

1) Получить оценку зачтено по всем лабораторным (три по OpenMP и две по MPI) для подтверждения овладения компетенциями РООПК 4.3, РООПК 8.2, РООПК 9.2.

2) Получить оценку зачтено за тест (РООПК 4.3, РООПК 7.1-2, РООПК 8.1-2, РООПК 9.1-2).

3) Получить оценку зачтено на устном зачёте. Ответить на два теоретических вопроса (список приведён ниже) по двум темам дисциплины и 3 дополнительных вопроса для подтверждения овладения компетенциями РООПК 7.1-2, РООПК 8.1, РООПК 9.1.

#### **Вопросы к устному зачёту**

1. Классификация параллельных вычислительных систем: классификация Флинна, классификация по типу строения памяти.

2. Базовые принципы разработки параллельных алгоритмов.

3. Понятия ускорения, эффективности, сверхлинейного ускорения.

4. Закон Амдала.

5. Влияние архитектуры параллельных вычислительных систем на эффективное написание параллельных программ.

6. Построение параллельной программы с использованием технологии MPI.
7. Структура MPI-сообщений.
8. Неблокирующий обмен данными в MPI.
9. Коллективные операции передачи данных в MPI.
10. Построение параллельной программы с использованием технологии OpenMP.
11. Функции OpenMP.
12. Гонки данных и синхронизация в многопоточных программах.

#### Дополнительные вопросы

1. Виды параллельной обработки данных, их особенности.
2. История появления параллелизма в архитектуре ЭВМ.
3. Потoki и процессы.
4. Основные классы современных параллельных вычислительных систем.
5. Различия параллельных вычислительных систем.
6. Классификация Флинна.
7. Понятия ускорения, эффективности, сверхлинейного ускорения.
8. Закон Амдала.
9. Влияние архитектуры параллельных вычислительных систем на эффективное написание параллельных программ.
10. Особенности перехода от последовательного алгоритма к параллельному.

Критерии оценивания устного зачёта:

Результаты устного зачёта определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется, если выполнены два из трёх перечисленных ниже условий. Даны правильные определения для фигурирующих в вопросе терминов (1). Раскрыт механизм функционирования для затрагиваемых в вопросе технологий (2). Приведены примеры инструментов (стандартов, библиотек и т.д.), реализующих затрагиваемых в вопросе технологии (3).

Оценка «не зачтено» выставляется, если хотя бы для одного вопроса выполнено менее двух условий 1, 2 и 3 предыдущего пункта.

#### 4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Тест (РООПК 4.3, РООПК 8.2, РООПК 9.2)

№	Вопрос	Варианты ответа
1	Взаимодействие между процессами в MPI происходит при помощи:	а) сообщений; б) сокетов; в) пакетов.
2	Технология MPI ориентирована на:	а) системы с общей памятью; б) системы с распределённой памятью; в) системы с внешней памятью.
3	При программировании каких приложений используется технология OpenMP?	а) однопоточных; б) многопоточных; в) оба варианта верны.
4	Каким образом можно регулировать количество создаваемых потоков в OpenMP?	а) при помощи библиотечных процедур; б) при помощи переменных окружения; в) оба варианта верны.

5	Какая функция в MPI используется для передачи неблокирующих сообщений?	а) <i>MPI_Isend</i> ; б) <i>MPI_Send</i> ; в) <i>MPI_Recv</i> ; г) <i>MPI_Init</i> .
6	В каком случае в OpenMP нужно использовать директиву препроцессора <code>single</code> ?	а) <i>если в параллельной области какой-то участок кода должен быть выполнен только один раз</i> ; б) <i>если нужно выделить отдельную независимую задачу</i> ; в) <i>если нужно выделить участок кода, который будет выполнен только потоком master</i> .
7	Какую модель параллельного программирования (по классификации Флинна) реализует стандарт OpenMP?	а) <i>SISD</i> ; б) <i>MISD</i> ; в) <i>SIMD</i> ; г) <i>MIMD</i> .
8	Какая MPI-функция возвращает номер процесса, который ее вызвал?	а) <i>MPI_Comm_rank</i> ; б) <i>MPI_Comm_size</i> ; в) <i>MPI_Comm_Init</i> .

Теоретические вопросы (РООПК 7.1-2, РООПК 8.1, РООПК 9.1).

1. Понятия ускорения, эффективности, сверхлинейного ускорения.
2. Классификация Флинна.
3. Гонки данных и синхронизация в многопоточных программах.
4. Потоки и процессы.
5. Базовые принципы разработки параллельных алгоритмов.

Теоретические вопросы для проверки остаточных знаний предполагают краткое определение данного понятия и приведение примера на основе технологий OpenMP и MPI.

### **Информация о разработчиках**

Твардовский Александр Сергеевич, канд. физ.-мат. наук, кафедра компьютерной безопасности, доцент.