

УДК 681.3  
ББК 32.973  
А 16

*Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Южного федерального университета*

**Рецензенты:**

**Б. Я. Штейнберг**, д. т. н., заведующий кафедрой алгебры и дискретной математики факультета математики, механики и компьютерных наук Южного федерального университета;

**С. С. Михалкович**, к. ф.-м. н., доцент кафедры алгебры и дискретной математики факультета математики, механики и компьютерных наук Южного федерального университета;

**В. Н. Брагилевский**, старший преподаватель кафедры информатики и вычислительного эксперимента факультета математики, механики и компьютерных наук Южного федерального университета

*Учебное пособие подготовлено и издано в рамках национального проекта «Образование» по «Программе развития федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» на 2007-2010 гг.»*

**Абрамян М. Э.**

А 16 Практикум по параллельному программированию с использованием электронного задачника Programming Taskbook for MPI. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2010. — 172 с.: ил.

ISBN 978–5–9275–0778–8

Учебное пособие является практическим введением в параллельное программирование на основе технологии MPI. Оно содержит формулировки 100 заданий, связанных с различными разделами стандарта MPI-1.1, примеры выполнения типовых заданий на языках Паскаль и C++ и необходимый справочный материал. В пособии также описывается электронный задачник Programming Taskbook for MPI и конструктор учебных заданий по параллельному программированию.

Для преподавателей программирования и студентов.

ISBN 978–5–9275–0778–8

УДК 681.3  
ББК 32.973

© М. Э. Абрамян, 2010  
© Южный федеральный университет, 2010  
© Оформление. Макет. Издательство  
Южного федерального университета, 2010

## Содержание

Предисловие.....	3
Часть I. Учебные задания и примеры их выполнения .....	5
1. Формулировки учебных заданий.....	5
1.1. Процессы и их ранги .....	5
1.2. Обмен сообщениями между отдельными процессами .....	6
1.3. Коллективная пересылка данных .....	9
1.4. Коллективные операции редукции.....	11
1.5. Производные типы и упаковка данных.....	13
1.6. Группы процессов и коммуникаторы.....	14
1.7. Виртуальные топологии .....	16
2. Выполнение заданий в параллельном режиме: MPIBegin1 .....	21
2.1. Выбор языка и среды программирования.....	21
2.2. Основные понятия MPI-программирования.....	22
2.3. Создание заготовки для параллельной программы .....	23
2.4. Запуск программы в параллельном режиме .....	26
2.5. Выполнение задания MPIBegin1 .....	30
3. Примеры разработки параллельных программ.....	36
3.1. Пересылка сообщений между двумя процессами: MPIBegin17 .....	36
3.2. Операции редукции и составные типы данных: MPIBegin52.....	43
3.3. Коллективные операции и создание новых коммуникаторов: MPIBegin73 .....	51
3.4. Использование виртуальных топологий: MPIBegin87, MPIBegin99.....	56
3.5. Отладка параллельных программ .....	72
Часть II. Разработка новых учебных заданий .....	83
4. Особенности функционирования задачника в параллельном режиме ..	83
4.1. Варианты запуска откомпилированной программы.....	83
4.2. Действия программы в режиме загрузчика .....	83
4.3. Действия программы в параллельном режиме и обработка ошибок .....	86
5. Дополнительные возможности конструктора учебных заданий .....	89
5.1. Новый вариант процедуры CreateTask.....	89
5.2. Процедура SetProcess .....	92
5.3. Особенности использования других процедур конструктора учебных заданий.....	93
6. Примеры разработки заданий по параллельному программированию ..	94
6.1. Создание новой группы учебных заданий.....	95
6.2. Разработка простого задания: MPIDemo1 .....	97

6.3. Разработка задания, связанного с пересылкой данных: MPIDemo2 .....	102
6.4. Разработка сложного задания: MPIDemo3 .....	106
6.5. Импортирование задания, добавление описания группы и просмотр заданий в формате html .....	110
6.6. Особенности оформления группы заданий в виде модуля среды PascalABC.NET .....	113
<b>Часть III. Справочные сведения .....</b>	<b>116</b>
7. Основные типы, константы и функции библиотеки MPI .....	116
7.1. Типы и константы библиотеки MPI .....	116
7.2. Функции общего назначения .....	120
7.3. Блокирующая пересылка сообщений .....	121
7.4. Неблокирующая пересылка сообщений .....	125
7.5. Отложенные и совмещенные запросы на взаимодействие .....	131
7.6. Коллективное взаимодействие процессов .....	134
7.7. Определение пользовательских типов и упаковка данных .....	142
7.8. Работа с группами процессов и коммуникаторами .....	146
7.9. Виртуальные топологии .....	150
8. Электронный задачник Programming Taskbook for MPI .....	155
8.1. Общее описание задачника PT for MPI .....	155
8.2. Средства задачника для инициализации заданий и ввода-вывода данных .....	157
8.3. Отладочные средства задачника .....	160
Алфавитный указатель функций MPI .....	167
Литература .....	169