


---

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»

**Кафедра автоматизированных систем управления (АСУ)**

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой АСУ, профессор

 А.М. Корилов

## **АРХИТЕКТУРА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

**Методические рекомендации для выполнения лабораторной работы №5  
Тема: «Интерфейс MPI»**

**Учебно-методическое пособие**

для студентов уровня основной образовательной программы магистратура  
направления подготовки 010400.68 «Прикладная математика и информатика»  
профиля Математическое и программное обеспечение вычислительных комп-  
лексов и компьютерных сетей

Разработчик  
доцент кафедры АСУ

В.Г. Резник

2015

**Резник В.Г.**

Архитектура вычислительных комплексов. Лабораторная работа №5: Интерфейс MPI. Учебно-методическое пособие. – Томск, ТУСУР, 2015. – с.13.

Учебно-методическое пособие предназначено для выполнения лабораторной работы №5 по дисциплине «Архитектура вычислительных комплексов» для студентов уровня основной образовательной программы магистратура направления подготовки 010400.68 «Прикладная математика и информатика» профиля «Математическое и программное обеспечение вычислительных комплексов и компьютерных сетей».

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	4
1. Подготовка рабочей среды для выполнения лабораторной работы .....	5
2. Создание тестового MPI-приложения .....	8
3. Разработка и исследование MPI-приложения .....	9
4. Задание на лабораторную работу №5 .....	10
5. Контроль навыков выполнения лабораторной работы №5 .....	11
Список использованных источников .....	12

## Введение

Рассматриваемое учебно-методическое пособие содержит методические рекомендации по написанию программного обеспечения (ПО) при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Архитектура вычислительных комплексов» (АВК).

Тема лабораторной работы №5: «Интерфейс MPI».

Знание основ программирования приложений на основе технологии MPI входит в обязательный набор общекультурных компетенций магистранта, изучающего дисциплину АВК.

В целом, лабораторная работа №5 продолжает формирование базовых знаний по разработке ПО на основе вычислительного комплекса кафедры АСУ. Изложение материала данной лабораторной работы основано на литературных источниках [1 - 4].

Учебный материал данного методического пособия предполагает, что студент:

- успешно выполнил задания по лабораторным работам №1, №2, №3 и №4 по темам: «Технология подготовки сетевого вычислительного комплекса (СВК) кафедры АСУ. Тестовый пример на СВК», «POSIX. Сигналы процессов», «POSIX. Разделяемая память», «POSIX. Обмен сообщениями»;
- владеет теоретическими знаниями и практическим умением, полученными при изучении дисциплины «Современные операционные системы»;
- имеет практические навыки разработки прикладного ПО на языке программирования С.

Первый раздел описание подготовки программного обеспечения рабочей станции пользователя.

Во втором разделе дано последовательное описание процесса создания тестового примера на языке С, использующего технологию MPI.

В третьем разделе приведена процедура исследования тестового примера.

В четвертом разделе ставится задача по проведению лабораторной работы и дается описание этапов, обеспечивающих успешное выполнение учебного задания.

Пятый раздел учебно-методического пособия содержит рекомендации по подведению итогов лабораторной работы №5.

# 1 Подготовка рабочей среды для проведения лабораторной работы

*Технология MPI* недостаточно хорошо методологически изложена в русскоязычной литературе, поэтому вызывает затруднения при выполнении лабораторных работ в строго ограниченных временных ресурсах.

*С другой стороны*, применяемая для программирования платформа IDE Eclipse PTP (Parallel Tools Platform), содержит учебную англоязычную документацию и тестовые примеры, демонстрирующие работу программ, созданных по технологии MPI.

*Поскольку* инструментальные средства и сама разработка программ проводятся на удаленном от пользователя кластере ЭВМ, не имеющего в своем составе браузера для прочтения документации, возникает дополнительная проблема выполнения лабораторной работы.

*Чтобы обеспечить* лабораторную работу необходимым методическим обеспечением, на каждой рабочей станции установлено дополнительное программное обеспечение, представляющее собой дистрибутив Eclipse PTP.

## Замечание

Дополнительное ПО установлено в рабочую среду студента преподавателем, вместе с инструкцией, изложенной в данном подразделе.

**Дистрибутив Eclipse PTP** представляет установлен в директории `/opt/eclipseC`. На рабочем столе пользователя **upk** имеется значок *EclipseC*.

*Активировав этот значек*, можно запустить среду разработки Eclipse PTP.

## Замечание

Если в домашней директории пользователя **upk** еще не создана директория проектов `~/eclipseC`, то появится окно, показанное на рисунке 1.1.

Активировав значек *Workbench*, перейдем в среду разработки.

*В главном меню* системы разработки EclipsePTP выбираем **Help->Help Contents** и переходим в руководство **Help-Eclipse**, которое показано на рисунке 1.2.

Далее:

- *открываем руководство «Parallel Development User Guide»*, а в нем - подраздел: «Local project without a supplied ...», как показано на рисунке 1.3;
- *приступаем к последовательному изучению* вопроса: «*Creating a local MPI project — Hello MPI World*».

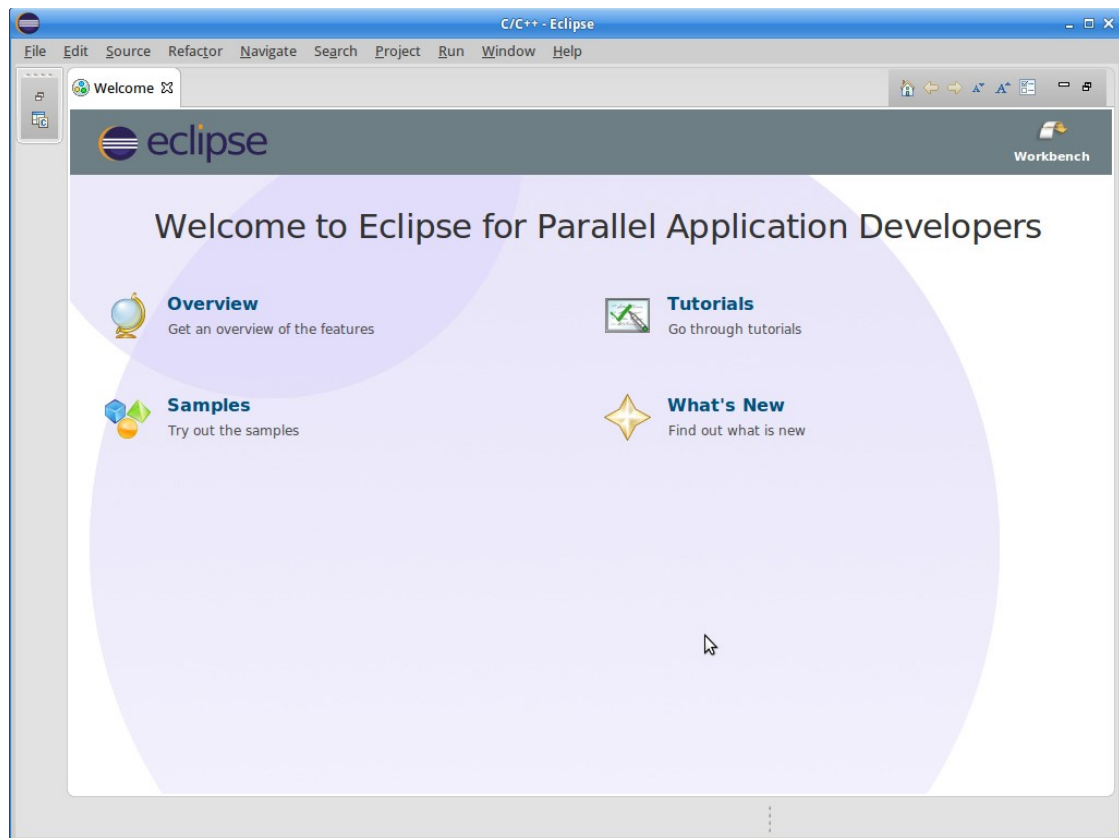


Рисунок 1.1 - Запуск Eclipse РТР на локальном компьютере

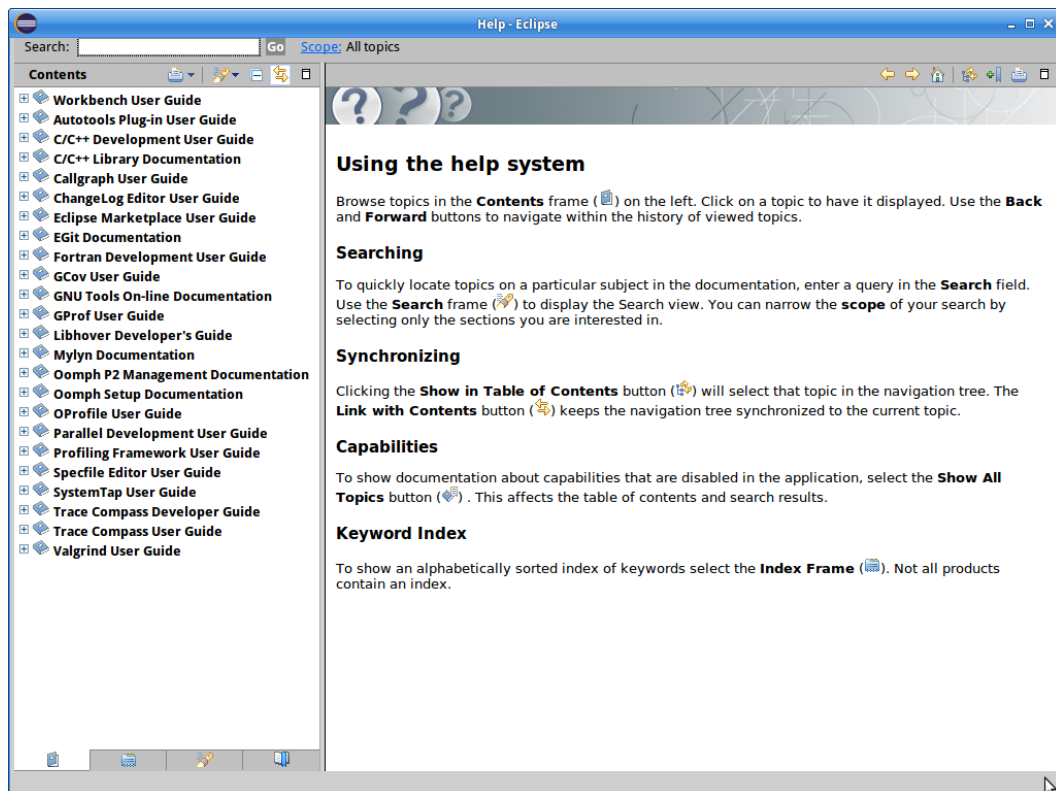


Рисунок 1.2 - Документация Help-Eclipse

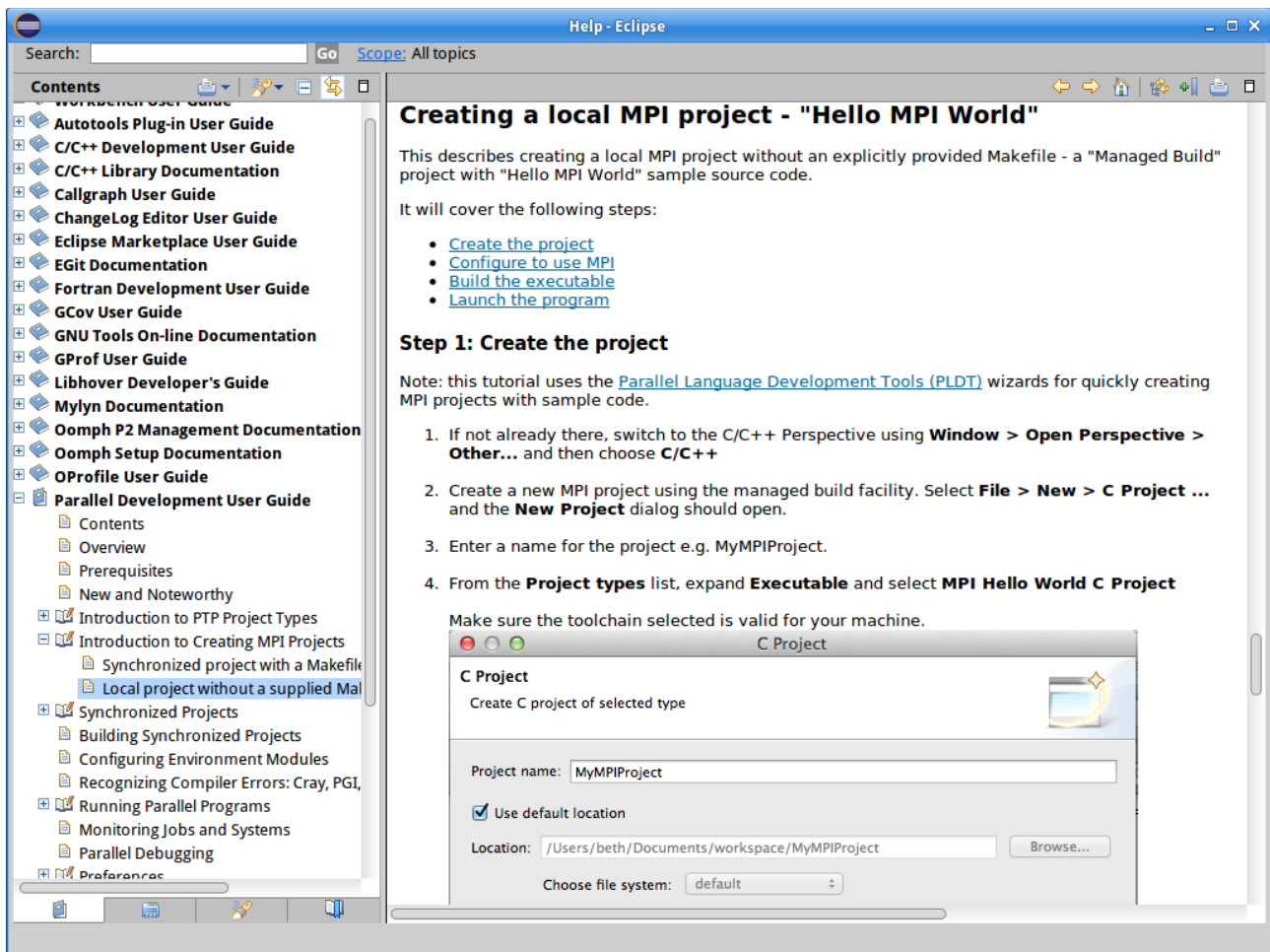


Рисунок 1.3. Руководство по созданию проекта MPI

### Замечание

Создав и запустив проект в локальной среде, следует соединиться с кластером кафедры АСУ и создать проект там.

## 2 Создание тестового МРІ-приложения

Для выполнения лабораторной работы необходимо иметь общее представление о технологии МРІ. Студент может познакомиться с теорией и практикой предмета, используя любой источник [1-5].

Чтобы иметь представление о кластере кафедры АСУ, необходимо прочитать статью Бойченко И.В. [6].

Далее, следует приступить к созданию первого тестового приложения, которое должно показать правильность установки инструментальных средств и их готовность к использованию.

### Замечание

*Тестовое приложение можно создавать*, следуя тексту **Help-Eclipse**, как показано на рисунке 3, но такой подход может оказаться неудобным из-за сложности переходов на разные страницы.

*Другой подход* состоит в использовании руководства [7], в котором материал изложен последовательно по тексту. Процедура создания тестового примера начинается со страницы 26.

Закончив проверку средств разработки с помощью тестового примера, следует разработать конкретное приложение по технологии МРІ и исследовать его.



### 3 Разработка и исследование MPI-приложения

*Студент самостоятельно* проводит разработку и исследование MPI-приложения.

*Чтобы выполнить такую работу*, необходимо выбрать некоторый вычислительный алгоритм, который бы удовлетворял следующим двум условиям:

- *был достаточно длительным по времени*: процессорное время работы алгоритма должно быть значительно больше времени запуска и старта задачи;
- *допускал разделение* на независимые параллельные части.

#### Замечание

*Рекомендуется*, предварительно прочитать статью из интернет-ресурса [8], в которой приведен пример фильтрации изображения с разбиением его обработки на части.

*Допускается*, если студент реализует приложение по статье [8]. Фильтруемое изображение нужно выбрать самостоятельно.

После написания и отладки приложения следует провести его исследование.

Исследование состоит в запуске и фиксации времени работы приложения при использовании различного числа узлов.

*Результат исследования* следует представить в виде таблицы, содержащей **не менее трех вариантов расчетов**.

## 4 Задание на лабораторную работу №5

*Технология MPI* находится в первых рядах подходов увеличения быстродействия программ, требующих значительные вычислительные ресурсы компьютера:

- *возможность параллельного выполнения* множества вычислительных процессов;
- *использование языков программирования* высокого уровня не сильно отличающихся от традиционных языков;
- *применение хорошо изученной* на практике технологии передачи сообщений.

*Используя* полученные в процессе обучения навыки программирования, теоретический и методический материал, изложенный в разделах 1 - 3 данного учебно-методического пособия, студент должен:

- *установить* на рабочую станцию необходимое для выполнения лабораторной работы программное обеспечение, предоставленное преподавателем;
- *подключиться* по защищенному каналу к компьютерному кластеру кафедры АСУ;
- *написать*, отладить и исследовать тестовый пример на языке C, демонстрирующий применение технологии MPI;
- *показать* преподавателю работу этой программы;
- *подготовить* и представить на проверку преподавателю письменный отчет о выполнении лабораторной работы, содержащий текст программ, результаты исследовательской части работы и выводы о технологии и возможностях использования технологии MPI при разработке прикладных программ.

Методические указания по проведению данной лабораторной работы рекомендуют студенту последовательное выполнение следующих этапов:

1. Изучение литературных источников, рекомендованных в данном учебно-методическом пособии с целью повышения теоретического уровня своей подготовки в плане понимания технологии MPI.
2. Следование рекомендованной последовательности действий, изложенных в разделах 1 - 3 данного учебно-методического пособия.
3. После завершения процесса изучения методического и практического материала, студент должен подключиться к кластеру ЭВМ кафедры АСУ так, как изложено в методическом пособии по лабораторной работе №1.
4. Запустив на кластере инструментальную среду разработки EclipseRMP, студент должен создать необходимые проекты, написать, отладить запустить на выполнение прикладные программы, согласно указанному выше заданию.

5. Результаты выполнения данных программ следует согласовать и обсудить с преподавателем.
6. По результатам исследования студент подготавливает письменный отчет, при необходимости, иллюстрируя его результатами исследования.
7. Подготовив отчет, студент докладывает о выполнении задания преподавателю и следует его указаниям по сдаче выполненной работы.

## **5 Контроль навыков выполнения лабораторной работы №5**

*Обязательным требованием* контроля знаний и умений студента является наличие письменного отчета по выполненной лабораторной работе №5.

*Отчет оформляется* как пятый раздел общего отчета по дисциплине «Архитектура вычислительных комплексов» и находится в определенном преподавателем месте учебного комплекса кафедры АСУ.

*Отчет по лабораторной работе №5* должен содержать, как минимум три подраздела: постановка задачи, описание работы, выводы.

*Цель подготовки и сдачи отчета* - формирование у студентов общекультурных компетенций по оформлению и представлению научных и исследовательских документов.

*Порядок контроля* навыков студента и сдача отчета проводятся в следующей последовательности.

1. Студент сообщает преподавателю о завершении выполнения задания и готовности студента к контролю навыков и сдаче отчета.
2. Преподаватель убеждается в наличии отчета и необходимых элементов его оформления, а затем делает замечания по устранению недостатков отчета или уточняет время и условия контроля навыков и приема результатов работы.
3. В процессе сдачи отчета, студент демонстрирует результаты работы и отвечает на вопросы преподавателя, при необходимости, устраняет ошибки или недоработки, отмеченные преподавателем.
4. Приняв отчет студента, преподаватель сообщает об этом факте устно, при необходимости оценивает результаты работы, а также определяет дальнейший процесс обучения студента.

## Список использованных источников

1. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI. - Интернет ресурс: <http://www.intuit.ru/department/se/mpitech/>
2. Воеводин В.В. Параллельная обработка данных. - Интернет ресурс: <http://parallel.ru/vvv/mpi.html>
3. MPI: The Message Passing Interface. - Интернет ресурс: [http://parallel.ru/tech/tech\\_dev/mpi.html](http://parallel.ru/tech/tech_dev/mpi.html)
4. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI. - (Файл: mpibook.pdf), с.72.
5. Основы MPI. - Интернет ресурс: <http://habrahabr.ru/post/121925/>.
6. Бойченко И.В. Вычислительный кластер ТУСУРа: СТАРТ. - (Файл: HPS-TUSUR-START-2008.pdf), с.9.
7. The Eclipse Parallel Tools Platform and Scientific Application Development. - (Файл: ptp-tutorial-hpcsw08.pdf), с.68.
8. Основные тенденции параллельного программирования. - Интернет ресурс: [http://www.opennet.ru/base/dev/mpi\\_intro.txt.html](http://www.opennet.ru/base/dev/mpi_intro.txt.html).

Учебное издание

**Резник** Виталий Григорьевич

## АРХИТЕКТУРА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Методические рекомендации для выполнения лабораторной работы №5 по дисциплине «Архитектура вычислительных комплексов» для студентов уровня основной образовательной программы магистратура направления подготовки 010400.68 «Прикладная математика и информатика» профиля «Математическое и программное обеспечение вычислительных комплексов и компьютерных сетей».

Учебно-методическое пособие

Усл. печ. л. . Тираж \_\_\_\_ . Заказ .

Томский государственный университет  
систем управления и радиоэлектроники  
634050, г. Томск, пр. Ленина, 40