

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

Базовая кафедра

вычислительных и

информационных технологий

(ВиИТ_ФМиИ) наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Базовая кафедра вычислительных

и информационных технологий

(ВиИТ_ФМиИ)

наименование кафедры

доктор ф.-м.н., профессор

Шайдунов В.В.

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ
ПРОГРАММИРОВАНИЕ**

Дисциплина Б1.В.07 Параллельное программирование

Направление подготовки / 02.03.01 Математика и компьютерные науки
специальность Профиль 02.03.01.31 Математическое и
компьютерное моделирование

Направленность
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2020

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

020000 «КОМПЬЮТЕРНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ НАУКИ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 02.03.01 Математика и компьютерные науки Профиль

02.03.01.31 Математическое и компьютерное моделирование

Программу
составили

к.ф.-м.н., доцент, Кареева Е.Д.

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Дисциплина «Параллельное программирование» предназначена для изучения средств и методов создания приложений для различных архитектур вычислительных систем (ВС). При изучении дисциплины уделяется особое внимание получению практических навыков написания параллельных программ в терминах конкретных библиотек и/или языковых реализаций для ВС как с общей, так и распределенной памятью (в том числе, многоядерных и кластерных архитектур).

В рамках изучения дисциплины рассматриваются базовые сведения о ряде систем программирования, позволяющие начать разработку параллельных программ для параллельных ВС с общей и распределенной памятью. Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины, позволяют в дальнейшем перейти к более детальному освоению инструментальных средств разработки параллельных программ.

Дисциплина «Параллельное программирование» согласно учебному плану является дисциплиной по выбору вариативной части профессионального цикла (Б1.В.ДВ.6) по направлению 02.03.01 «Математика и компьютерные науки».

Дисциплина изучается в последнем (8-ом) семестре бакалавриата и завершает формирование основных общенаучных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций студента.

Изучение дисциплины формирует базу для углубленного изучения параллельного программирования для высокопроизводительных ВС в магистратуре.

1.2 Задачи изучения дисциплины

При изучении дисциплины учащиеся должны решить следующие основные задачи.

1. Получить представление об особенностях архитектуры различных классов ПВС, задачах, которые невозможно решить без помощи высокопроизводительных вычислений и параллельного программирования.

2. Изучить основные проблемы, возникающие при программировании для ВС с общей памятью и пути их разрешения, понять особенности синхронизации и взаимодействия потоков.

3. Рассмотреть основные концепции и средства, предлагаемые в области параллельного программирования.

4. Изучить основные функции WinAPI, используемые для создания и управления потоками в ОС Windows.

5. Провести сравнительный анализ теоретических основ и различных языковых реализаций механизма синхронизации и взаимодействия потоков для ВС с общей памятью.

6. Изучить основные проблемы, возникающие при программировании для ВС с распределенной памятью и пути их разрешения, понять особенности синхронизации и взаимодействия процессов.

7. Рассмотреть SPMD-модель организации параллельных вычислений на основе одновременного выполнения одной и той же программы на нескольких процессорах с организацией взаимодействия процессов при помощи передачи сообщений.

8. Получить практические навыки программирования с использованием библиотеки передачи сообщений MPI для ВС с распределенной памятью.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ПК-2:Способен использовать современные методы разработки и реализации алгоритмов на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования	
ПК-2.1:Применяет знания современных методов разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования при решении конкретных задач	
Уровень 1	Знать основные принципы построения математических моделей и существующие пакеты прикладных программ для их реализации;
Уровень 2	Знать основные принципы построения математических моделей, существующие пакеты прикладных программ для их реализации. Знать алгоритмы реализации основных математических моделей;
Уровень 3	Знать основные принципы построения математических моделей, существующие пакеты прикладных программ для их реализации. Знать существующие алгоритмы реализации основных математических моделей и основные принципы разработки новых алгоритмов;
Уровень 1	Строить математические модели и использовать существующие пакеты прикладных программ для их реализации;
Уровень 2	Строить математические модели и использовать существующие пакеты прикладных программ для их реализации. Уметь реализовывать существующие алгоритмы для основных математических моделей;
Уровень 3	Строить математические модели и использовать существующие пакеты прикладных программ для их реализации. Уметь реализовывать существующие алгоритмы для основных

	математических моделей, разрабатывать новые алгоритмы решения новых задач;
Уровень 1	Владеть навыком использования существующих пакетов прикладных программ;
Уровень 2	Владеть навыком использования существующих пакетов прикладных программ. Владеть навыком программирования и реализации существующих алгоритмов;
Уровень 3	Владеть навыком использования существующих пакетов прикладных программ. Владеть навыком программирования и реализации существующих алгоритмов. Владеть навыком разработки новых алгоритмов.
ПК-2.2:Разрабатывает и реализовывает алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	
Уровень 1	основные принципы реализации алгоритмов с помощью существующих пакетов прикладных программ;
Уровень 2	основные принципы реализации алгоритмов с помощью существующих пакетов прикладных программ и основные языки программирования;
Уровень 3	основные принципы реализации и разработки алгоритмов с помощью существующих пакетов прикладных программ и основных языки программирования;
Уровень 1	реализовывать алгоритмы с помощью существующих пакетов прикладных программ;
Уровень 2	реализовывать существующие алгоритмы с помощью существующих пакетов прикладных программ и с помощью основных языков программирования;
Уровень 3	реализовывать и разрабатывать существующие алгоритмы с помощью существующих пакетов прикладных программ и с помощью основных языков программирования;
Уровень 1	навыком реализации существующих алгоритмов с помощью существующих пакетов прикладных программ;
Уровень 2	навыком реализации существующих алгоритмов с помощью существующих пакетов прикладных программ и с помощью основных языков программирования;
Уровень 3	навыком реализации и разработки существующих алгоритмов с помощью существующих пакетов прикладных программ и с помощью основных языков программирования;
ПК-3:Способен создавать и исследовать математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий, программирования и компьютерной техники	
ПК-3.1:Выписывает математические постановки классических моделей, применяемых в естественных науках, промышленности и бизнесе	
Уровень 1	основные задачи и области применения методов математического моделирования;
Уровень 2	основные задачи и области применения методов математического моделирования; особенности объектов моделирования;
Уровень 3	основные задачи и области применения методов математического моделирования; особенности объектов моделирования; законы

	сохранения;
Уровень 1	выписывать математические постановки классических моделей;
Уровень 2	выписывать математические постановки классических моделей; выявлять общие закономерности исследуемых объектов;
Уровень 3	выписывать математические постановки классических моделей; выявлять общие закономерности исследуемых объектов; выбирать методы исследования классических моделей;
Уровень 1	математической строгостью и навыком выявления общих закономерностей исследуемых объектов;
Уровень 2	математической строгостью и навыком выявления общих закономерностей исследуемых объектов; навыком применения математического аппарата к исследуемому объекту;
Уровень 3	математической строгостью и навыком выявления общих закономерностей исследуемых объектов; навыком применения математического аппарата к исследуемому объекту; навыками применения полученных знаний
ПК-3.2:Исследует и анализирует математические модели, применяемые в естественных науках, промышленности и бизнесе	
Уровень 1	профессиональную терминологию;
Уровень 2	профессиональную терминологию; методы построения и исследования математических моделей;
Уровень 3	профессиональную терминологию; методы построения и исследования математических моделей; современные тенденции развития, научные и прикладные достижения прикладной математики;
Уровень 1	ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования;
Уровень 2	ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования; выбирать методы исследования математических моделей;
Уровень 3	ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования; выбирать методы исследования математических моделей; строить и исследовать математические модели;
Уровень 1	методами исследования математических моделей;
Уровень 2	методами исследования математических моделей; навыками применения алгоритмов исследования математических моделей;
Уровень 3	методами исследования математических моделей; навыками применения алгоритмов исследования математических моделей; навыками сборки и анализа полученных результатов.
ПК-3.3:Применяет языки программирования и пакеты прикладных программ для проведения математического моделирования при помощи компьютерной техники	
Уровень 1	принципы организации взаимодействия между различными пакетами прикладных программ;
Уровень 2	принципы организации взаимодействия между различными пакетами прикладных программ; возможности объектно-ориентированного языка;

Уровень 3	принципы организации взаимодействия между различными пакетами прикладных программ; возможности объектно-ориентированного языка; принципы реализации математических моделей в помощью объектно-ориентированных языков программирования;
Уровень 1	проектировать и разрабатывать алгоритмы реализации математических моделей;
Уровень 2	проектировать и разрабатывать алгоритмы реализации математических моделей; применять современные пакеты прикладных программ для решения задач математического моделирования;
Уровень 3	проектировать и разрабатывать алгоритмы реализации математических моделей; применять современные пакеты прикладных программ для решения задач математического моделирования; визуализировать и интерпретировать результаты вычислительного эксперимента
Уровень 1	навыками проектирования и разработки алгоритмов реализации математических моделей;
Уровень 2	навыками проектирования и разработки алгоритмов реализации математических моделей; навыками применения современных пакетов прикладных программ для решения задач математического моделирования;
Уровень 3	навыками проектирования и разработки алгоритмов реализации математических моделей; навыками применения современных пакетов прикладных программ для решения задач математического моделирования; навыками визуализирования и итерпретации результатов вычислительного эксперимента;

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

При изучении дисциплины «Параллельное программирование» студенты, в соответствии с квалификационной характеристикой, должны использовать знания, полученные при изучении следующих дисциплин бакалаврской программы:

Б1.Б Базовой части

Б1.Б.13.1 Дискретная математика;

Б1.Б.15.1 Математическое моделирование;

Б1.Б.15.2 Базы данных

Б1.Б.5 Численные методы;

Б1.Б.15.3 Операционные системы;

Б1.В Вариативной части

Б1.В.ОД.4 Языки и технологии программирования;

Информация, полученная при изучении дисциплины «Параллельное программирование», с одной стороны завершает цикл дисциплин, связанных с информатикой, программированием и вычислительной техникой на уровне бакалавриата, с другой стороны является основополагающей при изучении дисциплин магистерской

ПОДГОТОВКИ.

Дискретная математика
Математические модели в современном естествознании
Базы данных
Численные методы
Операционные системы

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

<http://study.sfu-kras.ru/course/category.php?id=13>

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		8
Общая трудоемкость дисциплины	2 (72)	2 (72)
Контактная работа с преподавателем:	1,67 (60)	1,67 (60)
занятия лекционного типа	0,67 (24)	0,67 (24)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	1 (36)	1 (36)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся:	0,33 (12)	0,33 (12)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Зачёт)		

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Обзор области параллельного программирования. Технологии, парадигмы, программные средства	4	3	0	2	
2	Особенности разработки параллельных приложений для систем с общей памятью	10	17	0	5	
3	Особенности разработки параллельных приложений для систем с распределенной памятью	10	16	0	5	
Всего		24	36	0	12	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	Введение. Параллельные компьютеры и суперЭВМ.	2	0	0
2	1	Введение. Особенности параллельного программирования.	2	0	0
3	2	Процессы и потоки. Реализации многопоточности.	2	0	0
4	2	Механизм синхронизации процессов. Решения с активным ожиданием.	2	0	0
5	2	Семафоры и мониторы. Реализации.	6	0	0
6	3	Примитивы передачи сообщений.	1	0	0
7	3	Работа на кластере СФУ.	1	0	0
8	3	Программирование с помощью библиотеки MPI.	2	0	0
9	3	Двухточечные обмены в библиотеке MPI.	5	0	0
10	3	Коллективные обмены в библиотеке MPI.	1	0	0
Всего			24	0	0

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Анатомия простого многопоточного приложения. Компиляция, компоновка и запуск готового многопоточного приложения с помощью WIN API.	3	0	0
2	2	Практические приемы построения многопоточных приложений. Алгоритмы с активным ожиданием. Решение задачи с помощью WIN API.	3	0	0

3	2	Механизмы синхронизации в пользовательском режиме и с помощью объектов ядра.	2	0	0
4	2	Создание многопоточных приложений с синхронизацией потоков с помощью WIN API.	8	0	0
5	2	Создание многопроцесных приложений, работающих с разделяемым ресурсом с синхронизацией процессов с помощью WIN API.	4	0	0
6	3	Работа на кластере рабочих станций, работа в среде MVC-1000. Компиляция и запуск готового приложения, использующего библиотеку MPI.	4	0	0
7	3	Создание приложения с помощью библиотеки MPI. Различные способы двухточечного обмена в MPI.	6	0	0
8	3	Коллективные обмены в MPI. Ввод и вывод в MPI.	6	0	0
Всего			36	0	0

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
---------------------	----------	-------------------

Л1.1	Сиротинина Н. Ю., Миркес Е. М., Карепова Е. Д.	Параллельные вычислительные системы: учебно-методический комплекс дисциплины	Красноярск: ИПК СФУ, 2007
------	--	--	---------------------------

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Кареева Е. Д., Кузьмин Д. А., Легалов А. И., Редькин А. В., Удалова Ю. В., Федоров Г. А.	Средства разработки параллельных программ: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск: ИПК СФУ, 2007
Л1.2	Гергель В. П.	Высокопроизводительные вычисления для многопроцессорных многоядерных систем: учебник для студентов вузов	Москва: Изд-во МГУ, 2010
Л1.3	Кареева Е. Д.	Основы многопоточного и параллельного программирования: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям "Прикладная математика и информатика" и "Фундаментальная информатика и информационные технологии"	Красноярск: СФУ, 2016
Л1.4	Немнюгин С.А., Стесик О.Л.	Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем: Пособие	Санкт-Петербург: Издательство "БХВ-Петербург", 2014
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Ортега Д. М., Икрамов Х. Д.	Введение в параллельные и векторные методы решения линейных систем: перевод с английского	Москва: Мир, 1991
Л2.2	Таненбаум Э.	Современные операционные системы	Москва: Питер, 2006

Л2.3	Корняков К. В., Кустикова В. Д., Мееров И. Б., Сиднев А. А., Сысоев А. В., Шишков А. В., Гергель В. П.	Инструменты параллельного программирования в системах с общей памятью: учебник для студентов вузов	Москва: Изд-во МГУ, 2010
Л2.4	Старченко А. В., Данилкин Е. А., Лаева В. И., Проханов С. А., Старченко А. В.	Практикум по методам параллельных вычислений: учебник для студентов вузов	Москва: Изд-во МГУ, 2010
Л2.5	Антонов А. С.	Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по напр. 010400 "Прикладная математика и информатика", 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии"	Москва: Изд-во Московского университета, 2012
Л2.6	Гергель В. П.	Современные языки и технологии параллельного программирования: учебник для студентов вузов, обуч. по направлениям 010400 "Прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии"	Москва: Издательство Московского университета, 2012
Л2.7	Малышкин В. Э., Корнеев В. Д.	Параллельное программирование мультикомпьютеров: [учебник для вузов]	Новосибирск: Издательство НГТУ, 2011
Л2.8	Таненбаум Э., Гребеньков А.	Компьютерные сети	Москва: Питер, 2014
Л2.9	Таненбаум Э., Бос Х.	Современные операционные системы	Москва: Питер, 2015
Л2.1 0	Таненбаум Э.	Компьютерные сети	СПб.: Питер, 2007
Л2.1 1	Таненбаум Э.	Современные операционные системы	СПб.: Питер, 2013
Л2.1 2	Рихтер Дж	Windows для профессионалов: создание эффективных Win32 приложений с учетом специфики 64-разрядной версии Windows	СПб.: Питер, 2001
Л2.1 3	Шлее М.	Qt4.5. Профессиональное программирование на C++: Практическое руководство	Санкт- Петербург: Издательство "БХВ- Петербург", 2010

Л2.1 4	Воеводин В. В., Воеводин В. В.	Параллельные вычисления: Пособие	Санкт-Петербург: Издательство "БХВ-Петербург", 2015
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Сиротинина Н. Ю., Миркес Е. М., Карпова Е. Д.	Параллельные вычислительные системы: учебно-методический комплекс дисциплины	Красноярск: ИПК СФУ, 2007

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Информационно-аналитические материалы по параллельным вычислениям:	http://www.parallel.ru
Э2	Информационно-аналитические материалы Центра компьютерного моделирования Нижегородского университета:	http://www.hpcc.unn.ru/
Э3	Информационные материалы по MPI:	http://www.mpi-forum.org
Э4	Информационные материалы по OpenMP:	http://openmp.org
Э5	Материалы по многопоточному программированию и стандарту POSIX. Multi-Threaded Programming With POSIX Threads:	http://users.actcom.co.il/~choo/lupg/tutorials/multi-thread/multi-thread.html
Э6	Национальный открытый университет. Курсы по суперкомпьютерным технологиям:	http://www.intuit.ru/studies/courses?service=0&option_id=95&service_path=1
Э7	Портал научной группы профессора Кутепова Виталия Павловича:	http://psipv.appmat.ru/content/education/PsipvPlan.aspx
Э8	Портал «Топ 500 Supercomputers Sites»:	http://www.top500.org
Э9	Сайт компании Intel:	http://www.intel.com
Э10	Сайт, посвященный библиотеке LinPack:	http://www.netlib.org/linpack
Э11	Сайт профессора А.И. Легалова с публикациями по моделям параллельных вычислений и методам параллельного программирования:	http://www.softcraft.ru
Э12	Спецификации стандарта MPI:	http://www.mpi-forum.org/docs/docs.html
Э13	Спецификации стандарта OpenMP:	http://openmp.org/wp/openmp-specifications/
Э14	Учебный курс «Многопроцессорные	http://www.software.unn.ac.ru/ccam/ms

	вычислительные системы и параллельное программирование» \\ Нижегородский госуниверситет им. Н.И.Лобачевского. Факультет Вычислительной математики и кибернетики. Авторский коллектив под руководством проф. Гергеля В.П.:	kurs/RUS/HTML/cs338_ppr_materials.htm
Э15	Patrick Lam. Course ECE 459: Programming for Performance:	http://patricklam.ca/p4p/notes/

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Занятия лекционного типа проводятся в традиционном виде, а также, если возможно, в виде on-line интерактивных видеоконференций с возможностью получения вопросов от студентов и оперативного ответа на них преподавателя.

Лекционный материал сопровождается презентациями и демонстрацией примеров программ, в том числе, с помощью удаленной работы на одной из доступных высокопроизводительных систем.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации в зависимости от нозологии:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	Лекционные занятия должны проводиться в аудитории, оснащенной проекционным оборудованием, обеспечивающим показ компьютерных презентаций. Используемый при этом компьютер должен быть оснащен программным обеспечением, позволяющим выполнять необходимые примеры программного кода.
-------	---

9.1.2	Лекционные занятия должны проводиться в аудитории, оснащенной проекционным оборудованием, обеспечивающим показ компьютерных презентаций. Используемый при этом компьютер должен быть оснащен программным обеспечением, позволяющим выполнять необходимые примеры программного кода.
9.1.3	Компьютер может быть оснащен любой из операционных систем, обеспечивающих поддержку инструментальных средств, необходимых для проведения занятий. В настоящее время основной упор сделан на использование операционной системы Windows. Однако возможно и использование ОС Linux, которая содержит программные средства, позволяющие использовать как уже разработанное методическое обеспечение, так и применяемые программы.
9.1.4	Для успешного проведения лекционных занятий необходимо обеспечить показ презентаций в формате MS Power Point и Adobe Acrobat Reader. Внимание! Презентации содержат специфические объекты и плохо отображаются в формате Open Office.
9.1.5	Также необходимо иметь установленные средства для отображения исходных текстов программ на используемых в примерах языках программирования (C++, C). В простейшем случае это могут быть обычные текстовые редакторы. Однако целесообразнее использовать текстовые редакторы с подсветкой синтаксиса или среды разработки, обеспечивающие отображение исходных текстов с подсветкой. Желательна установка ПО со средой разработки, позволяющей собрать проект, откомпилировать и запустить его как в обычном режиме, так и в режиме отладки. Для ОС Windows – это может быть как продукт Visual C, входящий в пакет Microsoft Visual Studio версии не ниже 6.0. Возможно использование более простой среды, например, Borland C или свободно распространяемого компилятора MinGW C++.
9.1.6	Помимо этого целесообразно иметь выход в сеть Сибирского федерального университета для подключения к суперкомпьютеру, имеющимся кластерным системам и вычислительным системам с многоядерной архитектурой.
9.1.7	Лабораторные занятия должны проводиться в компьютерном классе или с использованием удаленного доступа к имеющимся кластерным системам и суперкомпьютеру. При изучении многопоточного программирования с применением Win 32 API желательно наличие компьютеров с многоядерной архитектурой или многопроцессорных систем с общей памятью. Это позволит не только попробовать изучаемые технологии, но и увидеть, как они функционируют на реальной многопроцессорной системе, оценить выигрыш, получаемый от использования параллельных вычислительных технологий.
9.1.8	При изучении технологии MPI возможно использование кластера, построенного на базе компьютерного класса. Он позволяет отработать учебные программы в коллективном режиме и снять предварительные оценки. Для окончательного выполнения программ необходимо иметь сетевой доступ к одной из кластерных систем или суперкомпьютеру. Это кроме всего прочего позволит изучить методы и дисциплины обслуживания удаленных клиентов, применяемых при решении реальных вычислительных задач.

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	Не требуется.
-------	---------------

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия должны проводиться в аудитории, оснащенной проекционным оборудованием, обеспечивающим показ компьютерных презентаций.

Лабораторные работы должны проводиться в компьютерном классе. Желательно, чтобы используемые компьютеры были многоядерными (многопроцессорными системами на общей памяти). Для проведения лабораторных работ № 6-8 необходим доступ к одному из высокопроизводительных кластеров по протоколам ssh и sftp.