



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»

Факультет электроники и вычислительной техники

УТВЕРЖДЕНО

Факультет электроники и вычислительной
техники

Декан Авдеюк О.А.
г.

Параллельные и распределенные вычисления

рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

Закреплена за кафедрой	Электронно-вычислительные машины и системы
Учебный план	Направление 09.04.01 Информатика и вычислительная техника Программа "Встраиваемые вычислительные системы в робототехнике и интернете вещей"
Профиль	
Квалификация	Магистр
Срок обучения	2 года

Форма обучения	очная	Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Виды контроля в семестрах:	зачеты 1 курсовые работы 1		

Семестр(Курс.Номер семестра на курсе)	1(1.1)		Итого	
	УП	ПП	УП	ПП
Практические	16	16	16	16
Лабораторные	16	16	16	16
Итого ауд.	32	32	32	32
Контактная работа	32.25	32.25	32.25	32.25
Сам. работа	75.75	75.75	75.75	75.75
Часы на контроль	0	0	0	0
Практическая подготовка	0	0	0	0
Итого трудоемкость в часах	108	108	0	0

ЛИСТ ОДОБРЕНИЯ, СОГЛАСОВАНИЯ И АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Разработчик(и) программы:

Доцент Егунов Виталий Алексеевич к.т.н.

Рецензент(ы):
(при наличии)

Рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

Параллельные и распределенные вычисления

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 918)

составлена на основании учебного плана:

Направление 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Программа "Встраиваемые вычислительные системы в робототехнике и интернете вещей"

Профиль:

утвержденного учёным советом вуза от 05.06.2019 протокол № 12.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электронно-вычислительные машины и системы

номер протокола 2019 г.

Зав. кафедрой Андреев Андрей Евгеньевич

СОГЛАСОВАНО:

Факультет электроники и вычислительной техники

Председатель НМС факультета: Авдеюк О.А.

Протокол заседания НМС от

г. №

Рабочая программа дисциплины (модуля, практики) актуализирована 31.08.2023

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ). ВИД, ТИП ПРАКТИКИ, СПОСОБ И ФОРМА (ФОРМЫ) ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ.
Цели преподавания дисциплины: формирование у студентов системы знаний о методах постановки задач для их решения с использованием параллельных вычислительных средств; формирование у студентов системы знаний о методах подготовки и решения научно-технических задач с использованием средств и распространенных технологий параллельного программирования. Задачи изучения дисциплины подготовка специалистов, нацеленных на применение параллельных вычислительных систем в профессиональной деятельности; выработать умения и навыки выполнения декомпозиции сложных задач для их решения на параллельных вычислительных системах; выработать навыки применения распространенных технологий параллельного программирования

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Изучение дисциплины базируется на знаниях, приобретенных в результате обучения по следующим дисциплинам учебного плана бакалавриата (направление 09.03.01 "Информатика и вычислительная техника", профиль "Вычислительные машины, комплексы, системы и сети"): «Архитектура ЭВМ», «Теория автоматов».
2.1.2	Дисциплина дает дополнительные теоретические и практические знания при изучении следующих дисциплин учебного плана: «Вычислительные системы и сетевые технологии», «Информационно-коммуникационные технологии», а также формирует способность будущих магистров к самостоятельной и творческой работе, повышает его общий профессиональный уровень.
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Программное обеспечение инфокоммуникационных систем
2.2.2	Современные операционные системы
2.2.3	Информационно-коммуникационные технологии
2.2.4	Низкоуровневая оптимизация приложений и программирование ускорителей
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)	
ОПК-2: Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач;	
<i>ОПК-2.1: Знать: современные интеллектуальные технологии для решения профессиональных задач.</i>	
Результаты обучения: Знает существующие методы и алгоритмы, интеллектуальные технологии для решения профессиональных задач	
<i>ОПК-2.2: Уметь: обосновывать выбор современных интеллектуальных технологий и программной среды при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач.</i>	
Результаты обучения: Умеет создавать параллельных алгоритмы для решения профессиональных задач	
<i>ОПК-2.3: Иметь навыки: разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач.</i>	
Результаты обучения: Владеет навыками распараллеливания алгоритмов для решения профессиональных задач	
ОПК-5: Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем;	
<i>ОПК-5.1: Знать: современное программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем.</i>	
Результаты обучения: Знает общие принципы создания и оценки параллельных алгоритмов и программ, основные технологии параллельного программирования, их применение для распространенных параллельных архитектур с общей памятью	
<i>ОПК-5.2: Уметь: модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач.</i>	
Результаты обучения: Умеет создавать программы для многопроцессорных систем с общей памятью	
<i>ОПК-5.3: Владеть: навыками разработки программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач.</i>	
Результаты обучения: Владеет навыками разработки параллельных алгоритмов и программ для параллельных вычислительных систем с общей памятью	
ОПК-8: Способен осуществлять эффективное управление разработкой программных средств и проектов.	
<i>ОПК-8.1: Знать: методы и средства разработки программного обеспечения, методы управления проектами разработки программного обеспечения, способы организации проектных данных, нормативно-технические документы (стандарты и регламенты) по разработке программных средств и проектов.</i>	
Результаты обучения: Знает архитектуру современных параллельных вычислительных систем, особенности установки и настройки программного обеспечения для данных архитектур	

<i>ОПК-8.2: Уметь: выбирать средства разработки, оценивать сложность проектов, планировать ресурсы, контролировать сроки выполнения и оценивать качество полученного результата.</i>				
Результаты обучения: Умеет устанавливать и настраивать программное обеспечение, предназначенное для параллельных вычислительных архитектур				
<i>ОПК-8.3: Владеть: навыками разработки технического задания, составления планов, распределения задач, тестирования и оценки качества программных средств.</i>				
Результаты обучения: Владеет навыками конфигурирования программного обеспечения, предназначенного для параллельных вычислительных архитектур				
ПК-3: Администрирование систем управления базами данных и системного программного обеспечения инфокоммуникационной системы организации				
<i>ПК-3.1: Знает: основные принципы систем управления базами данных и системного программного обеспечения инфокоммуникационной системы организации.</i>				
Результаты обучения: Знает общие принципы разработки параллельных программ для параллельных вычислительных систем с различной архитектурой				
<i>ПК-3.2: Умеет: администрировать СУБД и управлять системным программным обеспечением инфокоммуникационной системы организации.</i>				
Результаты обучения: Умеет создавать программы для параллельных вычислительных систем с различной архитектурой				
<i>ПК-3.3: Владеет навыками: применения современных инструментов управления базами данных и управления системным программным обеспечением инфокоммуникационной системы организации</i>				
Результаты обучения: Владеет навыками разработки параллельных программ для параллельных вычислительных систем различной архитектурой				
ПК-6: Интеграция разработанного системного программного обеспечения				
<i>ПК-6.1: Знает: основы процесса интеграции, верификации и валидации разработанного системного программного обеспечения.</i>				
Результаты обучения: Знает общие принципы декомпозиции задачи для реализации алгоритмов на распространенных параллельных вычислительных архитектурах				
<i>ПК-6.2: Умеет: реализовывать механизмы интеграции разработанного системного программного обеспечения.</i>				
Результаты обучения: Умеет разрабатывать параллельные алгоритмы решения задач с учетом архитектуры параллельной вычислительной системы				
<i>ПК-6.3: Владеет навыками: применения современных инструментов непрерывной и бесшовной интеграции (Continuous Integration) и развертывания программного обеспечения (DevOps).</i>				
Результаты обучения: Владеет навыками разработки программ для распространенных параллельных вычислительных архитектур				
ПК-17: Организация разработки системного программного обеспечения				
<i>ПК-17.1: Знает: основы организации разработки системного программного обеспечения.</i>				
Результаты обучения: Знает общие принципы создания и оценки параллельных алгоритмов и программ, основные технологии параллельного программирования, их применение для распространенных вычислительных архитектур				
<i>ПК-17.2: Умеет: организовывать и управлять процессом разработки системного программного обеспечения</i>				
Результаты обучения: Умеет создавать программы для параллельных вычислительных систем с различной архитектурой				
<i>ПК-17.3: Владеет навыками: использования современных средств организации и разработки системного программного обеспечения</i>				
Результаты обучения: навыками разработки параллельных алгоритмов и программ для параллельных вычислительных систем с различной архитектурой				
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)				
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Форма контроля
1	Раздел 1. Обучение			
1.1	ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ПОНЯТИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ И КОМПЛЕКСОВ /Тема/	1	0	
1.1.1	Этапы разработки параллельных алгоритмов. Показатели эффективности параллельного алгоритма. Закон Амдала. Информационные зависимости. Проблема когерентности кеш-памяти. Оптимизация параллельных алгоритмов для эффективного использования кеш-памяти. Понятие процесса. Понятие потока. Основные методы синхронизации потоков /Пр/	1	1	Э, СО, К
1.1.2	Показатели эффективности параллельных алгоритмов Влияние кеш-памяти на скорость работы программ в системах с общей памятью. Суперлинейное ускорение /Пр/	1	1	К,Ко
1.1.3	Подготовка к выполнению заданий по курсовой работе, подготовка к текущему контролю успеваемости /Ср/	1	4	К,Ко

1.2	ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ СИСТЕМ С ОБЩЕЙ ПАМЯТЬЮ ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ /Тема/	1	0	
1.2.1	Основные конструкции OpenMP. Директивы. Виды синхронизации. Балансировка загрузки процессоров. Директива task. Синхронизация заданий. Выполнение заданий. /Пр/	1	1	Э, СО, К
1.2.2	OpenMP. Параллельные циклы. Параллельные секции. Синхронизация потоков /Пр/	1	1	К,Ко
1.2.3	Подготовка к выполнению заданий по курсовой работе, подготовка к текущему контролю успеваемости /Ср/	1	6	К,Ко
1.3	МЕТОДЫ ДЕКОМПОЗИЦИИ СЛОЖНЫХ ЗАДАЧ СПОСОБЫ ДЕКОМПОЗИЦИИ ЗАДАЧ /Тема/	1	0	
1.3.1	Декомпозиция задач для систем с общей и распределенной памятью. Различные варианты декомпозиции на примере задачи умножения матриц. Показатели эффективности полученных алгоритмов. /Пр/	1	2	Э, СО, К
1.3.2	Подготовка к выполнению заданий по курсовой работе, подготовка к текущему контролю успеваемости /Ср/	1	4	К,Ко
1.4	ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ СИСТЕМ С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ПАМЯТЬЮ ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИНТЕРФЕЙСА ПЕРЕДАЧИ СООБЩЕНИЙ MPI /Тема/	1	0	
1.4.1	Структура MPI программ. Простые примеры применения MPI. Операции типа точка-точка. Синхронные и асинхронные операции. Коллективные взаимодействия процессов. Коммуникаторы и группы. /Пр/	1	2	Э, СО, К
1.4.2	Декомпозиция задач для систем с распределенной памятью /Пр/	1	1	К,Ко
1.4.3	«Изучение методов синхронизации параллельных процессов MPI». /Лаб/	1	4	Ко
1.4.4	Подготовка к выполнению заданий по курсовой работе, подготовка к текущему контролю успеваемости /Ср/	1	4	К,Ко
1.5	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ТОПОЛОГИЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ НА СИСТЕМАХ С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ПАМЯТЬЮ ПОНЯТИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ТОПОЛОГИЙ /Тема/	1	0	
1.5.1	Декартова топология. Топология графа. Обмены в декартовых топологиях и топологиях графа. Использование виртуальных топологий при решении вычислительно – сложных задач. /Пр/	1	2	Э, СО, К
1.5.2	«Использование виртуальных топологий MPI при решении вычислительно сложных задач». /Лаб/	1	4	Ко
1.5.3	Подготовка к выполнению заданий по курсовой работе, подготовка к текущему контролю успеваемости /Ср/	1	4	К,Ко
1.6	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕКТОРИЗАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ПОНЯТИЕ ВЕКТОРИЗАЦИИ ВЫЧИСЛЕНИЙ /Тема/	1	0	
1.6.1	Векторные расширения команд MMX, SSE, AVX. Выравнивание данных. Векторные инструкции процессоров. Использование интринсиков. Поддержка векторизации компиляторами. Использование технологии Intel Cilk Plus при разработке параллельных программ для параллельных вычислительных систем с общей памятью, векторизации вычислений. /Пр/	1	3	Э, К
1.6.2	«Изучение технологий векторизации вычислений». /Лаб/	1	4	Ко
1.6.3	«Изучение технологии Intel Cilk Plus. Оптимизация прикладных программ с использованием компиляторов Intel C++ Compiler». /Лаб/	1	4	Ко
1.6.4	Подготовка к выполнению заданий по курсовой работе, подготовка к текущему контролю успеваемости /Ср/	1	4	К,Ко
1.7	НЕОДНОРОДНЫЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ /Тема/	1	0	
1.7.1	Понятие неоднородных параллельных вычислительных систем. Разработка параллельных программ для неоднородных параллельных вычислительных систем /Пр/	1	2	К,Ко
1.7.2	Подготовка к выполнению заданий по курсовой работе, подготовка к текущему контролю успеваемости /Ср/	1	4	К,Ко
1.8	Контрольная работа «Программная реализация параллельного приложения» /Тема/	1	0	
1.8.1	Курсовая работа «Программная реализация параллельного приложения» /КР/	1	10.1	

2	Раздел 2. Промежуточная аттестация			
2.1	Экзамен /Тема/	1	0	
2.1.1	Подготовка к зачету /Зачёт/	1	35.65	Э
2.1.2	Контактная работа с ППС /КоРа/	1	0.25	Э

Примечание. Формы контроля: Эк – экзамен, К- контрольная работа, Ко- контрольный опрос, Сз- семестровое задание, З-зачет, ОП- отчет по практике.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценочные средства планируемых результатов обучения представлены в виде фондов оценочных средств (ФОС), разработанных в соответствии с локальным нормативным актом университета. ФОС может быть представлен в Приложении к рабочей программе.

Темы письменных работ (контрольная работа)

На контрольную работу студенту выдается индивидуальное задание (по вариантам), заключающееся в разработке по варианту нескольких программ с использованием технологий параллельного программирования.

Работа выполняется в письменной форме в течение 10 недель с момента выдачи задания. Контрольный срок сдачи – последний месяц семестра.

Примерное содержание контрольной работы

1. Титульный лист.
2. Формулировка варианта задания.
3. Основная часть, включающая:
 - 1) решение первой задачи,
 - 2) решение второй задачи,
 - 3) решение третьей задачи,
- 4). Список использованных источников (включая источники Интернет).

При описании решенных задач необходимо привести описание решения с использованием диаграмм UML, экранных форм разработанных программ. Также необходимо привести коды программ.

Правила оформления курсовой работы

- курсовая работа оформляется в редакторе MS Word / OpenOffice (*.doc, *.docx, *.odt);
- листы формата А4, ориентация книжная;
- поля: левое – 2 см, остальные – по 1 см;
- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта 14 pt;
- междустрочный интервал – 1,5;
- абзацный отступ – 1,25 см;
- нумерация страниц сквозная, номер на первой странице не ставится;
- в конце работы необходим список использованной литературы согласно ГОСТ Р 7.0.5 – 2008;
- объем работы зависит от степени раскрытия основных пунктов курсовой работы.

Примеры заданий к контрольной работе.

Варианты первой задачи.

Создать процессы, которые выполняются в последовательности, определяемой графом запуска в соответствии с вариантом задания.

Варианты второй задачи.

Необходимо разработать программу, выполняющую простые матричные вычисления по вариантам, векторизовать вычисления

Варианты третьей задачи

Необходимо разработать программу для параллельной обработки больших матриц. В качестве алгоритмов обработки матриц можно использовать алгоритмы Фокса и Кэннона умножения матриц, другие алгоритмы по заданию преподавателя.

Вопросы промежуточной аттестации

1. Приведите классификацию вычислительных систем по Флинну.
2. Приведите примеры системы SIMD.
3. Приведите примеры системы MIMD.
4. Какие Вы знаете параллельные вычислительные системы с общей памятью?
5. Приведите примеры параллельных вычислительных систем с общей памятью.
6. Приведите примеры параллельных вычислительных систем с распределенной памятью.

7. Зачем при анализе алгоритмов используется граф алгоритма на идеальной вычислительной машине?
8. Что такое степень параллелизма, средняя степень параллелизма?
9. Какие приемы используются при разработке параллельных программ для систем с общей памятью для повышения эффективности работы кеш-памяти?
10. Что такое ускорение и эффективность параллельной программы?
11. Что такое суперлинейное ускорение?
12. Для чего нужна кеш-память процессора?
13. Поясните понятие «когерентность кешей».
14. Каким образом обеспечивается когерентность кеш-памяти?
15. Поясните понятие процесса, потока, основные механизмы синхронизации вычислительных потоков.
16. Что такое информационная зависимость? Какие виды информационных зависимостей Вы знаете?
17. Какие технологии разработки программ для параллельных вычислительных систем с общей и распределенной памятью Вы знаете?
18. Расскажите механизм работы протоколов обеспечения когерентности кешей на примере протокола MSI.
19. Назовите основные составляющие OpenMP.
20. Поясните модель памяти OpenMP
21. Назовите основные распараллеливающие конструкции OpenMP.
22. Как в OpenMP. осуществляется распараллеливание циклов?
23. Как в OpenMP. Осуществляется балансировка параллельных циклов?
24. Поясните механизм использования параллельных секций OpenMP.
25. Что такое атомарная операция, критическая секция в OpenMP?
26. Барьерная синхронизация. Виды барьеров.
27. Что такое MPI?
28. Что такое группа процессов, коммунитор?
29. Каким образом осуществляется запуск программ MPI?
30. Типы данных MPI.
31. Приведите пример простейшей программы MPI.
32. Что такое операции «точка-точка» в MPI?
33. Какие типы операций типа «точка-точка» Вы можете назвать в MPI?
34. Блокирующие операции обмена типа «точка-точка»
35. Неблокирующие операции обмена типа «точка-точка»
36. Коллективные операции.
37. Коллективная операция рассылки данных.
38. Коллективные операция распределения данных.
39. Коллективные операция сбора данных.
40. Понятие виртуальной топологии.
41. Декартовы топологии в MPI
42. Топология графа в MPI
43. Приведите примеры использования виртуальных топологий при решении конкретных задач.
44. Что такое векторизация вычислений?
45. Приведите краткую характеристику расширений команд процессора MMX, SSE, AVX.
46. Какую роль играет выравнивание данных при выполнении векторных инструкций? Приведите примеры.
47. Интринсики. Назначение. Примеры использования.
48. Поддержка векторизации компиляторами. Примеры.
49. Что такое «неоднородная параллельная вычислительная система»? Приведите примеры.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

6.1. Рекомендуемая литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год.	Электронный адрес
Л.1	Ачасова С. М., Бандман О. Л.	Корректность параллельных вычислительных процессов	Новосибирск: Наука, 1990	
Л.2	Белецкий В. Н.	Многопроцессорные и параллельные структуры с организацией асинхронных вычислений	Киев: Наукова думка, 1988	
Л.3	Вальковский В. А.	Распараллеливание алгоритмов и программ: Структурный подход	М.: Радио и связь, 1989	
Л.4	Вальковский В. А., Малышкин В. Э.	Синтез параллельных программ и систем на вычислительных моделях	Новосибирск: Наука, 1988	
Л.5	Ортега Дж.	Введение в параллельные и векторные методы решения линейных систем	М.: Мир, 1991	
Л.6	Свенсон А. Н.	Распараллеливание алгоритмов обработки информации	Киев: Наук. думка, 1985	
Л.7	Кузнецов М. А., Андреев А. Е.	Технологии распределенных систем: современные подходы: учеб. пособие	Волгоград: ВолгГТУ, 2009	

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год.	Электронный адрес
Л.8	Андреев А. Е., Егунов В. А.	Параллельное программирование: учеб.-метод. пособие	Волгоград: ВолгГТУ, 2019	
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"				
Э1	А.И. Миков, Е.Б. Замятина Распре-деленные системы и алгоритмы			
Э2	Гергель В.П. Теория и практика па-раллельных вычислений вычисления			
6.3 Перечень программного обеспечения				
6.3.1.1	Microsoft Visual Studio 2017 Enterprise; Лабораторные работы			
6.3.1.2	Microsoft MPI, GCC, Intel Par-allel Studio XE, Intel MKL; Лабораторные работы			
6.4 Перечень информационных справочных систем и электронных библиотечных систем (ЭБС)				

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) /ОБОРУДОВАНИЕ	
7.1	Лаборатория сетевых технологий / Мультимедийный класс
7.2	1) ПЭВМ Intel DualCore 2ГГц / 2Гб RAM / LCD 19" - 8 шт.; 2) экран EliteScreens; 3) проектор Acer 1200;
7.3	Учебная лаборатория
7.4	1) Ноутбуки HP Elitebook 8460p – 4 шт., 2) Ноутбуки HP EliteBook 8570p - 4 шт. 3) Ноутбук Lenovo ThinkPad T420 – 4 шт. 4) экран EliteScreens; 5) проектор Acer 1203; 6) доступ в Интернет и к наукометрическим базам данных
7.5	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся./Учебная мебель, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета (читальный зал информационно-библиотечного центра)

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)	
«Изучение методов синхронизации параллельных процессов MPI». Андреев А.Е., Егунов В.А.	
«Использование виртуальных топологий MPI при решении вычислительно сложных задач». Андреев А.Е., Егунов В.А.	
«Изучение технологий векторизации вычислений». Андреев А.Е., Егунов В.А.	