

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
доцент **Е.Б. Мазак**

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Уровень высшего образования:	Магистратура
Направление подготовки:	09.04.01 Информатика и вычислительная техника
Направленность программы:	Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем
Квалификация выпускника:	Магистр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доц. Спиридонов В.В.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Вычислительные системы» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки «09.04.01 Информатика и вычислительная техника», утвержденного приказом Минобрнауки России № 918 от 19 сентября 2017 г.;

- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки «09.04.01 Информатика и вычислительная техника», направленность (профиль) «Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем».

Составитель: _____ к.т.н., доц. В.В. Спиридонов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Информационных систем и вычислительной техники от 25.01.2021 г., протокол № 7.

Заведующий кафедрой _____ к.т.н., доц. Е.Б. Мазаков

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования _____ к.т.н. Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса _____ к.т.н. А.Ю. Романчиков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Вычислительные системы»: получение знаний об организации и принципах построения современных вычислительных систем, их технического и программного обеспечения; усвоение теоретических основ и практических навыков оценки, разработки и использования программных и аппаратных средств ВС; подготовка к работе, связанной с принятием решений о выборе типа вычислительной системы и особенностей программного обеспечения в соответствии с требованиями класса решаемых задач.

Основные задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с основными принципами организации и функционирования вычислительных систем;
- изучение важнейших этапов и тенденций в развитии вычислительных систем;
- овладение методами оценки параметров компонент и систем в целом;
- развитие мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области разработки и эксплуатации вычислительных систем;
- формирование мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области информационных технологий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Вычислительные системы» входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки «09.04.01 Информатика и вычислительная техника», направленность (профиль) «Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем» и изучается во 2 и 3 семестрах.

Для изучения дисциплины «Вычислительные системы» необходимы знания, умения и компетенции, полученные обучающимися при изучении дисциплин учебного плана бакалавриата соответствующего направления, а также при изучении дисциплин «Современные проблемы информатики и вычислительной техники», «Математические модели и методы автоматизированных систем», «Технологии обработки информации», «Распределенные базы данных», «Методы оптимизации», часть которых предшествует изучению данной дисциплины, а некоторые – изучаются параллельно.

Знания, умения и компетенции, освоенные при изучении данной дисциплины, используются в процессе выполнения научно-исследовательской работы, в ходе практик, предусмотренных учебным планом ОПОП ВО 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль) «Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем», а также при написании магистерской диссертации.

Особенностью дисциплины является изучение теоретического материала и приобретение практических навыков с использованием сети ПЭВМ, обеспечивающей совместное решение общих вычислительных задачи, функционируя в режиме близком к работе вычислительной системы.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Вычислительные системы» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен оценивать возможности создания архитектурного проекта	ПКС-1	<p>ПКС-1.1. Знать: модели архитектуры, методы разработки, анализа и проектирования ПО, требования архитектуры программного средства, методы разработки, анализа и проектирования ПО.</p> <p>ПКС-1.2. Уметь: проектировать архитектуру, оценивать риски, проектировать архитектуру программного средства, тестировать архитектуру программного средства.</p> <p>ПКС-1.3. Владеть: методами создания экономической модели архитектурного проекта программного средства, выявления требований архитектурного проекта программного средства, методами анализа и оценки архитектуры на предмет атрибутов качества, определения способов взаимодействия между выделенными программными подсистемами, определение требований архитектуры программного средства, определения состава компонентов, методами создания кандидатов архитектуры, удовлетворяющих высокоуровневым и наиболее важным требованиям, методами проверки и тестирования проекта архитектуры в ключевых сценариях.</p>
Способен утверждать и контролировать методы и способы взаимодействия программного средства со своим окружением	ПКС-2	<p>ПКС-2.1. Знать: технико-экономическое обоснование вариантов архитектуры компонентов, модели обеспечения необходимого уровня производительности компонентов, балансировку нагрузки, протоколы взаимодействия компонент, технологии и средства разработки программного обеспечения.</p> <p>ПКС-2.2. Уметь: проводить техническое исследование возможных вариантов архитектуры компонентов, проектировать архитектуру, оценивать риски и корректировать компоненты и ПО.</p> <p>ПКС-2.3. Владеть: методами выявления нескольких возможных вариантов архитектуры компонентов, включающее описание</p>

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		вариантов, методами формулировки задач модели обеспечения необходимого уровня производительности компонентов, включая вопросы балансировки нагрузки, цели, предположения и ограничения, методами формулирования задач выбора протоколов взаимодействия компонентов, включая цели, предположения и ограничения, формулирования задач выбора технологий и средств разработки программного обеспечения, включая системы управления исходным кодом, определяя цели, предположения и ограничения, методами создания технико-экономического обоснования протоколов взаимодействия компонентов и технологий и средств разработки программного обеспечения, включая системы управления исходным кодом, определение, ранжирование критериев и применение ранжированных критериев к результатам оценки для определения средств с наилучшими показателями.
Способен осуществлять руководство разработкой комплексных проектов на всех стадиях и этапах выполнения работ	ПКС-7	<p>ПКС-7.1. Знать: национальную и международную нормативную базу в соответствующей области знаний, методы формирования показателей эффективности конкурентно способности научно-исследовательских работ в соответствующей области знаний, отечественные и международные достижения в соответствующей области знаний.</p> <p>ПКР-7.2. Уметь: формировать комплексные планы-графики для реализации этапов проектирования продукции (услуг), анализировать и прогнозировать технико-экономические показатели продукции (услуг), проектировать систему управления научно-исследовательскими работами в организации.</p> <p>ПКР-7.3. Владеть: методами осуществления подготовки данных для заключения договоров с заказчиками на разработку (передачу) научно-технической продукции, проведения работ по составлению комплексных планов-графиков выполнения научно-исследовательских, проектных, конструкторских и технологических работ для объектов, на которых будут применяться новые технологические процессы и оборудование с длительным циклом разработки, методами конструирования и изготовления, методами составления календарных планов выпуска научно-технической продукции.</p>

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 6 зачётных единиц, 216 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		2	3
Аудиторная работа, в том числе:	76	34	42
Лекции (Л)	22	8	14
Практические занятия (ПЗ)	54	26	28
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	104	74	30
Подготовка к лекциям	4	4	
Подготовка к лабораторным работам			
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	26	26	
Выполнение курсовой работы / проекта	30		30
Расчетно-графическая работа (РГР)			
Реферат			
Домашнее задание	18	18	
Подготовка к контрольной работе	3	3	
Подготовка к коллоквиуму			
Аналитический информационный поиск	12	12	
Работа в библиотеке	11	11	
Подготовка к зачету / дифф. зачету			
Промежуточная аттестация – экзамен (Э) / зачет (З) / курсовой проект (К)	36	36(Э)	3, К
Общая трудоемкость дисциплины			
ак. час.	216	144	72
зач. ед.	6	4	2

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, лабораторные работы, практические занятия и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовой проект
Раздел 1. Введение	10	1	1	-	8
Раздел 2. Архитектура ЭВМ	22	1	7	-	14
Раздел 3. Общие сведения о вычислительных системах	17	2	4	-	11
Раздел 4. Параллелизм уровня микроархитектуры в	19	1	6	-	12

ВС					
Раздел 5. Векторные, матричные и ассоциативные ВС	10	1		-	9
Раздел 6. Многопроцессорные ВС	19	1	4	-	14
Раздел 7. Однородные ВС и ВС со специальной архитектурой	19	1	4	-	14
Раздел 8. Организация параллельной обработки в ВС	32	7	14	-	11
Раздел 9. Алгоритмы параллельных вычислений	32	7	14	-	11
Итого:	180	22	54	-	104

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
2 семестр			
1	Раздел 1	Цель и задачи курса, его роль в подготовке специалистов по ИПОАС и взаимосвязь с другими дисциплинами специальности. Сложные вычислительные задачи и развитие высокопроизводительных вычислительных систем. Роль отечественных ученых в разработке теории и создании ВС. Взаимосвязь программных и аппаратных средств при разработке и функционировании вычислительных систем.	1
2	Раздел 2	Типы и основные характеристики ЭВМ и их оценка. Оценка эффективности ЭВМ. Память ЭВМ. Процессоры ЭВМ: исполнительные и управляющие блоки. Системные средства ЭВМ.	1
3	Раздел 3	Способы организации и типы ВС. Основные показатели вычислительных систем, методы их оценки. Классификация вычислительных систем. Особенности и области применения ВС различных классов. Режимы работы ВС. Параллельная обработка информации: уровни и способы организации. Основные уровни и формы параллелизма. Принципы построения высокопроизводительных ВС. Пути повышения производительности ВС. Закон Амдала. Параллельная обработка: реализация в многомашинных и многопроцессорных ВС.	2
4	Раздел 4	Параллелизм уровня операций и команд. Микроархитектура для его поддержки. Конвейерное исполнение команд и операций. Неупорядоченное исполнение команд, основные схемы (scoreboard, Томасуло). Конвейер команд: предсказание переходов, основные схемы. Операционные конвейеры. Векторный параллелизм. Параллелизм независимых ветвей, вариантов и задач. Средства разработки параллельных программ: OpenMP, MPI, конструкции языков параллельного программирования	1
5	Раздел 5	Векторные процессоры: этапы развития. Векторно-конвейерные и векторно-параллельные системы. Векторная вычислительная система STAR-100. Векторные системы CRAY. Матричные процессоры: основные разновидности. Вычислительные системы SOLOMON и ILLIAC-IV. Особенности организации ассоциативных процессоров. Ассоциативные системы STARAN и PEPE. Векторные, матричные и ассоциативные системы: функциональные и структурные особенности	1
6	Раздел 6	Многопроцессорные вычислительные системы: разновидности и развитие архитектуры. Многопроцессорные системы Burroughs, Cray. Отечественные вычислительные системы Эльбрус, МИНИМАКС, МИКРОС, МВС. Современные многопроцессорные системы. Организация доступа к памяти в ВС. Сети межсоединений ВС.	1
7	Раздел 7	Однородные системы и среды. Системы с перестраиваемой структурой. Основы метрической теории ВС. Средства моделирования ВС. Специальные архитектуры ВС. Системные мас-	1

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		сивы и системы обработки сигналов. Транспьютеры. RISC-архитектуры. Функционально-ориентированные архитектуры. Развитие архитектур, ориентированных на языковые средства и среду программирования. ЛИСП-машины, ПРОЛОГ-машины и др.	
3 семестр			
8	Раздел 8	Уровни параллельных вычислений .Способы обработки данных в ВС. Классы параллельных задач. Показатели эффективности распараллеливания. Этапы разработки параллельных алгоритмов (разделение задач на части, выделение информационных зависимостей, учет архитектуры ВС, масштабирование задачи, распределение по системе). Моделирование параллельных вычислений. Инструментарий разработки и оптимизации параллельных вычислений (средства и технологии распараллеливания, профилировщики, балансировка загрузки)	7
9	Раздел 9	Параллельные алгоритмы. Математически эквивалентные преобразования алгоритмов и их особенности в ВС. Умножение матриц (векторов). Решение систем линейных уравнений. Обработка графов. Сортировка. Решение дифференциальных уравнений в частных производных. Вычисление хэш-функций в технологии блокчейн.	7
Итого:			22

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Анализ характеристик высокопроизводительных систем из рейтинга Top500	1
2	Раздел 2	Оценка характеристик устройств ЭВМ	4
		Моделирование микроконтроллерных схем	3
3	Раздел 3	Оценка производительности ВС с учетом возможных отказов отдельных подсистем	4
4	Раздел 4	Изучение регистровой архитектуры многоблочных систем	4
		Изучение микроархитектурного уровня вычислительной системы	2
5	Раздел 6	Оценка параметров сетей межсоединений вычислительных систем	2
		Организация параллельного решения задач на нескольких ЭВМ в среде MPI (и OpenMP).	2
6	Раздел 7	Изучение принципов настройки программируемых структур типа FPGA	2
		Моделирование программируемых структур на FPGA	2
7	Раздел 8	Инструментальные средства параллельных вычислений	14
8	Раздел 9	Программирование алгоритмов параллельных вычислений	14
Итого			54

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

4.2.5. Курсовой проект

№ п/п	Тема курсовых работ
1	Анализ архитектур лучших ВС и параллельное программирование

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции - являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия - составляют основу практической подготовки обучающихся.

Цели практических занятий:

- развить навыки самостоятельной работы и применения теоретических знаний для решения практических задач;
- приобрести навыки использования компьютерной техники для обработки различных видов информации;
- углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;
- обеспечить живое, творческое обсуждение учебного материала в форме дискуссии, обмена мнениями по рассматриваемым вопросам.

Консультации - являются одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке курсовых работ.

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа - направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, а также выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю. Одним из видов самостоятельной работы является выполнение курсового проекта, который позволяет обучающимся развить навыки научного поиска, формирует навыки самостоятельного профессионального творчества.

Курсовой проект позволяет обучающимся развить навыки технического проектирования и формирует навыки самостоятельного профессионального творчества.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В рамках самостоятельной работы обучающиеся должны дополнить знания, полученные на аудиторных занятиях и самостоятельно проверить степень их усвоения, а также выполнить курсовой проект.

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Введение

1. Чем вызвана необходимость создания высокопроизводительных вычислительных систем?
2. Какие основные идеи были сформулированы и использованы в процессе эволюции ВС?

3. В каких единицах измеряется производительность ВС?
4. Назовите производительность наиболее быстрых ВС.
5. Какие показатели используются для оценки ВС?
6. Почему вопросы надежности приобретают первостепенное значение для больших ВС?
7. Какие признаки могут использоваться для классификации ВС?
8. Что такое классификация Флинна?

Раздел 2. Архитектура ЭВМ

1. Какова погрешность вычислений на цифровой ЭВМ?
2. Назовите основные принципы фон Неймана
3. Назовите примеры противоречий между характеристиками ЭВМ
4. В чем преимущества программной реализации функций? В чем – аппаратной?
5. Как можно оценивать эффективность ЭВМ?
6. Что дает использование иерархии ЗУ?
7. Сколько уровней может иметь кэш память?
8. Как поддерживается соответствие информации в кэш памяти и оперативной памяти?
9. Чем могут различаться исполнительные блоки процессоров?
10. Какие основные узлы входят в состав АЛУ?
11. Какие операции в АЛУ выполняются быстрее всего?
12. Каковы основные этапы выполнения команды?
13. Какие основные механизмы адресации используются в командах ЭВМ?
14. Каковы основные функции системы прерываний?

Раздел 3. Общие сведения о вычислительных системах

1. Какие основные типы функций реализуются в ЭВМ и ВС?
2. Назовите примеры противоречий между характеристиками ВС.
3. Перечислите основные принципы организации ВС.
4. Назовите основные архитектуры вычислительных систем.
5. Какие основные узлы используются для построения ЭВМ?
6. Что такое архитектура NUMA?
7. Какие основные типы архитектур соответствуют типу MIMD?
8. Что такое модель MPI?
9. Что такое среда OpenMP?
10. В каких случаях применяется модель программирования MPI? В каких Open MP?
11. Какие основные уровни параллелизма реализуются в ЭВМ и ВС?
12. Что такое ярусно-параллельная форма?
13. Что такое векторный параллелизм?
14. Что выполняет оператор FORK?

Раздел 4. Организация параллельной обработки в ВС

1. Назовите основные способы параллельной обработки
2. Что дает крупноблочное распараллеливание программ?
3. Что такое раскрутка циклов?
4. Какие два вида средств существуют для создания параллельных программ?
5. Назовите типовые директивы библиотеки OpenMP
6. Что такое профилирование программы? Для каких целей его применяют?
7. Что такое конвейер команд?
8. Какие основные виды конфликтов возможны при конвейерной обработке команд?
9. Что такое конфликты по данным?
10. Что такое предсказание переходов?
11. В чем различие между статическими и динамическими методами предсказания переходов?

дов?

12. Что такое неупорядоченное исполнение команд?
13. Какие основные механизмы диспетчеризации неупорядоченного исполнения команд известны?
14. Зачем нужно переименование регистров?

Раздел 5. Векторные, матричные и ассоциативные ВС

1. Для чего используется конвейерный процессор?
2. За счет чего достигалась высокая производительность векторных систем?
3. Что послужило причиной неудачи системы STAR-100?
4. Какие конструктивные приемы использовались для повышения производительности Cray-I?
5. Что такое векторные команды? Какие преимущества они дают?
6. Какие возможности для повышения производительности были использованы в векторно-параллельных системах?
7. Что общего у векторных и матричных ВС?
8. К какому типу архитектур относятся матричные системы?
9. Какие два уровня архитектуры должна была иметь система ILLIAC-IV?
10. Что характерно для ассоциативных систем?
11. Что такое ассоциативный доступ к памяти?

Раздел 6. Многопроцессорные ВС

1. Назовите основные варианты архитектур ранних многопроцессорных систем.
2. Какие достоинства и недостатки имеет шинная архитектура? Архитектура с перекрестным коммутатором? Архитектура с многоканальной памятью?
3. Какие основные критерии рассматриваются при разработке многопроцессорных систем?
4. Когда появилась реализация концепции виртуальных машин?
5. Что послужило причиной использования в системах с массовым параллелизмом стандартных процессоров?
6. Для каких целей в МПП системах используются маршрутизаторы?
7. Что такое коммутатор сети межсоединений?
8. Как проявляется свойство масштабирования в МПП системах?
9. Почему архитектура МПП систем часто является многоуровневой?
10. Какое количество процессоров (ядер) используется в современных МПП системах?
11. Какие проблемы решает кластерная организация вычислительной системы?

Раздел 7. Однородные ВС и ВС со специальной архитектурой

1. Что такое систолические массивы?
2. Для каких целей может использоваться быстрое преобразование Фурье? Как его реализовать в ВС?
3. Что позволяют строить FPGA?
4. Что такое транспьютер?
5. С чем связано появление RISC-процессоров?
6. Назовите типы функционально-ориентированных ВС?
7. Каковы основные особенности VLIW-архитектуры?

Раздел 8. Организация параллельной обработки в ВС

1. Назовите уровни параллельных вычислений.
2. Какие выделяются классы параллельных задач?
3. Перечислите показатели эффективности распараллеливания.
4. Назовите этапы разработки параллельных алгоритмов
5. Этап выделения информационных зависимостей
6. Что такое масштабирование задач?

7. Моделирование параллельных вычислений
8. Что такое профилировщики? Их виды.
9. Как осуществляется балансировка загрузки системы?

Раздел 9. Алгоритмы параллельных вычислений

1. Каковы особенности параллельных алгоритмов?
2. Эквивалентность преобразования алгоритмов (математическая и в ВС)
3. Сравните алгоритмы параллельного умножения матриц
4. Перечислите алгоритмы решения систем линейных уравнений
5. Методы решения систем дифференциальных уравнений в частных производных
6. Распараллеливание задач поиска путей на графах
7. Возможности распараллеливания задачи сортировки
8. Вычисление хэш-функций в технологии блокчейн.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену:

1. Сложные вычислительные задачи и развитие высокопроизводительных ВС
2. Основные показатели вычислительных систем
3. Принципы построения высокопроизводительных ВС
4. Основные уровни и формы параллелизма
5. Базовые архитектуры ВС и модели параллельного программирования
6. Пути повышения производительности ВС. Закон Амдала
7. Классификация ВС
8. Принцип конвейерного выполнения
9. Конвейер команд: предсказание переходов
10. Конвейер команд: неупорядоченное исполнение – схема ScoreBoard
11. Конвейер команд: неупорядоченное исполнение – схема Томасуло
12. Конвейеры операций
13. Векторные процессоры: этапы развития. Система STAR-100
14. Векторные системы CRAY
15. Матричные процессоры
16. Ассоциативные процессоры
17. Мультипроцессорные системы: развитие
18. Организация доступа к памяти в ВС
19. Поддержание согласованности информации в системе памяти
20. Сети межсоединений (МПП) ВС
21. Динамические топологии межсоединений
22. Мультипроцессорные системы Birtoughs
23. Мультипроцессорные системы Cray
24. Мультипроцессорная система Jaguar
25. Однородные системы и среды. Системы с перестраиваемой структурой
26. Систематические массивы
27. Транспьютеры
28. RISC-архитектуры
29. Архитектуры ВС, языковые средства и среды программирования
30. Основы метрической теории ВС
31. Советские и российские вычислительные машины и системы (история)
32. Семейство вычислительных систем “Эльбрус”
33. Советские и российские ВС (МИНИМАКС, СУММА)

34. Советские и российские ВС (МИКРОС, МВС)
35. Режимы функционирования ВС и способы обработки информации
36. Использование FPGA в ВС.

6.2.2. Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к зачету:

1. Уровни параллельных вычислений.
2. Классы параллельных задач?
3. Показатели эффективности распараллеливания.
4. Способы синхронизации процессов
5. Способы обработки и распараллеливания программ
6. Обработка набора задач
7. Обработка потока задач
8. Распределенный, матричный и конвейерный способы обработки
9. Схемы обмена информации между ветвями программ
10. Этапы разработки параллельных алгоритмов
11. Этап выделения информационных зависимостей
12. Масштабирование задач
13. Моделирование параллельных вычислений
14. Средства параллельного программирования
15. Крупноблочное распараллеливание программ
16. Полуавтоматическое распараллеливание программ
17. Автоматическое распараллеливание программ
18. Степень параллелизма выполняемой программы
19. Профиль параллелизма выполняемой программы
20. Модели памяти для параллельного программирования
21. Система PVM для распределенной памяти
22. Интерфейс MPI для работы с распределенной памятью
23. Функции инициализации и завершения в MPI
24. Функции MPI_Comm_size() и MPI_Comm_rank()
25. Функции MPI_Recv() и MPI_Send()
26. Функции MPI_Scatter() и MPI_Reduce()
27. Библиотека OpenMP
28. Директивы "parallel" и "reduction"
29. Директивы "single" и "master"
30. Выполнение параллельных программ
31. Профилирование программ
32. Виды профилировщиков.
33. Балансировка загрузки системы
34. Методы статической балансировки
35. Динамическая балансировка
36. Параллельные алгоритмы
37. Математическая эквивалентность преобразования алгоритмов и ее особенности в ВС
38. Алгоритмы параллельного умножения матриц
39. Алгоритмы решения систем линейных уравнений
40. Параллельные алгоритмы работы с графами и сортировки
41. Вычисление хэш-функций в технологии блокчейн

6.2.3. Примерные тестовые задания

Вариант 1

№	Вопрос	Варианты ответа
1	Основная доля прироста производительности ВС обусловлена:	<ol style="list-style-type: none"> 1. появлением интегральных технологий; 2. совершенствованием архитектуры систем; 3. уменьшением технологических норм производства микросхем; 4. повышением рабочих частот процессоров.
2	Какую производительность имели наиболее быстрые ВС из рейтинга top500 в 2020 г?	<ol style="list-style-type: none"> 1. порядка 10^{12} оп/с; 2. порядка 10^{14} оп/с; 3. порядка 10^{16} оп/с; 4. порядка 10^{18} оп/с.
3	Наиболее представленная в рейтинге top500 архитектура ВС	<ol style="list-style-type: none"> 1. векторная; 2. кластерная; 3. матричная; 4. с массовым параллелизмом.
4	PFLOPS – это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. название интерфейса персональной ЭВМ; 2. контроллер внешних устройств; 3. единица измерения производительности ЭВМ; 4. единица измерения скорости передачи данных.
5	Кэш ... влияет на производительность ЭВМ.	<ol style="list-style-type: none"> 1. второго уровня больше; 2. второго и третьего уровней одинаково; 3. третьего уровня больше; 4. первого уровня больше.
6	Сегментная организация памяти, в отличие от страничной, может обеспечить ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. выделение программам блоков памяти разной длины; 2. защиту памяти; 3. перемещаемость программ; 4. размещение программы в несмежных областях памяти.
7	Обработчик прерываний – это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. аппаратный блок, производящий обработку запросов прерывания; 2. программа, вызываемая для обработки запроса прерывания; 3. микропрограмма, выполняющая обработку запросов прерываний; 4. оператор, регистрирующий запросы прерывания и передающий их на обработку.
8	Векторные процессоры соответствуют параллельной архитектуре ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. SISD; 2. MIMD; 3. VLIW; 4. SIMD.
9	Архитектуру многопроцессорных ЭВМ с однородным доступом к памяти характеризует то, что ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. все модули памяти одинаковы; 2. обращения к памяти производятся только с помощью многоступенчатых сетей; 3. время доступа к различным модулям памяти одинаково; 4. модули памяти имеют одинаковые схемы адресации.
10	Компилятор может обеспечить поиск параллелизма уровня...	<ol style="list-style-type: none"> 1. программ; 2. микрокоманд; 3. смежных операций; 4. микроопераций.
11	Когерентность кэш памяти – это тер-	<ol style="list-style-type: none"> 1. текущего несоответствия содержимого кэш-

№	Вопрос	Варианты ответа
	мин, используемый для обозначения ...	<ul style="list-style-type: none"> 1. памяти и оперативной памяти; 2. соответствия содержимого кэш-памяти и оперативной памяти, а также кэш-памяти различных процессоров многопроцессорной системы; 3. стратегии сквозной записи в кэш-память; 4. наличия в кэш памяти модифицированных строк данных.
12	Для систолических вычислительных систем характерно ...	<ul style="list-style-type: none"> 1. использование одноуровневой кэш-памяти; 2. наличие мощных процессоров; 3. разнотипный характер выполняемых вычислений; 4. наличие непосредственных связей между процессорными элементами.
13	Порядок узла в сети межсоединений вычислительной системы характеризует ...	<ul style="list-style-type: none"> 1. количество передач, выполняемых узлом; 2. количество подключенных к нему узлов; 3. расположение узла, по отношению к входу сети; 4. номер узла в сети.
14	Использование простой системы команд характерно для ЭВМ с ... архитектурой.	<ul style="list-style-type: none"> 1. RISC; 2. динамической; 3. векторной; 4. CISC.
15	ЭВМ с CISC архитектурой – это ...	<ul style="list-style-type: none"> 1. ЭВМ с конвейерной обработкой графики; 2. ЭВМ для обработки сигналов; 3. ЭВМ с систолической архитектурой; 4. ЭВМ с обычной системой команд.
16	Увеличение количества ступеней в конвейере процессора позволяет ...	<ul style="list-style-type: none"> 1. уменьшить количество неправильно определяемых переходов; 2. повысить частоту процессора; 3. упростить процедуру формирования адреса следующей команды; 4. уменьшить время выполнения команды.
17	Конфликты по данным при конвейерной обработке команд всегда отсутствуют в случае ...	<ul style="list-style-type: none"> 1. записи после записи; 2. чтения после записи; 3. чтения после чтения; 4. записи данных только в кэш.
18	Конфликт по данным вида запись после чтения (WAR, или ЗПЧ) возникает, если ...	<ul style="list-style-type: none"> 1. последующая команда читает переменную, до того как предыдущая запишет ее новое значение; 2. запись переменной предшествующей командой блокируется для чтения переменной устройством вывода; 3. последующая команда записывает новое значение переменной до того как предыдущая прочитает ее прежнее значение; 4. если запись производится в кэш-память, а чтение – из оперативной памяти.
19	Неупорядоченное исполнение команд позволяет ...	<ul style="list-style-type: none"> 1. уменьшить простои блоков процессора; 2. сократить время выполнения команд; 3. обеспечить более точное предсказание переходов; 4. не использовать счетчик команд.

№	Вопрос	Варианты ответа
20	Предсказание переходов используется для ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. сокращения времени простоя блоков процессора; 2. вычисления значения условия перехода; 3. определения правильного адреса перехода; 4. упрощения логики выполнения программы.

Вариант 2

№	Вопрос	Варианты ответа
1	Как называется наиболее производительная отечественная вычислительная система ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Колмогоров; 2. Ломоносов; 3. Лебедев; 4. Чебышев.
2	Повышение рейтинга конкретной ВС системы в последующих редакциях сайта Top500.org обусловлено...	<ol style="list-style-type: none"> 1. появлением новых вычислительных систем; 2. изменением методики оценки производительности; 3. совершенствованием алгоритмов расчета тестовых задач в данной системе; 4. модернизацией вычислительной системы.
3	Соотношение частей программы, которые можно и нельзя распараллелить, учитывается в законе ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. фон Неймана; 2. Лебедева; 3. Флинна; 4. Амдаля.
4	Блочный обмен данными между ступенями памяти позволяет достичь ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. сокращения времени обмена байтом данных; 2. повышения скорости передачи данных; 3. лучшей возможности контроля передачи; 4. блокировки ошибочных передач.
5	Организация виртуальной памяти предполагает обязательное разбиение всей памяти на ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. страницы; 2. сегменты; 3. страницы и сегменты; 4. дескрипторы.
6	Сегменты памяти описываются с помощью ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. сегментных регистров; 2. любых переменных в исполняемой программе; 3. селекторов сегментов; 4. дескрипторов сегментов.
7	Маска прерывания – это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. код, управляющий разрешением приема запросов прерывания; 2. адрес начала программы обработки запроса прерывания; 3. указатель на место хранения слова состояния; 4. код, объединяющий прерывания в группы.
8	Арбитраж шины ввода-вывода – это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. процедура предоставления доступа к шине при наличии запросов к ней от нескольких устройств; 2. способ подключения к шине сразу нескольких устройств; 3. опрос устройств, подключенных к шине, для поиска выставленных запросов;

№	Вопрос	Варианты ответа
		4. способ монополизации шины устройством.
9	Реже других встречается ... архитектура вычислительных систем.	1. SIMD; 3. MIMD; 4. MISD; 5. CISC.
10	NUMA (неоднородный доступ к памяти) – это архитектура, в которой ...	1. доступ к локальной памяти процессора и памяти других процессоров занимает различное время; 2. запрещен доступ к памяти других процессоров; 3. разрешен доступ к локальной памяти своего процессора и только кэш-памяти других процессоров; 4. разрешен доступ к любой памяти.
11	Аналогом стратегии обратной записи в кэш для многопроцессорной системы является ...	1. запись с аннулированием; 2. стратегия однократной записи; 3. блокировка записи; 4. запись с обновлением.
12	Протокол наблюдения (snooping) – это механизм ...	1. поддержания когерентности кэш-памяти различных процессоров, реализуемый программно; 2. блокировки сквозной и широковещательной записи; 3. отслеживания событий в других процессорах многопроцессорной системы; 4. поддержания когерентности кэш-памяти различных процессоров, реализуемый аппаратно.
13	В симметричных мультипроцессорных системах (SMP) симметрия процессоров отсутствует в отношении...	1. прерываний; 2. наблюдения за когерентностью кэш-памяти; 3. использования шины памяти; 4. загрузки системы.
14	Диаметр сети межсоединений вычислительной системы – это ...	1. путь максимальной длины (в количестве узлов) в сети; 2. физическое расстояние между наиболее удаленными узлами сети; 3. минимальная длина пути (в количестве узлов) между двумя наиболее удаленными узлами сети; 4. минимальный цикл на графе сети.
15	Динамическое предсказание переходов – это предсказание переходов, ...	1. основанное на информации, полученной при компиляции программы; 2. использующее априорное распределение вероятностей переходов; 3. учитывающее динамику перемещения программы в памяти; 4. учитывающее предшествующие направления перехода в процессе исполнения программы.
16	Схема диспетчирования Томасуло – это механизм ...	1. переупорядочения выдачи команд на исполнение, использующий отдельные буферы команд; 2. устранения конфликтов по данным, хранимым в регистрах; 3. устранения конфликтов за исполнительные блоки; 4. переупорядочения команд после исполнения.

№	Вопрос	Варианты ответа
17	В VLIW архитектуре процессоров выделение параллельно исполняемых команд осуществляется ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. при компиляции программы; 2. с помощью механизма Scoreboard; 3. аппаратно; 4. с помощью динамического анализа конфликтов по данным.
18	После включения персональной ЭВМ запускается тест ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. ROST; 2. жесткого диска; 3. POST; 4. портов.
19	Совокупность методов, моделей и алгоритмов, используемых в вычислительной системе, называется ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. лингвистическим обеспечением; 2. программным обеспечением; 3. организационным обеспечением; 4. математическим обеспечением.
20	Архитектура ARM – это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. архитектура с однородным доступом к памяти; 2. улучшенная RISC-архитектура; 3. архитектура, используемая в большинстве встраиваемых процессоров; 4. симметричная мультипроцессорная архитектура.

Вариант 3

№	Вопрос	Варианты ответа
1	Как определяется позиция ВС в рейтинге top500?	<ol style="list-style-type: none"> 1. по количеству процессоров; 2. по частоте процессоров; 3. по результатам выполнения специальных тестов; 4. по энергозатратам на выполнение одного миллиона операций.
2	Многопортовое ЗУ предполагает ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. одновременное выполнение передачи данных для двух или более обращений к ЗУ; 2. многократное выполнение операций чтения или записи; 3. независимое хранение нескольких блоков данных; 4. возможность работы при выходе из строя части ЗУ.
3	Для увеличения скорости выполнения приложений при необходимости предлагается использовать ... ввод-вывод.	<ol style="list-style-type: none"> 1. синхронный; 2. асинхронный; 3. приоритетный; 4. автоматический.
4	В дереве сумматоров для ускорения суммирования используются ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. сумматоры с запоминанием переносов на всех ярусах, кроме последнего; 2. сумматоры со специальными цепями переносов; 3. полусумматоры; 4. сумматоры, работающие в избыточных системах счисления.
5	Неупорядоченное выполнение команд представляет собой ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. способ повышения производительности; 2. результат сбоя в управлении; 3. особый режим работы;

№	Вопрос	Варианты ответа
		4. специальный алгоритм решения задач.
6	Архитектуру многопроцессорных ЭВМ с однородным доступом к памяти характеризует то, что ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. время доступа к различным модулям памяти одинаково; 2. все процессоры обращаются к одному модулю памяти; 3. все модули памяти одинаковы; 4. обращения к памяти производятся только с помощью многоступенчатых сетей.
7	Виртуальная память – это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. неиспользуемая память системы; 2. многоуровневая память ЭВМ, представляемая в виде логически однородного адресного пространства; 3. уровни памяти, непосредственно недоступные программам; 4. резервная память операционной системы.
8	Защита памяти – это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. предотвращение сбоев памяти; 2. предотвращение доступа программ к кодам и локальной информации других программ; 3. разделение памяти на независимые блоки; 4. специальная оболочка, защищающая память от излучения.
9	Представителем VLIW (точнее, EPIC) архитектуры является ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Xeon; 2. Opteron; 3. Itanium; 4. Core i.
10	В законе Амдаля основным фактором, устанавливающим предел возможности ускорения программы, является...	<ol style="list-style-type: none"> 1. количество процессоров; 2. производительность процессоров; 3. соотношение параллельной и последовательной частей программ; 4. скорость передачи данных по сети межсоединений.
11	SISD архитектуру имеют ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. ЭВМ с одним потоком команд и несколькими потоками данных; 2. обычные ЭВМ с классической архитектурой; 3. ЭВМ для работы с несколькими потоками команд; 4. систолические процессоры.
12	Симметричные мультипроцессорные системы (SMP) относятся к архитектурам вида ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. MIMD; 2. SIMD; 3. SISD; 4. MISD.
13	Преимущество архитектуры СОМА (доступ только к кэш памяти) состоит в том, что ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. процессор всегда обращается только к кэш памяти; 2. межпроцессорный обмен производится только для кэш-памяти; 3. процессор обращается только к локальной кэш-памяти; 4. в ней используется каталог кэшей.
14	Использование простой системы команд характерно для ЭВМ с ... архитектурой.	<ol style="list-style-type: none"> 1. RISC; 2. динамической; 3. векторной;

№	Вопрос	Варианты ответа
		4. CISC.
15	Протоколом наблюдения за когерентностью (spooring) является ...	1. FTP; 2. TCP/IP; 3. MESI; 4. CGI.
16	Кластер (кластерная архитектура) – это ...	1. симметричная мультипроцессорная система; 2. группа самостоятельных вычислительных систем, объединенных сетью и работающих совместно; 3. сильносвязанная архитектура однородных ЭВМ; 4. группа из 256 ЭВМ.
17	При увеличении порядка узлов сети межсоединений можно ...	1. упростить систему коммутации; 2. увеличить производительность узлов сети; 3. уменьшить диаметр сети; 4. уменьшить количество узлов сети.
18	Технология CUDA (Computer Unified Device Architecture – однородная архитектура устройств) предполагает:	1. использование графического процессора для выполнения параллельных вычислений; 2. использование одинаковых устройств во всей ВС; 3. использование оперативной памяти а качестве графической и наоборот; 4. унификацию исполнительных блоков системы.
19	Принцип суперпозиции в квантовых системах – это ...	1. непосредственное совмещение ввода с выводом; 2. конфигурирование частиц в специальную структуру с перекрытием состояний; 3. пребывание квантовой частицы сразу во всех возможных состояниях; 4. измерение и совмещение всех возможных состояний частицы.
20	Интегральные схемы FPGA (ПЛИС) служат основой для построения процессоров и систем с ...	1. организацией однородного доступа к памяти; 2. активацией встраиваемых процессоров; 3. перестраиваемой структурой; 4. симметричной мультипроцессорной архитектурой.

6.2.4. Примерный перечень задач (заданий) для оценки практических навыков на экзамене.

1. Проанализировать и сравнить характеристики двух-трех вычислительных систем из рейтинга top500.org последней редакции.

2. Рассчитать математическое ожидание производительности с учетом возможных отказов модулей вычислительной системы, состоящей из p процессорных модулей (ядер), m модулей оперативной памяти и s модулей внешней памяти (например, дисководов) с учетом. Процессорный модуль имеет среднее время наработки на отказ t_p часов и среднее время восстановления τ_p часов. Аналогичными параметрами t_m , τ_m и t_s , τ_s характеризуются каждый модуль оперативной и внешней памяти соответственно.

При выходе из строя отдельных модулей она сохраняет свою работоспособность, если исправно не менее p_0 процессорных модулей, m_0 модулей оперативной и s_0 модулей внешней памяти. Отказ большого количества модулей выводит систему из строя полностью. Отказ любого модуля в пределах допустимого количества приводит к снижению производительности системы пропорционально числу отказавших модулей процессоров, оперативной или внешней памяти с коэффициентами k_p , k_m и k_s соответственно.

3. Оценить максимум коэффициента ε накладных расходов при параллельном умножении матриц в случае распределение элементов результирующей матрицы по горизонтальным или вертикальным полосам в элементарных машинах ВС, для которой заданы параметры времен выполнения операций, разрядность и полоса пропускания канала связи между машинами.

4. Определить количество циклов, которое потребуется для выполнения заданной программы в процессоре суперскалярного типа, в котором имеется несколько исполнительных блоков и используется механизм диспетчеризации распределенного или централизованного типа.

5. Запустить на решение задачу, в сети ЭВМ, используя для выполнения вычислений процессоры (ядра процессоров) нескольких ЭВМ в режиме обмена сообщениями.

6. Выполнить решение задачи на ЭВМ с использованием модели параллельного программирования OpenMP.

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий экзамена:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно

51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий зачета:

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение более 50 % лекционных и практических занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое, в течение семестра выполнил самостоятельную работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения низкое.

6.3.3. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсового проекта

Студент выполняет курсовой проект в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовл.)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовл.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не выполнил курсовой проект в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы.	Студент выполнил курсовой проект с ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки.	Студент выполнил курсовой проект с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины.	Студент выполнил курсовой проект полностью в соответствии с заданием на проектирование. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины.

Оценка может быть снижена за несоблюдение сроков выполнения работы, утвержденных заведующим кафедрой (сроки указаны в задании на курсовой проект).

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Цилькер, Б. Я. Организация ЭВМ и систем [Текст] : учеб. для вузов / Б. Я. Цилькер, С. А. Орлов. - СПб. : Питер, 2004. - 667 с. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 638-652 (234 назв.). - Алф. указ.: с. 653-667. - ISBN 5-94723-759-8 (в пер.) : 138.00 р.

<https://lib.nsu.ru/xmlui/bitstream/handle/nsu/9052/Cilker-EBM-organization.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<https://b-ok.cc/dl/2458950/1c5be0> (2011)

2 Буза, М.К. Архитектура компьютеров: учебник / М.К. Буза. - Минск: Вышэйшая школа, 2015. - 416 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-985-06-2652-3 ; То же [Электронный ресурс];

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=449925>

3. Микропроцессорные системы: Учебник / В.В. Гуров. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 336 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт) ISBN 978-5-16-009950-73;

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=462986>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Модели параллельного программирования: Практическое пособие / Федотов И.Е. - М.:СОЛОН-Пр., 2017. - 392 с.: 60x88 1/8. - (Библиотека профессионала) ISBN 978-5-91359-222-4
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=858609>

2. Архитектура ЭВМ и систем [Текст] : учеб.-метод. комплекс для студентов спец. 230201.65 и 230202.65 / сост.: М. В. Копейкин, В. В. Спиридонов, Е. О. Шумова. - СПб. : Горн. ун-т, 2013. - 126 с. : ил. - Библиогр.: с. 20 (8 назв.). - Б. ц.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=403&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088443%2F%D0%90%2087%2D130275<.>

3. Хамахер, К. Организация ЭВМ [Текст] : [учебник] / К. Хамахер, З. Вранешич, С. Заки. - 5-е изд. - СПб. : Питер, 2003. - 845 с. : рис., табл. - (Классика computer science). - Парал. загл. англ. - Алф. указ.: с. 833-845. - ISBN 5-8046-0162-8 (в пер.) : 340.00 р.

4. Сети связи и системы коммутации: Учебное пособие / Паринов А.В., Ролдугин С.В., Мельник В.А. - Воронеж: Научная книга, 2016. - 178 с. ISBN 978-5-4446-0906-4

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=923309>

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Учебно-методические разработки для проведения практических занятий по учебной дисциплине "Архитектура вычислительных систем" СПб, СПГУ, 2017, 51 с.

См. <http://ior.spmi.ru>

2. Учебно-методические материалы для проведения практических занятий по учебной дисциплине "Вычислительные системы" СПб, СПГУ, 2017, 29 с.

См. <http://ior.spmi.ru>

3. Тексты лекций по учебной дисциплине "Вычислительные системы" СПб, СПГУ, 2017, 113 с.

См. <http://ior.spmi.ru>

4. Вычислительные системы: методические указания к выполнению курсового проекта. СПб, СПГУ, 2017, 12 с.

См. <http://ior.spmi.ru>

5. Организация ЭВМ и систем [Текст] : учеб.-метод. комплекс / сост.: М. В. Копейкин, В. В. Спиридонов, Е. О. Шумова. - СПб. : Изд-во СЗТУ, 2009. - 185 с. : ил. - Библиогр.: с. 17 (12 назв.) . - (в обл.) : Б. ц.;

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%9C%2D%2D20090422164943<.>

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/

3. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК": <http://www.geoinform.ru/>

4. Информационно-аналитический центр «Минерал»: <http://www.mineral.ru/>

5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus»: <https://www.scopus.com>
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
9. Портал «Гуманитарное образование» <http://www.humanities.edu.ru/>
10. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
11. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
12. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
13. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»: <https://e.lanbook.com/books>
14. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>
15. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
16. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»: www.biblio-online.ru.
17. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукоنت»»: <http://rucont.ru/>
18. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>
19. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.
20. Собственный ресурс <http://www.ord.com.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Для проведения лабораторных занятий используются компьютерные классы, оборудованные техникой из расчета один компьютер на одного обучающегося, с обустроенным рабочим местом преподавателя. В учебном процессе используется комплект демонстрационных стендовых материалов по темам курса.

8.1.1. Аудитории для проведения лекционных занятий

128 посадочных мест

Оснащенность: Мультимедийная установка с акустической системой – 1 шт. (в т.ч. мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., монитор – 1 шт., компьютер – 1 шт.), возможность доступа к сети «Интернет», стул для студентов – 128 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол – 65 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска настенная магнитно-маркерная – 2 шт., плакат в рамке настенный – 9 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

64 посадочных места

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук - 1 шт., (возможность доступа к сети «Ин-

тернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 64 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол - 33 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска белая настенная магнитно-маркерная – 1 шт., плакат в рамке настенный – 4 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

60 посадочных мест

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук - 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 60 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол - 31 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска белая настенная магнитно-маркерная – 1 шт., доска под мел – 1 шт., плакат в рамке настенный – 3 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

56 посадочных мест

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук – 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 56 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол – 29 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска настенная магнитно-маркерная – 1 шт., плакат в рамке настенный – 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

52 посадочных места

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук – 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 52 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол – 26 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска настенная магнитно-маркерная – 1 шт., плакат в рамке настенный – 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building De-

sign Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

30 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 3 шт. Перекатная мультимедийная установка (ноутбук Acer Aspire7720 (Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU T7700 2.40GHz 2 ГБ); мышь проводная Genius Laser; проектор DLP Texas Instruments VLT-XD600LP; стойка передвижная металлическая многоярусная).

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 RUS, Microsoft Office Std 2007 RUS, Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java 8 Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-LiteCodecPack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

8.1.2. Аудитории для проведения практических занятий

16 посадочных мест

Оснащенность: Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) - 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) - 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) - 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 - 17 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), плакат - 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus; CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО), Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

8.2. Помещение для самостоятельной работы

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Windows XP Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) - 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) - 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) - 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 - 17 шт., плакат - 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office 2007 Professional Plus; CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО), Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер - 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор - 4 шт., сетевой накопитель - 1 шт., источник бесперебойного питания - 2 шт., телевизор плазменный Panasonic - 1 шт., точка Wi-Fi - 1 шт., паяльная станция - 2 шт., дрель - 5 шт., перфоратор - 3 шт., набор инструмента - 4 шт., тестер компьютерной сети - 3 шт., баллон со сжатым газом - 1 шт., паста теплопроводная - 1 шт., пылесос - 1 шт., радиостанция - 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках - 1 шт., подставка на колесиках - 1 шт., шкаф - 5 шт., кресло - 2 шт., лестница Alve - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2010 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint

Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол - 5 шт., стул - 2 шт., кресло - 2 шт., шкаф - 2 шт., персональный компьютер - 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор - 2 шт., МФУ - 1 шт., тестер компьютерной сети - 1 шт., баллон со сжатым газом - 1 шт., шуруповерт - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол - 2 шт., стул - 4 шт., кресло - 1 шт., шкаф - 2 шт., персональный компьютер - 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 - 1 шт., колонки Logitech - 1 шт., тестер компьютерной сети - 1 шт., дрель - 1 шт., телефон - 1 шт., набор ручных инструментов - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

8.4. Лицензионное программное обеспечение

1. Microsoft Windows 7 Professional.
2. Microsoft Windows 8 Professional.
3. Microsoft Office 2007 Professional Plus.