

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра прикладной математики и теории систем управления



УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научно-методической
и учебной работе

Е.И. Скафа

«22» апреля 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«АРХИТЕКТУРА СОВРЕМЕННЫХ ЭВМ»

Направление подготовки:

02.04.02 Фундаментальная информатика
и информационные технологии

Магистерская программа:

Фундаментальная информатика и
информационные технологии

Образовательная программа:

академическая магистратура

Квалификация:

магистр

Форма обучения:

очная, очно-заочная, заочная

нужное подчеркнуть

Донецк 2020

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета математики
и информационных технологий

И. А. Моисеенко

«16» апреля 2020

МП

Программа учебной дисциплины «Архитектура современных ЭВМ» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования направления подготовки 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «23» августа 2017 г. № 811; основной образовательной программы и учебного плана направления подготовки 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Старший преподаватель кафедры прикладной математики
и теории систем управления

 С.В. Блохин

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры прикладной математики и теории систем управления

Протокол № 12 от « 9 » апреля 2020 г.
Заведующий кафедрой

 Д.В. Шевцов

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией факультета математики и информационных технологий
Протокол № 8 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета

 Л.И. Селякова

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Учебная дисциплина «Архитектура современных ЭВМ» относится к вариативной части профессионального блока дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии». Изучение данной дисциплины основывается на базе дисциплин «Основы программирования», «Архитектура вычислительных систем», «Операционные системы», «Технологии баз данных».

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии	
Магистерская программа	Фундаментальная информатика и информационные технологии	
Образовательная программа	академическая магистратура	
Квалификация	магистр	
Количество содержательных модулей	1	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	базовая часть	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	1 модульный контроль, 1 экзамен	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	6	
Год подготовки	1	
Семестр	1	
Количество часов	216	
- лекционных	18	
- практических, семинарских		
- лабораторных	54	
- самостоятельной работы	144	
в т.ч. индивидуальное задание	48	
Недельное количество часов,	12	
в т.ч. аудиторных	4	

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи

Цель - получение глубоких знаний об устройстве и принципах функционирования современных микропроцессоров и мультимикропроцессоров, основных направлениях и тенденциях их развития; изучение влияния архитектурных особенностей ЭВМ на качество их работы на различных классах прикладных программ; знакомство с архитектурной оптимизацией прикладных программ.

Задачи:

- подготовка специалистов для научно-исследовательской деятельности в создании технологий обработки, хранения, передачи и защиты информации, в организации распределённых и высокопроизводительных вычислений, вычислительной математике и моделировании, в разработке и оптимизации ПО, анализе и определении характеристик аппаратного обеспечения, необходимых для эффективной работы с тем или иным классом

прикладных программ, а так же для применения современных информационных технологий для науки, экономики на основе фундаментального образования, позволяющего выпускникам быстро адаптироваться к меняющимся потребностям общества;

- развитие у студентов личностных качеств и формирование общекультурных и профессиональных компетенций.

Требования к результатам освоения дисциплины. Процесс изучения дисциплины «Архитектура современных ЭВМ» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ направления подготовки 02.04.02 – «Фундаментальная информатика и информационные технологии» и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 02.04.02 – «Фундаментальная информатика и информационные технологии» (магистерская программа: Фундаментальная информатика и информационные технологии):

а) универсальных (УК): способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1); способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла (УК-2); способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия (УК-4); способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия (УК-5); способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы её совершенствования на основе самооценки (УК-6);

б) общепрофессиональных: способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы прикладной математики, фундаментальной информатики и информационных технологий (ОПК-1); способен применять компьютерные/суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение (в том числе отечественного производства) для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-2); способен проводить анализ математических моделей, создавать инновационные методы решения прикладных задач профессиональной деятельности в области информатики и математического моделирования (ОПК-3); способен оптимальным образом комбинировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учётом требований информационной безопасности (ОПК-4); способен устанавливать и сопровождать программное обеспечение информационных систем, осуществлять эффективное управление разработкой программных средств и проектов (ОПК-5);

в) профессиональных: способен формализовать и алгоритмизировать поставленные задачи (ПК-3); способен написать программный код с использованием языков программирования, определять и манипулировать данными (ПК-4); способен определять входные-выходные данные каждого компонента и программного средства в целом (ПК-5); способен испытывать создаваемое программное средство и его компоненты (ПК-6); способен устанавливать и настраивать программное обеспечение (ПО) для обеспечения работы пользователей с БД (ПК-8); способен устанавливать и настраивать ПО для администрирования БД (ПК-9); способен осуществлять сбор данных для выявления требований к типовой ИС в соответствии с трудовым заданием (ПК-10); способен разрабатывать прототипы информационных систем в соответствии с трудовым заданием (ПК-11); способен оформлять технические документы в соответствии с заданным стандартом (ПК-13); способен разрабатывать эксплуатационные документы, адресованные конечному пользователю компьютерной системы (ПК-14); способен формализовать и документировать требования к функциям системы (ПК-15); способен формализовать и документировать требования к системе и подсистеме (ПК-16).

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

Знать:

- ✓ модели современных микропроцессоров и мультипроцессоров, их потенциальные узкие места и области применения;
- ✓ архитектурные особенности и оценки производительности современных микропроцессоров и мультипроцессоров;
- ✓ влияние архитектурных особенностей вычислителя на производительность.

Уметь:

- ✓ оценивать потенциал использования вычислительной системы заданной архитектуры для данного алгоритма;
- ✓ определять узкие места архитектуры для конкретного алгоритма;
- ✓ определять основные параметры микропроцессора и вычислительной системы.

Владеть:

- ✓ мышлением, связанным с принципиальным пониманием работы ЭВМ и её основных компонентов;
- ✓ методикой оценки производительности вычислительных систем.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Курс дисциплины «Архитектура современных ЭВМ» предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа студента.

Материал излагается с использованием объяснительно-иллюстративных, эвристических и исследовательских методов преподавания. При проведении лекций для обсуждения материала широко используются мультимедийные презентации.

В учебном процессе широко применяются активные и интерактивные формы проведения занятий (разбор конкретных ситуаций, дискуссия, полемика), внеаудиторная самостоятельная работа, балльно-рейтинговая система оценки успеваемости, личностно-ориентированное обучение, проблемное обучение, блочно-модульное обучение.

Предусмотрено использование в учебном процессе интернет-ресурсов по данному курсу для выполнения практических заданий.

Самостоятельная работа студентов предусматривает выполнение индивидуальных заданий, подготовку к практическим занятиям, изучение учебной и методической литературы, составление конспектов, защита презентаций и докладов.

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
Тема 1. Введение в архитектуру	Классификация вычислительных систем с точки зрения архитектуры. Основные способы повышения производительности вычислительных систем. Модели вычислений (в архитектуре и языке). Control-flow, data-flow, object-oriented, reduction, logic, cellular array. Основные компоненты модели вычислений (объект вычислений, описание задачи, способ вычисления). Модель вычислений фон Неймана, её особенности и расширения (поток, процессы).
Тема 2. Системная организация современной ЭВМ	Основные компоненты, их роли и взаимодействие. Особенности низкоуровневой реализации компонентов ЭВМ в кремнии и их связь с архитектурой ЭВМ. Оптимизация программ, выполняемая человеком, компилятором и ЭВМ. Принципиальные отличия и ограничения этих видов оптимизации. Роль прикладных библиотек. Параллелизм в современных ЭВМ. Уровни параллелизма.

	Классификация Флинна: SIMD и MIMD-архитектуры. Уточненные классификации.
Тема 3. Архитектуры с параллелизмом на уровне команд.	Параллелизм на уровне инструкций (ILP). Виды зависимостей между инструкциями. Планирование выполнения инструкций. Сохранение последовательной логики выполнения команд. Потенциал ILP для разных классов задач. Классификация ILP-архитектур. Суперскалярные микропроцессоры. Микропроцессоры с явным параллелизмом на уровне команд (EPIC). Перспективы ILP-архитектур. Суперскалярные архитектуры. Основные стадии суперскалярной обработки: пре-декодирование, выдача инструкций (шелвинг, переименование, спекулятивное исполнение). Алгоритм Томасуло. Архитектуры VLIW (Very Long Instruction Word). Основные принципы. Роль компилятора во VLIW архитектурах. Сильные и слабые стороны.
Тема 4. Архитектуры с параллелизмом на уровне данных.	Классификация DLP-архитектур. Векторные микропроцессоры. SIMD-расширения микропроцессоров общего назначения.
Тема 5. Архитектуры с параллелизмом на уровне процессов.	Классификация PLP-архитектур. Организация компьютеров с MIMD-архитектурой. Компьютеры с разделяемой памятью (мультимикропроцессоры). Компьютеры с распределенной памятью (мультимикрокомпьютеры). Компьютеры с разделяемой памятью. Организация мультимикропроцессора. Проблемы кэш-когерентности. Программное обеспечение мультимикропроцессоров. Многоядерные микропроцессоры.
Тема 6. Специализированные вычислительные устройства.	Графические ускорители. Процессор Cell. Вычислители на основе ПЛИС. Вычислители на основе нейронных сетей. N-body вычислители. Вычислители для цифровой обработки сигналов.
Тема 7. Заключение	Анализ систем из списка Top500. Тенденции и перспективы развития архитектур микропроцессоров и мультимикропроцессоров.

Тематический план

Содержательный модуль 1											
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов										
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения				
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.			
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа
Тема 1. Введение в архитектуру	6	2		-	4	-					
Тема 2. Системная организация современной	18	2		6	10	-					

ЭВМ												
Тема 3. Архитектуры с параллелизмом на уровне команд.	60	4		14	26	16						
Тема 4. Архитектуры с параллелизмом на уровне данных.	50	2		12	20	16						
Тема 5. Архитектуры с параллелизмом на уровне процессов.	54	4		12	22	16						
Тема 6. Специализированные вычислительные устройства.	18	2		8	8	-						
Тема 7. Заключение	10	2		2	6	-						
Итого по содержательному модулю 1	216	18		54	96	48						

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Темы лекционных занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Введение в архитектуру	2
2	Системная организация современной ЭВМ	2
3	Архитектуры с параллелизмом на уровне команд.	4
4	Архитектуры с параллелизмом на уровне данных.	2
5	Архитектуры с параллелизмом на уровне процессов.	4
6	Специализированные вычислительные устройства.	2
7	Заключение	2
	ВСЕГО	18

Темы лабораторных занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Системная организация современной ЭВМ	6
2	Архитектуры с параллелизмом на уровне команд.	14
3	Архитектуры с параллелизмом на уровне данных.	12
4	Архитектуры с параллелизмом на уровне процессов.	12
5	Специализированные вычислительные устройства.	8
6	Заключение	2
	ВСЕГО	54

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Организация самостоятельной работы студентов

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Введение в архитектуру	4
2	Системная организация современной ЭВМ	10
3	Архитектуры с параллелизмом на уровне команд.	26
4	Архитектуры с параллелизмом на уровне данных.	20
5	Архитектуры с параллелизмом на уровне процессов.	22
6	Специализированные вычислительные устройства.	8
7	Заключение	6
	ВСЕГО	96

7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Количество баллов</i>
1	Архитектуры с параллелизмом на уровне команд.	16	15
2	Архитектуры с параллелизмом на уровне данных.	16	15
3	Архитектуры с параллелизмом на уровне процессов.	16	15
	ВСЕГО	48	45

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Классификация архитектур с параллелизмом на уровне команд.
2. Архитектура векторных процессоров. Векторизация вычислений.
3. Базовые принципы организации суперскалярных микропроцессоров.
4. Структура мультипроцессора.
5. Основные блоки суперскалярных микропроцессоров и их назначение.
6. Проблемы кэш-когерентности. Протоколы когерентности.
7. Классификация Флинна. Примеры уточненной классификации.
8. Сравнительный анализ современных суперскалярных микропроцессоров фирм Intel, AMD и IBM.
9. Принципы организации микропроцессоров архитектуры EPIC.
10. Архитектуры с параллелизмом на уровне данных. Классификация DLP-архитектур.

9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и информационных технологий
Кафедра прикладной математики и теории систем управления

Направление подготовки:	02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии
Магистерская программа:	Фундаментальная информатика и информационные технологии
Программа подготовки:	академическая магистратура
Семестр	I
Учебная дисциплина	Архитектура современных ЭВМ

МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ВАРИАНТ №1

1. Классификация архитектур с параллелизмом на уровне команд.
2. Проблемы кэш-когерентности. Протоколы когерентности.

Утверждено на заседании кафедры ПМиТСУ
Протокол № ___ от «___» _____ 202__ года

Заведующий кафедрой _____
Преподаватель _____

Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
1	20
2	20
Всего	40

10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Теоретические вопросы к экзамену

1. EPIC-архитектура. Генерация связей команд, структура команды.
2. Сравнительная характеристика SIMD-расширений (SSE, MMX, 3DNow!, AltiVec).
3. Идея SIMD-расширений, их возможности.
4. Особенности архитектуры Itanium.
5. Архитектуры с параллелизмом на уровне процессов. Классификация.
6. Программная конвейеризация циклов. Ее реализация в EPIC- архитектуре.
7. Сравнение способов выявления скрытого параллелизма у ILP- архитектур.
8. Сравнительный анализ коммуникационных сред.
9. Сравнительная характеристика процессоров Cray XT2 и NEC SX-9.
10. Сравнительный анализ реализации ветвлений, спекулятивного исполнения кода в суперскалярных и EPIC микропроцессорах.
11. Сравнение особенностей реализации конвейера в Itanium2 и любом суперскалярном микропроцессоре.
12. Мультипроцессоры. Способы увеличения масштабируемости мультипроцессоров. Компьютеры с физически распределенной и логически разделяемой памяти.

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет _____

Направление подготовки: **02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии**

Магистерская программа: **Фундаментальная информатика и информационные технологии**

Программа подготовки: **академическая магистратура**

Семестр: **I**

Учебная дисциплина: **Архитектура современных ЭВМ**

БИЛЕТ №1

1. Идея SIMD-расширений, их возможности.
2. Сравнительная характеристика процессоров Cray XT2 и NEC SX-9.

Утверждено на заседании кафедры _____,
 протокол № ____ от «_____» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____

Экзаменатор _____

11. ОБРАЗЕЦ ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

Не предусмотрено

12. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

В течение семестра обучающийся может заработать баллы за следующие виды деятельности: индивидуальное задание (домашние работы), самостоятельные и контрольные работы по практике, модульные контрольные работы по теории и практике (в общей сложности максимум 100 баллов), активность на занятиях, индивидуальные творческие задания (бонусные баллы). Экзаменационная работа оценивается после защиты максимум в 100 баллов. Оценка за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на экзамене и выставляется согласно шкале, принятой в ДонНУ. Более подробные критерии разрабатываются исходя из контингента и доводятся до ведома студентов в первый месяц обучения.

**Распределение баллов, которые могут получить студенты
 в процессе изучения дисциплины**

Организационно учебная работа студента	СРС		Всего
	Индивидуальная работа	Модульный контроль	
Max 15 баллов	max 45 баллов	max 40 баллов	100 баллов

Шкала соответствия баллов национальной шкале

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100- балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено

C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА.

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной (мультимедийной техникой и) доской. Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе, оборудованном компьютерами с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет, столами, доской.

14. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронно й версии в ЭБС
Основная			
1.	Таненбаум Э. Архитектура компьютеров. СПб.: Питер, 2014. - 848 с.	1	-
2.	Бройдо, В. Л. Архитектура ЭВМ и систем : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов "Информационные системы" / В. Л. Бройдо, О. П. Ильина. - 2-е изд. - Москва [и др.] : Питер, 2009. - 720 с.	47	-
3.	Степанов А.Н. Архитектура вычислительных систем и компьютерных сетей. - СПб.: Питер, 2015. - 509 с.	2	-
4.	Котенко, В. Н. Архитектура ЭВМ и микроконтроллеров [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. Н. Котенко, Ю. В. Котенко ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Кафедра компьютерных технологий. - Донецк : ГОУ ВПО «ДонНУ», 2019. - Электронные текстовые данные	1	+
Дополнительная			
1.	Антошина И.В., Котов Ю.Т. Микропроцессоры и микропроцессорные системы (аналитический обзор): Учебное пособие. - М.: МГУЛ, 2005. - 432 с.	2	-
2.	Цилькер Б. Я., Орлов С.А. Организация ЭВМ и систем. СПб.: Питер, 2004 -668 с.	2	-
3.	Максимов, Н. В. Архитектура ЭВМ и вычислительных систем : Учебник для студентов учреждений сред. проф. образования по гр. специальностей 2200 Информатика и вычисл. техника / Н. В. Максимов, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. - М. : Форум-ИНФРА-М, 2005. - 512 с.	2	-
4.	Кравец О.Я., Подвальный Е.С., Титов В.С., Ястребов	2	-

	А.С. Архитектура вычислительных систем с элементами конвейерной обработки: Учеб. пособие. – СПб.: Политехника, 2009.		
5.	Папков В.И. Система памяти ЭВМ (Функциональный подход). Учеб. пособие. СПб.: Изд.центр СПбГМТУ. 2002. 238 с.	2	-
6.	Калачев А.В. Многоядерные процессоры: Учебное пособие. - М.: Интернет-Университет Информационных Технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 247 с.	2	-
7.	Корнеев В.В. Параллельные вычислительные системы. - М.: Нолидж, 1999.-311с.	2	-
8.	Столлинкс В. Структурная организация и архитектура компьютерных систем. 5-е издание. - М.: Издательский дом "Вильямс", 2002. - 896 с.	2	-
9.	Корнеев В.В. Параллельные вычислительные системы.-М.: Нолидж, 1999.-311с.	2	-

15. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. Шнитман В. Современные высокопроизводительные компьютеры, информационно-аналитические материалы Центра Информационных Технологий, 1996. – Режим доступа: ([http://www.citforum.ru/hardware/svk/ contents.shtml](http://www.citforum.ru/hardware/svk/contents.shtml))
2. Хеннинг Дж. SPEC CPU 2000: определение производительности в новом тысячелетии – Режим доступа: (<http://www.osp.ru/os/2000/07-08/178080/>).
3. Top 500 Supercomputer Sites – Режим доступа: (<http://www.top500.org>).
4. The Green 500 List, – Режим доступа: <http://green500.org>
5. Суперкомпьютеры Top 50 – Режим доступа: (<http://supercomputers.ru>).
- Новая линейка от Intel. – Режим доступа: <http://www.intel.com/cd/products/>
6. Производство современных процессоров. Технологический экскурс. – Режим доступа: http://www.thg.ru/cpu/cpu_production/print.html

16. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Специальное программное обеспечение для изучения дисциплины не требуется.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры ПМиТСУ с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ____ от «____» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры ПМиТСУ с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ____ от «____» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____