

Александровск-Сахалинский колледж (филиал)  
государственного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«Сахалинский государственный университет»

**Рабочая программа**

дисциплины: **«Архитектура ЭВМ и вычислительных систем»**

для специальности: **230106.51 «Техническое обслуживание средств вычислительной техники и компьютерных сетей»**

Александровск-Сахалинский

2009

ОДОБРЕНА  
Цикловой комиссией  
естественно-математических дисциплин

Председатель Э.Н. Фисенко Фисенко Э.Н.

от « 9 » 09 2009 г.

Составлена в соответствии с  
Государственными требованиями к минимуму  
содержания и уровню подготовки выпускника  
по специальности:  
230106.51 «Техническое обслуживание средств  
вычислительной техники и компьютерных  
сетей», ГОС СПО № 06-2204 Б от 15.07.2003

Заместитель директора: О.Н. Салангин

Составитель:

К.И. Сергиенко Сергиенко К.И.

Рецензенты:

**Требования к минимуму содержания основной профессиональной образовательной  
программы дисциплины  
«Техническое обслуживание средств вычислительной техники и компьютерных сетей»**

**Архитектура ЭВМ и вычислительных систем:**

построение цифровых вычислительных систем; архитектура и принципы работы основных логических блоков вычислительных систем, регистры процессора, организация и принцип работы памяти, взаимосвязь с периферийными устройствами, организация и режимы работы процессора, основы программирования процессора; основные команды процессора, использование прерываний, программы-отладчики;

типы вычислительных систем и их архитектурные особенности, параллелизм и конвейеризация вычислений, КЭШ-память, классификация вычислительных платформ, типы процессоров, преимущества и недостатки различных типов вычислительных систем

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа учебной дисциплины «Архитектура ЭВМ и вычислительных систем» предназначена для реализации государственных требований к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по специальности: 2204 «Техническое обслуживание средств вычислительной техники и компьютерных сетей» и является единой для всех форм обучения, реализующих основные профессиональные образовательные программы среднего профессионального образования.

Учебная дисциплина «Архитектура ЭВМ и вычислительных систем» является общепрофессиональной дисциплиной, формирующей базовый уровень знаний. Преподавание дисциплины имеет практическую направленность.

Цель изучения данной дисциплины – рассмотреть устройство, принципы работы и организацию современных компьютеров, состав, назначение и способ подключения и взаимодействия внешних устройств, состав, назначение и использование системного программного обеспечения.

Изучение дисциплины «Архитектура ЭВМ и вычислительных систем» является одной из важных составляющих профессиональной подготовки специалиста. Бурное развитие информационных технологий и их основной технической базы – компьютеров, приводит к всё большему насыщению ими практически всех сфер деятельности человека. В этих условиях для учителя информатики необходимо знание основ аппаратной части компьютера, его основных технических характеристик и функциональных возможностей. Такое знание дает возможность более осознанно осуществлять выбор, организовывать обслуживание, модернизацию персональных компьютеров.

В результате изучения дисциплины студент должен *иметь представление:*

- о роли и месте знаний по дисциплине при освоении смежных дисциплин по выбранной специальности и в сфере профессиональной деятельности;
- о направлениях развития аппаратного и программного обеспечения вычислительной техники;
- о выпускавшихся ранее и новейших технических средствах информации;

*знать:*

- классификацию и типовые узлы средств вычислительной техники;
- состав типовых технических средств информатизации;
- основные принципы работы и технические характеристики средств информатизации и перспективы их развития;

*уметь:*

- выбирать и использовать типовые технические средства информатизации;
- конфигурировать технические средства, обеспечивать их аппаратную совместимость;
- выбирать рациональную конфигурацию в соответствии с решаемой задачей.

Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины, будут использованы студентами при прохождении производственной (преддипломной) практики и написании выпускной квалификационной работы.

Программа учебной дисциплины рассчитана на 84 часа аудиторных занятий, в том числе 54 часов – лекции и 30 часа отводится на практические занятия. На самостоятельную работу студента отводится 22 часа. Максимальная нагрузка на студента составляет 106 часов.

Форма контроля:

зачет – 1 семестр,

экзамен – 2 семестр.

## ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

| № п/п | Наименование разделов и тем                                                                          | Максимальная учебная нагрузка на студента | Количество аудиторных часов при очной форме обучения |           |                                     | и самостоятельная практическая работа студентов |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------------------|
|       |                                                                                                      |                                           | Всего                                                | Лекции    | Лабораторные и практические занятия |                                                 |
|       | <b>Раздел I Представление информации в вычислительных системах</b>                                   | <b>16</b>                                 | <b>14</b>                                            | <b>10</b> | <b>4</b>                            | <b>2</b>                                        |
|       | Введение                                                                                             | 2                                         | 2                                                    | 2         |                                     |                                                 |
|       | Тема 1.1 Арифметические основы ЭВМ                                                                   | 6                                         | 6                                                    | 4         | 2                                   |                                                 |
|       | Тема 1.2 Представление информации в ЭВМ                                                              | 8                                         | 6                                                    | 4         | 2                                   | 2                                               |
|       | <b>Раздел II Архитектура и принципы работы основных логических блоков вычислительных систем (ВС)</b> | <b>72</b>                                 | <b>56</b>                                            | <b>36</b> | <b>20</b>                           | <b>16</b>                                       |
|       | Тема 2.1 Логические основы ЭВМ, элементы и узлы                                                      | 12                                        | 10                                                   | 6         | 4                                   | 2                                               |
|       | Тема 2.2 Основы построения ЭВМ                                                                       | 8                                         | 6                                                    | 4         | 2                                   | 2                                               |
|       | Тема 2.3 Внутренняя организация процессора                                                           | 8                                         | 6                                                    | 4         | 2                                   | 2                                               |
|       | Тема 2.4 Организация работы памяти компьютера                                                        | 8                                         | 6                                                    | 4         | 2                                   | 2                                               |
|       | Тема 2.5 Интерфейсы                                                                                  | 12                                        | 10                                                   | 6         | 4                                   | 2                                               |
|       | Тема 2.6 Режимы работы процессора                                                                    | 8                                         | 6                                                    | 4         | 2                                   | 2                                               |
|       | Тема 2.7 Основы программирования процессора                                                          | 8                                         | 6                                                    | 4         | 2                                   | 2                                               |
|       | Тема 2.8 Современные процессоры                                                                      | 8                                         | 6                                                    | 4         | 2                                   | 2                                               |
|       | <b>Раздел III Вычислительные системы</b>                                                             | <b>18</b>                                 | <b>14</b>                                            | <b>8</b>  | <b>6</b>                            | <b>4</b>                                        |
|       | Тема 3.1 Организация вычислений в вычислительных системах                                            | 8                                         | 6                                                    | 4         | 2                                   | 2                                               |
|       | Тема 3.2 Классификация вычислительных систем                                                         | 6                                         | 6                                                    | 4         | 2                                   |                                                 |
|       | Зачетное занятие                                                                                     | 4                                         | 2                                                    |           | 2                                   | 2                                               |
|       | <b>Итого:</b>                                                                                        | <b>106</b>                                | <b>84</b>                                            | <b>54</b> | <b>30</b>                           | <b>22</b>                                       |

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## Введение

Студент должен иметь представление:

- ❖ о роли и месте знаний по дисциплине в сфере профессиональной деятельности;
- ❖ о классификации вычислительных машин;
- ❖ о поколениях ЭВМ.

Роль и место знаний по дисциплине «Архитектура компьютера» в сфере профессиональной деятельности.

История развития вычислительных средств. Классификация ЭВМ по физическому представлению обработки информации, поколениям ЭВМ, сферам применения и методам исполнения вычислительных машин.

## Раздел 1 Представление информации в вычислительных системах

### Тема 1.1 Арифметические основы ЭВМ

Студент должен знать:

- ❖ понятие системы счисления, виды систем счисления;
- ❖ представление числа в позиционной системе счисления;
- ❖ форматы данных и машинные коды чисел;
- ❖ правила десятичной арифметики;

уметь:

- ❖ переводить числа из одной системы счисления в другую;
- ❖ представлять числа в формах с фиксированной и плавающей точкой;
- ❖ выполнять арифметические операции над числами с фиксированной и плавающей точкой, используя машинные коды.

Системы счисления. Непозиционные и позиционные системы счисления. Системы счисления, используемые в ЭВМ. Свойства позиционных систем счисления. Перевод чисел из одной системы счисления в другую.

Представление чисел в ЭВМ: естественная и нормальная формы. Форматы хранения чисел в ЭВМ. Алгебраическое представление двоичных чисел: прямой, обратный и дополнительные коды. Операции с числами в прямом двоичном, восьмеричном и шестнадцатеричном кодах. Использование обратного и дополнительного двоичных кодов для реализации всех арифметических операций с помощью суммирующего устройства. Преимущество дополнительного кода по сравнению с обратным кодом.

#### *Практические занятия*

Перевод чисел из одной системы счисления в другую. Выполнение операций над числами в естественной и нормальной формах.

### Тема 1.2 Представление информации в ЭВМ

Студент должен знать:

- ❖ виды информации;
- ❖ способы представления информации в ЭВМ;
- ❖ типы данных;
- ❖ структуры данных;
- ❖ форматы файлов.

Виды информации и способы ее представления в ЭВМ. Классификация информационных единиц, обрабатываемых ЭВМ. Типы данных, структуры данных, форматы файлов. Числовые и нечисловые типы данных и их виды. Структуры данных и их разновидности.

Кодирование символьной информации. Символьные коды: ASCII, UNICODE и др.  
Кодирование графической информации. Двоичное кодирование звуковой информации. Сжатие информации. Кодирование видеoinформации. Стандарт MPEG.

## **Раздел 2 Архитектура и принципы работы основных логических блоков вычислительных систем (ВС)**

### **Тема 2.1 Логические основы ЭВМ, элементы и узлы**

Студент должен знать:

- ❖ базовые логические схемы;
- ❖ логические элементы ЭВМ;
- ❖ основные логические узлы ЭВМ;

уметь:

- ❖ составлять таблицы истинности;
- ❖ составлять схемы простых логических узлов ЭВМ.

Базовые логические операции и схемы. Таблицы истинности. Схемные логические элементы ЭВМ: регистры, вентили, триггеры, полусумматоры и сумматоры. Таблицы истинности RS-, JK- и T-триггера.

Логические узлы ЭВМ и их классификация. Сумматоры, дешифраторы, программируемые логические матрицы, их назначение и применение.

#### ***Лабораторные занятия***

Работа и особенности логических элементов ЭВМ.

Работа логических узлов ЭВМ.

### **Тема 2.2 Основы построения ЭВМ**

Студент должен знать:

- ❖ принципы фон Неймана;
- ❖ основные типы архитектур ЭВМ.

Понятие архитектуры и структуры компьютера. Принципы (архитектура) фон Неймана. Основные компоненты ЭВМ. Основные типы архитектур ЭВМ.

### **Тема 2.3 Внутренняя организация процессора**

Студент должен знать:

- ❖ структуру процессора;
- ❖ типы регистров процессора;
- ❖ структуру команды процессора;
- ❖ понятие рабочего цикла, рабочего такта;
- ❖ классификацию команд;
- ❖ классы процессоров;
- ❖ структуру АЛУ;

уметь:

- ❖ выстраивать последовательность машинных операций для реализации простых вычислений.

Реализация принципов фон Неймана в ЭВМ. Структура процессора. Устройство управления: назначение и упрощенная функциональная схема. Регистры процессора: сущность, назначение, типы. Регистры общего назначения, регистр команд, счетчик команд, регистр флагов. Структура команды процессора. Цикл выполнения команды. Понятие рабочего цикла, рабочего такта. Принципы распараллеливания операций и построения конвейерных структур.

Классификация команд. Системы команд и классы процессоров: CISC, RISC, MISC, VLM.  
Арифметико-логическое устройство (АЛУ): назначение и классификация. Структура и функционирование АЛУ.  
Интерфейсная часть процессора: назначение, состав, функционирование. Организация работы и функционирование процессора.

### ***Практическое занятие***

Построение последовательности машинных операций для реализации простых вычислений.

## **Тема 2.4 Организация работы памяти компьютера**

Студент должен знать:

- ❖ классификацию памяти;
- ❖ основные характеристики памяти;
- ❖ виды адресации;
- ❖ разновидности кэш-памяти;
- ❖ структурную схему памяти;
- ❖ режимы работы памяти;
- ❖ основные модули ОЗУ;
- ❖ назначение и особенности ПЗУ.

Иерархическая структура памяти. Основная память ЭВМ. Оперативное и постоянное запоминающие устройства: назначение и основные характеристики.

Организация оперативной памяти. Адресное и ассоциативное ОЗУ: принцип работы и сравнительная характеристика. Виды адресации. Линейная, страничная, сегментная память. Стек. Плоская и многосегментная модель памяти.

Кэш-память: назначение, структура, основные характеристики. Организация кэш-памяти: с прямым отображением, частично-ассоциативная и полностью ассоциативная кэш-память.

Динамическая память. Принцип работы. Обобщенная структурная схема памяти. Режимы работы: запись, хранение, считывание, режим регенерации. Модификации динамической оперативной памяти. Основные модули памяти. Нарастивание емкости памяти.

Статическая память. Применение и принцип работы. Основные особенности. Разновидности статической памяти.

Устройства специальной памяти: постоянная память (ПЗУ), перепрограммируемая постоянная память (флэш-память), видеопамять. Назначение, особенности, применение. Базовая система ввода/вывода (BIOS): назначение, функции, модификации.

## **Тема 2.5 Интерфейсы**

Студент должен знать:

- ❖ понятие интерфейса;
- ❖ параметры системной шины;
- ❖ характеристики современных шин внутреннего интерфейса;
- ❖ понятие порта;
- ❖ характеристики интерфейсов IDE и SCSI;
- ❖ характеристики внешних интерфейсов ПК;

уметь:

- ❖ определять архитектуру системной платы;
- ❖ определять внутренние интерфейсы системной платы;
- ❖ подключать внешние устройства IDE и SCSI;
- ❖ работать с внешними интерфейсами ПК.

Понятие интерфейса. Классификация интерфейсов.

Организация взаимодействия ПК с периферийными устройствами. Чипсет: назначение и схема функционирования.

Общая структура ПК с подсоединенными периферийными устройствами. Системная шина и ее параметры. Интерфейсные шины и связь с системной шиной. Системная плата: архитектура и основные разъемы.

Внутренние интерфейсы ПК: шины ISA, EISA, VCF, VLB, PCI, AGP и их характеристики.

Интерфейсы периферийных устройств IDE и SCSI. Современная модификация и характеристики интерфейсов IDE/ATA и SCSI.

Внешние интерфейсы компьютера. Последовательные и параллельные порты. Последовательный порт стандарта RS-232: назначение, структура кадра данных, структура разъемов. Параллельный порт ПК: назначение и структура разъемов.

Назначение, характеристики и особенности внешних интерфейсов USB и IEEE 1394 (FireWire). Интерфейс стандарта 802.11 (Wi-Fi).

### ***Лабораторные занятия***

Архитектура системной платы.

Внутренние интерфейсы системной платы.

Интерфейсы периферийных устройств IDE и SCSI.

Параллельные и последовательные порты и их особенности работы.

## **Тема 2.6 Режимы работы процессора**

Студент должен знать:

- ❖ основные характеристики режимов работы процессора;
- ❖ адресацию памяти реального режима;
- ❖ адресацию памяти защищенного режима.

Режимы работы процессора. Характеристика реального режима процессора 8086. Адресация памяти реального режима.

Основные понятия защищенного режима. Адресация в защищенном режиме. Дескрипторы и таблицы. Системы привилегий. Защита.

Переключение задач. Страничное управление памятью. Виртуализация прерываний. Переключение между реальным и защищенным режимами.

## **Тема 2.7 Основы программирования процессора**

Студент должен знать:

- ❖ основные команды процессора;
- ❖ виды прерываний;
- ❖ этапы компиляции;
- ❖ способы отладки;

уметь:

- ❖ использовать основные команды процессора;
- ❖ выполнять отладку программ.

Основы программирования процессора. Выбор и дешифрация команд. Выбор данных из регистров общего назначения и микропроцессорной памяти. Обработка данных и их запись. Выработка управляющих сигналов.

Основные команды процессора: арифметические и логические команды, команды перемещения, сдвига, сравнения, команды условных и безусловных переходов, команды ввода-вывода. Подпрограммы. Виды и обработка прерываний. Этапы компиляции исходного кода в машинные коды и способы отладки. Использование отладчиков.

### ***Практические занятия***

Программирование арифметических и логических команд.

Программирование переходов.

Программирование ввода-вывода.

Программирование и отладка программ.

## **Тема 2.8 Современные процессоры**

Студент должен знать:

- ❖ основные характеристики процессора;
- ❖ основные современные модели процессоров;
- ❖ типы процессоров нового поколения;

уметь:

- ❖ идентифицировать и устанавливать процессоры.

Основные характеристики процессоров. Идентификация процессоров. Совместимость процессоров. Типы сокетов.

Обзор современных процессоров ведущих мировых производителей.

Процессоры нетрадиционной архитектуры. Клеточные и ДНК-процессоры. Нейронные процессоры.

### ***Лабораторное занятие***

Идентификация и установка процессора.

## **Раздел 3. Вычислительные системы**

### **Тема 3.1 Организация вычислений в вычислительных системах**

Студент должен знать:

- ❖ понятие потока команд;
- ❖ понятие потока данных;
- ❖ типы вычислительных систем;
- ❖ архитектурные особенности вычислительных систем.

Назначение и характеристики ВС. Организация вычислений в вычислительных системах. ЭВМ параллельного действия, понятия потока команд и потока данных. Ассоциативные системы. Матричные системы.

Конвейеризация вычислений. Конвейер команд, конвейер данных. Суперскаляризация.

### **Тема 3.2 Классификация вычислительных систем**

Студент должен знать:

- ❖ классификацию ВС;
- ❖ примеры ВС различных типов;

уметь:

- ❖ выбирать тип вычислительной системы в соответствии с решаемой задачей.

Классификация ВС в зависимости от числа потоков команд и данных: ОКОД (SISD), ОКМД (SIMD), МКОД (MISD), МКМД (MIMD).

Классификация многопроцессорных ВС с разными способами реализации памяти совместного использования: UMA, NUMA, COMA. Сравнительные характеристики, аппаратные и программные особенности.

Классификация многомашинных ВС: MPP, NDW и COW. Назначение, характеристики, особенности.

Примеры ВС различных типов. Преимущества и недостатки различных типов вычислительных систем.

### ***Практическое занятие***

Выбор вычислительной системы.

## **ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТНОМУ ЗАНЯТИЮ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

## «АРХИТЕКТУРА ЭВМ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ»

1. Коммуникационные периферийные устройства. Перспективные компьютерные архитектуры. Информация и формы ее представления. Количество информации. Информационные процессы.
2. Информационные технологии. Информационная техника. Аппаратное и программное обеспечение. Сети, телекоммуникации.
3. Основные этапы развития вычислительной техники. Различные подходы к классификации ЭВМ. Периодизация ЭВМ по поколениям.
4. Классификация ЭВМ по производительности и функциональным возможностям.
5. Общее понятие об архитектуре ЭВМ. Принципы фон Неймана. Архитектура и конфигурация ЭВМ.
6. Основные характеристики вычислительной техники.
7. Существенные архитектурные признаки вычислительных систем.
8. Микропрограммирование. Сегментация памяти. Виды архитектур компьютера с точки зрения потоков команд и данных. Параллельные ЭВМ.
9. Различные системотехники ЭВМ фон Неймана. ЭВМ с шинной организацией. Устройство и работа системной шины.
10. ЭВМ с канальной организацией. Контроллеры, каналы. Приоритеты доступа к памяти. Примеры ЭВМ с канальной организацией. Достоинства и недостатки канальной системотехники.
11. Функциональная структура микропроцессора. Устройство управления, арифметико-логическое устройство, интерфейсная часть микропроцессора.
12. Микропроцессорная память. Регистры (базовый набор x86). Общая структурная схема микропроцессора.
13. Режимы работы ЭВМ. Система прерываний. Функции DOS и BIOS. Система машинных команд.
14. Язык ассемблера. Общая характеристика. Трансляция программ. Состав системы программирования. Алфавит, идентификаторы, константы. Структура программы. Предложения. Адресация в реальном режиме. Сегмент, смещение. Понятие о моделях памяти.
15. Форматы команд и директив. Основные директивы описания данных. Команда пересылки. Команда вызова прерываний. Сегментная структура программы. Пример простейшей программы.
16. Магистрально-модульный принцип. Принцип открытой архитектуры. Структурно-функциональная схема персональной ЭВМ. Кэширование.
17. Материнская плата, назначение, основные характеристики.
18. Материнская плата. Ее компоненты. Чипсет. Базовая система ввода/вывода (BIOS). Ее основные функции. Типы системных шин. Стандартные интерфейсы.
19. Различные подходы к классификации периферийных устройств компьютера. Устройства внешней памяти.
20. Процессор, назначение и основные характеристики. Система команд процессора.
21. Процессор, назначение и основные характеристики. Совместимость процессоров.
22. Процессор, назначение и основные характеристики. Основные параметры.
23. Центральный процессор. Структура. Прерывание.
24. Описание и схема ВС. Физические и виртуальные адреса. Селекторные и мультиплексорные каналы. Интерфейс. Контроллер и адаптер.
25. Режимы работы ВС. Особенности и способы использования каждого режима.
26. Многомашинные и многопроцессорные вычислительные комплексы. Достоинства и недостатки. Принцип работы. Способы организации межмодульных связей.
27. Эффективность вычислительных систем. Факторы, влияющие на эффективность ВС. Показатели эффективности ВС.

28. Базовая аппаратная конфигурация персонального компьютера. Состав системного блока.
29. Монитор и видеоадаптер, назначение и основные характеристики.
30. Клавиатура, назначение и основные характеристики
31. Принцип действия накопителя на жестких магнитных дисках.
32. Оперативная память, назначение и основные характеристики. Статическая и динамическая память.
33. Шинные интерфейсы материнской платы.
34. Чипсет. Микросхема ПЗУ и BIOS. CMOS.
35. Контроллеры и адаптеры, назначение и основные характеристики. Типы контроллеров.
36. Основные типы периферийных устройств, их назначение, состав.
37. Порядок установки и удаления устройств.
38. Начальная загрузка компьютера.
39. Настройка конфигурации компьютера программой SETUP.
40. Подключение устройств к системному блоку. Типы и характеристики разъемов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев А.П. Информатика 2002. М.: СОЛОН, 2003. – 400 с.
2. Бройдо В.Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2002.
3. Бройдо В.Л. Архитектура ЭВМ и систем. СПб.: Питер, 2006. – 717 с.
4. Воеводин В.В. Параллельные вычисления: Учебное пособие для вузов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002.
5. Голубь Н.Г. Искусство программирования на ассемблере. М.: ДиаСофтЮП, 2002. – 644 с.
6. Голубь Н.Г. Основы компьютерных вычислений: Эффективный учебный курс. М.: ДиаСофтЮП, 2005. – 819 с.
7. Гук М. Процессоры Pentium III, Athlon и другие. – СПб.: Питер, 2000.
8. Гук М. Шины PCI, USB и FireWire: Энциклопедия. – СПб.: Питер, 2005.
9. Горнец Н.Н. Организация ЭВМ и систем. М.: Академия, 2006. – 316 с.
10. Максимов Н.В., Партыка Т.Л., Попов И.И. Архитектура ЭВМ и вычислительных систем: Учебник. – М.: ФОРУМ:ИНФРА-М, 2005.
11. А.В.Могилев, Н.И.Пак, Е.К.Хеннер. Информатика. М.: Академия, 2007. – 841 с.
12. Пятибратов А.П., Гудыно П.П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. – М.: Финансы и статистика, 2003.
13. Поворознюк А.И. Архитектура компьютеров, ч.1. Харьков: Торнадо, 2004. – 355 с.
14. Таненбаум Э. Архитектура компьютера. – 4 изд-е. – СПб.: Питер, 2002.
15. Таненбаум Э. Архитектура компьютера. СПб.: Питер, 2003. – 699 с.
16. Юров В.И. Assembler. СПб.: Питер, 2006. – 636 с.