

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Севастопольский государственный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторным работам по дисциплине
"Архитектура вычислительных устройств"

для студентов, обучающихся по направлению
09.03.02 "Информационные системы и технологии"
очной и заочной форм обучения

Севастополь
2020

УДК 004.732

Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине "Архитектура вычислительных устройств". Часть 2 / Сост. Чернега В.С., Дрозин А.Ю. — Севастополь: Изд-во СевГУ, 2020— 26 с.

Методические указания предназначены для проведения лабораторных работ по дисциплине "Архитектура вычислительных устройств". Целью методических указаний является помощь студентам в выполнении лабораторных работ по исследованию архитектуры 16-разрядных процессоров и персональных ЭВМ, а также по программированию различных задач на языке ассемблера процессора Intel 8086. Излагаются краткие теоретические и практические сведения, необходимые для выполнения лабораторных работ, примеры составления программ, требования к содержанию отчета.

Методические указания рассмотрены и утверждены на методическом семинаре и заседании кафедры информационных систем
(протокол № 1 от 30 августа 2020 г.)

Допущено учебно-методическим центром СевГУ в качестве методических указаний.

Рецензент: Кротов К.В., канд. техн. наук, доцент кафедры ИС

Содержание

	Стр.
1. Лабораторная работа 6. "Исследование архитектуры 16-разрядных микропроцессоров и способов отладки ассемблерных программ в эмуляторе".	4
2. Лабораторная работа 7. "Исследование методов адресации и программирования арифметических и логических операций".	13
Приложение А. Варианты индивидуальных заданий к лабораторным работам	50

Лабораторная работа 6

"Исследование архитектуры 16-разрядных микропроцессоров и способов отладки ассемблерных программ в эмуляторе"**1. Цель работы**

Исследовать архитектуру и основные блоки процессора Intel 8086 и взаимодействие основных блоков процессора при выполнении команд разных типов. Приобрести практические навыки написания ассемблерных программ и отладки их в эмуляторе микропроцессора — экранным отладчиком типа emu8086.

2. Основные теоретические положения

Основной архитектурной особенностью 16-разрядного процессора Intel 8086 (отечественный аналог К1810ВМ86) является 16-разрядная шина данных (ШД), 20-разрядная шина адреса, мультиплексированная с ШД, 16-разрядное АЛУ и 16-разрядные внутренние регистры. Для повышения быстродействия процессор 8086 логически разделен на два независимых блока, работающих параллельно: блок сопряжения с системной шиной BIU (*Bus Interface Unit*) и исполнительный EU (*Execution Unit*). Блок сопряжения считывает коды команд и операндов и сохраняет их в 6-байтовом конвейере команд, а исполнительный блок выбирает команды из конвейера, не дожидаясь, пока BIU доставит очередную команду.

Память в микро-ЭВМ на базе МП Intel 8086 логически организована как одномерный массив *байтов*, каждый из которых имеет адрес в диапазоне 0000 – FFFFFh. Любые два смежных байта могут рассматриваться как 16-битовое слово. Младший байт имеет меньший адрес, старший – больший. *Адресом слова считается адрес его младшего байта.*

В процессорах семейства Intel x86 применяется сегментная адресация памяти, при *которой* все пространство адресов делится на множество сегментов, т.е. пространство является сегментированным. Пространство памяти емкостью 1 Мбайт представляется как набор сегментов, определяемых программным путем. Сегмент состоит из смежных ячеек памяти и является независимой и отдельно адресуемой единицей памяти емкостью 64 Кбайт. Каждому сегменту системной программой назначается начальный (базовый) адрес, являющийся адресом первого байта сегмента в пространстве памяти. В зависимости от вида хранимой информации различают три типа сегментов: для хранения кодов команд используется сегмент кода CS, в качестве стековой памяти используется сегмент стека SS, а для хранения данных служат сегменты DS и ES. Начальные адреса четырех сегментов, выбранных в качестве текущих, записываются в сегментные регистры CS, DS, SS, ES. Для обращения к команде и данным, находящимся в других сегментах, необходимо изменить содержимое сегментных регистров, что позволяет использовать все пространство памяти емкостью 1 Мбайт. Для хра-

нения смещения в сегменте используются специальные регистры, выбор которых зависит от типа обращения к памяти (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Источники логического адреса

Тип обращения к памяти	Сегмент (по умолчанию)	Вариант	Смещение
Выборка команд	CS	нет	IP
Стековые операции	SS	нет	SP
Переменная	DS	CS, SS, ES	EA
Цепочка-источник	DS	CS, SS, ES	SI
Цепочка-приемник	ES	нет	DI

Команды всегда выбираются из текущего сегмента кода в соответствии с логическим адресом CS:IP. Стековые команды всегда обращаются к текущему сегменту стека по адресу SS:SP. Если при вычислении эффективного адреса EA используется регистр BP, то обращение производится также к стековому сегменту, а ячейки стекового сегмента рассматриваются как ОЗУ с произвольной выборкой. Операнды, как правило, размещаются в текущем сегменте данных, и обращение к ним организуется по адресу DS:EA. Однако программист может заставить МП обратиться к переменной, находящейся в другом текущем сегменте.

Значения *базы сегмента* и *смещения в сегменте* представляют собой логический адрес. Базовый адрес и смещение в сегменте отображаются 16-разрядными числами. При обращении к памяти BIU на основании логического адреса формирует физический адрес следующим образом: значение базы сегмента смещается на четыре разряда влево, и полученное 20-разрядное число (с четырьмя нулями в младших четырех разрядах) складывается со значением смещения в сегменте. Таким образом, база сегмента (с четырьмя нулями, добавленными в качестве младших разрядов) задает для памяти сегменты длиной 64 Кбайт, а значение сегмента в смещении – расстояние от начала сегмента до искомого адреса памяти. Максимально возможное смещение в сегменте равно 64 Кбайт.

МП содержит три группы регистров. К *первой группе* относятся РОН, используемые для хранения промежуточных результатов. Ко *второй группе* относятся *указатели и индексные регистры*, предназначенные для размещения или извлечения данных из выбранного сегмента памяти. Содержание этих регистров определяет значение смещения в сегменте при задании логического адреса. К *третьей группе* относятся *регистры сегментов*, задающие начальные адреса (базы) самих сегментов памяти. МП имеет регистр флаговых разрядов, используемых для указания состояния АЛУ при выполнении различных команд и управления его работой.

Таким образом в МП располагается тринадцать 16-разрядных регистров и девять флаговых разрядов АЛУ. Последний, тринадцатый регистр, называется

указателем команд *IP* (*Instruction Pointer*). Он выполняет функции, аналогичные функциям программного счетчика в МП 8080 и не является программно доступным регистром. Доступ к его содержимому может быть осуществлен с помощью команд передачи управления.

Группа РОН включает в себя семь 8-разрядных регистров МП 8080 и один добавленный 8-разрядный регистр для того, чтобы объединить все регистры в четыре 16-разрядные пары. К ним может быть организован программный доступ как к 8- или 16-разрядным регистрам. 16-разрядные регистры обозначаются символами AX, BX, CX и т.д. При обращении к ним, как к 8-разрядным регистрам, их обозначают AL, AH, BL, BH и т.д. Все эти регистры могут быть использованы при выполнении арифметических и логических команд. Однако есть команды, использующие определенные регистры для специфических целей, тогда применяют мнемонические обозначения: аккумулятор (*accumulator*), база (*base*), счет (*count*), данные (*data*).

Группа указателей и индексных регистров состоит из четырех 16-разрядных регистров: регистры указатели SP – Stack Pointer и BP – Base Pointer; индексные регистры SI – Source index и DI – Destination index. Обычно эти регистры содержат информацию о смещении по адресам в выбранном сегменте и позволяют компактно писать программы каждый раз непосредственно, не приводя используемого адреса. С их помощью производится вычисление адресов программ. Чаще всего в регистрах *указателей* записано адресное смещение по отношению к *стековому* сегменту, а в *индексных* регистрах – адресное смещение по отношению к *сегменту данных*.

Регистр состояния (Флаговый регистр) содержит шестнадцать триггеров, из которых используется только 9. Эти триггеры отображают состояние процессора при выполнении последней арифметической или логической команды. Пять триггеров аналогичны МП 580-й серии. Дополнительные триггеры сигнализируют: OVERFLOW – переполнение; DIRECTION – направление – указывает направление работы с массивами (автоматическое увеличение или уменьшение на единицу адреса массива); INTERRUPT – прерывание – определяет для МП реагирования на прерывание; TRAP – (западня, ловушка) устанавливает для МП пошаговый режим.

Система команд VM86 содержит 91 мнемокоманду и позволяет совершать операции над байтами, двухбайтовыми символами, отдельными битами, а также цепочками байтов и слов. По функциональному признаку система команд МП 8086 разбивается на 6 групп: пересылка данных; арифметические операции; логические операции и сдвиги; передача управления; обработка цепочек; управление процессором.

3. Описание лабораторной установки

Лабораторный стенд для исследования архитектуры и способов программирования на языке ассемблера 16-разрядных микропроцессоров состоит из персонального компьютера, на котором установлен программный эмулятор

16-разрядного микропроцессора типа Intel 8086 (отечественный аналог МП КР1810). Эмулятор отображает на экране персонального компьютера программную модель исследуемого процессора, а также позволяет создавать и редактировать тексты программ на языке ассемблера МП 8086, выполнять их ассемблирование и исследование процессов модификации регистров процессора, дампов памяти и портов в пошаговом и реальном режимах отладки программ.

3.1 Особенности работы с экранным отладчиком emu8086

При запуске программы появляется окно приглашения (рисунок 3.1), в котором пользователю предлагается выбрать один из вариантов работы: создание нового файла; просмотр примеров программирования; запуск уже использовавшихся файлов или переход в режим помощи.



Рисунок 3.1 — Окно приглашения

При создании нового файла (рисунок 3.2) существует возможность выбрать шаблон файла.

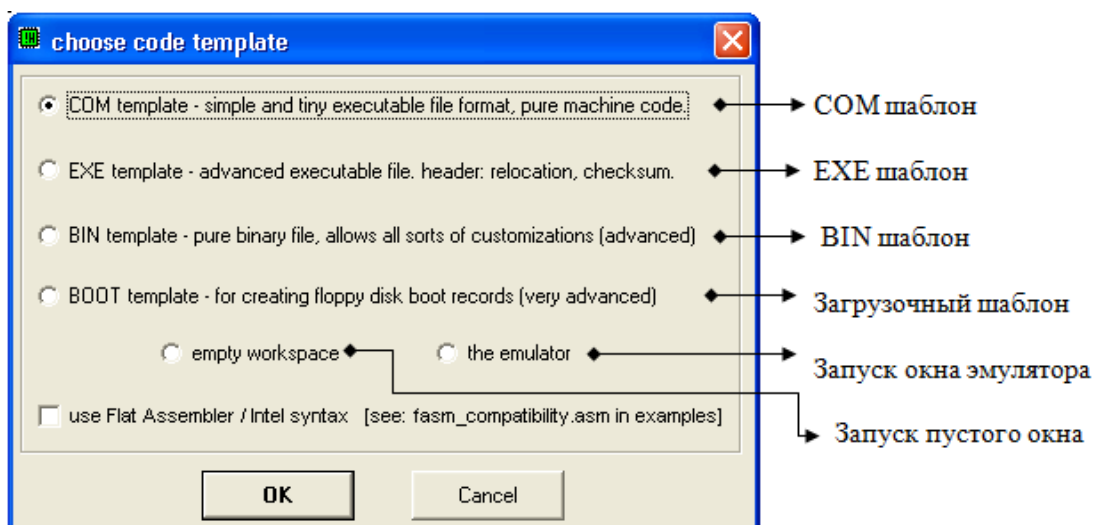


Рисунок 3.2 — Окно выбора шаблона

Например, при выборе варианта шаблона СОМ-файла, появится окно редактора с соответствующим стандартным кодом (рисунок 3.3). Окно редактора можно разделить на область панели инструментов и рабочую область, используемую для написания и редактирования ассемблерных программ.

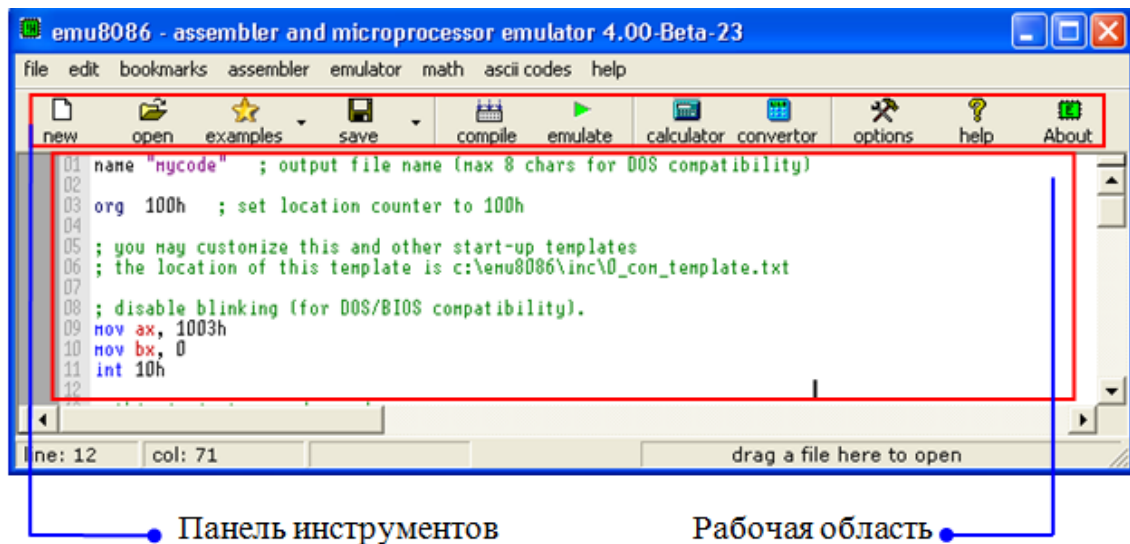


Рисунок 3.3 — Окно создания и редактирования кода

Панель инструментов позволяет осуществить быстрый доступ к самым часто используемым функциям. Пункты меню панели инструментов имеет следующее назначение:

new — Создание нового файла. Создание и ввод текста программы на ассемблере для последующего выполнения. Доступно использование комментариев – перед текстом комментария необходимо ставить “;”.

open — Открытие уже созданного и сохраненного файла для его редактирования или запуска.

examples — Открытие примера. Открывает один из доступных файлов, созданных разработчиками для показа возможностей функций ассемблера.

save — Сохранение на носитель информации файла, который вы создали или отредактировали.

compile — Создание исполняемого файла. Создание файла, который не будет зависеть от эмулятора и будет запускаться из операционной системы без дополнительных программ (*.exe, *.com).

emulate — Запуск программы в режиме эмуляции, в котором возможно отследить за каждым шагом выполнения программы, за содержимым регистров, флагов, ячеек памяти. Используется при проверке на работоспособность программы и при необходимости отыскать ошибки в коде.

calculator — Запуск встроенного калькулятора, который позволяет производить расчеты над числами в двоичной, восьмеричной, десятичной, шестнадцатеричной формах. Результат можно выводить так же в любой удобной форме. Вид калькулятора представлен на рисунке 3.4.

convertor — Запуск конвертера основ (двоичная, восьмеричная, десятичная, ...). Конвертер основ счисления позволяет легко и удобно переводить числа из одной основы в другую, т.е. осуществлять преобразования типа: bin->hex, dec->bin и т.п. Вид конвертера основ показан на рисунке 3.5.

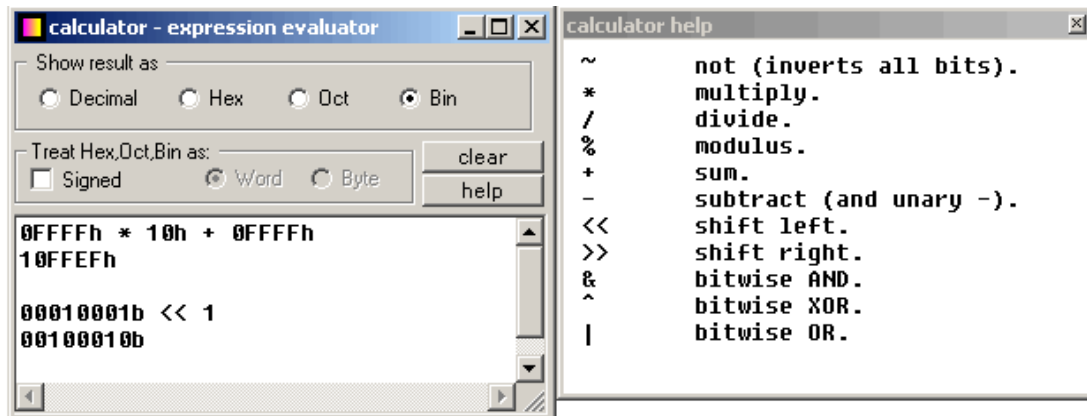


Рисунок 3.4 — Окно калькулятора и окно помощи для работы с ним

options — Настройки эмулятора. Позволяют настроить цвет и шрифт кода, комментариев, выделения, фона, панелей и других компонентов эмулятора.

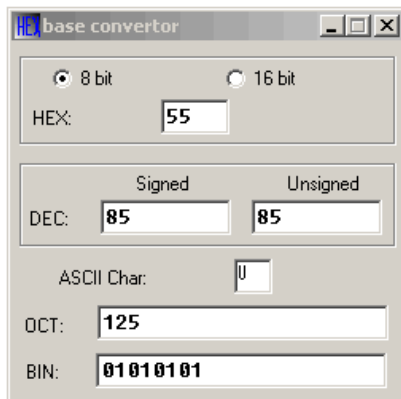


Рисунок 3.5 — Окно конвертера

help — Вызов помощи (на англ. языке). Полное описание на английском языке функций работы с ассемблером, прерываниями, циклами и т.д. Сайт создателей программы и часто задаваемые вопросы(FAQ) в режиме online.

About — Информация о создателях. Регистрация продукта, информация о «координатах» создателей, версии и дате создания программы.

3.2 Работа отладчика в режиме эмуляции.

Общий вид окна экранного отладчика показан на рисунке 3.6. В левой части окна изображены программно доступные регистры микропроцессора 8086 и значение их содержимого в 16-ричной системе счисления.

В правой части окна выведен текст исследуемой программы в мнемонических кодах, а в центре отображается этот же фрагмент в машинных кодах (в

16-ричной системе счисления). Как видно из рисунка, программа размещена в сегменте с базовым адресом 0700h и начальном смещении 0100h.

Двойным щелчком по любому адресу или содержимому регистров вызывается расширенный просмотр значений (рисунок 3.7). На панели инструментов данного окна имеются следующие пункты:

- Load — загрузка существующего файла для его эмуляции.
- Reload — выполнение программы с самого её начала.
- Step back — шаг назад на одну операцию при пошаговом режиме.
- Single step — шаг вперёд на одну операцию при пошаговом режиме.
- Run — эмуляция без остановок между операциями.

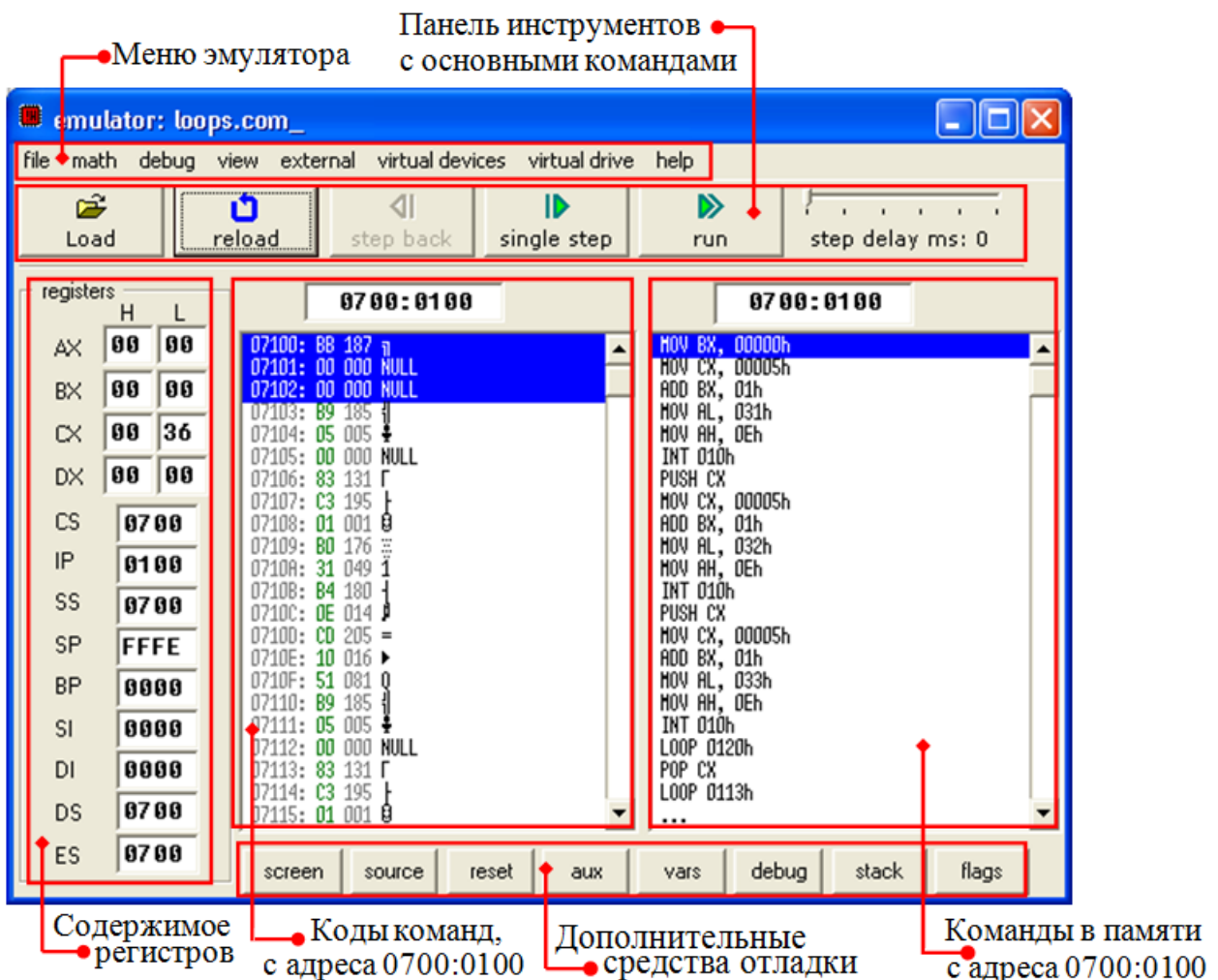


Рисунок 3.6 — Окно эмулятора

Окно эмулятора также предоставляет дополнительные возможности для отладки программ, в частности:

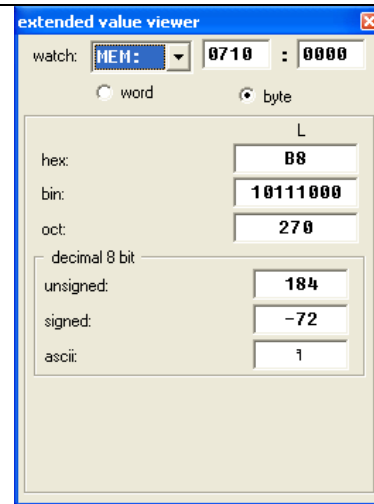
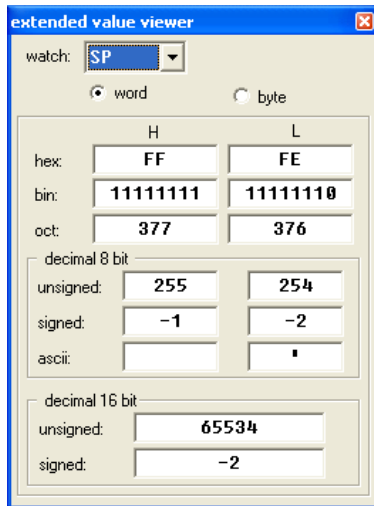
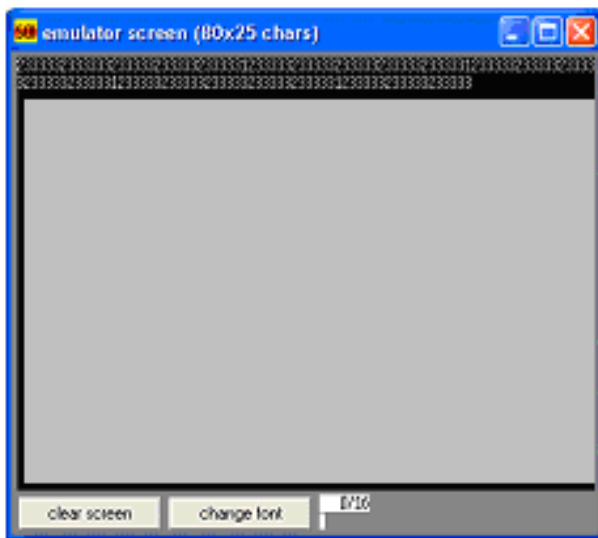
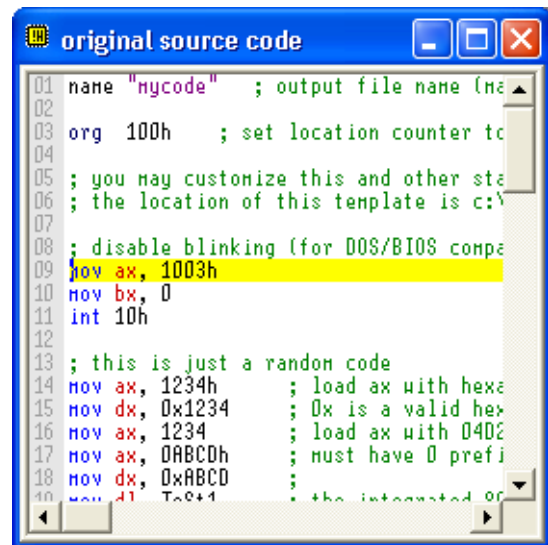


Рисунок 3.7 — Пример окон просмотра значений регистров

screen — Вызов эмулируемого экрана. Если в программе используется работа с экраном (монитором), то выполнение этих операций отображается на эмулируемом экране, показанного на рисунке 3.8а.



а)



б)

Рисунок 3.8 — Окно эмулирующее вывод данных на экран монитора (а) и окно просмотра исходного кода программы

source — Вызов окна просмотра оригинального кода. Для ориентации в своей программе и в кодах можно использовать окно, содержащее её оригинальный текст. Пример такого окна показан на рисунке 3.8б.

reset — Сброс всех значений регистров. Тем самым осуществляется выполнение программы с начала. При этом отчищается эмулируемый экран.

аих — Пункт меню предоставляет дополнительные возможности для просмотра памяти, АЛУ, сопроцессора и др.

Окно памяти программ и данных **memory**. Используется для удобного просмотра содержимого памяти с произвольным доступом (рисунок 3.9)

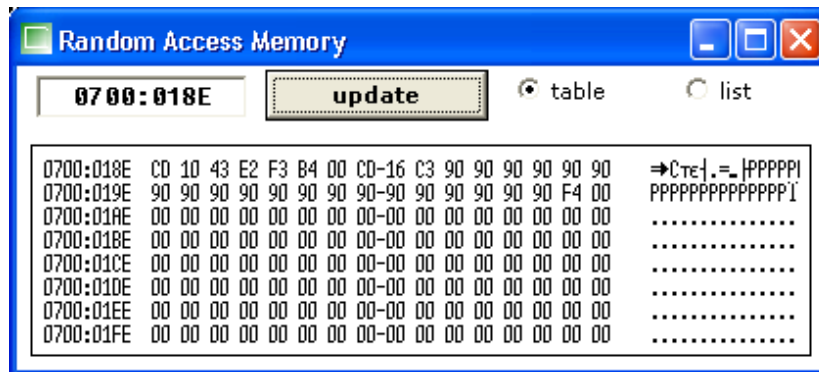


Рисунок 2.9 — Окно просмотра содержимого памяти

В данном окне можно просматривать последовательность располагаемых в памяти данных и перемещаться по памяти, вводя значение адреса вместо показанного на рисунке 0700:018E. Можно выбрать способ просмотра в виде таблицы или списка путём выбора **table** или **list** соответственно.

Окно **ALU** — отображает содержимое арифметико-логического устройства. На рисунке 3.10 показан пример работы АЛУ при сложении: первая строка указывает номер разряда, две следующие строки — это операнды, а последняя — результат.



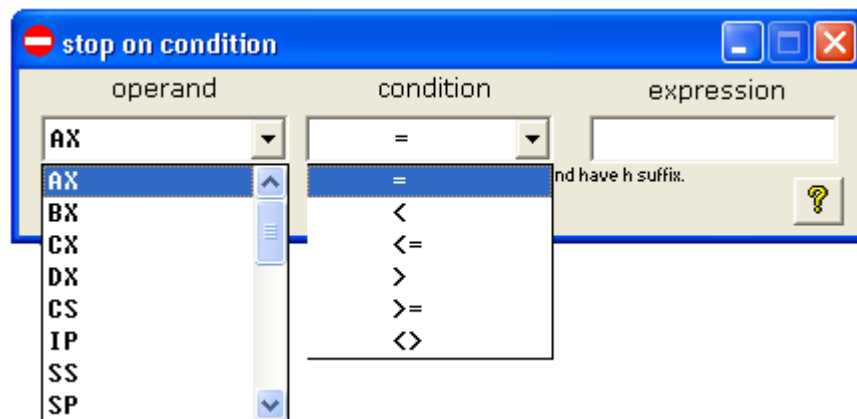
Рисунок 3.10— Окно просмотра содержимого АЛУ

В окне **FPU** — отображается содержимое регистров математического сопроцессора.

Окно **stop on condition** — необходимо использовать, если при отладке требуется остановить эмуляцию при каком-то условии значения регистров общего назначения, флагов или ячейки памяти. Вид окна показан на рисунке 3.11. Таблица символов **symbol table**. В этой таблице отображаются названия и параметры символов.

В окне **listing** — отображается программа в машинных кодах. Вся эмулируемая программа представляется в виде кодов команд и адресов, по которым они располагаются.

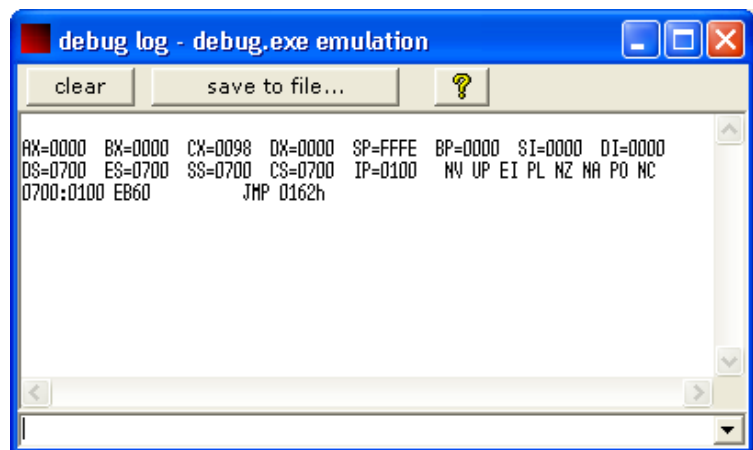
var — Просмотр переменных. Можно осуществить быстрый и прямой доступ ко всем переменным. В случае необходимости можно изменить их значение двойным щелчком мыши по необходимой переменной



Журнал отладки **debug** — сохраняет каждое изменение в ходе выполнения программы (рисунок 3.12б).



а)

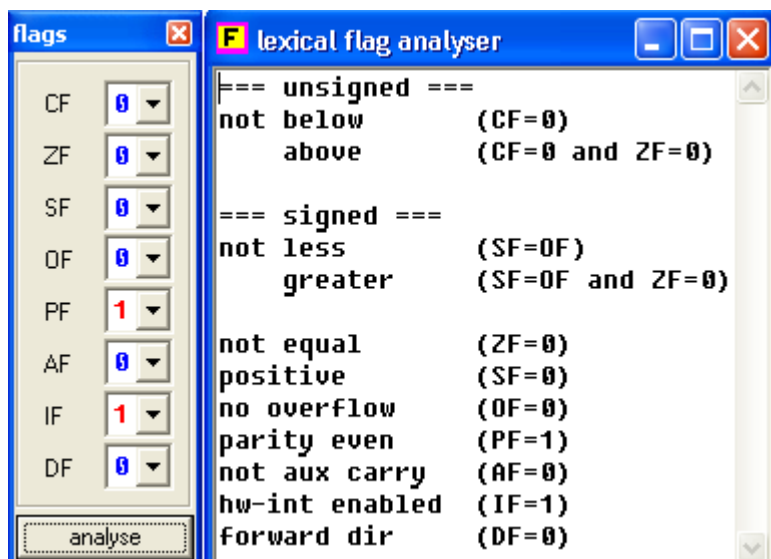


б)

Рисунок 3.12 — Окно просмотра переменных а) и окно журнала отладки б)

Окно stack — позволяет просмотреть содержимое стека или его изменения.

Окно состояние флагов **flags**. Позволяет просмотреть состояние всех флагов и при необходимости изменить их. При нажатии на кнопку “analyse”, появляется окно “lexical flag analyser” (рисунок 3.13), в котором расписывается значение каждого флага процессора.



4. Программа работы

4.1. Изучить архитектуру МП 8086, состав регистров и работу процессора с использованием временных диаграмм (выполняется в процессе домашней подготовки к лабораторной работе).

4.2. Изучить основные команды МП 8086 (выполняется в процессе домашней подготовки к лабораторной работе).

4.3. Составить исследуемую программу на языке ассемблера в соответствии с заданным вариантом (Приложение А).

4.4. Запустить разработанную программу в среде отладчика и исследовать взаимодействие блоков процессора в ходе выполнения команд различных типов (команды пересылки данных, арифметические и логические команды, команды управления и другие).

4.5. Рассчитать время выполнения программ.

5. Содержание отчета

5.1. Цель и программа работы.

5.2. Структурная схема МП 8086 и временные диаграммы его функционирования.

5.3. Описание взаимодействия блоков микропроцессора при выполнении команд различной длины и различных типов.

5.4. Результаты проведенных исследований и расчетов.

5.5. Выводы по работе с анализом результатов выполненных исследований и расчетов.

6. Контрольные вопросы

- 6.1. Расскажите о составе и назначении основных блоков процессора Intel 8086.
- 6.2. Поясните, за счет чего повышено быстродействие процессора 8086 по сравнению с его предшественником.
- 6.3. Объясните понятие машинного цикла, перечислите виды машинных циклов МП 8086 и поясните, какие сигналы и в какой последовательности появляются на выводах процессора в каждом из циклов.
- 6.4. Перечислите основные внешние выходы МП КР1810, расскажите об их назначении.
- 6.5. Расскажите о флагах процессора и особенностях их использования.
- 6.6. В чем состоит отличие логического и физического адресов и как формируется физический адрес?
- 6.7. Какова роль указателя стека в организации выполнения программы и каково его значение при выполнении первой команде Push?
- 6.8. Поясните целесообразность включения в состав процессора индексных регистров и приведите пример программы с их использованием.
- 6.9. Расскажите подробно о работе процессора после включения питания.
- 6.10. В чем состоит особенность работы процессора при поступлении сигнала прерывания от внешнего устройства?
- 6.11. Проведите сравнительную характеристику различных способов адресации, используемых в МП 8086.
- 6.12. В чем состоит отличие работы процессора в минимальном и максимальном режимах?
- 6.13. Расскажите об основных возможностях экранного отладчика emu8086.
- 6.14. Расскажите о режимах исполнения отдельных команд и целых программ в экранном отладчике emu8086.
- 6.15. Опишите возможности взаимодействия микропроцессора с внешними устройствами реализованные в экранном отладчике emu8086.

Лабораторная работа 8

“Исследование методов адресации и программирования арифметических и логических операций ”

1. Цель работы

Изучить основные директивы языка ассемблера, исследовать их воздействие на процесс ассемблирования и формирования листинга программы.

Исследовать особенности функционирования блоков 16-разрядного микро- процессора при выполнении арифметических и логических операций и при использовании различных способов адресации. Приобрести практические навыки программирования на языке ассемблера МП 8086 арифметических и логических операций с применением различных способов адресации.

2. Общие теоретические положения

3.1 Основные директивы ассемблера

Операторы языка "Ассемблер", которые позволяют управлять процессом ассемблирования и формирования листинга называются директивами или псевдокомандами. Они действуют только в процессе ассемблирования и не генерируют машинных кодов. Наиболее употребимыми являются следующие директивы.

PAGE строк, символов в строке — задает формат распечатки программы, т.е. количество строк на листе и число символов в строке. Максимальное количество строк 255, символов - 132. По умолчанию в ассемблере установлено PAGE 60,80.

TITLE текст — задает текст, который будет печататься на каждой странице листинга. В качестве текста рекомендуется указывать имя программы, под которым она находится в каталоге на диске.

SEGMENT [параметры] — указывает используемый в программе сегмент. Любые программы содержат по крайней мере один сегмент кода. Имя сегмента должно обязательно присутствовать, быть уникальным и не совпадать со стандартным набором слов, используемых в языке. Для описания сегмента используется следующий формат:

```
Имя Директива Операнд имя SEGMENT [параметры]
:
:
имя ENDS.
```

Директива SEGMENT может содержать три типа параметров: выравнивание, объединение и класс. Обычно *выравнивание* сегмента осуществляется по параграфам. Поэтому типовым параметром является PARA, который принимается также по умолчанию. Параметр *объединение* определяет, объединяется ли

данный сегмент в процессе компоновки с другими сегментами. Возможны следующие виды объединений: STACK, COMMON, PUBLIC, AT-выражение и MEMORY. Сегмент стека определяется следующим образом:

имя SEGMENT PARA STACK.

Если отдельно ассемблируемые программы должны объединяться компоновщиком, то можно использовать типы объединений: PUBLIC, COMMON и MEMORY. В других случаях тип объединения можно не указывать.

Параметр *класс* заключается в кавычки используется для группирования относительных сегментов при компоновке.

Директива PROC выделяет отдельные процедуры в сегменте. Если сегмент имеет только одну процедуру, то он оформляется следующим образом:

```
имя_сегмента    SEGMENT    PARA
имя_процедуры  PROC      FAR
:
                RET
имя_процедуры  ENDP
имя_сегмента    ENDS.
```

Директивы ENDP и ENDS указывают соответственно конец процедуры и сегмента. Операнд FAR сообщает загрузчику DOS, что начало данной процедуры является точкой входа для выполнения программы.

Директива ASSUME операнд - указывает Ассемблеру назначение каждого сегмента. Например:

ASSUME SS:им_стек, DS:им_дан, CS:им_код.

Запись SS:им_стек означает, что ассемблер должен инициализировать регистр SS адресом им_стек.

Директива END завершает всю программу. Операнд содержит имя, указанное в директиве PROC, которое было обозначено как FAR.

3.2 Пример EXE-программы

При написании программ на языке ассемблера следует учитывать, что существует два основных типа загрузочных модулей; EXE и COM. В настоящей и ряде последующих работ мы будем использовать EXE-формат. При инициализации ассемблерной EXE-программы система DOS предъявляет следующие требования;

- 1) указать ассемблеру, какие сегментные регистры должны соответствовать конкретным сегментам;
- 2) сохранить в стеке адрес, содержащийся в регистре DS;
- 3) записать в стек нулевой адрес;
- 4) загрузить в регистр DS адрес сегмента данных.

Пример оформления ассемблерной программы:

```

                                page 60,132
                                TITLE Lab1.asm    Пример регистровых операций
;-----
STACKSG  SEGMENT PARA 'Stack'
```

```

                DB      16 DUP('STACKSEG')
STACKSG        ENDS
;-----
DATASG         SEGMENT PARA 'Data'
ALFA           DW      240
BETA           DW      130
GAMMA          DD      (?)
DATASG         ENDS
;-----
CODESG         SEGMENT PARA 'Code'
BEGIN          PROC     FAR
ASSUME SS: STACKSG, CS:CODESG, DS:DATASG, ES:NOTHING
PUSH    DS
SUB     AX,AX
PUSH    AX
MOV     AX,0123H
ADD     AX,ALFA
MOV     BX,AX
SUB     AX,BETA
MOV     CX,AX
ADD     BX,CX
MOV     GAMMA,AX
NOP
RET
BEGIN    ENDP
CODESG   ENDS
END      BEGIN

```

3.2 Методы адресации микропроцессорных систем

В процессе программирования МП 8086 используется 7 режимов адресации.

1. Регистровая адресация. Операнд находится в одном из регистров общего назначения, а в ряде случаев — в сегментном регистре:

```

mov dx,bx
add bx,di

```

2. Непосредственная адресация. 8- или 16- битовая константа содержится в команде в качестве источника:

```

mov al,45
mov ax,1024

```

3. Прямая адресация. Эффективный адрес берется из поля смещения команды. Применяется в основном, если операндом служит метка:

```

table db 10, 20, 30
.....
mov ax, table

```

Микропроцессор добавляет адрес к сдвинутому на 4 разряда содержимому регистра DS и получает 20-разрядный адрес операнда.

4. Косвенная регистровая адресация. Эффективный адрес содержится в базовом регистре BX, регистре указателя базы BP или индексном регистре (DI или SI). Косвенные регистровые операнды заключают в квадратные скобки:

```
mov ax,[bx]
```

По этой команде в регистр AX загружается содержимое ячейки памяти, адресуемой значением регистра BX.

5. Адресация по базе. Эффективный адрес вычисляется с помощью сложения значения сдвига с содержимым одного из базовых регистров BX или BP. Например, при доступе к элементам таблицы адрес начала таблицы предварительно записывается в регистр BX:

```
mov ax,[bx]+8
```

6. Прямая адресация с индексированием. Эффективный адрес вычисляется как сумма значений сдвига и одного из индексных регистров (DI или SI). Такой способ адресации целесообразно применять при доступе к элементам таблицы, когда сдвиг указывает на начало таблицы, а индекс - на элемент таблицы.

```
table db 10, 20, 30, 40
```

```
.....
```

```
mov di,2 ; загрузить в индексный регистр номер  
выбираемого байта минус 1
```

```
mov al,table[di] ; загрузить 3 байт таблицы в al
```

7. Адресация по базе с индексированием. Эффективный адрес вычисляется как сумма значений базового регистра, индексного регистра и, возможно, сдвига. Это удобно при работе с двухмерными таблицами: базовый регистр содержит начальный адрес массива, значения сдвига и индексного регистра представляют собой смещения по строке и столбцу.

```
table dw 1024, 1048, 2048, 3600
```

```
dw 4100, 5000, 600, 2000
```

```
dw 80, 300, 4000, 5000
```

```
.....
```

```
value db 2 ; номер элемента в строке-1
```

```
.....
```

```
mov bx,table ;адрес таблицы
```

```
mov di,16 ;адрес начала третьей строки
```

```
mov ax,value[bx][di] ; загрузка элемента  
table(3,3)=4000
```

3. Программа исследований

3.1. Изучить основные директивы ассемблера и их воздействие на процесс ассемблирования и формирования листинга программы. Повторить коман-

ды пересылки данных, а также команды арифметических и логических операций (выполняется в процессе домашней подготовки к лабораторной работе).

3.2. Изучить методы адресации, используемые в 16-разрядных процессорах (выполняется во время домашней подготовки к работе).

3.3. Составит программу, состоящую из следующих процедур обработки строк:

3.3.1. Заполнить $100+10i$ ячеек области памяти, начинающейся с адреса MAS рядом натуральных чисел. Здесь i – последняя цифра номера Вашей зачетной книжки.

3.3.2. Переслать массив слов из области памяти, начиная с адреса MAS1 в область с начальным адресом MAS2.

3.3.3. Найти в заданном массиве число, равное двум последним цифрам Вашей зачетной книжки и определить его индекс.

3.4. Переслать в память с адресом 2020:300 диагональные элементы матрицы размером 8×8 . Значения элементов матрицы должны быть определены в сегменте данных программы.

3.5. Произвести отладку разработанных программ в пошаговом режиме и проследить за изменениями содержимого регистров

3.6. Произвести ассемблирование программы и получить объектный и исполняемый модуль программы в Eхе-формате и ее листинг.

3.7. Рассчитать время выполнения программы.

4. Содержание отчета

4.1 Цель и программа работы.

4.2 Текст и листинг ассемблерной программы для заданного варианта.

4.3 Выводы по работе.

5. Контрольные вопросы

5.1 Каково различие между директивой и командой?

5.2 Назовите директивы определения данных ассемблера и поясните механизм их действия.

5.3 Какие директивы применяются для оформления процедур?

5.4 Какие типы сегментов используются в ассемблерных программах и каково их назначение?

5.5 Поясните назначение параметров выравнивания и объединения, используемых в директивах SEGMENT.

5.6 Когда и в каких случаях применяется директива ORG?

5.7 Что конкретно подразумевает директива END, если она завершает:
а) программу, б) процедуру, в) сегмент?

5.8 Какие операции необходимо произвести в процессоре до начала выполнения программы?

5.9 Назовите команды арифметических операций и поясните использование регистров процессора при каждой операции.

5.10 С какой целью в начале кодового сегмента в стек заносится содержимое сегментного регистра DS, а затем нулевое значение?

5.11 Каково назначение директивы ASSUME?

5.12 Расскажите об особенностях размещения в памяти ЭВМ программ с расширениями .exe и .com.

5.13 Нарисуйте схему подключения 16- разрядного порта к МП 1810BM86, если в наличии имеются только микросхемы 580BB55 или 580BA86.

5.14 Каково назначение вывода M/IO в МП 8086 и нарисуйте схему подключения устройств с его использованием.

5.15 Какие функции выполняет сопроцессор, каково его устройство и особенности его функционирования?

5.16 С какой целью используется системная и резидентная память и какие способы их организации и команды доступа к ним?

5.17 На каком основании и при каких условиях арбитр шин дает доступ МП к системной памяти?

5.18 Каковы функции системного контроллера и какие сигналы он формирует?

5.19 Как сопроцессор определяет, что команда относится к нему?

5.20 Расскажите о многопроцессорных системах, их назначении и способах организации шин.

5.21 Какая информация хранится в заголовке .exe –программы, его назначение и размер?

5.22 Зачем к исполняемому модулю добавляется префикс программного сегмента, какой его размер и какая информация в нем хранится?

5.23 Расскажите о методах адресации, используемых в МП-системах, и объясните в каких случаях целесообразно использование этих методов?

5.24 Объясните особенности использования строковых команд.

5.25 Каким образом можно изменять направление просмотра строк?

5.26 Чем отличаются команды CMPS и SCAS?

5.27 Как обеспечить ввод данных с группы 16-разрядных портов с максимальной скоростью?

5.28 В чем состоит суть защищенного режима работы процессора и как осуществляется защита?

5.29 Что такое дескриптор сегмента, из каких частей он состоит и как используется при защите памяти?

5.30 Как организуется виртуальная память и как используется дескриптор для ее поддержки?

5.31 Расскажите об архитектуре 16-разрядного процессора второго поколения и приведите его схему.

5.32 Расскажите о регистрах 16-разрядного процессора второго поколения и особенностях их использования в защищенном режиме.

5.33 Расскажите о многозадачном режиме работы процессора и составе и назначении сегмента состояния задачи.

3. Программа работы

2.1 Изучить команды прерывания ПЭВМ и особенности использования их при программировании на ассемблере задач связанных с организацией ввода с клавиатуры и вывода данных на экран монитора, а также при воспроизведении звуковых колебаний.

2.2 Организовать меню выбора для запуска подпрограмм, описанных в пункте 2.4.

2.3 Работу меню организовать следующим образом:

- Вывести на экран краткое описание каждого пункта меню, с центрированием;
- Вывести на экран запрос пользователю ввода номера необходимого пункта меню;
- Осуществить ввод введенного пользователем номера требуемого пункта меню;
- Реализовать обработку введенного номера с запуском соответствующего пункта меню;
- Для пункта меню 2.4.6 организовать ввод значение генерируемой частоты.

2.4 Реализовать следующие подпрограммы для генерации звука в ПЭВМ.

2.4.1 Написать программу, которая при нажатии на различные клавиши клавиатуры ПЭВМ, генерирует звуки различной тональности.

2.4.2 Написать программу, которая воспроизводит звуки со случайной величиной длительности и высоты. Примером случайной последовательности чисел может служить набор данных, хранящийся или в ПЗУ (адрес F600:0000) , или в ОЗУ (например, с адреса 0000:0000).

2.4.3 Написать программу, которая выдаёт последовательность звуков, высота тона которых изменяется от низкой частоты к высокой.

2.4.4 Написать программу, которая выдаёт последовательность звуков, высота тона которых изменяется от высокой частоты к низкой.

2.4.5 Написать программу, которая воспроизводит последовательность звуков одной тональности, при длительности, меняющейся от короткой к длинной.

2.4.6 Написать программу, которая выдает последовательность звуков заданной пользователем частоты.

Примечание! Каждый вариант должен содержать процедуру ВЕЕР, для которой надо передавать следующие параметры: длина и высота звука.

4. Содержание отчета

4.1. Цель и программа работы;

4.2. Алгоритм решаемой задачи;

- 4.3. Текст программы, согласно варианту;
- 4.4. Выводы по результатам исследований.

5. Контрольные вопросы

- 5.1. Расскажите о командах прерывания ПЭВМ и выполняемых операциях во время прерывания.
- 5.2. Напишите команды для установки курсора по координатам: строка 10, столбец 12.
- 5.3. Напишите команды для очистки экрана с 12-й по 20-ю строку.
- 5.4. Составьте фрагмент программы вывода запроса на ввод текущей даты.
- 5.5. Составьте фрагмент программы вывода сообщения на экран монитора с произвольными координатами.
- 5.6. Расскажите устройство клавиатуры ПЭВМ и о схеме взаимодействия ее с процессором.
- 5.7. Расскажите об клавиатурных функциях BIOS.
- 5.8. Как используется байт состояния клавиатуры?
- 5.9. Расскажите о системных средствах ввода данных с клавиатуры.
- 5.10. Расскажите устройство черно-белой и цветной электронно-лучевой трубки дисплея и покажите элементы электронной линзы на образце электронной пушки.
- 5.11. Поясните отличие организации видеобуферов для текстового и графического режимов.
- 5.12. Начертите структурную схему текстового видеоадаптера, поясните его работу и расскажите о схемах формирования цветов в различных режимах.
- 5.13. Приведите характеристику дисплейных функций BIOS.
- 5.14. Начертите структурную схему программируемого таймера, запишите его программную модель и объясните функционирование устройства и особенности программирования.
- 5.15. Какое значение регистра константы надо установить, чтобы динамик воспроизвёл ноту «ми» средней октавы (частота ноты «ми» 659.3 Гц).
- 5.16. Как вы считаете, почему когда бит 1 регистра В равен «0» динамик не издаёт звук даже тогда, когда на выходе канала 2 имеется сигнал определённой частоты.
- 5.17. Какой минимальной частоты звук может быть воспроизведён динамиком, при генерации звука только каналом 2.
- 5.18. Звук какой максимальной частоты может быть воспроизведён динамиком, при генерации звука только каналом 2.
- 5.19. Почему при генерации сигнала каналом 2, труднее создавать звуковые спецэффекты, нежели при использовании бита 1 регистра В.
- 5.20. Рассчитать число циклов, необходимое для генерации звука с частотой 1000 Гц (методом, использующим бит 1 регистра В), при условии, что тактовая частота процессора 100 МГц, время выполнения 1-го машин-

ного цикла = 4-ём тактам и время выполнения команды = (длина команды в байтах)*(1 машинный цикл).

- 5.21. Как создается обработчик прерываний от таймера?
- 5.22. Поясните принцип формирования звука в звуковой карте компьютера.
- 5.23. Начертите структурную схему звуковой карты и осветите функции, которые выполняет это устройство.
- 5.24. Расскажите о методах синтеза звука в компьютере.

6. Список рекомендованной литературы

- 6.1. Абель П. Язык Ассемблера для IBM PC и программирования / Пер. с англ. Ю.В.Сальникова. — М.: Высш. школа, 1992. — 447 с.Новиков Ю.В. Основы микропроцессорной техники: Учебное пособие/Ю.В. Новиков, П.К. Скоробогатов. — М.: Интернет-университет информационных технологий; БИНОМ, 2006. — 359 с.
- 6.2. Программирование на ассемблере для процессоров персонального компьютера / М.К. Маркелов, Л.С. Гурьянова, А.С. Ишков, А.С. Колдов, С.В. Волков.— Пенза: ПГУ, 2013 .— ISBN 978 -5-94170-537-5
<http://rucont.ru/efd/210624?cldren=0>
- 6.3. Федотова Д.Э. Архитектура ЭВМ и систем [Электронный ресурс]: лабораторная работа. Учебное пособие/ Федотова Д.Э.— Электрон. текстовые данные.— М.: Российский новый университет, 2009.— 124 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21263>
- 6.4. Чернега В.С. Архитектура информационных систем . Конспект лекций / В.С. Чернега. – Севастополь: Изд-во СевГУ, 2015 – 160 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Варианты индивидуальных заданий к лабораторным работам.

В задании к лабораторной работе номер 3 вариант выбирается в соответствии с последней цифрой зачетки студента, i - целое число равное предпоследней цифре номера зачетки студента.

Варианты к заданию 8 приведены в таблице А.1.

Таблица А.1 – Формулы для расчета результирующей матрицы

Вариант	Формула для расчета результирующей матрицы	Вариант	Формула для расчета результирующей матрицы
0	$C=(A*i)-B$	5	$C=(A-i)+B$
1	$C=A+(B*i)$	6	$C=A+B+2i$
2	$C=(A-i)+B$	7	$C=A+B-i$
3	$C=(A*i)+(B*i)$	8	$C=(A*i)-(B*i)$
4	$C=A+B+i$	9	$C=(B*i)-A$

Примеры результатов выполнения заданий приведены в таблице А.2.

Таблица А.2 – Примеры результатов выполнения заданий

Задание	Файл	Состояние файлов до выполнения программы	Состояние файлов после выполнения программы
6	Ф1	abcde4f	abcde4f
	Ф2	не существует	abcde4ff4edcba
7	Ф1	aAbCedF	aAbCedF
	Вариант1: Ф2	пустой	AABCEDF
	Вариант 2: Ф2	пустой	aabcedf
8	Ф1, матрица А	2 2 2	2 2 2
		2 2 2	2 2 2
		2 2 2	2 2 2
	Ф2, матрица В	3 3 3	3 3 3
		3 3 3	3 3 3
		3 3 3	3 3 3
	Ф3 Вариант 4: $C=A+B+i$, $i=4$.	пустой	9 9 9 9 9 9 9 9 9

Заказ № _____ от « ____ » _____ 2018 г. Тираж _____ экз.
Изд-во СевГУ