

**ХОРОШЕВИЧ П.А.**

БГПУ (Минск, Беларусь)

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ АРХИТЕКТУРЫ ПРОЦЕССОРА В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ**

Применение компьютерных технологий становится неотъемлемой частью образовательного процесса в высшем учебном заведении. В частности, применение компьютерного моделирования вовлекает учащихся в учебную деятельность, делает их активными участниками образовательного процесса, позволяет изучить сложные процессы и явления, которые трудно или невозможно наблюдать в условиях проведения лабораторной работы. Абстрагируясь от несущественных деталей, модель концентрируется на показе важных, на данный момент, элементов моделируемого явления или предмета. Данная особенность модели особенно полезна при рассмотрении комплексных систем или устройств. Одним из таких устройств является центральный процессор компьютера. Рассмотрим применение компьютерных моделей в лабораторном практикуме на примере учебной дисциплины «Архитектура и программное обеспечение вычислительных систем» при изучении архитектуры процессора и языка ассемблера. Согласно учебной программе, студенты должны знать принципы построения, архитектуру и физические основы функционирования современных компьютеров и вычислительных систем. При изучении архитектуры компьютера важно понимать три основных принципа, на основе которых работает архитектура фон Неймана: принцип однородности памяти, принцип адресности и принцип программного управления. Также в основе работы процессора лежит цикл выборки, декодирования и выполнения команд.

При моделировании работы аппаратного или программного обеспечения применяются два основных подхода: симуляция или эмуляция. Программа-симулятор реализует лишь часть функций оригинала. Программа-эмулятор предназначена для копирования функций оригинала с максимально возможной точностью. Применения того или иного подхода обусловлено целью и задачами, которые должна решать каждая конкретная модель.

Для иллюстрации работы цикла выполнения команд применяется компьютерная модель процессора, позволяющая визуализировать ход выполнения программы, хранящейся в оперативном запоминающем устройстве (ОЗУ) [1]. Используемая модель в полной мере раскрывает принципы архитектуры фон Неймана – программа и данные для симулятора хранятся в ОЗУ в виде набора восьмиразрядных двоичных чисел, каждая команда или

число хранится в своей ячейке с определённым адресом, а процессор обладает ограниченным набором команд, которые он может выполнить. В процессе выполнения лабораторной работы студентам предлагается рассмотреть несколько примеров программ – сложение двух чисел, нахождение максимального из двух чисел, реализация обратного отсчёта с помощью условного перехода. Для закрепления рассмотренного материала, студентам необходимо усовершенствовать работу примеров, а также написать программу умножения двух чисел, используя доступный набор команд процессора.

Симулятор позволяет выполнить программы, как в пошаговом режиме, так и непрерывно. При выполнении программы в пошаговом режиме в интерфейсе симулятора отмечается текущая выполняемая инструкция в ОЗУ, при этом регистры процессора, задействованные в выполнении инструкции, подсвечиваются. Ход выполнения каждой команды сопровождается подробным описанием действий, совершаемых процессором. Исходный код симулятора расположен в GitHub-репозитории [1], и доступен для копирования и изменения.

Дальнейшее изучение работы центрального процессора связано с рассмотрением языка ассемблера и архитектуры процессоров семейства x86. В отличие от симулятора, используемого при ознакомлении с архитектурой абстрактного компьютера, изучение языка ассемблера целесообразно проводить на реальном процессоре или его эмуляторе. В качестве среды разработки была выбрана программа Emu8086. На рисунке 1 представлен интерфейс программы в режиме эмуляции. Выбор в пользу данного программного средства был сделан по ряду причин. В первую очередь это наглядность процесса выполнения программы, а также наличие русифицированной справочной системы. Ещё одним важным преимуществом программы является наличие встроенных моделей устройств (исполнителей), программирование которых возможно с помощью языка ассемблера. Для программирования доступны такие устройства как LED-дисплей, шаговый двигатель, цифровой термометр, а также исполнитель-робот.

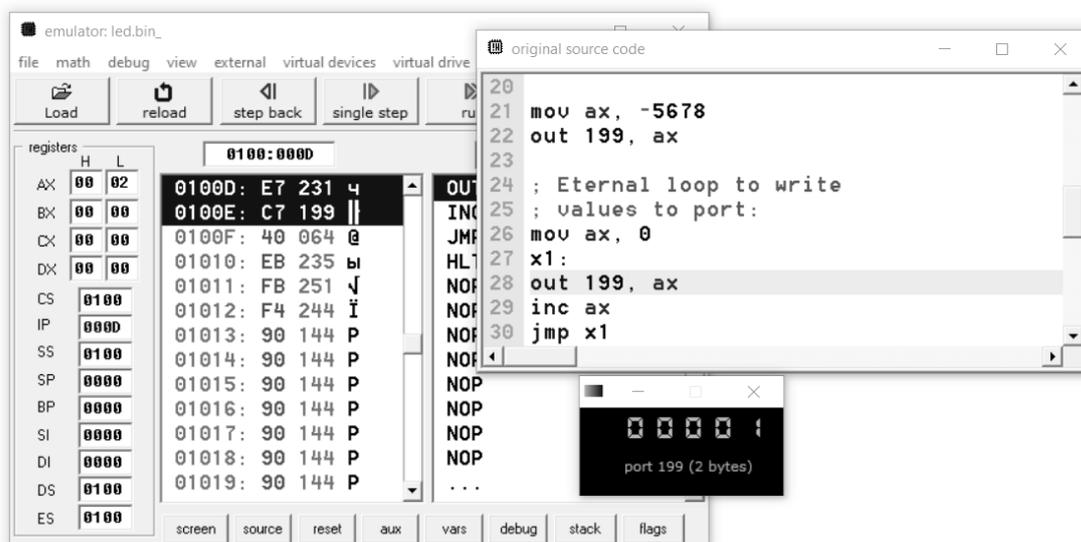


Рисунок 1. – Работа программы Emu8086 в режиме эмуляции

Интерфейс программы состоит из главного окна, содержащего текстовый редактор программы на языке ассемблера, а также окна эмуляции. Запустив программу в режиме эмуляции, студент имеет возможность проследить за её выполнением в пошаговом режиме, а также значениями, хранящимися в регистрах процессора и содержимым оперативной памяти.

В процессе выполнения лабораторной работы студентам предлагается ознакомиться с рядом примеров программ на языке ассемблера, которые иллюстрируют работу основных команд, программных прерываний, команд условного и безусловного перехода и циклов. Для закрепления изученного материала, учащимся предлагается решить ряд задач самостоятельно.

Таким образом, использование компьютерных моделей в лабораторном практикуме даёт возможность изучить внутреннее устройство процессора, без рассмотрения комплексных технических деталей его работы. Также применение моделей (симуляторов и эмуляторов) способствует активизации исследовательской деятельности студентов, что особенно необходимо при изучении такого технически сложного аппаратного устройства как процессор.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Репозиторий с программным кодом симулятора процессора [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/skyfrogger/cru-simulator>. – Дата доступа: 15.11.2020.
2. Калашников, О.А. Ассемблер – это просто. Учимся программировать. – 2 - е изд. перераб. и доп. / О.А. Калашников. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 336 с.: ил. + CD-ROM