

Герасимов Максим Сергеевич,

студент, Лесосибирский педагогический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет», г. Лесосибирск

MaksimSergeevi4SFU@gmail.com

Киргизова Елена Викторовна,

кандидат педагогических наук, доцент кафедры высшей математики и информатики, Лесосибирский педагогический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет», Лесосибирск

Evk221161@yandex.ru

Методика использования визуальной учебной модели для организации изучения архитектуры компьютера

Аннотация. Данная научная статья посвящена:

Разработке основных компонентов и структуре учебной визуальной модели компьютера;

Рассмотрению методических особенностей использования визуальной модели компьютера для организации изучения темы «Архитектура компьютера» в школьном курсе информатики.

Ключевые слова: *визуальная модель, архитектура компьютера, система команд, устройства ввода-вывода, регистры процессора, решение учебных задач, оперативная память.*

Изучение темы «Архитектура компьютера» является одной из важных составляющих обучения школьников. «Бурное развитие информационных технологий и их основной технической базы – компьютеров – приводит к большому насыщению ими практически всех сфер деятельности человека» [1]. В этих условиях для учителя информатики необходимо знание основ аппаратной части компьютера, его основных технических характеристик и функциональных возможностей. Это важно не только для преподавания информатики в школе. Такое знание дает возможность более осознанно осуществлять выбор, организовывать обслуживание, модернизацию персональных компьютеров кабинета информатики, планировать развитие школьного компьютерного центра.

«Задача учителя информатики заключается в том, чтобы в максимально сжатые сроки дать учащимся полное представление об основных понятиях архитектуры современного персонального компьютера (ПК)» [2], познакомить с устройством важнейших компонентов аппаратных средств ПК, механизмами пересылки и управления информацией, основными правилами логического проектирования. Для полного усвоения темы «Архитектура компьютера» нами разработана визуальная учебная модель компьютера.

На начальном этапе была разработана система команд, описывающих работу ПК, позволяющая выполнить несложные учебные задачи. Система команд представляет набор действий четырех видов:

- Одноадресные команды
- Двухадресные команды
- Трехадресные команды
- Безадресные команды

Одноадресные команды отражены в таблице 1.

Таблица 1

Одноадресные команды

Код	Ячейка памяти	Использование	Описание
0000	xxxx	0000 xxxx	Выполняет ввод данных из входной корзины в указанную ячейку памяти xxxx.
0001	xxxx	0001 xxxx	Выполняет удаление данных из указанной ячейки памяти xxxx.
0110	xxxx	0110 xxxx	Прибавить к значению находящемуся в АЛУ, значение ячейки xxxx.
0111	xxxx	0111 xxxx	Вычесть из значения, находящегося в АЛУ, значение ячейки xxxx.
1001	xxxx	1001 xxxx	Копировать значение, находящегося в АЛУ, в указанную ячейку памяти xxxx.
1010	xxxx	1010 xxxx	Копировать значение, находящееся в ячейке xxxx, в АЛУ.

Двухадресный тип команд представляет единственная команда для работы с памятью. Это команда копирования значения из одной ячейки памяти в другую. Код этой команды 1000; для использования необходимо ввести код команды и два адреса ячеек памяти: первый адрес – копируемое значение, второй адрес, ячейка, куда необходимо скопировать данные. Формат записи: 1000 xxxx xxxx.

Список трехадресных команд представлен в таблице 2.

Таблица 2

Трехадресные команды

Код	ЯП 1	ЯП 2	ЯП 3	Использование	Описание
0010	xxxx	xxxx	xxxx	0010 xxxx xxxx xxxx	Складывает значения ячеек 1 и 2, результат выполнения операции помещает в ячейку памяти 3.
0011	xxxx	xxxx	xxxx	0011 xxxx xxxx xxxx	Вычитает по модулю значения ячейки 1 из значения ячейки 2, результат выполнения операции помещает в ячейку памяти 3.
0100	xxxx	xxxx	xxxx	0100 xxxx xxxx xxxx	Производит умножение значения ячейки 1 и значение ячейки 2, результат помещает в ячейку 3.
0101	xxxx	xxxx	xxxx	0101 xxxx xxxx xxxx	Выполняет операцию деления значения из ячейки 1 на значение из ячейки 2, результат выполнения помещает в ячейку 3. Деление выполняется нацело.
1011	xxxx	xxxx	xxxx	1011 xxxx xxxx xxxx	Если значение ячейки 1 и 2 равны, то значение из ячейки 1 копируется в ячейку 3. Если условие не выполняется, то в ячейку 3 записывается 0.
1100	xxxx	xxxx	xxxx	1100 xxxx xxxx xxxx	Если значение ячейки 1, больше значения ячейки 2, то в ячейку 3 заносится большее значение. Если условие не выполняется, то в ячейку 3 заносится 0.
1110	xxxx	xxxx	xxxx	1110 xxxx xxxx xxxx	Если значение ячейки 1, меньше значения ячейки 2, то в ячейку 3 заносится меньшее значение. Если условие не выполняется, то в ячейку 3 заносится 0.

Трехадресные команды позволяют использовать сразу три ячейки памяти: в том числе, команды, выполняющие логические переходы, что является необходимой функцией, например, для решения задач на сравнение значений, а также команды, выполняющие основные арифметические действия. Следует

заметить, что модель может работать только с целыми положительными числами от 0 до 32767.

Проектируемая модель компьютера использует единственную безадресную команду. Эта команда вывода значения ячейки видеопамати на экран создана с целью показать пользователю, как происходит вывод информации на монитор компьютера. Данное действие сильно упрощено, но принцип работы видеопамати в общем виде понятен. Используя код команды 1101, указывать адрес ячейки не требуется.

Из представленного списка команд можно сделать вывод, что разработанная модель может выполнять простейшие арифметические операции, операции условных переходов, ввод и вывод данных, отражая общий принцип построения памяти.

После разработки системы команд был создан компонент модели – память типа ОЗУ (оперативное запоминающее устройство).

Память модели представляет собой 16 ячеек (для Рабочей панели), адреса ячеек задаются двоичным кодом, подобно кодам символов в таблицах кодировок. Организация памяти представлена на рисунке 1.

	00	01	10	11
00	Ячейка памяти 1	Ячейка памяти 2	Ячейка памяти 3	Ячейка памяти 4
01	Ячейка памяти 5	Ячейка памяти 6	Ячейка памяти 7	Ячейка памяти 8
10	Ячейка памяти 9	Ячейка памяти 10	Ячейка памяти 11	Ячейка памяти 12
11	Ячейка памяти 13	Ячейка памяти 14	Ячейка памяти 15	Ячейка памяти 16

Рис. 1. Организация оперативной памяти

Обращение к какой-либо ячейке памяти выполняется указанием ее адреса: адрес указывается 4 цифрами, первые 2 – это цифры, расположенные напротив ячейки памяти в столбце, вторые 2 – это цифры, расположенные напротив ячейки памяти в строке. Например, адрес первой ячейки памяти представлен цифрами 0000. Ячейки памяти не содержат регистров.

Взаимодействия компонентов компьютера, арифметические операции, работу с памятью выполняет АЛУ (арифметико-логическое устройство). Соответственно для обеспечения работоспособности модели следующим шагом стало создание арифметико-логического устройства.

АЛУ модели выполняет две функции:

- перевод входных данных в двоичную систему счисления для того, чтобы показать пользователю, что ПК работает с информацией, представленной в двоичной системе;

- арифметические и логические операции в десятичной системе счисления. (Десятичная система взята для упрощения восприятия пользователем выполнения задаваемых им операций).

АЛУ имеет два блока в соответствии с количеством выполняемых функций. Устройство представлено на рисунке 2.

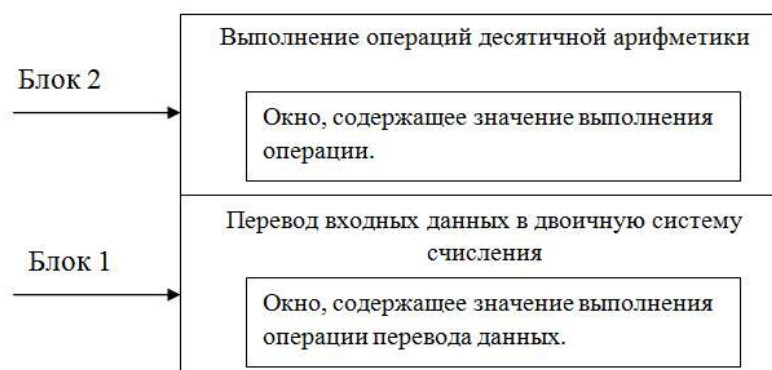


Рис. 2. Схема устройства АЛУ

Также модель имеет экран, содержащий единственное окно для вывода информации, занесенной в ячейку видеопамати.

В школьном курсе информатики и ИКТ устройство компьютера изучается на уровне архитектуры, под которой понимается описание устройства и принципов его работы без подробностей технического характера. «Описание архитектуры – это такое представление об устройстве и функционировании компьютера, которое достаточно для пользователя, в том числе и программиста» [3]. Различным пользователям требуется различный уровень знания архитектуры компьютера. Как это ни удивительно, архитектура современных компьютеров в основе своей остается неизменной уже более полувека. Такой феномен не часто встретишь даже в обычной архитектуре, где стили и вкусы быстро меняются, тем более с появлением новых строительных материалов. Однако уже сменяется четвертое поколение компьютеров, а принципиальное строение подавляющего большинства из них остается неизменным.

На базовом уровне принята следующая схема раскрытия архитектуры:

- назначение ЭВМ (электронной вычислительной машины);
- основные устройства, входящие в состав ЭВМ, и выполняемые функции;
- организация внутренней и внешней памяти;
- особенности архитектуры персонального компьютера;
- типы и свойства устройств, входящих в состав персонального компьютера.

Для продвинутых пользователей и в профильных курсах рассматриваются программное управление работой компьютера, структура процессора, состав команд процессора, структура программы и алгоритм её выполнения процессором (цикл работы процессора).

Изучение архитектуры и работы ЭВМ на примере какого-то реального компьютера было бы слишком сложным, поэтому методисты предлагают применять методический приём - использовать специальное средство обучения, так называемый учебный компьютер. Он есть упрощенная виртуальная модель какого-либо реального компьютера. В учебниках и методической литературе описаны различные модели таких компьютеров - «Кроха», «Малютка», «Нейман» и др. Для учебных целей отечественная промышленность в советское время выпускала специальные модели учебных компьютеров, которые имели прозрачные крышки и доступные для обозрения элементы. Они сохранились до настоящего времени в некоторых школах и могут использоваться для изучения архитектуры компьютера, структуры и системы команд процессора, структуры оперативной памяти и др.

Как виртуальный компьютеру учебный компьютер широко используется для изучения некоторых вопросов алгоритмизации и программирования. Во многих учебниках по информатике описывается учебный компьютер «УК Нейман»,

архитектура которого соответствует, в основном, архитектуре компьютеров второго поколения. У этого компьютера основное преимущество - простота, что позволяет даже в базовом курсе информатики дать учащимся представление о механизме программного управления работой компьютера, показать, каким образом происходят вычисления с целыми числами.

Общие понятия об архитектуре компьютера в школьных учебниках по информатике даются без привязки к конкретной модели. В настоящее время большинство школ оснащены IBM-совместимыми персональными компьютерами, поэтому их архитектуру следует рассматривать на конкретной модели. «Изучая архитектуру компьютера, учителю следует одновременно показывать и принципы его функционирования» [3].

Важным моментом изучения архитектуры является рассмотрение того, как осуществляется передача информации внутри компьютера. Все устройства ПК связаны между собой каналами передачи информации. Извне информация поступает в ПК через устройства ввода и затем попадает во внутреннюю память. Если необходимо длительно хранить информацию, то из внутренней памяти её переписывают во внешнюю на магнитные или оптические носители. Сама обработка информации осуществляется процессором, при этом он осуществляет двустороннюю непрерывную связь с внутренней памятью: извлекает исходные данные и помещает результаты обработки. Информация из внутренней памяти может быть передана через устройства вывода вовне – человеку или другому компьютеру.

Структурную схему ПК можно представить через информационные потоки, т.е. с точки зрения маршрута движения информации в компьютере, изображенного на рисунке 3. Она показывает направления (цели) процессов информационного обмена в компьютере.



Рис. 3. Структурная схема ПК

Изложенный выше теоретический материал должен изучаться постепенно. Учитель обращается к нему по мере изучения работы компьютера.

Рассмотрим применение визуальной учебной модели компьютера в процессе изучения содержательной линии «Компьютер как универсальное устройство».

Архитектура и структура компьютера

При объяснении понятия архитектура компьютера следует рассмотреть принципы Джона фон Неймана, его модель реализации функциональных узлов компьютера. Визуальная учебная модель построена на архитектуре фон Неймана.

На рисунке 4 показана рабочая панель учебной модели компьютера (1 – арифметико-логическое устройство, 2 – ячейки памяти, 3 – панель ввода команд, 4 – окно ввода значений).

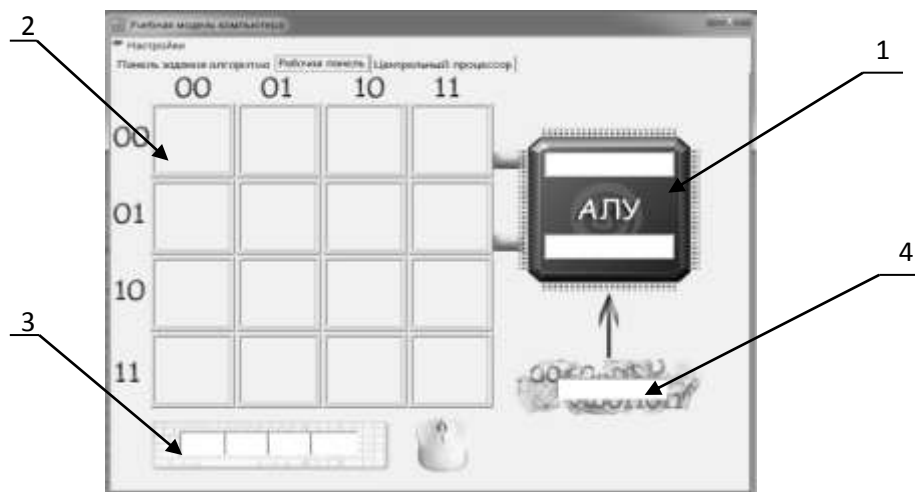


Рис. 4. Рабочая панель

На примере следует показать взаимодействие функциональных узлов, каждый процесс сопровождается визуализацией. Подсвечиваются активные ячейки памяти, блоки АЛУ, которые выполняют арифметические и логические операции.

Пример 1. «Даны значения целых чисел b,c,d,e. Составить программу вычислений по формуле» [4]:

$$a = (b+c)/d - e.$$

Для решения задачи требуется ввести значения целых чисел в память визуальной модели. Для указания ячеек памяти необходимо задать адреса: первые 2 цифры адреса – это двоичные цифры, расположенные напротив ячейки памяти в столбце, вторые 2 – это двоичные цифры, расположенные напротив ячейки памяти в строке. Например, адрес первой ячейки памяти представлен цифрами 0000. Ячейка с адресом 0000 – переменная b, 0001 – c, 0010 – d, 0011 – e. После ввода значений выполняются арифметические операции. Для выполнения операции сложения необходимо указать модификатор команды сложения двух чисел – 0010, ячейки памяти в которых записаны значения переменных b и c, и адрес ячейки с результатом операции. Команда деления – 0101, команда вычитания – 0011, ячейки памяти указываются аналогично. Для вывода полученного значения на экран предлагаемой модели необходимо выполнить копирование (команда 1000) в ячейку видеопамати с адресом 1111 и вывести на экран значение, используя команду 1101. Алгоритм решения задачи представлен в таблице 3.

Таблица 3

Алгоритм решения задачи

MOD	Y1	Y2	Y3	Значение	Пояснение
0000	0000			Целое число	Ввод значения b
0000	0001			Целое число	Ввод значения c
0000	0010			Целое число	Ввод значения d
0000	0011			Целое число	Ввод значения e
0010	0000	0001	0100	Сумма чисел	Операция сложения значений переменных b и c
0101	0100	0010	0101	Частное чисел	Операция деления (b+c)/d
0011	0101	0011	0110	Разница чисел	Операция вычитания (b+c)/d-e
1000	0110	1111		Значение результата	Копирование результата вычислений в ячейку видеопамати
1101					Вывод ячейки видеопамати

Принцип двоичного кодирования также отражен в модели: когда значение заносится в ячейку памяти, то происходит перевод десятичного числа в двоичную систему счисления в прямом коде, так как модель оперирует только целыми положительными числами. На рисунке 5 отражена данная операция.

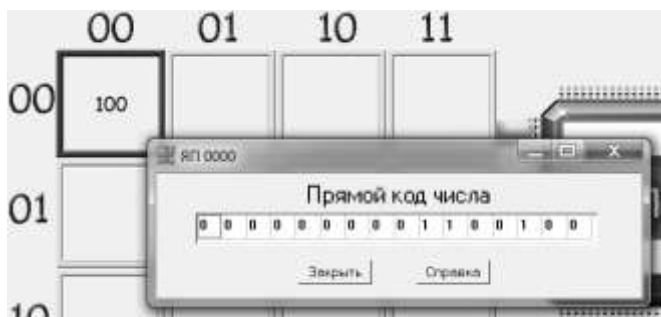


Рис. 5. Преобразование десятичного числа в прямой код
Процессор – центральное устройство компьютера

Современные процессоры состоят из множества функциональных блоков, но для начального представления об устройстве процессора нет необходимости рассматривать их все. В модели реализованы два функциональных блока АЛУ. На рисунке 6 изображена структура процессора визуальной учебной модели компьютера (1 – первый блок арифметико-логического устройства, обеспечивает выполнение арифметических и логических операций, заданных пользователем. 2 – второй блок арифметико-логического устройства, обеспечивает запись и считывание значений в память модели. 3 – индикатор выполнения операции первым блоком АЛУ. 4 – индикатор выполнения операции вторым блоком АЛУ).

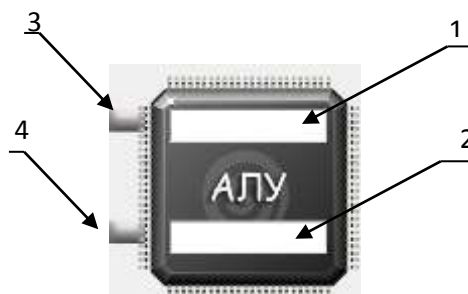


Рис. 6. Структура процессора

Когда модель компьютера выполняет арифметические и логические операции, то подсвечивается 3 - индикатор первого блока АЛУ.

Когда модель компьютера выполняет запись или считывание информации, то подсвечивается 4 - индикатор второго блока АЛУ.

Визуальная учебная модель компьютера оперирует 15 командами четырех видов.

- Безадресные (команды, не использующие ячейки ОЗУ)
- Одноадресные (команды, которые используют одну ячейку ОЗУ, например, команда ввода значений в ячейки памяти)
- Двухадресные (команды, которые используют две ячейку ОЗУ, например, команда Прибавить к АЛУ значение)
- Трехадресные (команды, которые используют три ячейки ОЗУ, например, команда Сложение двух чисел)

Для того чтобы не вводить по одной команде, в модели создана панель задания алгоритма, изображенная на рисунке 7 (1 – таблица задания алгоритма: ячейка MOD – модификатор, необходима для записи наименования команды; ячейки Y1, Y2, Y3 предназначены для ввода адресов ячеек памяти, в последнюю ячейку заносятся числа, которые необходимо записать в ячейку ОЗУ; 2 – кнопки добавления и удаления строк в таблице задания алгоритма; 3 – окно выбора временного диапазоны: через промежутки времени модель будет выполнять команды, по умолчанию данный параметр равен 1 секунде; 4 – окно со списком команд, доступных модели). Задав программе алгоритм, имеем возможность

следить за процессом выполнения алгоритма с заданным промежутком времени между командами.

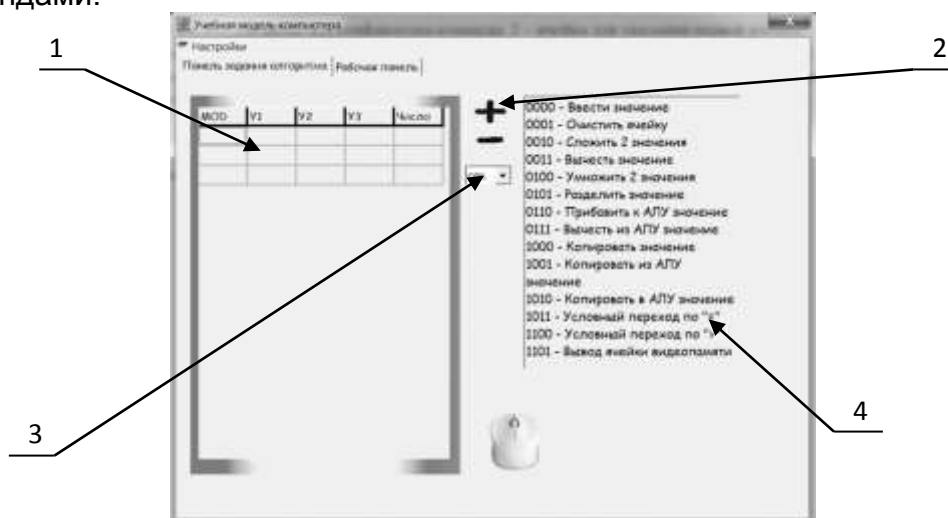


Рис. 7. Панель задания алгоритма

Для наиболее полного понимания устройства процессора и его взаимодействия с памятью компьютера в визуальной модели реализована панель Центральный процессор (ЦП).

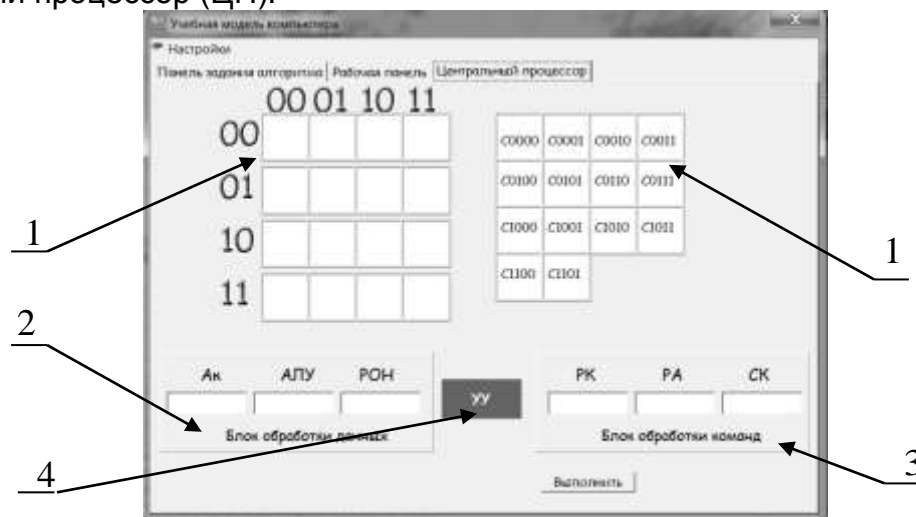


Рис. 8. Центральный процессор (1 – ОЗУ, 2 – блок обработки данных, 3 – блок обработки команд, 4 – устройство управления)

На панели расположены 30 ячеек ОЗУ, 16 из которых – это ячейки ОЗУ, предназначенные для работы с данными, 14 ячеек представляют область памяти, в которой записана система команд. Адреса ячеек для работы с данными задаются двоичным кодом, подобно кодам символов в таблицах кодировок. Ячейки с командами задаются такими же двоичными кодами, но с префиксом «С».

Блок обработки данных включает в себя регистры:

- Ак – аккумулятор;
- АЛУ – арифметико-логическое устройство;
- РОН – регистр общего назначения.

Блок обработки команд состоит из:

- РК – регистр команд;
- РА – регистр адреса;
- СК – счетчик команд.

Для начала работы с данной панелью следует заполнить регистры, которые необходимы для выполнения команды: это регистры команд, адреса и регистр общего назначения. Остальные регистры, которые недоступны для

редактирования пользователю заполняются автоматически и подсвечиваются красным цветом в случае активности при выполнении команд. При изучении принципа работы центрального процессора ПК для учащихся необходимо создать ситуации полной или частичной неопределенности. Учителю необходимо сообщить лишь расшифровки регистров, далее ученики самостоятельно работают с панелью, определяют, за что отвечает тот или иной регистр процессора, решают учебные задачи. После чего необходимо дать определения каждого регистра и их назначение, что позволит наиболее полно изучить принцип работы ЦП.

Учащиеся смогут выполнять практические задания, используя данную визуальную модель компьютера. Это могут быть как простейшие задания на выполнение арифметических операций, так и задания более сложные, например, нахождение суммы двух наибольших чисел из множества заданных. Количество операций ограничено только 16 ячейками памяти, а используемые числа могут принадлежать диапазону от 0 до 65536.

Оперативная и долговременная память

В визуальной учебной модели (Рабочая панель) реализовано оперативно-запоминающее устройство в виде 16 ячеек памяти (1 – ячейка ОЗУ, модель содержит 16 ячеек памяти, 2 – индекс строки, 3 – индекс столбца).

	00	01	10	11
00				
01				
10				
11				

Рис. 9. ОЗУ

Адреса ячеек указываются индексом строки и индексом столбца, на пересечении которых находятся.

Если ячейка памяти является активной, т.е. в нее записано какое-либо значение или модель выполняет операцию, в которой используется данная ячейка, то ячейка ОЗУ подсвечивается красным цветом. Процесс изображен на рисунке 10.

	00	01	10	11
00	100			
01				

Рис. 10. Активная ячейка ОЗУ с адресом 0000

Если ячейка памяти содержит какое-либо значение, то при нажатии на данную ячейку появляется окно, которое отражает значение ячейки в прямом коде.

Устройства ввода-вывода информации

В визуальной учебной модели компьютера реализовано окно для ввода команд (1 – ячейка для ввода идентификатора команды; 2 – ячейка для указания первой ячейки памяти, используемой при выполнении команды; 3 – ячейка для указания второй ячейки памяти, используемой при выполнении команды; 4 – ячейка для указания третьей ячейки памяти, используемой при выполнении команды). Второе окно предназначено для ввода значений. Подразумевается, что устройством ввода информации является клавиатура.

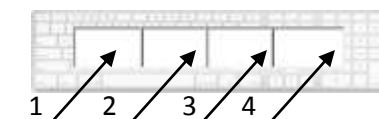


Рис. 11. Окно для ввода команд



Рис. 12. Окно ввода значений

Ячейка ОЗУ с адресом 1111 выполняет функцию видеопамати, поэтому в модели реализован дисплей для отображения значения ячейки видеопамати. Дисплей включается из главного меню модели.

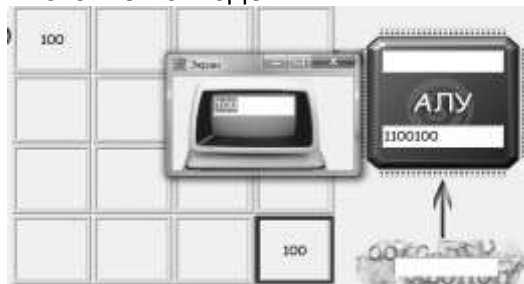


Рис. 13. Вывод информации на экран

Представленная визуальная учебная модель компьютера отражает основные принципы функционирования компьютера, модель имеет удобный пользовательский интерфейс, процессы обработки информации визуально отражаются, что позволяет наглядно показать, как функционируют и взаимодействуют между собой основные функциональные блоки ПК. Модель свободна от технических аспектов построения компьютеров, учащимся не требуются знания микроэлектроники для полного восприятия информации. Разработаны методические рекомендации по использованию визуальной учебной модели компьютера в процессе обучения.

Таким образом, изучение темы «Архитектура компьютера» на основе использования визуальной учебной модели компьютера является эффективным средством в образовательном процессе.

Ссылки на источники

1. Архитектура компьютера [Электронный ресурс], режим доступа: <http://www.physics.uni-altai.ru/>
2. Угринович, Н.Д. Преподавание курса «Информатика и ИКТ» в основной и старшей школе: Методическое пособие / Н.Д. Угринович.— 2-е изд., испр. и доп. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. — 182 с.
3. Преподавание базового курса информатики в средней школе: Методическое пособие / И.Г. Семакин, Т.Ю. Шеина. 2-е изд., испр. и доп. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. — 540 с.
4. Занимательные задачи по информатике / Л.Л. Босова, А.Ю. Босова, Ю.Г. Коломенская. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. 119 с.

Gerasimov Maxim Sergeevich,

the student of Lesosibirsk Pedagogical Institute – the branch of Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education “Siberian Federal University”, Lesosibirsk

MaksimSergeevi4SFU@gmail.com

Kirgizova Elena Victorovna,

candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of chair of Higher Mathematics and Computer Science, Lesosibirsk Pedagogical Institute – the branch of Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education “Siberian Federal University”, Lesosibirsk

Evk221161@yandex.ru

The methodology of using visual training model for the organization of the study of computer architecture

Annotation. *The article is devoted to the development of basic components and structure of learning a visual model of the computer. There is a review of methodological features of the visual model for the organization of the computer study of the topic "Computer Architecture" in the school curriculum of computer science.*

Keywords: visual model, computer architecture, instruction set, input-output devices, CPU registers, the solution of educational problems, RW memory.