

М. А. Родионов, О. А. Кочеткова,
Пензенский государственный университет

СОДЕРЖАТЕЛЬНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА «АРХИТЕКТУРА КОМПЬЮТЕРА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СЕРВИСОВ ВЕБ 2.0

Аннотация

В статье на основе анализа реального состояния подготовки школьников в предметной области «Информатика» обосновывается необходимость усиления внимания авторов учебников, учителей и методистов к разделу «Аппаратное и программное обеспечение компьютера», имеющему важное дидактическое и прикладное значение. Решение данной задачи опирается на разработку и реализацию элективного курса «Архитектура компьютера» для учащихся X–XI классов информационно-технологического или физико-математического профиля. Существенная часть курса посвящена изучению основ программирования на языках низкого уровня. Авторами статьи разработано программно-методическое обеспечение данного курса, включающее в себя целевой блок, тематическое планирование, фонд оценочных средств (диагностические задания, тесты, вопросы для собеседования, тематика учебных проектов), теоретические сведения и задачный материал для лабораторных работ.

Особенность курса — многоформатность работы со школьниками, предусматривающая выполнение учебных проектов, организацию деловых игр, учебно-исследовательскую деятельность при выполнении индивидуальных заданий. В качестве методической поддержки предлагается использовать общедоступные образовательные сервисы Веб 2.0 (Tiki-Toki.com, сервисы Google, LearningApps.org и др.). Особое внимание уделяется изучению машинно-ориентированного языка программирования низкого уровня — языка ассемблера. Школьники на основе выполнения специальных заданий, используя аналогию с алгоритмическими структурами языков высокого уровня, учатся составлять, транслировать, компоновать и тестировать программу на данном языке.

Представленные методические решения были успешно апробированы в реальной учебной практике.

Ключевые слова: обучение информатике, программирование, архитектура компьютера, элективный курс, учебный проект, образовательные сервисы Веб 2.0.

DOI: 10.32517/2221-1993-2019-18-7-23-31

1. Введение

Одна из основных содержательных линий школьного курса информатики в соответствии с действующим ФГОС — линия компьютера (аппаратное и программное обеспечение компьютеров), которая пронизывает весь

курс и имеет весьма важное значение как для формирования информационно-технологической компетентности учащихся, так и для их профессиональной ориентации, формирования профессионального мышления в целом. К данному разделу традиционно относят такие вопросы, как устройство ЭВМ, представление данных в компью-

Контактная информация

Родионов Михаил Алексеевич, доктор пед. наук, профессор, зав. кафедрой «Информатика и методика обучения информатике и математике», Педагогический институт им. В. Г. Белинского, Пензенский государственный университет; *адрес:* 440026, г. Пенза, ул. Красная, д. 40; *e-mail:* do7tor@mail.ru

Кочеткова Ольга Анатольевна, канд. пед. наук, доцент кафедры «Информатика и методика обучения информатике и математике», Педагогический институт им. В. Г. Белинского, Пензенский государственный университет; *адрес:* 440026, г. Пенза, ул. Красная, д. 40; *e-mail:* gorelovaoo@mail.ru

M. A. Rodionov, O. A. Kochetkova,
Penza State University

CONTENT AND METHODOLOGICAL FEATURES OF STUDYING THE ELECTIVE COURSE "COMPUTER ARCHITECTURE" USING WEB 2.0 EDUCATIONAL SERVICES

Abstract

The article analyzes the real state of student training in the subject area "Informatics" and substantiates the need to increase the attention of teachers and authors of textbooks to the section "Computer Hardware and Software", which has important didactic and applied importance. The solution of this task is based on the development and implementation of the elective course "Computer Architecture" for students in grades 10–11 of information and technological or physical and mathematical profiles. A significant part of the course is devoted to learning the basics of programming on low-level languages. Software and methodical support for the course includes a target unit, thematic planning, a fund of assessment tools (diagnostic tasks, tests, interview questions, topics for educational projects), theoretical information, and task material for laboratory work.

The course features are multi-format work with students, providing for the implementation of educational projects, organization of role games, students' learning and research activities in solving individual tasks. It is proposed to widely use public educational Web 2.0 services (Tiki-Toki.com, Google services, LearningApps.org and etc.) as methodological support. Particular attention is paid to the study of low-level machine-oriented programming language Assembler. Students solve special tasks using the analogy with the algorithmic structures of high-level languages, learn to compose, translate, and test a program in the specified language.

The presented methodical solutions were successfully tested in real educational practice.

Keywords: informatics education, programming, computer architecture, elective course, training project, Web 2.0 educational services.

тере, история развития ПК, периферийные устройства, машинно-ориентированные языки программирования.

С целью выявления реального состояния системы изучения в школе рассматриваемой содержательной линии нами были проанализированы различные действующие школьные учебники по информатике для V—XI классов. Этот анализ показал, что авторы учебников в основном отдают предпочтение изучению языков высокого уровня: Pascal (Л. Л. Босова, А. Ю. Босова [1], И. Г. Семакин и др. [10], Л. З. Шауцукова [13]), Visual Basic (Н. Д. Угринович [11]), C/C++ (К. Ю. Поляков, Е. А. Еремин [6]), Object Pascal (М. Е. Фиошин и др. [12]).

При этом для изучения раздела «Компьютер как универсальное устройство обработки информации» в базовом курсе информатики выделяется лишь 7 часов (3 часа из них отведены на практические работы), для изучения же темы «Архитектура компьютера» отводится только 2 часа (VIII—IX классы). Изучению раздела «Компьютер как средство автоматизации информационных процессов» в X—XI классах на базовом уровне выделяют 10 часов (из них 4 часа на практические работы). На изучение темы «Архитектура компьютера» в профильном курсе информатики отводится 3 часа. Более углубленные знания по рассматриваемой теме даются в учебнике Н. Д. Угриновича [11] в разделе «Архитектура компьютера и защита информации»: принципы построения ЭВМ (принципы фон Неймана), микропроцессор, оперативная память, внешняя память, операционные системы, защита информации от вредоносных программ. При этом ни в одном из учебников информатики язык ассемблера практически не упоминается. Анализ учебников, рекомендуемых для профильного обучения школьников X—XI классов, показал, что изучение рассматриваемой темы идет исключительно с точки зрения «начального» пользователя, разъясняются только общие понятия архитектуры без какой-либо привязки к конкретному типу микропроцессора [2, 3, 5].

Недостаточное внимание авторов школьных учебников информатики к теме «Аппаратное и программное обеспечение компьютеров» является одной из основных причин недостаточной подготовки старшеклассников к итоговой аттестации в форматах ОГЭ и ЕГЭ. В частности, наши наблюдения показывают, что у существенной части выпускников возникают трудности с решением задач, касающихся программной и аппаратной организации компьютеров, классификации программного обеспечения, операционных систем, системного администрирования. Соответственно, одна из насущных задач учителя информатики в рассматриваемом ключе заключается в том, чтобы в относительно короткие сроки дать учащимся представление об основных понятиях архитектуры компьютера, познакомить с устройством основных компонентов аппаратных средств, механизмами управления информацией.

2. Структура элективного курса «Архитектура компьютера»

Для полного усвоения содержательной линии «Аппаратное и программное обеспечение компьютеров» нами разработан элективный курс «Архитектура компьютера», предусматривающий, в частности, знакомство школьников с программированием на языках низкого

уровня. Курс предлагается для физико-математического и информационно-технологического профилей, в которых дисциплина «Информатика» представлена как профильный общеобразовательный предмет (по 4 часа в неделю с возможностью увеличения их за счет регионального компонента до 2 часов в неделю, а также за счет элективных курсов до 5 часов в неделю).

Программа элективного курса составлена в соответствии с идеологией профильного и предпрофильного обучения информатике и рассчитана на учащихся X—XI классов (34 часа).

Основная цель курса — углубление и повышение уровня подготовки учащихся по аппаратному и программному обеспечению компьютеров.

Задачи курса:

- расширить представления учащихся об аппаратном и программном обеспечении компьютера;
- сформировать практические навыки и умения при работе с аппаратным и программным обеспечением компьютера, в том числе с BIOS;
- научить учащихся выполнять требования техники безопасности и ресурсосбережения при работе с компьютером;
- развивать познавательный интерес учащихся через понимание глубинной сущности работы компьютера;
- развивать алгоритмическое мышление учащихся, их способности к целеполаганию, анализу и обобщению результатов своей деятельности;
- развивать у учащихся готовность работать самостоятельно и в коллективе.

Предусмотрено использование следующих образовательных методик и технологий:

- учебные проекты;
- деловые игры;
- обучение в сотрудничестве;
- исследовательская деятельность;
- лекции и компьютерные практикумы;
- реферативная работа и ее защита.

Широко задействованы объяснительно-иллюстративный, эвристический, проблемный методы обучения [7—9, 14].

Планируемые образовательные результаты:

личностные:

- ответственное отношение к учению;
- коммуникативная компетентность в общении с учащимися в процессе образовательной, исследовательской и проектной деятельности;
- повышение уровня самооценки благодаря реализованным проектам;
- способность к саморазвитию и самообразованию;

метапредметные:

- умение анализировать и корректировать свою деятельность, вносить изменения в программу и отлаживать ее в соответствии с необходимыми условиями;
- владение основами самоконтроля и принятия решений;
- умение критически оценивать правильность решения поставленной задачи;
- компетентность в области использования информационно-коммуникационных технологий;

предметные:

- представления о числах, числовых системах;
- представление о поколениях ЭВМ и их классификации;
- владение принципами построения архитектуры компьютера;
- представление об основных устройствах компьютера; видах и назначениях регистров; основных командах, структуре и видах программ на языке ассемблера;
- умение комплектовать системный блок в соответствии с поставленными требованиями и определять возможную неисправность в его работе;
- умение настраивать BIOS; разрабатывать, транслировать и компилировать программы на языке ассемблера; создавать исполняемые файлы (*.exe и *.com);
- умение подключать, устанавливать и настраивать периферийные устройства компьютера.

Тематическое планирование учебного материала курса представлено в таблице.

Таблица

Тематическое планирование

№ п/п	Название темы	Кол-во часов
Раздел 1. Основные устройства персонального компьютера		
1	История развития компьютерной техники (поколения ЭВМ)	2
2	Основные виды архитектуры компьютера	2
3	Устройство центрального процессора	2
4	Оперативная память	2
5	Жесткий диск	2
6	Видеокарта. Звуковая карта	2
7	Система ввода/вывода компьютера. Базовая система ввода/вывода BIOS	2
8	Периферийные устройства ЭВМ	2
Раздел 2. Введение в низкоуровневое программирование		
9	Понятие низкоуровневого программирования	2
10	Представление чисел в памяти компьютера	2
11	Общая характеристика языка ассемблера. Структура программы на языке ассемблера	2
12	Набор регистров процессора, их форматы, назначение, особенности использования	2
13	Виды адресации. Прерывания	2
14	Команды пересылки данных. Команды арифметических операций	2
15	Изучение работы процессора при выполнении линейного алгоритма	3
16	Изучение работы процессора при решении задач с условиями	3
	ИТОГО:	34

В качестве основной литературы предполагается использовать следующие источники:

1. Гуров В. В., Чуканов В. О. Архитектура и организация ЭВМ. 2-е изд. М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. 184 с.
2. Диков А. В. Компьютер изнутри: учебное пособие. М.; Берлин: Директ-Медиа, 2015. 126 с.
3. Крупник А. Б. Изучаем Ассемблер. СПб.: Питер, 2005. 249 с.
4. Михеева Е. В. Практикум по информатике: учебное пособие для среднего профессионального образования. М.: Академия, 2004. 192 с.
5. Угринович Н. Д. Информатика и ИКТ. 10–11 классы. Базовый уровень. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 212 с.

3. Содержание и методика изложения материала

3.1. Раздел 1. Основные устройства персонального компьютера

Приведем примеры некоторых тем, изучение которых мы предлагаем проводить с использованием образовательных сервисов Веб 2.0. Применение этих сервисов в процессе обучения информатике, как показывает наш опыт, позволяет существенно повысить мотивацию учащихся к обучению, улучшить качество и эффективность образовательного процесса, способствует лучшему осмыслению материала учащимися, изменяет способы обучения и усвоения учебного материала и т. д. [4]. В целом образовательные интернет-сервисы помогают добиться не только освоения учащимися предметной области информатики, но и формирования ряда метапредметных компетенций.

3.1.1. Тема 1. История развития компьютерной техники

Основные вопросы:

- Составление хронологии «История развития вычислительной техники».
- Поколения ЭВМ.
- Развитие отечественной вычислительной техники.

Методические рекомендации.

При изучении данной темы мы рекомендуем использовать **ленты времени** (time line). Это одни из самых интересных сервисов Веб 2.0 (Tiki-Toki.com, TimeToast.com и др.), которые служат для создания временно-событийных линеек. Ленты времени применяются для отображения учебного материала в четкой хронологической последовательности, а также для представления результатов исследовательской и проектной деятельности учащихся, анализа и систематизации информации.

Учащиеся разбиваются на группы с конкретными заданиями по смежным вопросам темы. Изучая интернет-ресурсы и учебники по информатике, учащиеся ищут ответы на поставленные вопросы (решают обозначенную проблему) и оформляют ответ в виде ленты времени. После выполнения задания каждая группа делает сообщение, раскрывая решение поставленной в задании проблемы.

На рисунке 1 представлена одна из разработанных учащимися лент времени «Поколения ЭВМ».

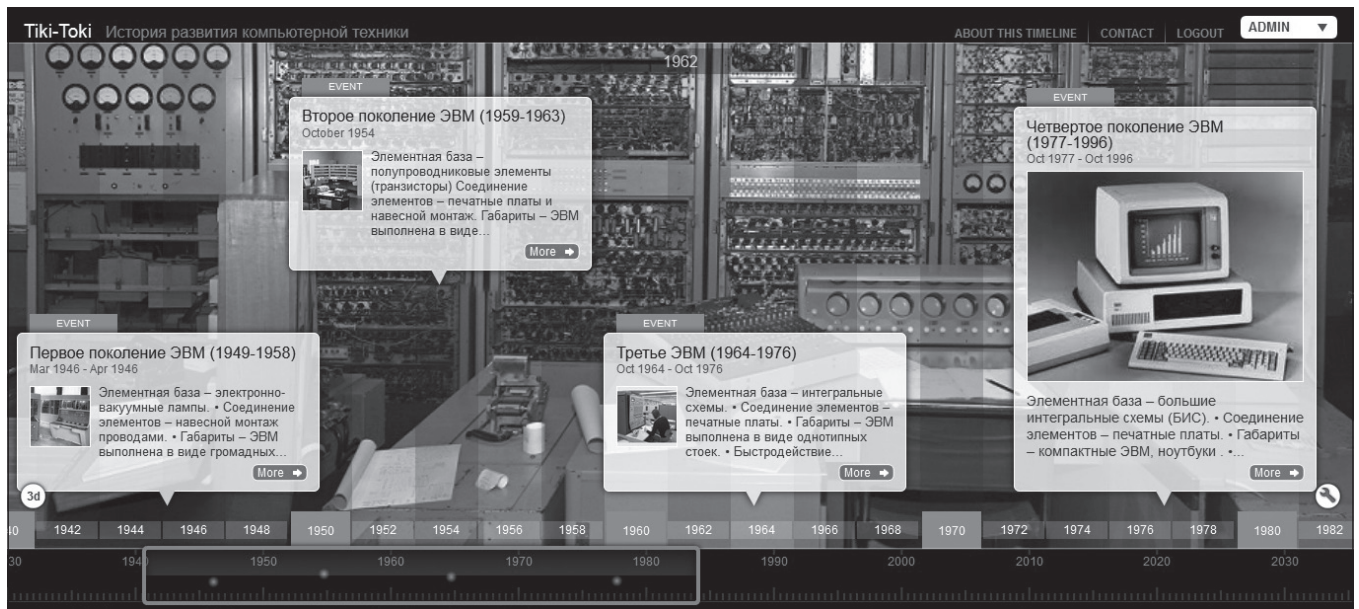


Рис. 1. Лента времени, разработанная в сервисе Tiki-Toki.com

После изучения всего раздела «Основные устройства персонального компьютера» учащимся предлагается тест на проверку знаний, полученных в теме 1. Тест разработан в сервисе Google Формы (рис. 2). Также этот сервис используется для:

- создания и проведения тестов по учебным предметам;
- записи/регистрации на мероприятие (семинар, конференцию);
- проведения опросов и анкетирования (сбор данных, опросник обратной связи, опросники удовлетворенности, исследования).

3.1.2. Тема 7. Система ввода/вывода компьютера. Базовая система ввода/вывода BIOS

Основные вопросы:

- Устройства ввода/вывода информации.
- Накопители на гибких и на жестких магнитных дисках, оптические диски, сканер.
- Порты ввода/вывода.
- Драйверы устройств.
- Интерфейс клавиатуры.
- Скан-коды.
- BIOS: общие сведения, возможности, конфигурация, настройка.

ВОПРОСЫ **ОТВЕТЫ** **Всего: 2**

Оперативная память ПК работает... 1 | | **балл.**

☐ Быстрее, чем внешняя
☐ Медленнее, чем внешняя
☐ Одинаково по скорости с внешней памятью

☒ Выберите верные варианты:

Первую вычислительную машину изобрел... 1 | | **балл.**

☐ Джон фон Нейман
☐ Джордж Буль
☐ Норберт Винер
☐ Чарльз Беббидж

Рис. 2. Тест, разработанный в сервисе Google Формы

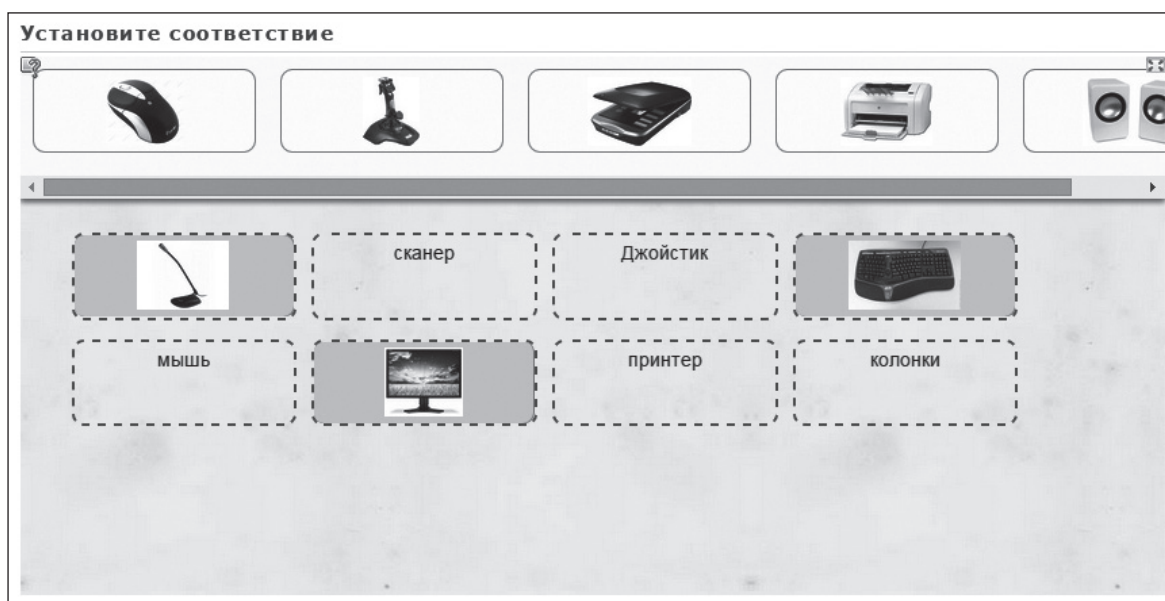


Рис. 3. Задание в сервисе LearningApps.org на установление соответствия



Рис. 4. Кроссворд на тему «Устройства ввода-вывода информации», представленный в сервисе LearningApps.org

Методические рекомендации.

Для актуализации знаний по теме учащимся предлагается выполнить задание «Подпишите части компьютера» на сайте: <https://learningapps.org/>

Сервис LearningApps.org предназначен для разработки электронных обучающих ресурсов. По своему содержанию это конструктор модулей, которые разрабатываются для различных форм организации учебного процесса (игра на развитие памяти, викторина, кроссворд, лента времени, нахождение пары, установление порядка, сетка слов и т. п.).

На этапе закрепления знаний каждый учащийся индивидуально за своим компьютером выполняет задание «Установите соответствие» (рис. 3).

В качестве одного из домашних заданий можно предложить решить кроссворд «Устройства ввода/вывода информации» (рис. 4).

3.2. Раздел 2. Введение в низкоуровневое программирование

Машинно-ориентированный язык программирования низкого уровня — язык ассемблера — является, как известно, основным «родным» языком программирования на ЭВМ, и программы, написанные на таких общеизвестных языках высокого уровня, как Pascal или Basic, сначала переводятся в язык машинных команд и затем уже реализуются, что позволяет во многих случаях решать поставленные задачи максимально быстро и корректно.

Затем необходимо разобрать каждый блок программы.

Первую программу можно написать в отладчике debug (отладчик, позволяющий отлаживать программы на уровне исходного текста).

Пример 3.

Найти сумму (разность, частное, произведение) двух чисел.

Решение.

Программа на языке ассемблера имеет вид, представленный на рисунке 5.

Ответ находится в регистре $ax = A$. Результат представлен в шестнадцатеричной системе счисления, т. е. $A_{16} = 10_{10}$.

Далее целесообразно рассмотреть этапы разработки программы на языке ассемблера.

- 1) Ввод исходного текста программы с помощью текстового редактора, сохраняющего текст в виде стандартных кодов ASCII в файл с расширением *.asm (например, с помощью Блокнота — рис. 6).

- 2) Ассемблирование с помощью TASM или любого другого компилятора (рис. 7). Результатом выполнения этого этапа является программа в машинных кодах с расширением *.obj.

- 3) Преобразование объектной программы *.obj в исполняемую *.exe — выполняется с помощью компилятора TLINK (в зависимости от используемой программы ассемблирования) (рис. 7).

После компиляции программы учащиеся выполняют проверку работоспособности созданной программы.

После рассмотрения примера учитель предлагает ученикам самостоятельно разработать и протестировать программу — например, в соответствии со своим вариантом апробировать команды языка ассемблера, указав их назначение:

```
MOV AX, 1111h
MOV BX, 2
MUL BX
INC AX
ADD BX, 5
```

Рис. 5. Листинг программы

Рис. 6. Листинг программы в Блокноте

Рис. 7. Преобразование программы, написанной на языке ассемблера, в объектную программу

3.2.3. Тема 15. Изучение работы процессора при выполнении линейного алгоритма (вычисление арифметического выражения)

К изучению языка ассемблера учащиеся подходят с уже имеющимися базовыми знаниями в области алго-

ритмизации и программирования. Поэтому реализация основных алгоритмических структур в данном языке им будет более понятна, если учитель будет использовать аналогию с одним из изученных ранее языков программирования высокого уровня, например, Pascal.

Pascal	Язык ассемблера
<pre>var x1, x2, a, b, z, y: real; begin writeln('Введите x1'); readln(x1); writeln('Введите x2'); readln(x2); writeln('Введите a'); readln(a); writeln('Введите b'); readln(b); z:=a*b; if z>1 then y:=x1+x2 else y:=x1-x2; writeln(' y=', y); end.</pre>	<pre>.STACK 100h .CODE mov ax,6 mov bx,3 mul bx cmp ax,1 jg m1 jle m2 m1: mov cx, 10 mov bx,2 add cx,bx int 21h ret m2: mov cx, 10 mov bx,2 sub cx,bx int 21h ret END</pre>

Приведем некоторые характерные формулировки заданий для лабораторных работ по рассматриваемой теме.

Задание 1.

Составить программу вычисления по формуле:

$$x = \frac{1980 - 1955}{5} \times 2 + 10 + 586.$$

Задание 2.

Вычислить $\sum_{-1}^3 (1 - x + x^3)$ с шагом 0,5.

4. Формы контроля в курсе

Текущий контроль по всем темам осуществляется по результатам выполнения учащимися индивидуальных заданий, собеседования и тестирования.

Итоговый контроль осуществляется на основе оценки разработанных учащимися учебных проектов по заданной тематике, включая качество их публичной защиты. Приведем примеры проектных и тестовых заданий.

Темы проектных заданий:

- Теоретическая модель устройства компьютера Дж. фон Неймана.
- Первый советский компьютер С. А. Лебедева.
- Революция в принтерном мире.
- Альтернативные операционные системы.
- Новые возможности BIOS.
- Программы для обслуживания и настройки компьютера.
- Устройства виртуальной реальности.
- Выбор конфигурации компьютера (бюджетная игровая конфигурация; конфигурация для видеомонтажа; учебный компьютер).

Примерные вопросы теста.

- Оперативная память...
 - а) разбита на сектора и дорожки, информация записана в виде символов
 - б) разбита на кластеры, информация записана в виде намагниченных и ненамагниченных областей
 - в) расположена на внешнем носителе
 - г) состоит из ячеек, каждая из которых имеет адрес и содержание
- Классическая архитектура компьютера называется...
 - а) архитектурой Джона фон Неймана
 - б) архитектурой Била Гейтса
 - в) архитектурой Ады Лавлейс
 - г) архитектурой Чарльза Беббиджа
- Устройство, осуществляющее арифметические, логические операции и руководящее работой ПК с помощью электрических импульсов. _____
- К устройствам ввода-вывода относятся...
 - а) процессор, материнская плата, шины
 - б) клавиатура, принтер, сканер, монитор, колонки
 - в) жесткие диски, гибкие диски, постоянная память
 - г) контроллеры, драйвера, порты, модемы
- После отключения компьютера вся информация стирается...
 - а) из кэш-памяти
 - б) из оперативной памяти
 - в) с жесткого диска
 - г) с гибкого диска
- Определите, какое высказывание является верным.
 - а) Кэш-память — внешнее устройство компьютера.
 - б) Центральный процессор — внешнее устройство компьютера.

- в) Видеокарта — внешнее устройство компьютера.
 - г) Плоттер — внешнее устройство компьютера.
7. Программы сопряжения устройств компьютера называются...
- а) трансляторами
 - б) драйверами
 - в) компиляторами
 - г) интерпретаторами
8. Микропроцессор Intel 80386 является 32-разрядным. Перечислите регистры общего назначения: _____
9. Содержимое каких регистров может быть изменено программистом?
- а) Сегментные и общие регистры
 - б) Регистры общего назначения, сегментные регистры
 - в) Регистры общего назначения, указатели
 - г) Регистры общего назначения, регистр флагов

5. Выводы

Разработанный элективный курс «Архитектура компьютера» был апробирован в практике работы МБОУ «СОШ № 68 с углубленным изучением информатики» г. Пензы. Он проводился для учащихся десятых классов физико-математического и информационно-технологического профилей. Для проверки эффективности предлагаемой методики в конце учебного года была проведена защита проектных работ, на основании оценки качества которых были сделаны выводы об уровне усвоения учащимися материала элективного курса. Также большинство учеников высказались о необходимости данного элективного курса в школе для повышения знаний в области архитектуры компьютера и обучения решению задач соответствующей тематики в рамках ЕГЭ.

В целом представленные методические решения оказались доступными для учащихся, участвовавших в эксперименте, и эффективными как в дидактическом, так и в развивающем ключе. По результатам итоговой аттестации за десятый класс усвоенные знания учащихся о фундаментальных понятиях по архитектуре компьютера, общих принципах организации и функционирования программ на машинно-ориентированных языках, методах и средствах проектирования и построения программ на языках низкого уровня программирования в существенной мере повлияли на общее качество обучения информатике, делая процесс более содержательным и профессионально-ориентированным.

Список использованных источников

1. Босова Л. Л., Босова А. Ю. Информатика: учебник для 9 класса. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. 184 с.
2. Губанова О. М., Родионов М. А. Теория и методика обучения информатике. Ч. 2. Частная методика: учебно-методическое пособие. Пенза: Изд-во ПГУ, 2014. 76 с.
3. Кочеткова О. А. Изучение темы «Архитектура компьютера» в профильном курсе информатики // Информационные технологии в образовательном процессе вуза и школы: Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции. Воронеж: Научная книга, 2019. С. 61–65.
4. Кочеткова О. А. Содержательно-методические особенности использования web-сервисов в школьном курсе информатики // Научное обозрение. Педагогические науки. 2019. № 2-1. С. 7–11.
5. Кочеткова О. А., Пудовкина Ю. Н. Методические аспекты к изучению программирования на языке ассемблера в подготовке бакалавров направления «Педагогическое образование» по профилю «Информатика» // Современное образование: научные подходы, опыт, проблемы, перспективы: Сборник статей XIV Международной научно-практической конференции / под общ. ред. М. А. Родионова. Пенза: ПГУ, 2018. С. 243–245.
6. Поляков К. Ю., Еремин Е. А. Информатика. 10 класс. Углубленный уровень. В 2 ч. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.
7. Родионов М. А., Акимов И. В., Губанова О. М. Формирование предметной составляющей профессиональной компетенции учителя информатики // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. 2017. № 2. С. 129–140.
8. Родионов М. А., Акимов И. В., Шабанов Г. И. Элементы «нечеткой математики» как компонент профессионально-педагогической подготовки будущих учителей математики и информатики // Интеграция образования. 2017. № 2. С. 286–302.
9. Родионов М. А., Губанова О. М. Особенности проектирования методической системы формирования профессиональных компетенций будущего учителя информатики и ИКТ // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2014. № 4 (36). С. 235–240.
10. Семакин И. Г., Залогова Л. А., Русаков С. В., Шестакова Л. В. Информатика: учебник для 9 класса. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. 200 с.
11. Угринович Н. Д. Информатика и ИКТ. 10 класс. Базовый уровень. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 212 с.
12. Фиошин М. Е., Рессин А. А., Юнусов С. М. Информатика и ИКТ. 10–11 классы: Профильный уровень. Ч. 2. 11 класс. М.: Дрофа, 2009. 271 с.
13. Шауцукова Л. З. Информатика. 10–11 классы. М.: Просвещение, 2004. 420 с.
14. Rodionov M. A., Dedovets Zh. Developing students' motivation for learning through practical problems in school // Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal (ASTESJ). 2018. Vol. 3. Is. 5. P. 258–266. DOI: 10.25046/aj030531