

Изучение основ вычислительной техники в школьном курсе информатики:
традиции и новые потребности

Еремин Е.А.

evg_eregin@mail.ru

Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет

Аннотация. При введении предмета информатики в школу раздел «Основы вычислительной техники» традиционно входил в содержание курса. Постепенно в результате изменений материал сильно уменьшился и сохранился главным образом в углубленном курсе. В статье утверждается, что в свете потребностей импортозамещения, внимание к теме необходимо вернуть. Даются примеры, как это можно сделать.

Ключевые слова: вычислительная техника, информатика, школьный курс, основы информатики и вычислительной техники, отечественная вычислительная техника, импортозамещение, RISC-V

Введение

Международные события последних лет убедительно указывают на критическую необходимость развития производства отечественной вычислительной техники (ВТ) и элементной базы для нее. Такое развитие невозможно без подготовки соответствующих специалистов. И здесь школьный курс информатики может оказаться полезным в качестве эффективного средства профессиональной ориентации на работу в этой области.

Чтобы обеспечить приток талантливой молодежи в указанную сферу надо как можно раньше знакомить школьников с существованием интересных направлений разработки и производства современной электроники. Ученики должны узнать, что в стране сейчас требуются не только программисты на языке Python и специалисты по ИИ, но еще проектировщики новых микропроцессоров и специалисты по их производству.

Рассмотрим, какой учебный материал по основам вычислительной техники стоит включить в состав школьного курса информатики. Причем, как оказывается, данная тематика во многом не является новой, а, напротив, традиционна для преподаваемого в школе курса информатики.

О традициях изучения основ ВТ

В 1985 году в школе появился новый предмет с названием «*Основы информатики и вычислительной техники*». Повышенное внимание к основам ВТ в то время кажется удивительным, поскольку техники этой в школах практически не было. Еще одна характерная черта начального этапа – это ориентация на отечественное производство школьных комплектов учебной вычислительной техники (КУВТ). Стоит напомнить, что компьютерные классы «Корвет» и «УКНЦ» изготавливались на наших заводах в достаточно больших количествах. Так, по приведенным в обзоре [1] данным, компьютеров «УКНЦ» было выпущено около трехсот тысяч.

В учебниках изучению основ ВТ уделялось заметное внимание. Наметилось два различных подхода: изучение базовых идей работы реальных компьютеров «УКНЦ» [2, 3] (их система команд была совместима с известным

семейством PDP-11) и специально разработанные учебные модели, такие как «Кроха» [4] или «Нейман» [5]. В обоих случаях ученикам показывали типичные команды вычислительных машин, их двоичное представление (а также идеи кодирования числовых данных) и объясняли, каким образом в программе организуется ветвление или цикл.

В ходе дальнейшего развития содержание школьного курса менялось. Временами наблюдался крен в сторону офисных технологий, был еще поворот к изучению философских аспектов обработки информации. Активно вытеснялось, но позднее было возвращено программирование. Существенное влияние оказало введение ЕГЭ: приоритет получили те темы, по которым можно было придумать задачи. Подробности этих процессов описаны в детальном обзоре [6]. Для нашего обсуждения важно, что сейчас раздел по основам ВТ сохранился только в углубленных курсах.

Выбор «Intel inside» и невнимание к вопросам производства отечественного аппаратного обеспечения привели к тому, что мы сегодня имеем. Ситуацию надо исправлять, и (ради профориентационных целей) возвращать в школьный курс хотя бы самые важные и интересные вопросы.

Потребность в материалах по основам ВТ сейчас

Начнем с того, что в существующем курсе информатики много тем, где можно рассказывать ученикам об аппаратных основах вычислительной техники попутно. Приведем несколько примеров.

При изучении битовых логических операций важно подчеркнуть, что они в значительной степени используются для сброса одних битов и выделения тем самым оставшихся (AND), а также для установки одного или нескольких битов (OR). Такие действия имеют самое широкое применение в обработке данных, например, при изменении регистра символов (заглавные или строчные буквы) или при выделении RGB цветовых компонентов. Не менее важным применением служит расшифровка данных о состоянии внешних устройств, а также управление ими.

В качестве занимательного примера применения логических операций можно привести задачу о количестве дней в месяце с заданным номером N . Если пренебречь особенностями, связанными с февралем ($N=2$), то задача легко и изящно может быть решена так. Запишем N в виде 4-битного двоичного числа, где младший (самый правый) бит будем традиционно обозначать b_0 , а старший – b_3 . Тогда количество дней в рассматриваемом месяце $D = 30 \text{ OR } (b_3 \text{ XOR } b_0)$. Заметьте, что решением оказывается формула, так что итоговая программа будет линейной без единого условного оператора!

Имеются и другие важные для практики вопросы. Это аппаратная основа байта (как ячейки ОЗУ), разрядность процессора и вытекающие отсюда форматы хранения переменных, а также явление переполнения.

Но в свете новых вызовов, связанных с необходимостью разработки новых микросхем, некоторые вопросы к содержанию школьного курса стоит добавить. В первую очередь, очень полезно показать ученикам идеи языков описания аппаратуры (HDL). Не стоит бояться – это совсем не так сложно. Вот

как, например, выглядит описание полного однобитного сумматора на одном из таких языков под названием **SystemVerilog** [7].

```
module fulladder(input logic a, b, cin, output logic s, cout);
    logic p, g;
    assign p = a ^ b;
    assign g = a & b;
    assign s = p ^ cin;
    assign cout = g |(p & cin);
endmodule
```

Здесь описан процесс получения бита суммы $s = a + b$ с учетом входного переноса c_{in} , а также правила установки выходного переноса c_{out} . Приведенное описание практически не отличается от примитивной процедуры на языке программирования высокого уровня. По такому тексту специализированная компьютерная программа может немедленно нарисовать схему устройства.

Хорошо бы далее в ознакомительных целях добавить, что существуют специальные программируемые микросхемы (ППВМ – программируемая пользователем вентильная матрица, англ. FPGA – Field-Programmable Gate Array). Такая схема состоит из трех компонентов: конфигурируемых логических блоков, блоков ввода-вывода и программируемых соединений. Причем логические функции блоков и их соединения могут изменяться с помощью специальных сигналов, посылаемых схеме. Результат программирования сохраняется в энергонезависимой памяти. Таким способом можно по описанию на HDL получить собственную микросхему. К сожалению, поставка в школы описанного «железа» выглядит нереально. (Но приобретаются же как-то комплекты по робототехнике?)

Еще очень полезно рассказать школьникам о существовании нового свободно распространяемого стандарта на архитектуру процессоров RISC-V [7]. Как показывает анализ [8], сейчас это, по-видимому, единственно возможная основа для отечественного процессора. Именно поэтому полезно хотя бы кратко о нем упомянуть на уроках информатики в надежде, что наши наиболее способные ученики смогут в недалеком будущем догнать и перегнать китайских инженеров.

В качестве иллюстрации приведем программу для рассмотренной выше задачи о количестве дней в месяце. Для процессора RISC-V она оказывается совсем короткой.

```
# в x6 задан номер месяца
# в x7 вычисляется количество дней
srl x7, x6, 3 #сдвиг вправо b3 (в b0)
xor x7, x7, x6 #y = b3 xor b0
andi x7, x7, 1 #выделить младший бит
ori x7, x7, 30 #y = y or 30
```

Здесь надо пояснить всего несколько деталей. В программе $x6$ и $x7$ – это обозначение регистров микропроцессора. Если в конце мнемоники команды содержится буква i (например, *ori*), то третий регистр заменяется константой; например, в последней команде это число 30. Все операции имеют одинаковый алгоритм выполнения: указанное действие производится над значениями

второго и третьего операндов. Первая команда программы, в частности, задает сдвиг числа в x_8 на 3 бита вправо (чтобы бит b_3 стал младшим). Все остальные – общепринятые логические операции. Результат всегда сохраняется в регистр, указанный первым (у нас везде в x_7).

Заключение

Ситуация такова, что стране **жизненно необходимо** выпускать собственные микропроцессоры. Для этого требуются специалисты. И здесь курс школьной информатики может очень помочь в проведении профориентации школьников в эту область.

Технологии – это, конечно, замечательно, но кто-то же должен их обеспечить аппаратной основой! Важно сказать ученикам, что это не менее важно, чем собственно технологии. А еще стоит показать, что разработка новых микросхем не менее интересна, чем написание новых программ. Тем более что процессы похожи (вспомним HDL).

Наконец, нельзя отрицать пользу от понимания принципов работы компьютера для его грамотного применения, и уж тем более для программирования.

Для решения указанных задач автор предлагает больше акцентировать внимание на аппаратных аспектах реализации технологий и добавить в курс информатики привлекательный материал о разработке hardware.

Список литературы

- [1]. Вострокнутов, И. Е. и др. 35 лет школьной информатике. Как создавался фундамент современной информатики и информатизации образования / И. Е. Вострокнутов, С. Г. Григорьев, Л. И. Сурач // Чебышевский сборник. – 2021. – Т. 22. – Вып. 1. – С. 502–519.
- [2]. Основы информатики и вычислительной техники: проб. учеб. пособие для сред. учеб. заведения. В 2-х ч. Ч. 2 / А. П. Ершов, В. М. Монахов, А. А. Кузнецов и др.; под ред. А. П. Ершова, В. М. Монахова. – М.: Просвещение, 1986. – 143 с.
- [3]. Кушниренко, А. Г. и др. Основы информатики и вычислительной техники: проб. учеб. для сред. учеб. заведений. / А. Г. Кушниренко, Г. В. Лебедев, Р. А. Сворень. – М.: Просвещение, 1990. – 224 с.
- [4]. Гейн, А. Г. и др. Основы информатики и вычислительной техники: учеб. пособ. для средних учебных заведений / А. Г. Гейн, В. Г. Житомирский, Е. В. Линецкий и др. – Свердловск: изд-во УрГУ, 1989. – 272 с.
- [5]. Информатика. Учебник по базовому курсу. – М.: ООО «Издательство Лаборатория Базовых Знаний», 1998. – 464 с.
- [6]. Гейн, А. Г. Эволюция школьных учебников информатики в России: ретроспектива и перспектива // Труды Пятой международной конференции SoRuCom-2020. – М.: МИЭТ НИУ «ВШЭ», 2020. – С. 78-82. Дополненный вариант доступен по URL [HTTPS://WWW.SORUCOR.COM/ARTICLES/MATERIALY-MEZHDUNARODNOY-KONFERENTSII-SORUCOR-2020/4424/](https://www.sorucor.com/articles/materialy-mezhdunarodnoy-konferentsii-sorucor-2020/4424/)
- [7]. Харрис, Д. М., Харрис, С. Л. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера: RISC-V. – М.: ДМК Пресс, 2021. – 810 с.
- [8]. Фролов, В. А. и др. Исследование технологии RISC-V. / В. А. Фролов, В. А. Галактионов, В. В. Санжаров // Труды ИСП РАН. – 2020. – Т. 32. – Вып. 2. – С. 81-98.