

# Нестандартное использование контроллера Intel 80C32

Алексей Гребенников (г. Актау, Казахстан)

В статье описан макет управляющего интерфейса для подключения геофизических приборов, реализованного на микросхеме восьмиразрядного контроллера Intel 80c32 в нестандартном включении.

## ВВЕДЕНИЕ

Микросхема Intel 80c32 является восьмиразрядным контроллером с отдельным адресным пространством для программного кода и данных. Но с помощью одного логического элемента эти пространства можно объединить, что, в сочетании со статической энергонезависимой памятью (VBRAM), предоставляет полезную возможность многократной загрузки с компьютера исполняемого кода без перепрограммирования ПЗУ. В данном случае на базе контроллера 80c32 реализовано управление геофизическими приборами с помощью компьютера (см. рис. 1).

## КОНСТРУКЦИЯ ПРИБОРА

Прибор состоит из двух частей – платы контроллера и интерфейса. За основу платы контроллера взята модифицированная плата «трекбола» фирмы ВКС, которая содержит контроллер 80c32, «защёлку» 74HC573 и ПЗУ объёмом 32 Кб с ультрафиолетовым стиранием. Для обеспечения связи с компьютером через последовательный порт RS-232 была добавлена микросхема 74HC04 – два буфера, изображённые на блок-схеме прибора (см. рис. 2). Имеющаяся на плате ИС ПЗУ была заменена на микросхему статической энергонезависимой батарейной памяти (VBRAM) типа M48T08, из которой

можно запускать загруженные программы.

Однако контроллер 80c32 использует отдельные строб-импульсы чтения памяти кода PSEN~ и данных RD~, поэтому записывать данные в память кода во время выполнения программы нельзя. Но это ограничение можно обойти. Для этого следует соединить выводы PSEN~ и RD~ контроллера элементом И (см. рис. 2), тогда процессор начинает считывать код и данные из одной и той же памяти.

Микросхема VBRAM сначала «прошивается» кодом начального загрузчика при помощи программатора. Затем начальный загрузчик загружает другую программу через COM-порт компьютера, и в ту же самую память можно записывать данные. Таким образом, для тестирования рабочих программ не требуется программатор.

Для программирования микросхемы VBRAM использовался одноплатный промышленный компьютер Motorola MVME162-022 [2], в котором предусмотрено гнездо для установки такой памяти. Программная оболочка rBUG162 [3] обеспечивает доступ к микросхеме VBRAM (адреса FFFC0000b – FFFC1FFFb в адресном пространстве процессора Motorola M68040). Код загрузчика 80c32 в формате srec через последовательный порт компьютера загружается по адресам VBRAM.

## НАЧАЛЬНЫЙ ЗАГРУЗЧИК

Начальный загрузчик (код которого приведён в файлах *boot\_t2\_400.asm* и *symbols\_t2.b*) располагается по адресам 0 – 3FFb и загружает исполняемую программу по адресам 400b – 1FFFb через последовательный порт компьютера, запускает загруженную программу и выполняет одну тестовую команду. После включения питания загрузчик инициализирует все регистры контроллера 80c32 и переходит в режим ожидания одной из вышеупомянутых команд.

Все программы разрабатывались под операционной системой Linux. Для

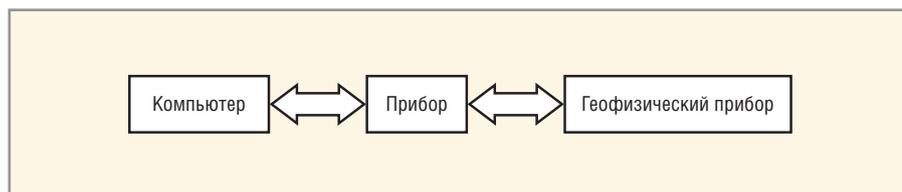


Рис. 1. Схема подключения прибора

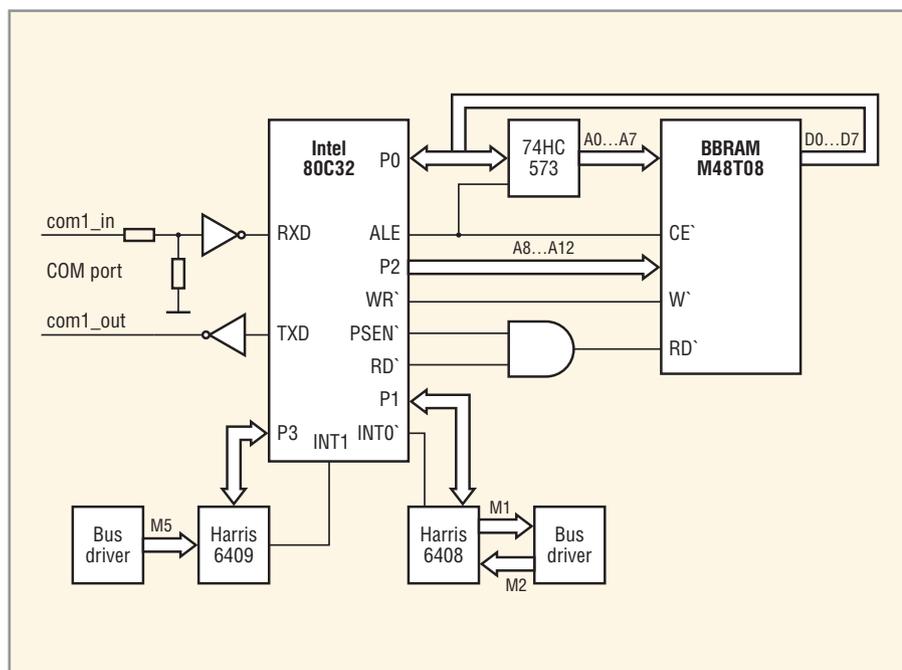


Рис. 2. Блок-схема прибора

контроллера 80с32 использовался макроасемблер *asem-51*, доступный (бесплатно) в сети Интернет. Этот ассемблер генерирует выходные файлы в формате *Intel hex* или *bin*, тогда как для платы MVME162-022 необходим файл в формате *Motorola srec*. Для преобразования формата *hex* в формат *srec* использовалась утилита *objcopy* из набора программ *m68k-bp* для процессоров Motorola серии m68k. Команда преобразования выглядит следующим образом:

```
> ./objcopy --adjust-vma
0xffffc0000 -O srec
boot_t2_400.hex boot_t2_400.srec
```

т.е. начальным адресом преобразования является базовый адрес памяти VBRAM в адресном пространстве процессора M68040.

Далее подключаемся к оболочке *pBUG162* платы MVME162-022 через порт COM1 и набираем команду:

```
pBUG162> lo 0
```

После выполнения этой команды оболочка *pBUG162* ждёт последующей загрузки файла в формате *srec* через тот же самый порт. Загружаем файл:

```
> sed 1d boot_t2_400.srec
>/dev/ttyUSB0
```

В данном случае */dev/ttyUSB0* является файлом устройства последовательного порта на компьютере.

Теперь загрузчик готов. Переставляем микросхему памяти VBRAM из гнезда в плате MVME162-022 в плату контроллера 80с32 и приступаем к написанию основной программы, для загрузки и исполнения которой нам уже не потребуются никакого специального оборудования.

## ИНТЕРФЕЙС

Схема интерфейса для подключения геофизических приборов преобразует сигнал NRZ с уровнями напряжений 0...5 В в сигнал манчестерского кода с уровнями  $\pm 10$  В для передачи команд геофизическому прибору и выполняет обратное преобразование для декодирования данных, полученных от геофизического прибора. Рассматриваемый в этой статье прибор работает с сигналами манчестерского кода трёх типов.

Сигнал M1 имеет частоту 20,83 кГц; каждое слово состоит из 16 бит данных, бита чётности и синхросигнала. Этот тип кода передаётся только по направлению к геофизическому прибору (см. рис. 2). Сигнал M2 аналогичен M1, но имеет частоту 41,66 кГц и передаётся от геофизического прибора. Сигнал M5 имеет частоту 93,75 кГц и только один синхросигнал в начале блока данных, а каждое слово в блоке состоит из 16 бит.

Для кодирования и декодирования сигналов M1 и M2 используется специализированная микросхема Harris 6408. Соответственно для декодирования сигнала M5 служит микросхема Harris 6409.

## ОСНОВНАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ КОНТРОЛЛЕРА 80С32

Функции основной программы – управление сбором данных геофизическим прибором и поддержка связи с компьютером. Эта программа, так же как и загрузчик, написана на ассемблере для 80с32; исходный код содержится в файлах *ds02.asm*, *inc2.asm*, *beader02.b*. Программа работает в двух основных режимах – режиме ядра (*kernel mode*) и режиме сбора данных (*acquisition mode*). В режиме ядра программа выполняет некоторые тестовые функции, а также посылает единичные команды геофизическому прибору. В режиме сбора данных программа периодически опрашивает геофизический прибор и отправляет декодированные данные на компьютер.

Подпрограммы для обработки сигналов M1 и M2 достаточно просты; по прерыванию *INT0* контроллер читает или записывает данные на определённые выходы микросхемы 6408. Однако передавать сигнал M5 оказалось сложнее: прерывания возникают настолько часто, что контроллер 80с32 не успевает их обрабатывать. В данном случае необходимо учитывать время выполнения каждой инструкции в машинных циклах и по возможности найти эквивалентные инструкции с наименьшим временем выполнения.

В связи с этим пришлось установить обработчик прерывания непосредственно в адресном пространстве векторов прерывания. Для сигнала M5 используется прерывание *INT1* (см. рис. 2), вектор которого располагается по адресу *013b*. Далее, по адресам *01bb*,

*023b*, *02bb* располагаются векторы прерывания для таймера 1, коммуникационного порта и таймера 2. Поскольку эти три вектора не используются в процедуре декодирования данных M5, можно установить процедуру обработки прерывания для M5 непосредственно по адресу вектора прерывания. Это позволяет «сэкономить» инструкцию *jmp m5\_int\_handler*, требующую для выполнения два машинных цикла, что существенно при жёстких временных ограничениях. При частоте кварцевого резонатора 16 МГц прерывания возникают каждые 14 машинных циклов контроллера, а максимальное время выполнения обработчика прерывания составляет 13 циклов, т.е. контроллер успевает обработать прерывание.

Программа для компьютера, управляющая процессом в целом, была написана на языке *Tcl/Tk*. Несмотря на простоту, этот язык позволил реализовать все необходимые функции управления геофизическим прибором и отображения полученных данных в текстовом и графическом виде.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанный в данной статье прибор успешно используется в повседневной работе. Помимо конкретного применения, он является удобным инструментом для изучения системы команд контроллеров 80с51, т.к. тестируемый код может быть напрямую загружен через последовательный порт компьютера без использования программатора (за счёт использования памяти VBRAM и совмещения сегментов кода и данных).

Накопленный в ходе конструирования данного прибора опыт позволил разработать и изготовить плату обработки данных на основе нейропроцессора NM6403 [4]. Это – более функциональный прибор, кодирующий и декодирующий данные программно, без использования специализированных микросхем.

## ЛИТЕРАТУРА

1. MCS 51 Microcontroller family user's manual.
2. MVME 162 Embedded Controller User's Manual.
3. Debugging Package for Motorola 68K CISC CPUs User's Manual.
4. Гребенников А. Цифровая обработка сигнала с помощью процессора NM6403. Современная электроника. 2009. № 6. 