

# ОПЫТ ПРОГРАММИРОВАНИЯ PIC-КОНТРОЛЛЕРОВ

Д. ГАНЖЕНКО, И. КОРШУН, г. Зеленоград

**О PIC-контроллерах — новом поколении однокристалльных микро-ЭВМ фирмы Microchip Technology, Inc. — и их применении журнал писал не раз [1—5]. В публикуемой статье специалистов фирмы “Телесистемы” рассказывается о проблемах, возникающих в процессе промышленного выпуска изделий на базе PIC-контроллеров, о требованиях к программаторам, используемым в серийном производстве этих изделий, а также о разработанном авторами программаторе “PICPROG”.**

Как показывает четырехлетний опыт работы авторов с PIC-контроллерами, инновационная политика фирмы Microchip Technology, Inc. (далее для краткости — Microchip), приводящая к появлению все новых и более совершенных модификаций контроллеров, имеет и обратную сторону. Недостаток времени для продумывания новых решений приводит к тому, что использование широкого ассортимента ее изделий таит в себе массу подводных камней. При этом подход к программированию единичных микросхем на этапе разработки и отладки новых устройств существенно отличается от такового в процессе массового программирования при серийном производстве.

В начале работы с PIC-контроллерами авторы пробовали пользоваться различными программаторами, в том числе и производимыми фирмой Microchip. Однако, как выяснилось, большинство из них пригодно в той или иной степени лишь для разработки и отладки, но не для промышленного производства. Программаторы же, предлагаемые для этой цели, например, “PROMATE” фирмы Microchip, имеют цену (около 1000 долл.), несоизмеримую с их возможностями. Именно отсутствие на мировом рынке промышленного устройства, доступного по цене и способного программировать весь спектр изделий фирмы Microchip, подвигло авторов на разработку и производство собственной модели программатора — “PICPROG”. В него вложен весь накопленный опыт по использованию микросхем фирмы Microchip. А он у авторов немалый: ко времени подготовки статьи разработано 32 законченных устройства на PIC-контроллерах, 20 из которых выпускаются серийно.

## ПРОБЛЕМЫ ПРИ ПРОГРАММИРОВАНИИ И “PICPROG”

Теперь — подробнее о том, какие проблемы возникают при программировании микросхем фирмы Microchip и как их решает программатор “PICPROG”.

**Проблема первая.** Проверка на чистоту и верификация запро-

граммированных микросхем при фиксированном напряжении 5 В, как это делают подавляющее большинство приборов подобного назначения, не гарантируют их работоспособности при других напряжениях питания (для изделий фирмы Microchip — от 2 до 6 В). Представьте: вы запрограммировали микросхему, установили бит защиты, поставили в устройство с напряжением питания, например, 3 В, а оно не функционирует. Вы тратите время на поиск неисправности, обнаруживаете, что не работает микросхема и выбрасываете ее (а это 3...10 долл.). Еще хуже, если она работает, но со сбоями. По нашему опыту, такое случается с 1...3 % PIC-контроллеров при напряжении питания 2,5...3 В.

Еще более остро эта проблема встает при работе с отладочными (стираемыми) ультрафиолетовым облучением) микросхемами, которые имеют следующую особенность: чем дольше их стирают, тем при меньшем напряжении питания они правильно работают. Значит, либо в процессе отладки устройства необходимо каждый раз облуживать кристалл (с запасом) по 30...60 мин и тем не менее не быть уверенным в его полной работоспособности, либо сразу при программировании проверять его при нужных значениях напряжения питания, экономя время и ресурс достаточно дорогих отладочных микросхем. Программатор “PICPROG” позволяет проверять работу микросхем в заданном интервале напряжений питания и при необходимости повторять циклы программирования. В результате вы получите надежно работающий кристалл без каких-либо потерь.

**Проблема вторая.** В серийном производстве может возникнуть необходимость изменения параметров программирования. Например, как показывает опыт авторов, отладочные микросхемы надежно программируются алгоритмами, существенно облегченными по сравнению со стандартными. Это позволяет значительно увеличить число циклов их перепрограммирования (с 100...200 до 1000...2000), а также уменьшить время стирания. Для реализации подобных процессов в программаторе долж-

на быть предусмотрена возможность изменения параметров программирования.

**Проблема третья.** Работа фирмы Microchip над повышением степени защищенности программного кода в PIC-контроллерах привела к тому, что в последних версиях отладочных микросхем стереть биты защиты, однажды записанные любым из известных авторам программаторов, становится невозможно. Получается: и не записывать нельзя — как без бита защиты отдавать устройство на тестирование, и записывать рискованно — в случае возможных изменений микросхеме придется выбросить. Эту проблему удалось решить, разработав специальную методику записи битов защиты, позволяющую стирать их во всех имеющихся на сегодняшний день модификациях отладочных кристаллов. Кстати, авторам не известны другие программаторы, способные это делать.

**Проблема четвертая.** При выпуске некоторых приборов может потребоваться так называемое внутрисхемное программирование, т. е. реализация протокола, при котором микросхема программируется, будучи установленной в готовое устройство, через дополнительный кабель с минимальным числом проводов (для большинства PIC-контроллеров достаточно пяти). Эта возможность необходима при использовании микросхем в корпусах, отличных от DIP, поскольку переходные колодки для них, во-первых, дефицитны, а во-вторых, очень дороги (100...200 долл. за штуку).

**Проблема пятая.** Возможность работы в автономном режиме. Кроме очевидного удобства (при записи большого числа одинаковых микросхем, во-первых, не требуется занимать компьютер, во-вторых, программирование осуществляется нажатием всего одной кнопки с индикацией результата типа “годен—негоден”), такой режим повышает шанс сохранить тайну вашей программы (при обычном программировании приходится доверять работнику незащищенный код). В автономном режиме код может быть загружен в энергонезависимую память программатора и без опасений доверен любому. В “PICPROG” загруженный код считать невозможно. Кроме того, предусмотрены подсчет запрограммированных микросхем, а также возможность ограничения их числа.

Программатор должен удовлетворять некоторым конструктивным требованиям. Одно из них — добротный корпус. Не стоит доверять бескорпусным конструкциям: после нескольких сотен циклов программирования надежность их работы резко снижается. Розетка для микросхем должна быть с “нулевым” усилием установки, а ее контакты — с высококачественным покрытием. Никогда не экономьте на качестве этого ответственного узла. Наконец, программатор должен иметь свой (штатный) блок питания. По-