

# Программаторы для микроконтроллеров Microchip

Печатается с разрешения CHIP NEWS УКРАИНА (<http://www.chipnews.com.ua>)

Евгений Рахно (Киев, Украина)

**Как только вы сталкиваетесь с микроконтроллерами, так сразу же всплывает вопрос об их программировании. В этой статье мы попробуем немного разобраться в данном вопросе и затронем такие темы, как обычный и внутрисхемный программатор, программатор и отладчик, средство разработки и средство производства.**

## ПРОГРАММАТОРЫ

Программатор – это устройство, предназначенное для записи программы во Flash/EEPROM-память микроконтроллера.

Если подходить к микроконтроллеру с «механико-электрической» точки зрения, то ему присущи два состояния: микроконтроллер либо находится в специальной антистатической упаковке, либо запаян (или установлен в разъём) на печатную плату.

Исходя из того, в каком состоянии находится программируемый микроконтроллер, программаторы делятся на два класса – «обычные» и внутрисхемные.

Программирование микроконтроллеров в DIP-корпусе при помощи обычных программаторов предельно просто: микроконтроллер надёжно фиксируется в панельке с нулевым усилием, после чего на программаторе (или в компьютере) нажимается кнопка Program, и процесс пошёл...

В случае с SMD-корпусами (SOIC, TQFP, MLF и т. д.) применяются дополнительные панельки-переходники (рис. 1).

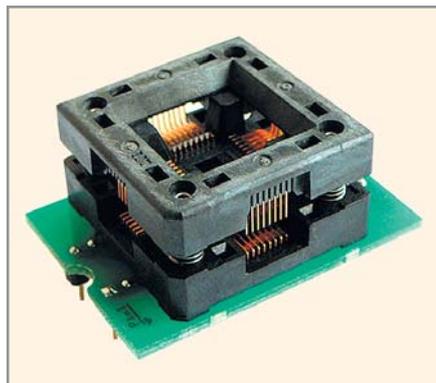


Рис. 1. Переходник для микроконтроллера в TQFP-корпусе

К данному классу программаторов относятся ProMATE 3, PICSTART Plus и Тритон.

Несмотря на почтенный возраст, данный способ всё ещё очень популярен, и тому есть несколько причин:

- контрактное производство – вы заказываете изготовление печатных плат и монтаж на стороне и не хотите отдавать свою интеллектуальную собственность (программное обеспечение, находящееся внутри микроконтроллера) в руки посторонних людей;
- ваши устройства работают в самых разных областях страны и вам время от времени необходимо менять прошивку. В этом случае пользователь вынимает микроконтроллер (в DIP-корпусе) из панельки, пересылает его вам, и вы обновляете прошивку. Вся процедура занимает не больше недели;
- ваше устройство настолько миниатюрно, что на печатной плате нет места под разъём для внутрисхемного программирования.

Все современные микроконтроллеры компании Microchip поддерживают внутрисхемное программирование, т.е. программирование микроконтроллера, установленного (запаянного) в печатную плату. Данный вид программирования носит название ICSP (in circuit serial programming – внутрисхемное последовательное программирование).

Для того чтобы запрограммировать PIC внутрисхемно, на него необходимо подать напряжение питания ( $V_{dd}$ ), напряжение программирования ( $V_{pp}$ ), а также данные (Data) и тактовые импульсы (Clock).

Внутрисхемное программирование несколько сложнее обычного – необходимо позаботиться о том, чтобы печатная плата соответствовала требованиям ICSP, а именно:

- исключить большие ёмкости в цепях питания;
- исключить нагрузки в цепях Data/Clock;
- исключить подтягивающие резисторы либо делители напряжения;
- исключить любые диоды (установленные как последовательно, так и параллельно).

Наиболее простым способом выполнения требований ICSP является использование джамперов на ножках Vpp, Data, Clock, изолирующих эти выводы от цепей устройства.

Несмотря на более сложный подготовительный процесс, внутрисхемное ICSP-программирование очень популярно и имеет следующие основные особенности:

- программирование микроконтроллера осуществляется после завершения процесса пайки, и вы всегда можете поменять его прошивку (если используется обычный программатор, то для повторного программирования микроконтроллер пришлось бы выпаивать);
- вы можете использовать несколько различных прошивок на различных этапах производства. Например, после завершения этапа пайки можно залить прошивку для проверки работоспособности реле и светодиодов, затем залить прошивку для калибровки датчиков и на конечном этапе залить «рабочую прошивку». Также можно автоматизировать процесс тестирования, что часто применяется на больших предприятиях для снижения времени производства;
- нет необходимости покупать дорогие переходники для программирования микроконтроллеров в корпусах, отличных от DIP. При этом разработчик может использовать разъём для внутрисхемного про-

граммирования любой формы и любых геометрических размеров (рис. 2 и 3);

- внутрисхемный программатор легко переделать в обычный, используя соответствующий разъём и панельку нулевого усиления.

Практически весь инструмент, производимый человечеством, можно разделить на два класса – оборудование, предназначенное для массового производства, и оборудование, предназначенное для любительского (либо мелкосерийного) применения.

Дешёвые кусачки будут кусать хорошо, но недолго, дешёвый паяльник не заменит паяльной станции, а «лазерно-утюжная технология» непригодна для массового производства. Но и дешёвые кусачки, и дешёвый паяльник, и печатная плата домашнего производства помогут вам разработать ваш прибор.

Точно так же и программаторы делятся на средства разработки и средства производства.

### СРЕДСТВА ПРОИЗВОДСТВА

К сожалению, к средствам производства компания Microchip относит лишь программаторы серии Pro Mate – Pro Mate, Pro Mate II, PM3. Эти программаторы имеют довольно сложную схемотехнику, обеспечивающую стабильность параметров программирования при непрерывной работе в течение рабочей смены на протяжении семи дней в неделю. А «к сожалению» потому, что цена программатора PM3 достаточно высока и далеко не каждое предприятие может позволить себе такой программатор.

К плюсам данного программатора можно отнести возможность как обычного, так и внутрисхемного программирования, возможность работы в составе автоматизированной системы программирования/тестирования оборудования, стабильность параметров программирования, наличие автономного режима, работу с SD-карточками, а к минусам – высокую цену.

Если у вас мелкосерийное производство или сервисный центр, то наиболее выгодным вложением денег будет покупка программатора Тритон (рис. 4). Этот программатор не только поддерживает всю линейку микроконтроллеров Microchip, но и обес-



Рис. 2. Миниатюрный разъём для ICSP программирования

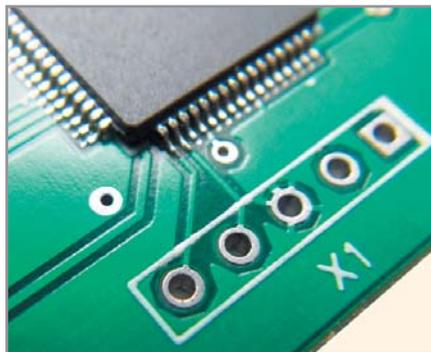


Рис. 3. Стандартный 2,54-мм разъём для ICSP-программирования

печивает программирование более 11 000 наименований микросхем других производителей.

Плюсы данного программатора – высокая скорость программирования, «всеядность», работа в автономном режиме, наличие переходных панелек и адаптеров. Минусы – нестыковка с MPLAB IDE и то, что он требует установки собственного бесплатного программного обеспечения.

### СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ

Такие устройства, как PICkit2, PICkit3, MPLAB ICD2, MPLAB ICD3, Real ICE, компания Microchip относит к средствам разработки и не рекомендует для серийного производства электроники, однако экономическая ситуация в нашей стране вынуждает наших соотечественников использовать это оборудование в качестве средства производства (при мелкосерийном производстве такой подход действительно оправдан).

Раз уж вы решились использовать, к примеру, PICkit3 (рис. 5) в качестве «рабочего» программатора, то общие рекомендации будут следующие:

- прочтите READ ME файл к вашему программатору! Частые звонки и жалобы показывают, что подавляющее большинство разработчиков счита-



Рис. 4. Программатор Тритон v5 7T



Рис. 5. Недорогой «народный» внутрисхемный программатор-отладчик PICKit3

ют чтение технической документации занятием ниже своего достоинства;

- внимательно прочитайте рекомендации ICSP. Если какой-то момент непонятен или вы не согласны с его трактовкой, то либо не делайте так вовсе, либо обратитесь за помощью к техническим специалистам;
- не используйте каких-либо «удлинителей». Если вам где-то что-то неудобно, то переразведите плату так, чтобы стало удобно, вместо того чтобы использовать «удлинитель» из шлейфа. Использование подобных шлейфов и удлинителей недопустимо;
- не используйте режим быстрого программирования. Он предназначен для ускорения процесса отладки, но никак не для ускорения режима программирования!

Режим работы «Программатор» не является основным режимом для этих устройств. Их основное назначение – внутрисхемная отладка вашего изделия, отсюда и происходит название «внутрисхемный отладчик».

Во время работы с микроконтроллером внутрисхемный отладчик подключается к нему, используя те же выводы, что и для ICSP-программирования, с той лишь разницей, что подключение длится постоянно: в режиме программирования передаётся код программы, а в режиме отладки – служебная информация в реальном времени.

Многие начинающие разработчики, имея на руках столь замечательное устройство, как внутрисхемный отладчик, используют его лишь в качестве программатора. В чём причина? Скорее всего – в недопонимании его функционала и возможностей.

Внутрисхемные отладчики обеспечивают следующие режимы работы микроконтроллера:

- RUN – микроконтроллер работает в режиме реального времени. Программа исполняется точно так же, как если бы микроконтроллер был запрограммирован программатором;
- HALT – микроконтроллер находится в режиме паузы, внутренние регистры доступны для чтения/изменения;
- SS (Single Step) – пошаговое выполнение операций. Микроконтроллер исполняет один шаг программы, после чего переходит в режим HALT;
- Program/Read – запись/чтение Flash/EEPROM-памяти;
- Break Point – автоматический переход в режим HALT при выполнении определённого условия (в зависимости от цены внутрисхемного отладчика варьируется и набор условий).

За столь скромным функционалом кроются поистине невероятные возможности! Два простых примера, а дальше – решайте сами.

### ПРИМЕР № 1

Вы только-только начали осваивать микроконтроллеры и решили разобратся с АЦП. Ваши действия?

Вы спросите, чем вам поможет внутрисхемный отладчик?

Паяете несложную схему из микроконтроллера, переменного резистора и ICSP-разъёма. Пишете программу измерения напряжения при помощи АЦП. Программируете микроконтроллер. Ставите Break Point в том месте, где АЦП закончил свои измерения, и нажимаете RUN.

Дальше два варианта: либо процессор остановился и вы видите значение напряжения в окне Watch, либо процессор не останавливается, а это означает, что процессор не попадает в точку останова и вы где-то допустили ошибку. В этом случае жмёте HALT, смотрите, где находится микроконтроллер в данный момент времени и, согласно состоянию регистров памяти, анализируете, какие именно ошибки вы могли допустить.

### ПРИМЕР № 2

Вы пишете обмен данными по RS-485, где обменивается десяткой байтами с другим контроллером. Как проверить работоспособность и отладить протокол?

Подключаемся к RS-485 и ставим точку останова в случае принятия байта. Садимся осциллографом на шину и ждём байта.

Точка останова сработала? То, что у нас на осциллографе, соответствует тому, что в буфере микроконтроллера? Нет? Тогда проблемы со скоростью обмена – корректируем соответствующий участок программы.

Теперь совпало? Ставим точку останова на приёме десятого байта, открываем буфер и проверяем соответствие.

Опять не совпало? Первый байт буфера соответствует тому, что шло по шине первым байтом? Нет? Значит, мы неправильно синхронизируемся. Исправляем.

Не совпадает CRC? В режиме Single Step проверяем правильность подсчёта CRC. Нашли ошибку? Идём дальше...

А теперь представьте, как бы это выглядело без внутрисхемного отладчика: программируем устройство, подключаем его к шине, а обмена всё нет и нет... И таких примеров у каждого из нас не один десяток.

Таким образом, целевое использование внутрисхемного отладчика экономит время и деньги и при этом делает процесс отладки максимально простым и прозрачным для разработчика, что, в свою очередь, повышает уровень его производительности и удовлетворения от выполняемой работы.

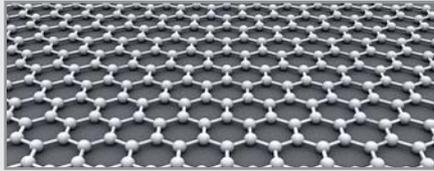
И в заключение хотим вам ещё раз напомнить, что программаторы нужно использовать для программирования, отладчики – для отладки, и не забывайте читать инструкции, идущие в комплекте с каждым инструментом!



Новости мира News of the World Новости мира

**Учёные обнаружили свойства графена, повышающие эффективность охлаждения приборов**

Эксперты из Государственного университета Северной Каролины обнаружили необычные свойства графена (двухмерного полупроводникового наноматериала, состоящего из одного слоя атомов углерода).



Создав композит из меди и графена, они показали, что с его помощью лазеры и другие подобные приборы охлаждаются очень быстро и качественно. Для работы композиционного материала, к тому же, не нужна энергия.

Композит может сильно помочь в снижении мирового потребления энергии. Стоит отметить, что на сегодняшний день для охлаждения компьютеров необходимо в среднем от двух до шести кулеров.

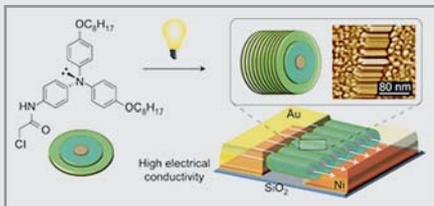
При совместном использовании композита из меди и графена с плёнкой из индия и всё того же графена проблема повышенного потребления энергии могла бы быть решена раз и навсегда.

<http://news.softpedia.com/>

**Пластиковые нанопроводники как альтернатива углеродным нанотрубкам**

Французские исследователи в области материаловедения института CNRS и Университета Страсбурга сообщили об очень интересном открытии – создании высокопроводящих пластиковых нановолокон толщиной всего несколько нанометров. Свои успехи они описали в статье, размещённой на веб-сайте авторитетного журнала Nature Chemistry, а заодно запустили процедуру получения патента на своё изобретение.

Исследователям удалось разработать метод «самосборки» органических проводящих волокон между двумя металлическими электродами. Использовалось при этом производное соединение от хорошо изученного триариламина. Необходимым условием для запуска реакции являлось



наличие одновременно света и электрического поля.

Сам по себе процесс «самосборки» органических нановолокон был бы не столь интересен, если бы не их свойства. По электрической проводимости полученные структуры очень близки металлам. Более того, они проявляют такие чисто «металлические» свойства, как резкое падение сопротивления при температурах, близких к абсолютному нулю (1,5 градуса по шкале Кельвина).

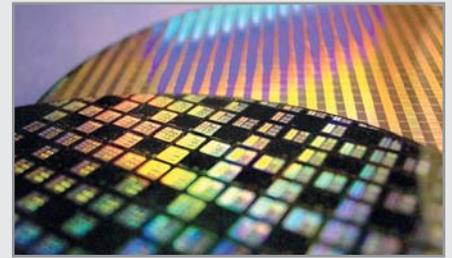
Таким образом, органические нанопроводники, проявляющие свойства металлических межсоединений, могут найти своё применение в целом спектре устройств мобильной электроники, вычислительной технике, при изготовлении солнечных батарей. С их помощью можно изготавливать гибкие дисплеи, солнечные батареи, транзисторы и печатные «наносхемы». Они даже могут стать альтернативой многообещающим углеродным нанотрубкам. Хотя последние и получше выглядят в плане электрических свойств, но пока имеются сложности с их серийным изготовлением. Да и конструировать на их основе готовые приборы ещё очень сложно.

<http://www.nature.com/nchem/>

**TSMC будет испытывать проблемы с 28-нм нормами до осени**

Новый и потенциально имеющий большие последствия слух, распространённый тайваньским ресурсом Digitimes, утверждает, что 28-нм мощности крупнейшего мире контрактного производителя TSMC будут недостаточными ещё около полугода. Как сообщается, компания не сможет в полной мере удовлетворять спрос на чипы чуть ли не до начала осени. Дефицит производственных мощностей якобы является настолько большим, что вынуждает AMD, NVIDIA и Qualcomm ограничить выпуск продуктов или искать помощи у альтернативных производителей.

Сообщается, что Qualcomm из-за проблем с поставками обратилась к услугам United Microelectronics, но всё же не может удовлетворить спрос со стороны производителей планшетов и смартфонов. Тем временем представленные ещё в первом квартале 28-нм ускорители AMD Radeon HD 7970 до сих пор не поставляются в достаточном объёме, а первая 28-нм видеокарта NVIDIA, GeForce GTX 680, будет пока единственным настольным ускорителем компании – остальные задерживаются из-за недостатка мощностей.



Хотя доля выхода годных 28-нм кристаллов постепенно увеличивается, TSMC якобы не спешит особо расширять производственные мощности по этим нормам, желая сохранить на хорошем уровне валовую прибыль, в чём частично и заключена проблема дефицита.

<http://www.digitimes.com/>

**LG начала массовое производство гибких дисплеев E Ink**

Гибкие электронные книжки могут вскоре получить широкое распространение: LG анонсировала начало массового производства шестидюймовых экранов E Ink с разрешением 1024 × 768, которые могут сгибаться на 40°. Корейские публикации сообщают, что пластиковые экраны уже поставляются китайским производителям для создания электронных книжек.



Толщина дисплея, по данным LG, составляет 0,7 мм, что соответствует толщине защитной плёнки для смартфонов. Компания проводила тесты по падению экрана с высоты 1,5 м и ударам при помощи резинового молотка по нему без негативных последствий. Пока такие экраны лишь позволяют уменьшить толщину устройств, несколько улучшить их ударопрочность и гибкость при использовании специальных корпусов. Быть может, когда-то будут изобретены гибкие батареи, которые улучшат характеристики подобных продуктов?

Между прочим, это не первый гибкий дисплей E Ink – российская компания WEXLER выпустила уже первую гибкую электронную книжку WEXLER.BOOK Flex ONE. Также РОСНАНО в содружестве с британской компанией Plastic Logic трудятся над созданием электронного школьного учебника PL100 на основе гибкого 10,7" экрана E Ink.

<http://www.theverge.com/>