

Программирование микроконтроллеров LPC9xx фирмы Philips

Андрей Сошкин (Московская обл.), Андрей Мамонтов (Москва)

В статье приведён сравнительный анализ микроконтроллеров семейства LPC9xx, рассмотрены различные способы их программирования. Представлены варианты фрагментов программы и полученные в результате hex-файлы для программирования разработанного устройства. Приведена принципиальная электрическая схема программатора, работающего в режимах ICP и ISP.

За последние годы в связи с использованием для хранения исполняемых кодов команд флэш-памяти стал меняться подход к вопросу программирования микроконтроллеров (МК). Теперь многие вновь разработанные семейства МК оснащены аппаратными средствами внутрисхемного программирования. Это новое качество представляется особенно важным на этапе разработки прибора, когда отлаживаемая программа многократно «перепрошивается» в МК. Да и на этапе эксплуатации возможность обновления ПО представляется большим конкурентным преимуществом прибора, спроектированного на базе перепрограммируемого МК.

Микроконтроллеры семейства P89LPC9xx фирмы Philips допускают пять способов программирования [1]:

- внутрисистемное, последовательное программирование через UART-порт (ISP);
- последовательное внутрисхемное программирование (ICP);
- традиционное параллельное программирование;
- программирование из пользовательской программы с помощью встроенного аппаратно-программного загрузчика (IAP);
- IAP-Lite программирование.

Каждый способ имеет субъективные преимущества и недостатки, поэтому выбор того или иного способа диктуют разнообразные обстоятельства. Следует иметь в виду, что каждый МК может поддерживать несколько способов программирова-

ния, но поспешный выбор в пользу одного из них может лишить вас возможности в дальнейшем пользоваться другими способами. Например, в программаторе TRITON используется только один способ программирования – ICP. При этом он затирает ISP-загрузчик, который расположен в верхней области памяти программ МК, что делает невозможным применение в дальнейшем ISP-способа программирования. А так как, например, МК типа LPC932 не поддерживает способ программирования ICP, то и запрограммировать его на данном программаторе невозможно.

Разработанный авторами программно-аппаратный комплекс требует минимальных материальных затрат при сохранении максимально возможной функциональности. Он позволяет последовательно реализовать все возможные способы программирования, используя в качестве управляющей бесплатную, свободно распространяемую программу Flash Magic [2].

Рассмотрим реализацию указанных выше способов программирования по шагам.

Первый шаг

Рассматриваем ISP-способ программирования.

Для того чтобы МК начал работать, в него необходимо записать какую-либо программу. Для этого в верхние 512 байт памяти всех МК, начиная с LPC920, фирма-изготовитель помещает код загрузчика.

Для записи в МК пользовательской программы необходимо лишь орга-

низовать его связь через RS-232 с персональным компьютером. Но сначала рассмотрим сам алгоритм программирования [3].

Возможны три способа входа в режим ISP:

- 1) по анализу состояния статус-бита и загрузочного вектора;
- 2) передачей по последовательному порту символа сброса;
- 3) подачей трёх импульсов на вывод Reset после подачи напряжения питания.

Алгоритм реализации возможных путей входа в режим ISP показан на рисунке 1.

Программа Flash Magic поддерживает аппаратный вход в режим ISP (п. 3). Вход в этот режим осуществляется независимо от пользовательской программы и состояния статус-бита. Переход осуществляется по содержимому загрузочного вектора (Boot Vector); для МК с объёмом памяти программ 2 Кб он равен 0600h, 4 Кб – 0E00h, 8 Кб – 1E00h. Как указано выше, переход в ISP-режим осуществляется подачей трёх положительных импульсов на вывод Reset после подачи напряжения питания.

Вариант схемы программатора, использующего ISP-способ, изображён на рисунке 2.

В качестве разъёма X1 в схеме используется стандартный соединитель DB-9F, соединители X2 и X3 могут быть любыми.

Это лишь часть схемы программатора, однако она вполне автономна и полностью выполняет функцию программирования всех микроконтроллеров семейства LPC9xx, начиная с LPC920, ISP-методом.

Функции отдельных элементов схемы таковы. Микросхема ST3232 обеспечивает формирование уровней сигнала RS-232. Транзистор КТ3107 предназначен для обеспечения необходимой мощности (тока) на линии V_{dd} (питание программируемой микросхемы). Резистивные де-

лителю на входах микросхемы 74HC02 предназначены для преобразования сигналов RS-232 к уровню, допустимому на входах микросхемы D2. Данная микросхема обеспечивает формирование стартовых сигналов для входа в режим программирования ISP (формирования трёх импульсов по входу Reset).

Несколько слов о программной поддержке. Авторы рекомендуют воспользоваться фирменным программным обеспечением. Речь идёт о программе Flash Magic (свободно распространяемой), которая доступна на сайте Embedded Systems Academy [2]. Рассмотрим здесь лишь некоторые её функции. Главное окно программы показано на рисунке 3. Большими цифрами 1...5 показана последовательность шагов, которые необходимо выполнить для программирования МК. Остановимся на каждой из секций 1...5 основного окна программы подробнее.

Первая секция посвящена настройке/согласованию режимов работы компьютера и программируемого МК. С помощью стрелок, расположенных с правой стороны окошек, выбираются:

1. Порт компьютера, к которому подключен программатор МК с помощью модемного кабеля. В нашем случае – COM 1.
2. Скорость передачи последовательного порта. В нашем случае – 7200 бит/с. При использовании ISP-способа программирования может быть задана любая скорость, т.к. встроенный ISP-загрузчик синхронизирует (а вернее –

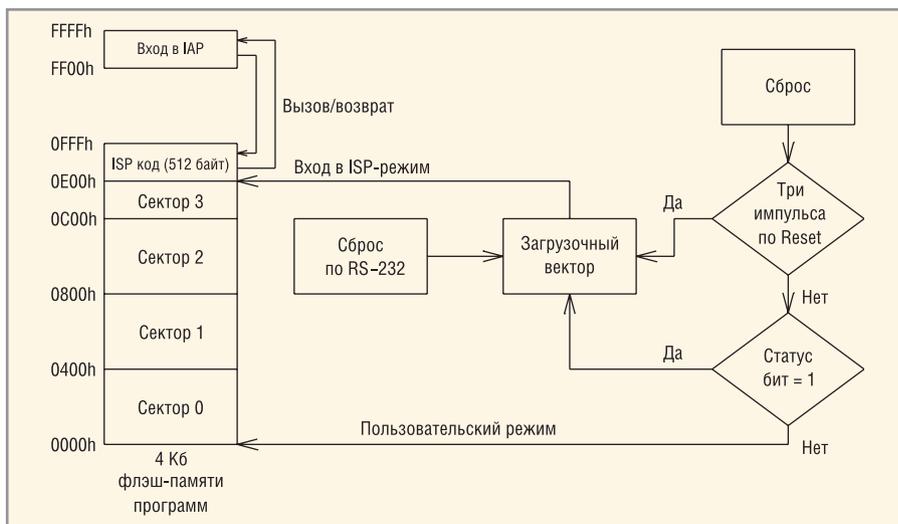


Рис. 1. Диаграмма входа в ISP-режим

подстраивает) частоту приёма/передачи МК с частотой компьютера. Так как эта операция выполняется с некоторой погрешностью, частоту передачи рекомендуется устанавливать не выше 9600 бит/с. Небольшая модификация этой программы, выполненная авторами, позволила устойчиво работать на скорости до 38 400 бит/с. Если используется ICP-способ программирования, то необходимо выбрать скорость 9600 бит/с, так как программа Bridge_ISP_ICP в штатном режиме работает с заданной фиксированной скоростью.

3. Выбор программируемого МК. Здесь перечислены все МК семейства P89LPC9xx, поддерживаемые данной версией Flash Magic.
4. В этой строке предлагается установить частоту генератора МК.

Во второй секции необходимо установить один из способов стирания флэш-памяти программ. Возможны три варианта стирания: всей памяти; только области, необходимой для записи нового hex-файла; только указанных блоков.

В третьей секции предлагается выбрать hex-файл, который будет «прошит» в МК. Здесь можно воспользоваться кнопкой Browse или вручную указать путь.

Четвертая секция посвящена установке секретных битов. Авторы полагают, что когда читателям потребуется воспользоваться этим сервисом, они смогут разобраться в этом самостоятельно. Сейчас лишь следует проследить, чтобы ни в одном из окошек данной секции не стояло галочек.

Пятая секция состоит из единственной кнопки – начала программирования, этапы которого индициру-

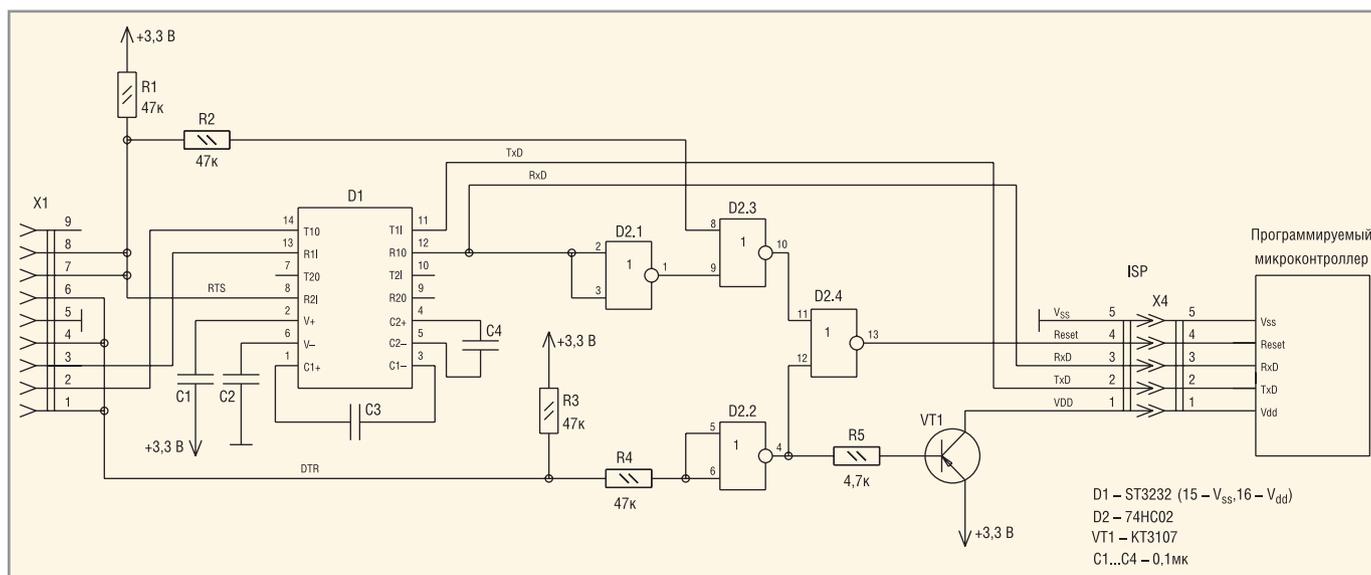


Рис. 2. ISP-программатор

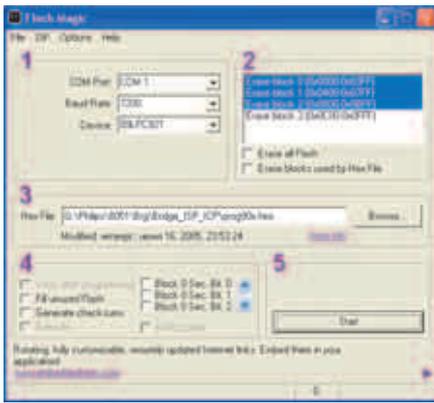


Рис. 3. Главное окно программы Flash Magic

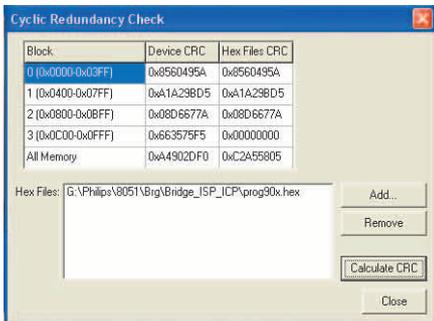


Рис. 4. Окно вычисления контрольных сумм

ются в самой нижней строке основного окна Flash Magic.

В левом верхнем углу расположены четыре группы меню. Основной интерес для нас представляют две из них: ISP и Options.

В меню Options необходимо зайти только один раз после установки Flash Magic на компьютере. Выбирается подменю Advanced Options, и далее:

1. В пункте Hardware Config устанавливается галочка в окошке Use DTR and RTS to enter ISP mode, а в окошке Hardware выбирается Keil MCV900.
2. В пункте Security устанавливаем галочку рядом со строкой Protect ISP Code.

Меню ISP будет использоваться часто:

1. Для того чтобы убедиться в наличии связи с программируемым МК, можно использовать подменю Read Device Signature (чтение сигнатуры устройства). Таблицу сигнатур можно найти в приложении AN10258 [4].
2. На рисунке 4 показано окно Cyclic Redundancy Check (вычисление контрольной суммы), использование которого позволяет вычислять по блокам контрольные суммы информации, прошитой в МК, и контрольную сумму исходного hex-

файла. Естественно, они должны совпадать. Вычисление контрольной суммы hex-файла будет произведено после нажатия на кнопку Calculate CRC.

В заключение этого краткого описания Flash Magic хотим предостеречь пользователей относительно опции Erase all Flash в секции 2 (в фирменном руководстве по PAV90x V1.1 [5] её рекомендуют включать). Так как ISP-загрузчик расположен в верхних 512 байтах Flash-памяти МК, то он будет уничтожен во время первой же прошивки, если эта опция окажется включенной.

ВТОРОЙ ШАГ

Для реализации ICP-способа программирования потребуются дополнительные программные и аппаратные средства. К программным средствам относится программа Bridge (мост), транслирующая коды, поступающие из программы Flash Magic через последовательный порт RS-232 в программируемый МК. К аппаратным относится дополнительный МК (в нашем случае LPC921) с прошитой в него программой Bridge и ключ, обеспечивающий переход МК в режим ICP. В качестве программы для моста можно воспользоваться фирменной программой Bridge (файл prog90x.hex) [6]. Если применять эту программу без изменений, то необходимо использовать МК LPC932 с 28 выводами, так как в качестве управляющего используется вывод порта P2.3. Однако и здесь можно сэкономить без ущерба для качества, если применить МК LPC921. При этом потребуется изменение исходного кода программы Bridge [7]. Ниже приведены модифицированные фрагменты программы Bridge_ISP_ICP:

```
void init(void)
{
// порт P0 в режим ввода
P0M1 = 0xFF;
P0M2 = 0x00;
// порт P1 в режиме ввода,
// кроме TxD, Vdd & Reset
P1M1 = 0x3E;
P1M2 = 0x00;
// P2M1 = 0xF7;
// P2M2 = 0x00;
// вывод Vdd установлен в 0
VDD = 0;
// вывод Reset установлен в 0
RESET = 0;
```

```
// настраиваем UART
SCON = 0x52;
// устанавливаем скорость передачи
// 9600 бит/с при использовании
// внутреннего RC-генератора
BRGR0 = 0xE0;
BRGR1 = 0x02;
BRGCON = 0x03;
}

void enter_icp(void)
{
char pulses = 0;
int delay = 0;
P0 = 0;
P1 = 0;
// P2 = 0;
P3 = 0;
// устанавливаем Vdd в 0
VDD = 0;
// устанавливаем Reset в 0
RESET = 0;
for(delay = 0; delay < 5000;
delay++);
// устанавливаем Vdd в 1
VDD = 1;
P0 = 0xCF;
P1 = 0xBF;
// P2 = 0xFF;
P3 = 0xFF;
for(delay = 0; delay < 2000;
delay++);
// формируем семь импульсов по Reset
for(pulses = 0; pulses < 7; pulses++)
{
// устанавливаем Reset в 1
RESET = 1;
// формируем задержку (15мкс)
for(delay = 0; delay < 5; delay++);
// устанавливаем Reset в 0
RESET = 0;
// формируем задержку (15мкс)
for(delay = 0; delay < 5;
delay++);
}
RESET = 1;
}
```

Файл prog90x.hex модифицированной программы Bridge_ISP_ICP доступен на сайте журнала [8]. В этой программе управляющим стал вывод P1.7.

Полная схема программатора для ISP-программирования приведена на рисунке 5, а схема программатора для режима ICP показана на рисунке 6.

После проверки правильности монтажа последовательность действий по подготовке программатора к работе будет следующей:

Программируемые аналоговые интегральные схемы (FPAА)

anadigm™



На одном кристалле FPAА содержится:

- Дифференциальные компараторы
- Операционные и инструментальные усилители
- Инструментальные усилители
- Фильтры
- Источники образцового напряжения
- Усилители-ограничители
- Мультиплексор
- Выпрямители с ФНЧ
- Генераторы синусоидального сигнала
- Генераторы периодических сигналов специальной формы
- АЦП последовательного приближения
- Программируемые усилители

Области применения

- Системы сбора данных
- Медицинское оборудование
- Автоэлектроника
- Промышленная автоматика
- Аудиотехника
- Прецизионные измерительные системы и т.п.

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ FPAА

- Продление жизненного цикла изделия
- Упрощение настройки и регулировки
- Повышение надёжности
- Снижение стоимости
- Статическая и динамическая конфигурация структуры
- Однокристалльные системы аналоговой обработки
- Программное изменение характеристик системы
- Автоматически перестраиваемые и адаптируемые схемы

Основные достоинства Anadigm Designer 2

- Удобная среда разработки, интуитивно понятная разработчику
- Отладка схемы в реальном времени
- Цифровой осциллограф, вольтметр, частотомер
- Быстрое программирование ИС через стандартный порт RS232 непосредственно из среды разработки
- Тестирование прошивки непосредственно на кристалле или в системе
- Динамическое перепрограммирование структуры

ANADIGM — ПРОДЛЕНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ВАШИХ ИЗДЕЛИЙ!

Узнайте подробности в компании ПРОСОФТ

Телефон: (095) 234-0636 • Web: www.prochip.ru

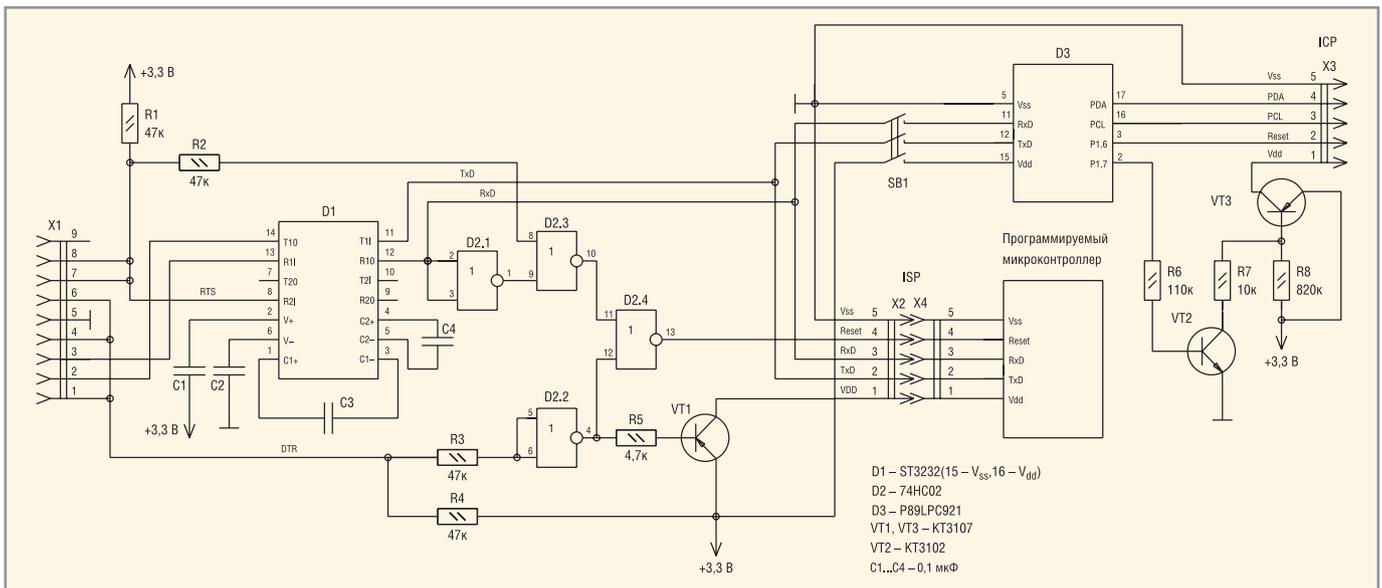


Рис. 5. Схема программатора (режим ISP)

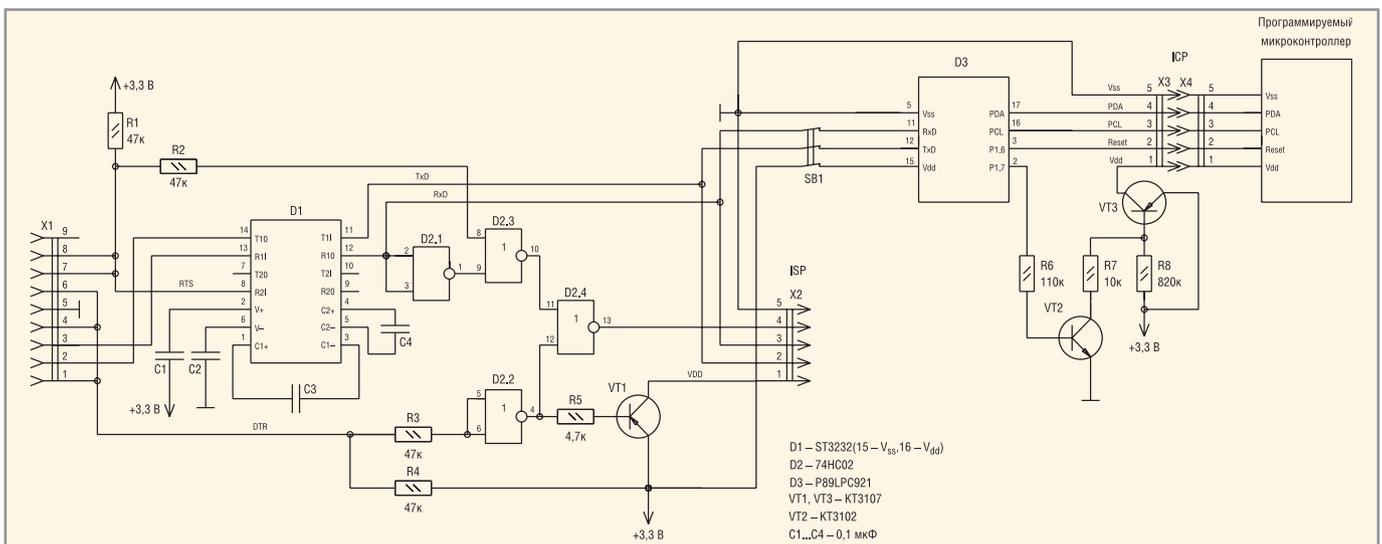


Рис. 6. Схема программатора (режим ICP)

1. Записать программу Bridge_ISP_ICP в МК LPC921 (см. рис. 2, 5).
2. Запустить программу Flash Magic (см. рис. 3).
3. Убедиться в наличии связи, прочитав сигнатуру для LPC921 – 15h DD 0Bh.
4. Установить в секции 2 стираемыми блоки 1, 2, 3.
5. Записать hex-файл prog90x.hex программы Bridge_ISP_ICP в МК LPC921.

6. Считать контрольную сумму, записанную в МК, и сравнить её с контрольной суммой исходной программы (см. рис. 4).

Итак, как показано на рисунках 5 и 6, в зависимости от положения переключателя SB1, предложенный программатор может работать в режиме ISP или ICP.

Таким образом, как это, наверное, заметил внимательный читатель,

мы использовали первую версию программатора для построения следующей – более полной и функциональной.

Остановимся теперь на различиях режимов ISP и ICP с точки зрения пользователя. Для МК LPC901...908 выбор режима программирования отсутствует. Эти МК программируются только ICP-способом. Для остальных МК этого семейства возможен выбор. Главным фактором здесь выступает предполагаемая схемная реализация проектируемого устройства и наличие возможности программирования (перепрограммирования) МК. Для уверенного программирования необходим автономный доступ к выводам PDA (P0.4), PCL (P0.5), RESET (P1.6) и V_{dd} в случае ICP-режима и к выводам Tx/D (P1.0), Rx/D (P1.1), RESET (P1.5) и V_{dd} – в слу-

чае режима ISP. Разработчик может выбирать режим исходя из того, где в схеме удобнее ввести необходимые переключатели. Надо отметить, что при использовании ISP-способа программируемый МК синхронизирует частоту передачи и приёма с RS-232 (в загрузчике имеется соответствующая подпрограмма) и, благодаря этому (отмечено авторами), программирование менее подвержено воздействию внешних факторов в виде помех (сеть, сотовые телефоны и т.п.). Для минимизации риска воздействия помех программатор желательно заэкранировать, например, поместив его в заземлённый экран из лужёной жести.

ТРЕТИЙ ШАГ

Для реализации параллельного программирования потребуются до-

полнительные программные и аппаратные средства. Программа Bridge_ISP_PP, разработанная авторами, совместно с описанной выше программой Flash Magic позволяет осуществить данный режим программирования. К аппаратным относится дополнительный микроконтроллер (в нашем случае LPC935) с прошитой в него программой Bridge_ISP_PP. Изложение этого материала выходит за рамки данной статьи.

ЧЕТВЕРТЫЙ И ПЯТЫЙ ШАГИ

Два последних способа программирования – IAP и IAP-Lite – требуют

лишь написания программ для МК. Их основное назначение – работа с памятью программ, возможность стирания и записи кодов программы. Способ программирования IAP-Lite подробно описан в статье авторов «LPC: семейство “маленьких” микроконтроллеров фирмы Philips». Способ программирования IAP имеет ряд дополнительных функциональных возможностей относительно IAP-Lite.

ЛИТЕРАТУРА

1. http://www.standardics.philips.com/support/techdocs/microcontrollers/pdf/user_manual_P89lpc933_934_935_936.pdf.

2. <http://www.esacademy.com/software/flashmagic/FlashMagic.exe>.
3. <http://www.standardics.philips.com/support/appnotes/microcontrollers/pdf/an10221.pdf>.
4. <http://www.standardics.philips.com/support/appnotes/microcontrollers/pdf/an10258.pdf>.
5. http://www.standardics.philips.com/support/techdocs/microcontrollers/pdf/getting_started_pab90x-1.pdf.
6. <http://www.esacademy.com/software/flashmagic/resources/prog90x.zip>.
7. http://www.promax.se/download/data/Semi/Philips/Micro_controller/lpc90x.
8. <http://www.soel.ru>. 

Новости мира News of the World Новости мира

Компьютерные вирусы добрались до цифровых аудиоплееров

Одна из партий портативных плееров Creative Zen оказалась заражённой Windows-червем. Компания Creative Technology подтвердила информацию о том, что 4 тысячи MP3-плееров Zen Neon, отправленные в Японию в конце июля, содержали код вируса Wullik.b – почтового Windows-червя, появившегося ещё в 2003 г.

По заявлению Creative, при подключении к ПК червь не проявляет себя до тех пор, пока пользователь сам не запустит инфицированный файл.

Компания уже опубликовала список дефектных проигрывателей на японской версии своего веб-сайта. Пока выясняются причины заражения плееров, поставки 5-гигабайтных моделей Zen Neon временно приостановлены.

itware.com.ua

Гуру Linux отказались от совместного проекта с Microsoft

Организация Open Source Development Labs (OSDL) не поддержала идею совместного с Microsoft финансирования сравнения операционных систем Windows и Linux. Встреча между главой OSDL Стюартом Кохеном (Stuart Cohen) и генеральным менеджером Microsoft по развитию платформ Мартином Тэйлором (Martin Taylor) относительно совместного финансирования независимых исследований по сравнению ОС Windows и Linux состоялась. Однако предложение, сделанное Microsoft на прошлой неделе, не заинтересовало участников открытого сообщества.

По словам Кохена, OSDL не видит смысла принимать участие в проекте, предложенном софтверным гигантом. Такое сравнение, независимо от его результатов, может быть использовано Microsoft во вред Linux, добавил глава OSDL.

itware.com.ua

Linux на 40% дешевле Windows?

Специалисты IBM утверждают: переход на ОС Linux обходится компаниям дешевле по сравнению с Windows и Solaris, кроме того, эта система чрезвычайно популярна среди ИТ-персонала.

Согласно исследованиям, проведённым по заказу корпорации IBM, совокупная стоимость владения (TCO) ОС Linux обходится компаниям на 40% дешевле, чем при выборе ОС Windows, и на 56% дешевле по сравнению с ОС Solaris. Напомним, что показатель TCO включает в себя стоимость приобретения, расходы на внедрение и обслуживание операционной системы. Эти данные противоречат цифрам, приводимым Microsoft в рамках кампании Get the Facts, согласно которым Windows обходится дешевле Linux.

В течение более чем трёх лет компания IBM проводила сравнение Linux, Windows x86 и Solaris. Согласно отчёту, совокупная стоимость владения Linux за этот период равнялась 40 149 долл., Windows – 67 559 долл.; Solaris – 86 478 долл. В отчёте, помимо TCO, учитывались также расходы, связанные с обучением администраторов, переносом на другие аппаратные платформы и количеством разработчиков на рынке.

Кроме стоимостной категории, среди рассматриваемых ОС исследование вы-

явило и другие преимущества Linux, а именно «гибкую модель предоставления лицензий, широкий круг совместимых аппаратных платформ, свободу в выборе служб поддержки и быстрое обучение администраторов, ранее работавших на других Unix-платформах».

Во втором отчёте IBM рассматриваются преимущества «второго уровня» при использовании Linux – вне стоимостных характеристик. К ним относятся привлекательность и продолжительность использования ИТ-персоналом. Как написано в отчете, «Linux невероятно популярен среди ИТ-персонала, как среди тех, кто только начинает свою карьеру, так и среди “гуру” и преподавателей в сфере ИТ в университетах и технических образовательных учреждениях по всему миру. Это сыграло большую роль в росте популярности Linux при выборе ОС».

Компания IBM оказывала значительную поддержку Linux в течение нескольких прошедших лет. В 2001 г. компания вложила в Linux 1 млрд. долл. и до сих пор поддерживает ОС на серверах предыдущих версий.

Спор о преимуществах Linux и Windows ведётся давно и вызывает немало разногласий. Многие группы аналитиков публиковали отчёты по этой теме, некоторые из которых подвергают сомнению утверждение о том, что обслуживание Linux обходится дешевле. В апреле Yankee Group опубликовала исследование, согласно которому совокупная стоимость владения Windows сравнима или даже ниже, чем у Linux. Тем не менее, выводы данного исследования подверглись многосторонней критике.

www.cnews.ru/news/top/