

# Программаторы для микросхем, используемых в аппаратуре специального назначения

Валерий Бауткин, Игорь Буслев,  
Евгений Линьков (Минск, Беларусь)

Рассматриваются особенности занесения информации в отечественные программируемые постоянные запоминающие устройства (ППЗУ) и программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС), наиболее часто используемые в аппаратуре специального назначения.

## ВВЕДЕНИЕ

В последние годы, несмотря на стремительное развитие современной микроэлектроники и повышенный рост требований к функционалу элементной базы, используемой при проектировании и серийном производстве аппаратуры специального и двойного назначения, у разработчиков вновь появился интерес к отечественным микросхемам запоминающих устройств (ЗУ) серий 538, 541, 556, 573, 1623, разработанным ещё в 1990-е годы. Наряду с этими приборами, отечественными производителями микросхем ЗУ предложены новые разработки приборов данного типа: серии 1632, 1635, 1636 и ряд других.

Однако следует отметить, что возрождение отечественной промышленности после периода вынужденного простоя идёт непросто. Массовое производство аппаратуры, в том числе наиболее ответственной, практически полностью переходит либо перешло на микросхемы запоминающих устройств зарубежного производства. Соответственно, прекратился выпуск инструментальных средств (программаторов, отладчиков) с поддержкой отечественных микросхем ЗУ. Некоторые предприятия просто перестали существовать, другие отказались от выпуска подобных программаторов (в силу их сложности и высокой стоимости) в пользу программаторов общего

применения. В результате разработчикам приходится доставать с полок старые модели (если они есть), ремонтировать их и пытаться с ними работать. Зачастую эти программаторы, даже если их удаётся восстановить, совершенно не способны работать с современными компьютерами.

Однако, несмотря на экономические трудности, всё ещё остались предприятия, которые продолжают производство и, главное, развитие данного типа программаторов.

Большинство упомянутых выше микросхем ЗУ относится к классу однократно программируемых. Именно такие микросхемы наиболее устойчивы к внешним дестабилизирующим факторам. Практически во всех подобных микросхемах ячейки памяти построены по принципу разрушения (пережога) перемычек, пробоя диэлектрика или создания проводящей зоны путём расплавления полупроводникового перехода.

## ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ИС СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В отличие от программаторов для микросхем общего применения (под эти термином будем понимать широко распространённые микросхемы EEPROM, FLASH и микроконтроллеры со встроенной памятью на основе этой же технологии), программаторы для микросхем специального назначения требуют иных подходов при их разработке.

Дело в том, что процедуры программирования микросхем данных серий более сложны, требуют подачи сигналов программирования с высокими токами и напряжениями, часто отрицательной полярности. Потребляемые в процессе программирования токи также достаточно велики, а тре-

бования к временной диаграмме подачи импульсов программирования, их длительности, фронтам нарастания и спада сигналов являются более жёсткими.

Для многих микросхем, программируемых путём разрушения перемычек (значительная часть микросхем серии 556), процедуры программирования относительно простые. Требования к временной диаграмме не очень жёсткие, да и сама процедура не слишком чувствительна к отклонению параметров (даже за пределы рекомендуемых). Более «капризными» являются микросхемы серий 541 и 1623. А вот для микросхем, программируемых путём создания проводящей зоны за счёт нагрева (556PT161) или пробоя диэлектрика (1632PT1, 1635PT2), требования к процедурам программирования необходимо соблюдать очень точно, придерживаясь рекомендаций руководства по программированию данных приборов. Сами по себе эти процедуры достаточно сложны, а допуски на временные и электрические параметры очень строги.

Процессы программирования большинства микросхем серий 556 и 541 хорошо известны и подробно рассмотрены в литературе. В предлагаемом материале мы остановимся на некоторых особенностях.

Рассмотрим программирование микросхемы 556PT161. Согласно руководству по программированию, на программируемый выход подаётся импульс тока амплитудой 60 мА ± 5% с ограничением на уровне 20 В ± 5% (см. рис. 1). При подключении сигнала программирования через резистор 180 Ом происходит почти нормальное программирование микросхемы, и коэффициент программируемости (КП) находится в пределах нормы. Однако, как показывают измерения, ток программирования колеблется в пределах от 39 до 83 мА, что явно не соответствует руководству по программированию на данный тип изделия. Дополнительная стабилизация тока влечёт за собой и дополнительные материальные затраты.

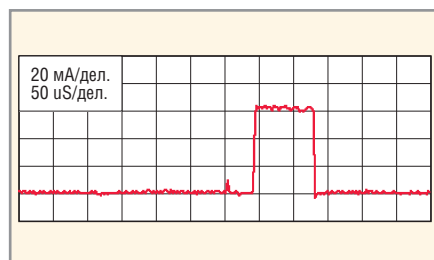


Рис. 1. Форма сигнала программирования микросхемы 556PT161

Микросхема 1623PT2, хотя и является однократно программируемой, содержит дополнительные ячейки, предназначенные для корректировки уже записанной информации. Для выполнения процедуры корректировки требуется подача импульсов отрицательной полярности. При программировании микросхемы 1635PT1Y требуется формирование импульсов отрицательной полярности с амплитудой 10 В и длительностью фронта нарастания/спада сигнала не более 10 нс (см. рис. 2).

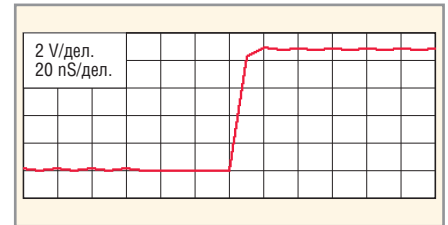
Для программаторов общего применения схема формирования сигналов программирования не является сложной, как и необходимое оборудование (с учётом современной элементной ба-

зы). Однако для программирования биполярных микросхем применяются более сложные технические решения с учётом требований руководства по программированию конкретных микросхем памяти.

За годы разработки и эксплуатации программаторов различных типов авторами был накоплен большой опыт, опробованы самые разные схемные решения для ключей формирования сигналов программирования, благодаря чему была найдена оптимальная, по нашему мнению, схема формирования сигналов (см. рис. 3).

Пояснения к схеме типовой ячейки программатора (см. рис. 3):

- элементы R1, R2, VT12, VD6 образуют уровень логического ввода-вывода;



**Рис. 2. Форма заднего фронта импульса программирования микросхемы 1635PT1**

- элементы VT1, VT2, VD1 формируют первое напряжение программирования;
- элементы VT3, VT4, VD2 формируют второе напряжение программирования;
- элементы VT5, VT6, R3 формируют третье напряжение программирования с ограничением тока;

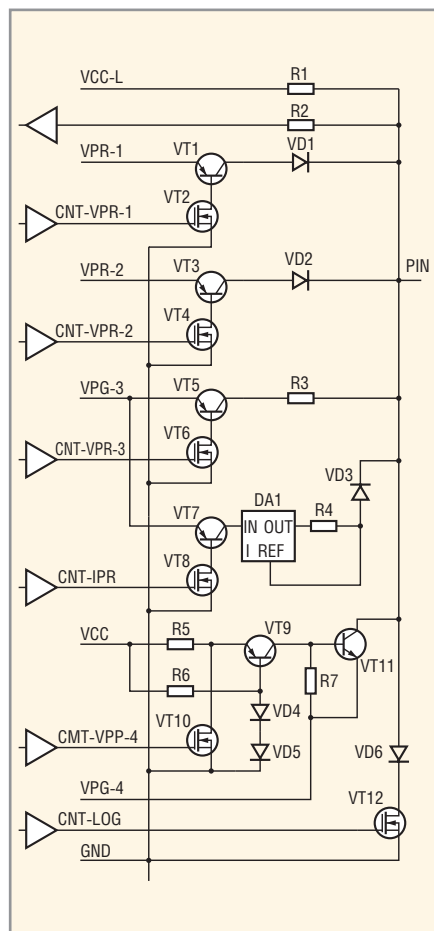


Рис. 3. Схема типовой универсальной ячейки программатора

- элементы VT7, VT8, DA1, R4, VD3 формируют ток программирования с ограничением напряжения;
- элементы VT9, VT10, VT11, VD4, VD5, R5, R6, R7, VD6 формируют четвертое напряжение программирования отрицательной полярности.

Такие типовые ячейки подключены к каждому выводу панельки программатора, образуя универсальную схему управления программированием. Все ячейки управляются микропроцессором. Благодаря такой структуре возможно формирование сложных комбинаций сигналов программирования. Чтобы упростить конструкцию и удешевить программатор, необходимо применить оптимизацию ячеек, т.е. из состава некоторых ячеек исключить часть элементов, ответственных за формирование того или иного сигнала, который не используется для программирования конкретного подмножества микросхем. В результате вместо универсального программатора получится несколько урезанная, «оптимизированная» версия. Схему универсального программатора для микросхем общего применения можно реализовать, ещё больше упростив ячейки.

Для программаторов общего применения определяющим фактором является стоимость и время записи информации в микросхему. Многие современные микросхемы имеют большой объём памяти и небольшое время записи одной ячейки, поэтому именно быстродействие программатора напрямую влияет на время программирования микросхем.

Для программаторов изделий специального и двойного назначения наиболее важно соблюдение технических условий в части руководства по программированию и обеспечение необходимой надёжности записи микросхем. Скорость работы процессора программатора как таковая решающего значения не имеет, поскольку процедуры программирования данных микросхем являются длительными сами по себе. Именно длительность записи информации в ячейку ЗУ, предопределённая техническими условиями, будет определяющим фактором.

Микросхемы специального назначения выполнены в металлокерамических корпусах, как правило, для поверхностного монтажа. Традиционно в процессе программирования микросхема в таком корпусе сначала помещается в спутник-носитель, а уже затем в контактирующее устройство адаптера. Такой способ требует многих манипуляций с микросхемой при её программировании: необходимо поместить микросхему в спутник-носитель, зафиксировать её с помощью держателя, поместить спутник-носитель с установленной микросхемой в адаптер и затем закрыть крышку – зажим контактора. Значительно удобнее использовать адаптеры с непосредственной установкой микросхемы, не требующие спутника-носителя для программирования: микросхему нужно просто установить в гнездо адаптера и закрыть крышку-зажим. Это позволяет существенно сократить число манипуляций с микросхемами при программировании. Однако это справедливо не всегда.

В большинстве случаев после окончания процесса программирования микросхема должна пройти рекомендуемые операции технологического цикла – электротермотренировку и климатические испытания. В случае опытных и экспериментальных партий это выполняется уже в составе аппаратуры, но при серийном производстве требуются, как правило, специальные стенды. При этом очень удобно,

чтобы контактирующие устройства на программаторе и на стенде были одного типа, использовали одинаковые спутники-носители и имели одинаковую разводку выводов. Это позволит переносить микросхемы с одного технологического этапа на другой, не извлекая прибор из спутника-носителя, и тем самым экономить время на промежуточных операциях.

Казалось бы, всё просто, но стенды и программатор могут иметь различную разводку выводов. Дело в том, что микросхему в спутник-носитель можно установить четырьмя различными способами, соответственно, возможны четыре варианта разводки выводов. Поэтому в конструкции программатора желательно предусмотреть несколько вариантов разводки адаптеров, с тем чтобы всегда можно было подобрать вариант, соответствующий технологическому оборудованию заказчика.

Выбор контактирующих устройств невелик. Реально доступны два производителя: «Лтава» и WELLS-CTI. Контактторы первого производителя наиболее точно соответствуют требованиям совместимости с существующим технологическим оборудованием, вторые – более надёжные, но и дорогие.

Очень важно, чтобы программатор был укомплектован (в базовом варианте или по заказу) всеми необходимыми адаптерами под все типы корпусов, которые планируется использовать.

## ОБЗОР ПРОГРАММАТОРОВ

По степени охвата микросхем ЗУ, программаторы можно разделить на две категории: универсальные, рассчитанные на программирование многих типов микросхем, и специализированные, предназначенные для программирования одного или нескольких типов микросхем. В этом смысле практически все программаторы в настоящее время являются универсальными. Разница состоит только в степени их «универсальности»: одно семейство микросхем, например, программатор КРОТ-РТ, или весь номенклатурный ряд. Так же важен способ достижения универсальности.

Первый подход – это использование сменных адаптеров: программатор выполняет функцию базового блока, а расширение происходит за счёт дополнительных адаптеров или модулей (например, программатор Unipro). Второй подход – максимальный охват

микросхем без использования (или с минимальным использованием) дополнительных адаптеров. Подавляющее большинство программаторов в настоящее время используют промежуточное решение между этими крайними случаями, чаще всего это ближе к первому варианту, когда минимальная универсальность обеспечивается, но адаптеры расширения достаточно много (например, ChipProg, Triton), или несколько ближе ко второму варианту с минимальным количеством сменных адаптеров (например, Sterh).

В программаторах общего применения наибольшее внимание уделяется сервисному программному обеспечению, возможности его обновления (в том числе удалённого) и пополнению базы программируемых микросхем.

Для программаторов специального назначения все эти параметры не столь существенны. На первое место выходит точность соблюдения требований по программированию и круглосуточный режим работы.

Сервисное программное обеспечение для программирования микросхем специального назначения может быть намного проще, чем у универсальных программаторов, поскольку не требуются многочисленные манипуляции с данными. Прошивки микросхем, как правило, уже отработаны, необходимо только выполнить тиражирование.

Несколько слов об обеспечении круглосуточного непрерывного режима работы программатора. При программировании обычных микросхем (EEPROM и FLASH, микроконтроллеры) ничего особенного в обеспечении непрерывной работы программатора нет, поскольку токи потребления данными микросхемами как в режиме чтения, так и в режиме записи, незначительны. Другое дело – биполярные микросхемы; они сами по себе потребляют значительный ток в режиме записи, при этом необходимо обеспечить стабильность требуемых длительностей фронтов и спадов сигналов программирования при непрерывной работе прибора. Поэтому важно, чтобы программатор был спроектирован с учётом непрерывной записи биполярных микросхем.

Существенной частью технических мероприятий по обеспечению надёжности программатора является контроль параметров программирования

в процессе эксплуатации. Минимально необходимым является контроль тока программирования (защита от перегрузок), желателен контроль всех напряжений программирования и температурного режима. Не менее значительным фактором является диагностика всех параметров программирования. Режим самотестирования присутствует практически во всех программаторах, но это – лишь проверка «исправен/неисправен».

Необходимо перед записью партии микросхем иметь возможность выполнить проверку на соответствие требованиям руководства по программированию (длительности сигналов, их амплитуды, токи) хотя бы с использованием осциллографа. Программное обеспечение программатора должно явно поддерживать этот режим диагностики параметров записи, поскольку их измерение в процессе записи реальной микросхемы весьма затруднительно, если вообще возможно.

В таблице 1 приведён список программаторов, имеющих (на момент написания статьи) возможность программирования биполярных микросхем. Первые две модели абсолютно непригодны для профессионального применения из-за небольшого охвата номенклатуры микросхем и значи-

тельных отклонений режимов программирования от требований производителей микросхем.

На сегодняшний день авторской группой НТП «ТИКОМ» предлагается большой выбор моделей программаторов общего, универсального и специального применения.

Основные функциональные преимущества программаторов ChipStar:

- программаторы фирмы ChipStar по настоящему универсальны и не требуют специфических адаптеров для каждого семейства микросхем. Как следствие, требуется небольшое количество адаптеров и только под необходимые типы корпусов микросхем. Поэтому решение получается более гибким и менее затратным для пользователя;
- комфортабельное программное обеспечение;
- оперативное добавление новых типов микросхем;
- выпускаются три линейки программаторов, что позволяет заказчику выбрать прибор, наиболее подходящий к его задачам и возможностям;
- существует модель программатора (ChipStar-MT+) с уникальной функцией программирования отечественных и «экзотических» микросхем, которую не может обеспечить ни один другой программатор;

Таблица 1. Современные программаторы, имеющие возможность программирования биполярных микросхем

Название микросхемы	Модель программатора				
	Uniprolog	KPOT-PT	Sterh ST-007/011	ChipStar-MT+	ChipStar-Diemos
155PE3, 556PT4A/PT11/PT12/PT13	+	+	+	+	+
556PT14/PT15/PT16/PT17/PT18	+	+	+	+	+
556PT4	-	+	+	+	+
556PT5, 556PT5A	+	+	+	+	+
556PT6	+	-	+	+	+
556PT6A	-	-	+	+	+
556PT7A	+	+	+	+	+
556PT7	-	-	+	+	+
556PT20	-	-	+	+	+
556PT161	-	-	+	+	+
541PT1, 541PT2	-	-	+	+	+
1623PT1, 1623PT2	-	-	-	+	-
1635PT2Y	-	-	-	+	-
556PT1, 556PT2	-	-	+	+	+
556PT3, 556PT21, 556PT21A	-	-	-	+	+
1556XP4, 1556XP6, 1556XP8, 1556XL8	-	-	+	+	+
1608PT1	-	-	+	-	-
1636PP1Y	-	-	-	+	+
558PP2, 558PP4	-	-	-	+	+
Прочие микросхемы общего применения (EPROM, FLASH, MCU)	Около 100 типов микросхем	-	Около 1800 типов микросхем	Около 1900 типов микросхем	-



**Рис. 4. Программатор ChipStar MT/MT+ для изделий специального и двойного назначения**

- существует возможность группового программирования микросхем (до 8 шт. одновременно) на одном программаторе;
- реализованы три способа подключения к компьютеру: USB-, LPT- или COM-порт.

### ПРОГРАММАТОРЫ CHIPSTAR

Все программаторы ChipStar проектировались на основе описанных выше типовых ячеек, поэтому во всех программаторах сразу заложена максимальная универсальность.

За редким исключением, все адаптеры к программаторам ChipStar представляют собой конвертеры с одного типа корпуса на другой. Кроме того, там, где возможно, предлагаются универсальные адаптеры и в пределах корпуса, например, в SOP28-адаптере (UP-SO/28-M), можно программировать любые микросхемы с количеством выводов от 14 до 28 при соответствующей ширине корпуса. Поэтому количество адаптеров для программаторов ChipStar небольшое и суммарные затраты заинтересованного пользователя будут ниже, чем при покупке программатора, требующего специальных адаптеров для каждого (или многих) типов микросхем. По принципу адаптеров только для типа корпуса (а от этого никак избавиться и нельзя), кроме программаторов ChipStar, построены также про-

грамматоры Xeltek, Elnes и некоторые другие.

Для программаторов ChipStar исключений по адаптерам всего два: специальный адаптер CX-FP/28-MB для микросхем 556PT161, 1623PT1, 1623PT2 и 1632PT1 и адаптеры функционального расширения программатора ChipStar-Lynx (младшего в модельном ряду). С помощью этих адаптеров программатор ChipStar-Lynx расширяется по функциональности почти до ChipStar-XL/Express.

В настоящее время выпускается следующая линейка программаторов:

- 1-й уровень – ChipStar-MT+, ChipStar-MT, ChipStar-Phobos – самые универсальные;
- 2-й уровень – ChipStar-XL/Express – просто универсальные;
- 3-й уровень – ChipStar-Lynx – упрощенные, но достаточно универсальные.

Программаторов первого уровня никто из отечественных производителей не выпускает (функционально приближается к ним программатор Sterh). Существуют только импортные, например, Xeltek или Elnes, но они не программируют отечественные микросхемы, в то время как программаторы серии ChipStar-MT это делают.

Программаторы второго и третьего уровня – это программаторы, построенные на базе всё тех же типовых ячеек, но значительно упрощенные с целью удешевления. Они не программируют отечественные микросхемы серий 556PT, 541PT, 1623PT, но в целом они остаются достаточно универсальными. Большинство других отечественных программаторов соответствуют третьему и частично второму уровню.

Профессиональный универсальный программатор-тестер для изделий специального и двойного назначения ChipStar-MT+ (см. рис. 4) предназначен для программирования и тестирования широкого спектра современных

микросхем 3У (более 3300 типов), в том числе наиболее популярных серий:

- ПЗУ серий 27xxx, 28xxx, 29xxx, 39xxx, 28xxx, 24xxx, 93xxx, PФxx и др.;
- однократно программируемые ПЗУ серий 556xxx, 1623xxx, 1632xxx, 1635xxx, 155PE3 и др.;
- программируемые логические матрицы серий 556xxx, 1556xxx, PAL, GAL и др.;
- микроконтроллеры фирм Microchip, Atmel, Intel, Philips, Dallas, Winbond, SST и многие другие микросхемы.

Основные технические характеристики программатора-тестера ChipStar-MT+ приведены в таблице 2.

Кроме того, в программаторе имеется функция сигнатурного функционального тестирования цифровых логических микросхем серий 155, 531, 555, 561, 1533, 1534 и др.

Отличительные особенности тестера ChipStar-MT+:

- адаптер для программируемых микросхем на 48 выводов;
- возможность связи с компьютером через интерфейсы LPT, COM и USB;
- два независимо устанавливаемых напряжения программирования от 0 до 25 В с шагом 0,1 В;
- напряжение питания от 0 до 12 В с шагом 0,01 В;
- мощные токовые ключи для программирования (прожигания) микросхем серий 556xxx;
- напряжения питания и программирования могут быть поданы на любой вывод адаптера программатора в любой комбинации;
- управляемое напряжение логических уровней от 2,0 до 5,0 В;
- защита от перегрузок и короткого замыкания;
- контроль температурного режима;
- отсутствие напряжений на панельке программатора в исходном состоянии;
- высококачественная, легко заменяемая универсальная панелька с нулевым усилием для установки микросхем любых типов в корпусах DIP/DIL (8 – 48 выводов);
- комфортабельное многооконное программное обеспечение работает под ОС Windows 9x/ME/NT/2000/XP, а также Windows Vista и Windows 7 и позволяет осуществлять все необходимые манипуляции с микросхемами и с файлами различных форматов;

**Таблица 2. Основные технические характеристики программатора-тестера ChipStar-MT+**

Интерфейс ПК	LPT	Спецификация IEEE-1284 (режимы SPP/ECP)
	COM	Спецификация RS232C, через дополнительный модуль
	USB	Спецификации 1.0/1.1/2.0, через дополнительный модуль
Напряжение питания		Постоянный ток 12 В, 2,0 А
		Переменный ток 100...240 В, 50/60 Гц, 0,7 А (через адаптер)
Размеры, мм	программатора	190 (длина) × 100 (ширина) × 90 (высота)
	сетевого адаптера	80 × 50 × 30 (без кабеля)
Вес, кг	программатора	0,55 (без кабелей)
	сетевого адаптера	0,12

**Таблица 3. Программирование наиболее применяемых микросхем ППЗУ отечественного производства**

Название микросхемы	Особенности программирования с использованием программатора ChipStar-MT+
1623PT2A	Программирование проводится в соответствии с СКФН.431212.003 ДЗ. Для проведения работ с данным изделием требуется адаптер CX-FP/28-M с основанием CX-FP/28-M и головкой HD-FP28G или HD-DIP28G. Программатор ChipStar-MT+ прошёл аттестацию завода – изготовителя данных микросхем (завод «Транзистор», г. Минск) и прописан как рекомендованное средство программирования для данного типа приборов (протокол испытаний и корректировка ТУ на микросхему)
1623PT1A	Программирование проводится в соответствии с БКО.347.630-01 ТУ. Для проведения работ с данным изделием требуется адаптер CX-FP/28-M с основанием CX-FP/28-M и головкой HD-FP28G или HD-DIP28G. На настоящий момент заводом – изготовителем микросхем (Завод «Транзистор», г. Минск) проводится цикл тестовых зашивок с применением программатора ChipStar-MT+, по результатам которых будет выпущен соответствующий протокол и произведена корректировка ТУ на микросхемы, в которых данный программатор будет прописан как рекомендуемое средство программирования
556PT7A	Программирование проводится в соответствии с И63.487.021-03 Д. Для планарных корпусов требуется адаптер CX-FP/28-M или UP-FP/28-M. Для DIP-корпусов адаптер не требуется
556PT7	Программирование проводится в соответствии с И63.487.048-03 Д для планарных корпусов. Для проведения работ с данным изделием требуется адаптер CX-FP/28-M или UP-FP/28-M. Для DIP-корпусов адаптер не требуется
556PT2	Программирование проводится в соответствии с ТУ на данную микросхему для планарных корпусов. Для планарных корпусов требуется адаптер CX-FP/28-M или UP-FP/28-M. Для DIP-корпусов адаптер не требуется
M573PФ4A	Программирование проводится в соответствии с БКО.347.222.04 ТУ. Для планарных корпусов требуется адаптер CX-FP/28-M или UP-FP/28-M. Для DIP-корпусов адаптер не требуется
556PT161	Программирование проводится в соответствии с И63.487.201-03Д. Для проведения работ с данным изделием требуется адаптер CX-FP/28-M
558PP4	Для планарных корпусов требуется адаптер CX-H16/48 или адаптер UP-H16/48. Для DIP-корпусов адаптер не требуется

- все параметры программирования микросхем соответствуют требованиям их изготовителей, однако ПО программатора позволяет перестроить любые параметры программирования;
- обеспечивается определение типа микросхем и контроль правильности установки;
- поддерживаются все режимы работы микросхем;

- для записи информации в микросхему достаточно выбрать команду записи, и программатор автоматически выполнит все необходимые действия: контроль микросхемы, проверку, запись, итоговую верификацию, запись дополнительных областей и конфигурации микросхемы, если это необходимо;
  - модульная структура программного обеспечения позволяет добавлять новые микросхемы без замены всей программы;
  - программатор построен на основе микроконтроллера с флэш-памятью, что обеспечивает обновление ПО программатора на месте эксплуатации;
  - возможность добавления новых микросхем по запросу потребителя в кратчайшие сроки.
- В таблице 3 приведена информация о программировании наиболее применяемых микросхем ППЗУ отечественного производства. Микросхемы 556PT7A, 556PT7, 556PT2, M573PФ4A (старые разработки) успешно программируются (также с использованием предыдущих модификаций ChipStar-MT+) на протяжении 10 лет. ©

## Новости мира News of the World Новости мира

### HP разработает суперчасы для армии США

HP намерена в своём устройстве сделать упор на вывод карт и другой стратегической информации, необходимой солдатам при выполнении заданий. В основу конструкции будут положены новейшие разработки компании по гибким пластиковым дисплеям. Чтобы снизить вероятность отказа из-за исчерпания источника энергии, экран будет оснащён солнечной батареей.

Карл Тоссиг (Carl Taussig), руководитель лаборатории информации HP Labs, сообщил, что военные намерены использовать прототипы устройств в небольших группах солдат, прежде чем решиться на более широкое внедрение технологии. Он полагает, что высокотехнологичные часы позволили бы, кроме всего прочего, несколько разгрузить военнослужащих, вынужденных до сих пор для получения той же информации носить на себе более тяжёлое оборудование вместе с комплектом рабочих и резервных батарей. HP рассчитывает получить работающий прототип в течение года.

Тоссиг перечислил основные достоинства пластиковых дисплеев по сравнению

со стеклянными, господствующими в настоящее время на рынке: «Они не бьются. Они тонкие. Они потенциально гибкие». В ту же гибкую конструкцию методом печати могут быть встроены солнечные батареи с помощью технологии, разработанной компанией PowerFilm. Эта же компания в своё время предложила армейские палатки, оснащённые гибкими фотовольтными элементами.

По мнению Тоссига, в следующем году пластиковые дисплеи могут начать появляться вместо стеклянных во всех видах потребительской электроники. В их пользу говорит меньший вес, меньшая потребляемая мощность и меньшая подверженность разрушению. К тому же они содержат в 40 раз меньше исходных материалов, чем стеклянные дисплеи, – сказал Тоссиг. Компания отметила, что технология гибких пластиковых дисплеев может быть также использована в ноутбуках, электронных книгах и различных коммерческих информационных устройствах.

Технология «печати» компонентов пластиковых дисплеев разрабатывалась специалистами HP Labs в течение десяти лет. Любопытно, что изначально компа-



ния рассчитывала использовать её в портативных накопителях, но затем перспектива получения больших гибких экранов оказалась более экономически оправданной и выполнимой, – поделился историческими подробностями Тоссиг. Основной «секрет» пластиковых дисплеев – тонкий, около 50 мкм (приблизительно половина толщины человеческого волоса), металлизированный слой, нанесённый методом печати на их изнанку. При этом за счёт сочетания различных процессов воздействия кислотой и металлизации формируются транзисторы, токопроводящие дорожки и прочие элементы. Тоссиг подчеркнул: «Мы должны были сами создать оборудование для выполнения этих задач, поскольку никто не делал этого ранее».

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