



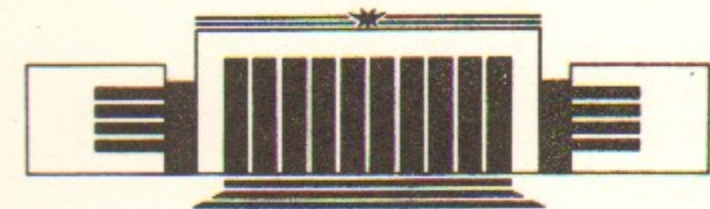
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ
им. Г.И. Будкера СО РАН

14

М.В. Коллегов, А.В. Мадорский,
В.В. Репков

ЭМУЛЯТОРЫ ПЗУ

ИЯФ 94-29



НОВОСИБИРСК

Эмуляторы ПЗУ

М.В. Коллегов, А.В. Мадорский, В.В. Репков

Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера
630090, Новосибирск 90, Россия

АННОТАЦИЯ

Описано семейство эмуляторов постоянных запоминающих устройств (ПЗУ) различных типов. Эмуляторы размещаются непосредственно на настраиваемой плате и загружаются по последовательному каналу связи с гальванической развязкой. Кроме того, описаны блоки загрузчиков в стандарте КАМАК и IBM PC и программное обеспечение для работы с ними.

© Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера, Россия

Введение

Основной тенденцией развития приборостроения на сегодняшний день стало применение микропроцессоров. При этом значительно сокращаются аппаратные затраты, а основная часть работы переносится на программирование. При создании периферийной аппаратуры, блоков управления и измерительной техники программа, как правило, помещается в постоянное запоминающее устройство (ПЗУ). В этом случае задача написания и отладки программного обеспечения становится самой трудоемкой операцией при разработке.

Частично эти проблемы решаются применением кросскомпиляторов и программных эмуляторов, позволяющих написать программу и проверить отладчиком ее работу. Но поскольку вся эта работа ведется на ЭВМ, эмулирующей процессор или автомат, окончательная отладка программы таким способом невозможна, так как эмулируется работа только процессора и нет возможности проверить взаимодействие его с остальной аппаратурой устройства. Кроме того, большинство программных эмуляторов не позволяют работать в реальном времени, а иногда работают настолько медленно, что процесс отладки становится просто невозможным.

При отладке программ непосредственно в разрабатываемом блоке основным препятствием становится необходимость каждый раз перепрограммировать ПЗУ. При применении однократно программируемых ПЗУ такой подход оказывается очень дорогим. При применении перепрограммируемых микросхем ПЗУ не следует забывать, что количество циклов

перепрограммирования ограничено, а сам процесс достаточно длителен.

Удачным решением этой проблемы является эмулятор ПЗУ—блок, включаемый вместо ПЗУ (в ту же колодку), но содержащий ОЗУ, загружаемое извне. Сочетая в себе полную эмуляцию ПЗУ с высокой скоростью загрузки, такой эмулятор позволяет отлаживать программу непосредственно в разрабатываемом блоке. Высокая скорость загрузки данных в эмулятор и простота этой операции дают возможность легко модифицировать программу, пробуя различные варианты реализации алгоритмов. При этом эмулятор ПЗУ, с одной стороны, экономит дорогостоящие микросхемы ПЗУ, а с другой стороны, повышает эффективность труда разработчика.

На первом этапе разработки эмулятора ПЗУ необходимо было сформулировать требования, которым он должен удовлетворять. Требования, перечисленные ниже, формулировались на базе анализа различных вариантов реализаций подобных устройств.

1. Эмулятор ПЗУ должен соответствовать по параметрам (время выборки, объем, логика управления и т.д.) тому типу ПЗУ, которое он эмулирует.
2. Эмулятор ПЗУ должен подключаться непосредственно к колодке, предназначенной для ПЗУ, и при этом не вносить искажения на подключаемые линии.
3. Из соображений удобства подключения загрузка ОЗУ эмулятора должна производиться по последовательному каналу.
4. Необходима гальваническая развязка между настраиваемой платой и ЭВМ, с которой происходит загрузка (например, в последовательном канале).
5. Габаритный размер узла подключения должен позволять включение нескольких эмуляторов в соседние колодки.

Второе требование предполагает установку адресных формирователей, формирователей данных и логики управления непосредственно на узле подключения. Попытка разделить эмулятор ПЗУ на функциональные части приводит к появлению большого количества соединений между ними, что крайне неудобно в эксплуатации. Оптимальным с этой точки зрения является моноблочный вариант исполнения. Однако, пятое требование накладывает очень жесткие требования на габариты.

Нами были разработаны конструкции эмуляторов нескольких типов ПЗУ, удовлетворяющие всем этим требованиям. Их эксплуатация, начавшаяся в 1986 г, подтвердила правильность принятых конструктивных решений.

Эмуляторы всех типов ПЗУ имеют моноблочную конструкцию из двух плат. Питание эмуляторов осуществляется через колодку от настраиваемого устройства. Все эмуляторы имеют последовательный интерфейс для загрузки. Жесткие требования на габаритные размеры и токопотребление заставили нас пойти на разработку специализированного последовательного интерфейса. Были разработаны блоки загрузчиков в стандарте КАМАК и IBM PC, реализующие последовательный интерфейс. Загрузчики позволяют подключать до 8 (КАМАК) или 6 (IBM PC) эмуляторов ПЗУ.

Различные типы эмуляторов имеют различные инверсии адреса и данных при загрузке (следствие минимизации габаритов и потребления), но это учитывается программным обеспечением.

В случае подключения только одного эмулятора ПЗУ к настраиваемой плате (например, при отладке устройства на базе однокристалльной ЭВМ или 8-ми разрядного микропроцессора) требования на габарит и токопотребление могут быть не такими жесткими. Именно в этом случае, как правило, нет необходимости в подключении большого количества эмуляторов. Специально для подобных применений разрабатываются эмуляторы с последовательным интерфейсом RS232. Они имеют несколько большие габаритные размеры и большие времена загрузки, но не требуют дополнительного блока загрузчика.

Эмуляторы со специализированным интерфейсом

Ниже в таблице перечислены типы эмуляторов ПЗУ, имеющие специализированный интерфейс.

Тип эмулятора	Объем ОЗУ (Кбайт)	Тип выходов	T выборки (нс)	I потр. (мА)	Инверсия	
					адр	данн
556PT6	2	ОК	80	250	-	-
556PT7	2	3-сост.	80	250	-	+
573PФ2	2	3-сост.	80	250	-	+
573PФ4	8	3-сост.	250	150	-	-
573PФ10	2+порты	3-сост.	250	150	+	+
Std-64	8-64	3-сост.	250	100	+	+

Эмуляторы 556РТ6 и 556РТ7

Эмуляторы 556РТ6 и 556РТ7 имеют одинаковые печатные платы и отличаются только типом выходных формирователей. В связи с этим эмуляторы имеют различную инверсию данных при загрузке. Это учитывается программным обеспечением, и именно поэтому необходимо корректно указывать тип эмулятора, с которым ведется работа.

Эмулятор 556РТ6 может также эмулировать ПЗУ типа 556РТ5. Достигается это маленькой хитростью—загрузкой данных в область ОЗУ с адреса 0x200 по 0x3FF, при этом во все остальные ячейки необходимо занести значение 0xFF, что в случае ПЗУ с открытым коллектором эквивалентно не выбранной микросхеме.

Оба эмулятора содержат ОЗУ, выполненное на микросхемах 132РУ8 (или РУ14), что позволило реализовать время выборки около 90 нс, практически не превышающее время выборки ПЗУ соответствующих типов.

Эмуляторы выполнены на двух платах с гибким соединением деталями внутри.

Габаритные размеры: 17 × 35 × 100 мм.

Эмулятор 573РФ2

Эмулятор практически идентичен с эмулятором 556РТ7. Различие только в цоколевке колодки подключения и логике сигналов выборки кристалла.

Эмулятор 573РФ4

Эмулятор 573РФ4 может также эмулировать микросхему 573РФ6. Эмулятор выполнен на микросхемах ОЗУ 537РУ10. В целях уменьшения габаритных размеров микросхемы установлены по две друг на друга. Применение ОЗУ данного типа позволило снизить потребление и иметь приемлемое время выборки для данного типа ПЗУ.

Эмулятор выполнен на двух платах с гибким соединением деталями внутри.

Габаритные размеры: 17 × 40 × 100 мм.

Эмулятор 573РФ10

Эмулятор 573РФ10 отличается от всего ряда прежде всего тем, что эмулирует микросхему ПЗУ, содержащую кроме собственно ПЗУ защелку адреса и параллельные порты. Чтобы самым простым способом (и самым экономным) эмулировать такую микросхему, пришлось использовать ее в составе эмулятора. В этом случае микросхема эмулирует только порты ввода/вывода, а обращения к ПЗУ перехватываются остальной схемой эмулятора.

Этот эмулятор выполнен на двух взаимоперпендикулярных платах, одна из которых служит только как переходник в плоскость колодки (на ней монтируются выводы). Собственно эмулятор смонтирован на другой плате. Соединение между платами жесткое, неразъемное.

Такая конструкция, по сравнению с предыдущими, обладает рядом достоинств: жесткость, легкость подключения, надежность, простота при ремонте и настройке.

Габаритные размеры: 17 × 58 × 140 мм.

Эмулятор Std-64

Этот эмулятор представляет новое поколение устройств. Обилие различных типов ПЗУ привело к попытке хоть как-то уменьшить номенклатуру эмуляторов. Std-64 позволяет эмулировать несколько типов ПЗУ, имеющих цоколевку, совместимую с семейством микросхем НМ2764 – НМ27512. При этом тип эмулируемого ПЗУ устанавливается переключкой на плате. Все эти микросхемы имеют одинаковую цоколевку, различающуюся только назначением неиспользованных адресных линий. Если эти линии не заняты под адрес, то они используются только в режиме программирования микросхемы ПЗУ. В эмуляторе эти линии можно просто отключать, выбирая соответствующий тип ПЗУ. В некоторых микросхемах эти линии являются дополнительными сигналами выбора микросхемы, но не все фирмы-производители ПЗУ это реализуют. Поэтому при проектировании блоков, настраивать которые предполагается с помощью эмулятора, необходимо учитывать это отличие эмулятора от микросхемы.

Медленное развитие отечественной элементной базы привело к тому, что в данном типе эмулятора предусмотрена возможность установки микросхем ОЗУ разной степени интеграции, как отечественных, так и

зарубежных. При этом могут быть установлены микросхемы ОЗУ с организацией от $8K \times 8$ до $32K \times 8$. Суммарный объем ОЗУ может быть от 8 до 64 Кбайт. В зависимости от объема установленного ОЗУ эмулятор Std-64 позволяет эмулировать микросхемы ПЗУ объемом от 8 до 64 Кбайт.

Блоки загрузчиков

Как уже говорилось выше, в целях экономии аппаратной части собственно эмуляторов, был разработан специализированный последовательный интерфейс. Он сочетает в себе простоту реализации приемника с достаточно высокой скоростью передачи данных.

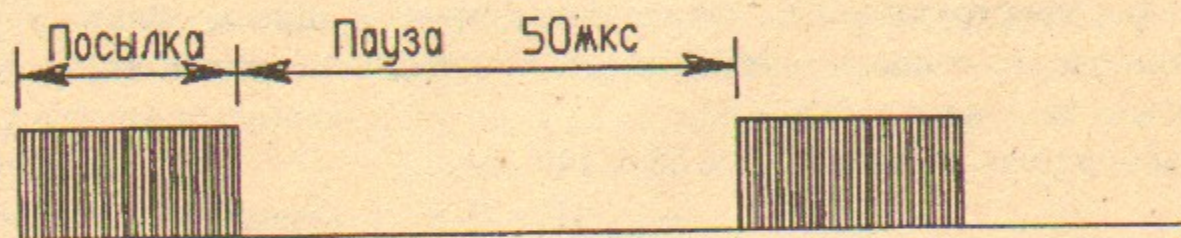


Рис.1. Передача данных.

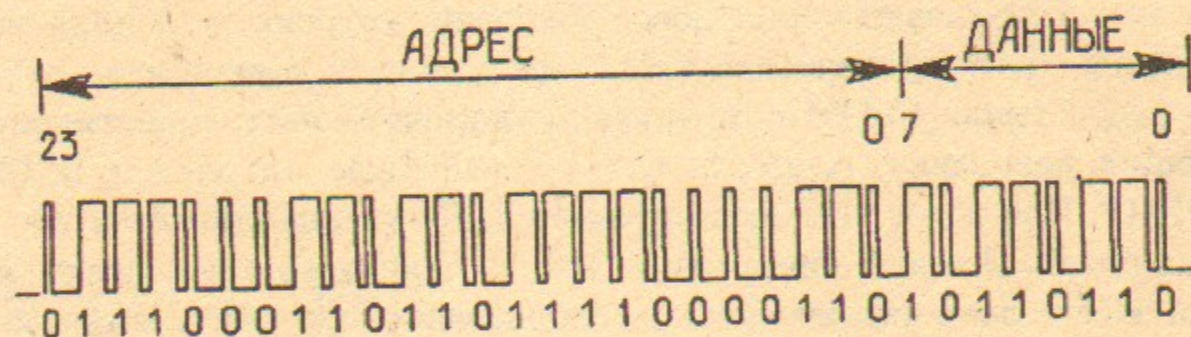


Рис.2. Посылка данных.

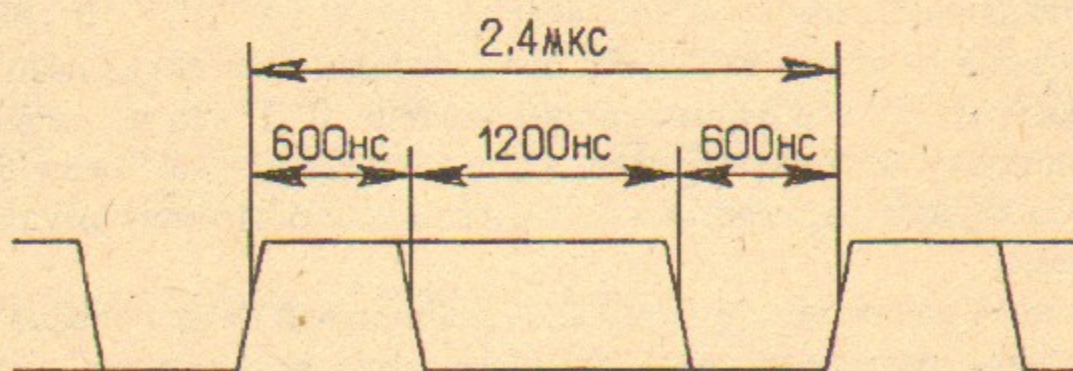


Рис.3. Передача одного бита данных.

Нами разработаны загрузчики в стандарте КАМАК (две модификации) и IBM PC, позволяющие передавать соответственно 19, 23 и 32 бита.

Метод кодирования—широко-импульсная модуляция. Данные передаются в виде посылок с паузами между ними (рис.1). Паузы реализуются программно и должны быть не менее 50 мкс.

Каждая посылка содержит 32 бита (рис.2). Эти биты трактуются эмулятором как 24 разряда адреса и 8 битов данных. Первым передается старший бит адреса, последним—младший бит данных. Поскольку каждая посылка содержит в себе как данные, так и разряды адреса, возможна селективная запись в эмулятор и нет необходимости в установке адресных счетчиков в эмуляторе.

Каждый бит данных кодируется четырьмя тактами по 600 нс (рис.3).

1 такт — старт = 1.

2, 3 такты — очередной бит данных (или адреса).

4 такт — стоп = 0.

Приемником является сдвиговый регистр необходимой разрядности. Такты сдвига формируются одновибратором от входного импульса, продвижение нового бита данных происходит по спадающему фронту тактового импульса. При этом в зависимости от ширины очередного входного импульса на последовательном входе регистра стоит либо уже 0, либо еще 1. Второй одновибратор—перезапускаемый. Он перезапускается каждым новым входным импульсом, до окончания очередной посылки. По концу импульса этого одновибратора определяется момент конца очередной посылки, когда в сдвиговом регистре лежит принятый адрес и данные. В этот момент происходит запись в ОЗУ (рис.4).

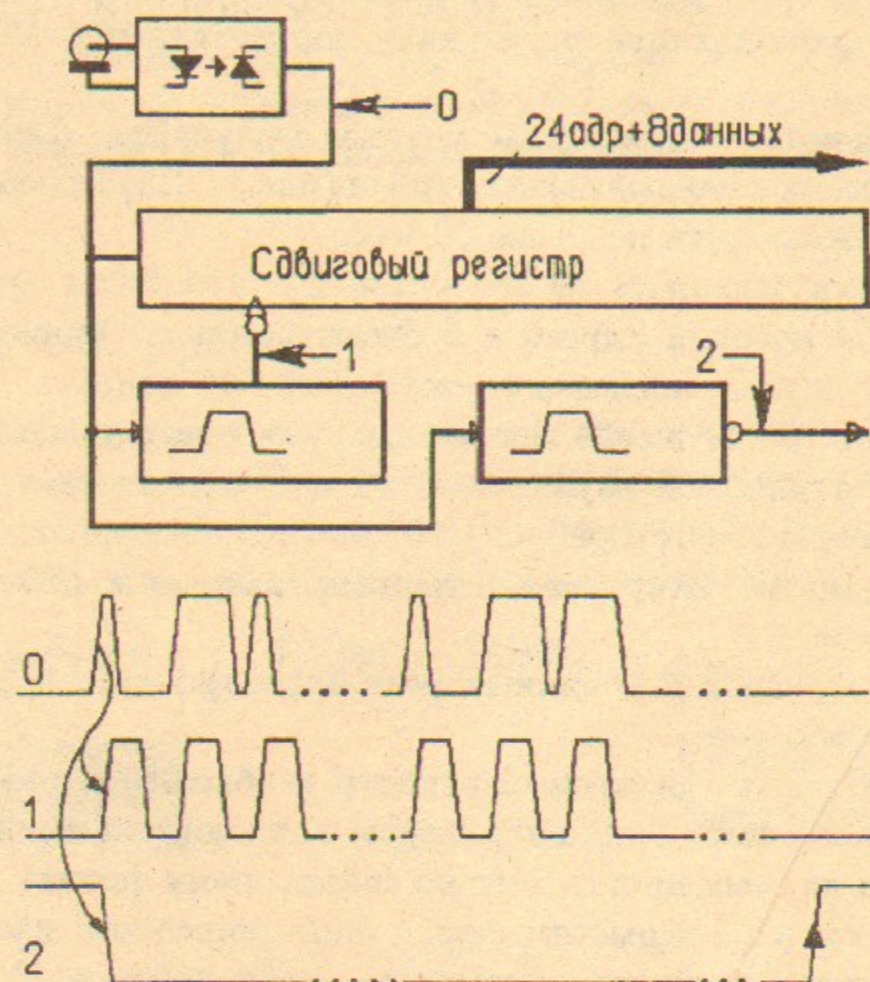
Внимание! При загрузке данных в эмулятор состояние выходов не определено.

Загрузчик в стандарте КАМАК

Существует в двух модификациях—ПИМП-8 (Б0629) и ПИМП-8М (Б0644). Отличаются длиной посылки, 19 и 23 разряда соответственно. ПИМП-8 позволяет подключать имитаторы ПЗУ объемом до 2 Кбайт. ПИМП-8М позволяет подключать имитаторы ПЗУ объемом до 32 Кбайт. В остальном загрузчики идентичны.

К одному блоку может быть подключено до восьми эмуляторов.

Блок реализует следующие КАМАК функции.



- 0 - Входной сигнал после гальванической развязки.
 1 - Такт сдвига
 2 - Сигнал окончания приема

Рис.4. Блок схема приемника.

- F16 A0-A7 Запись данных и передача в канал, определяемый субадресом.
 Все разряды инверсные(относительно таблицы).
 F24 Блокировка передатчика.
 F26 Разблокировка передатчика.

Загрузчик в стандарте IBM PC XT

Позволяет передавать 32 разряда. К одному загрузчику может быть подключено до шести эмуляторов. Нумерация каналов—с нижнего края платы.

В адресном пространстве ввода-вывода загрузчик занимает 5 адресов:
 0x220 — запись 0 байта и старт передачи;
 0x221 — запись 1 байта;
 0x222 — запись 2 байта;
 0x223 — запись 3 байта;
 0x224 — запись номера канала.

Все ячейки доступны только для записи. Базовый адрес платы может быть изменен перестановкой перемычек на плате:

S1	S0	Базовый адрес
0	0	0 x 368
0	1	0 x 270
1	0	0 x 270
1	1	0 x 220

Программное обеспечение

Для загрузки эмуляторов ПЗУ было разработано специальное программное обеспечение. Рассмотрим программу ELPC, работающую с блоком загрузчика в стандарте IBM PC.

Программа позволяет загружать данные в эмуляторы ПЗУ и проводить тестирование платы загрузчика.

Программа поддерживает все типы эмуляторов со специализированным интерфейсом.

Загружаемые данные могут быть как бинарным файлом, так и данными в HEX-формате, что позволяет использовать самые разнообразные кросс-средства.

При подключении нескольких эмуляторов программа позволяет раскладывать содержимое одного файла в несколько эмуляторов, а также контролировать выход за пределы размеров подключенных эмуляторов.

Конфигурация системы (номера каналов загрузчика, типы эмуляторов, файлы, подлежащие загрузке, и их формат) редактируется в интерактивном оконном режиме и может быть сохранена в специальном конфигурационном файле.

Программа может работать в двух режимах: интерактивном и однократном. В интерактивном режиме можно редактировать конфигурацию системы, тестировать плату загрузчика, выполнить загрузку эмуляторов и получить контекстный HELP на любое действие.

При запуске программы с указанием имени конфигурационного файла программа запускается в режиме однократной загрузки эмуляторов и после выполнения возвращает управление операционной системе.

Программа работает под операционной системой MS DOS версий выше 3.0.

Техника работы с эмуляторами

При работе с эмуляторами ПЗУ у Вас появляется возможность многократно модифицировать исходную программу, пробуя самые различные варианты. Вы имеете возможность вставлять в текст Вашей программы различного рода процедуры, которые помогут вам в отладке алгоритмов. Так, например, при отладке программ для однокристальной ЭВМ 1816BE31 мы неоднократно пользовались процедурой, выводящей содержимое внутренних ячеек памяти и регистров в последовательный порт. Причем вывод осуществлялся в текстовой форме, что позволяло использовать пульт терминала для контроля за состоянием процессора. Вызов такой процедуры может быть временно вставлен в программу в любом месте, что позволяет контролировать ход ее выполнения.

При проверке работоспособности аппаратной части настраиваемых схем часто возникает проблема синхронизации осциллографа с фазой выполнения программы. При использовании эмулятора Вы легко вставите в нужное место программы сигнал синхронизации (например, измените состояние на свободной линии параллельного порта).

Литература

1. *М.В. Коллегов, В.В. Репков.* Имитатор ПЗУ. Препринт ИЯФ 87-108, 2 Новосибирск, 1987.
2. *Hitaci.* IC MEMORY DATA BOOK, 1988.

М.В. Коллегов, А.В. Мадорский, В.В. Репков

Эмуляторы ПЗУ

ИЯФ 94-29

Ответственный за выпуск С.Г. Попов
Работа поступила 29 марта 1994 г.

Сдано в набор 28.03. 1994 г.

Подписано в печать 30 марта 1994 г.

Формат бумаги 60×90 1/16 Объем 0,8 печ.л., 0,7 уч.-изд.л.

Тираж 180 экз. Бесплатно. Заказ N 29

Обработано на IBM PC и отпечатано на
роталпринте ИЯФ им. Г.И. Будкера СО РАН,
Новосибирск, 630090, пр. академика Лаврентьева, 11.