

**СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

*E 912*

P10-87-793

Л.Г.Ефимов, Д.Энхболд

**АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА  
И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
УНИВЕРСАЛЬНОГО МОДУЛЬНОГО  
ПРОГРАММАТОРА ППЗУ, РПЗУ, ПЛМ**

**1987**

Микросхемные постоянные запоминающие устройства (ПЗУ) являются неотъемлемой частью элементной базы, используемой в разработках современной электронной аппаратуры, в том числе средств автоматизации физических установок. В экспериментальной аппаратуре разнообразные ПЗУ применяются для схемотехнического решения таких задач, как дешифрация сигналов, генерация заданных последовательностей импульсов, кодирование информации в многоканальных системах регистрации частиц, микропрограммное обеспечение контроллеров, надежное хранение отлаженных программ ЭВМ, привод микропроцессорных узлов и т.д.

В последнее время наряду с традиционными однократно программируемыми постоянными запоминающими устройствами (ППЗУ) и различными репрограммируемыми ПЗУ со стиранием информации (ЭППЗУ, УФППЗУ) все более широкое применение получают устройства программируемой матричной логики, среди которых особенно популярны программируемые логические матрицы (ПЛМ). Данные устройства представляют собой наиболее экономичное с точки зрения аппаратных затрат средство реализации схем с развитой комбинационной логикой. В частности, ПЛМ являются незаменимыми интерфейсными компонентами модулей, взаимодействующих между собой по сложным протокольным алгоритмам на стандартных магистралях современных многопроцессорных систем, таких, как шина VME (МЭК 821) и др.

Существующее многообразие и быстро растущая номенклатура указанных запоминающих устройств требуют системного подхода к проектированию технологических средств их программирования. Данные средства (программаторы) должны быть настолько гибкими и универсальными, чтобы обеспечивать в рамках одной системы оперирование с достаточно полным набором ПЗУ известных типов, постоянную возможность его расширения, а также предоставлять оператору системы максимальные удобства в ее эксплуатации.

Анализ публикаций<sup>1-5/</sup>, посвященных данной тематике, показывает, что имеющиеся разработки либо ориентированы на программирование только одного или нескольких типов ПЗУ, либо в них недостаточно развиты программные средства предварительной подготовки файлов к записи в ПЗУ и последующего контроля ее результатов.

В настоящей работе дается описание созданного авторами комплекса аппаратно-программных средств программирования ПЗУ, основные особенности которого перечислены ниже.

1. Универсальность — способность оперировать с широким кругом наиболее часто применяемых в цифровой аппаратуре биполярных (ТТЛ,

ТТЛШ) и МОП ПЗУ всех классов, в том числе ППЗУ, РПЗУ и ПЛМ. В настоящее время средствами комплекса осуществляется программирование следующих микросхем:

ППЗУ (PROM)-КР556РТ4, КР556РТ5, КР556РТ7 и их зарубежных аналогов;

УФРПЗУ (UVEPROM)-INTEL 2708, 2716, 2732, 2764 и их советских аналогов;

ПЛМ (PAL) — КР556РТ1.

2. Расширяемость набора программируемых микросхем, обеспечиваемая модульным принципом организации аппаратных средств и наличием унифицированного порта связи основного модуля системы, выполненного в стандарте КАМАК, со сменными платами ПЗУ конкретных типов.

3. Развитие математического обеспечения, дающего возможность в варианте работы программатора на линии с микроЭВМ МЕРА-60 ("Электроника-60") производить:

- а) диалог оператора с системой;
- б) выбор и гибкую смену режимов работы программатора;
- в) отладку информационных файлов и двусторонний обмен ими между внешними носителями информации ЭВМ и буферным оперативным запоминающим устройством (БЗУ) основного модуля.

4. Возможность автономного варианта работы программатора, без необходимости использования ЭВМ или других источников программного управления магистралью крейта КАМАК, в котором размещается основной модуль.

## АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА СИСТЕМЫ

Структура системы программирования ПЗУ в полном объеме представлена на рис.1. Ядром системы является модуль КАМАК, имеющий шифр ПУМ-401 по классификации ЛВЭ ОИЯИ. МикроЭВМ МЕРА-60, в комплект которой входят процессор "Электроника-60" с доступной памятью 56К байт и стандартным набором внешних устройств, управляет работой модуля ПУМ-401 с помощью универсального контроллера крейта КАМАК УКК-608<sup>67</sup>. Сменные платы, на которых смонтированы гнез-

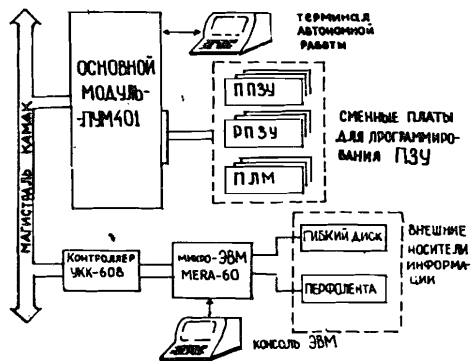


Рис.1. Структура системы программирования ПЗУ.

да для установки ПЗУ, подключаются к основному модулю через разъем на его передней панели.

Структурная схема основного модуля ПУМ-401 показана на рис.2. Функции синхронизации записи данных и прожигания ПЗУ выполняют сигналы ФИ1, ФИ2 и РТ. Они вырабатываются в формирователе, действующем по принципу преобразования "частота — период". Выбор управляющей частоты, а следовательно, и необходимой для данного ПЗУ длительности прожигающих импульсов, осуществляется 5-разрядным позиционным кодом в соответствии с установленным положением переключателей на сменной плате ПЗУ (рис.3,4).

Требуемая амплитуда прожигающих импульсов обеспечивается питанием транзисторных ключей сменных плат напряжениями соответ-

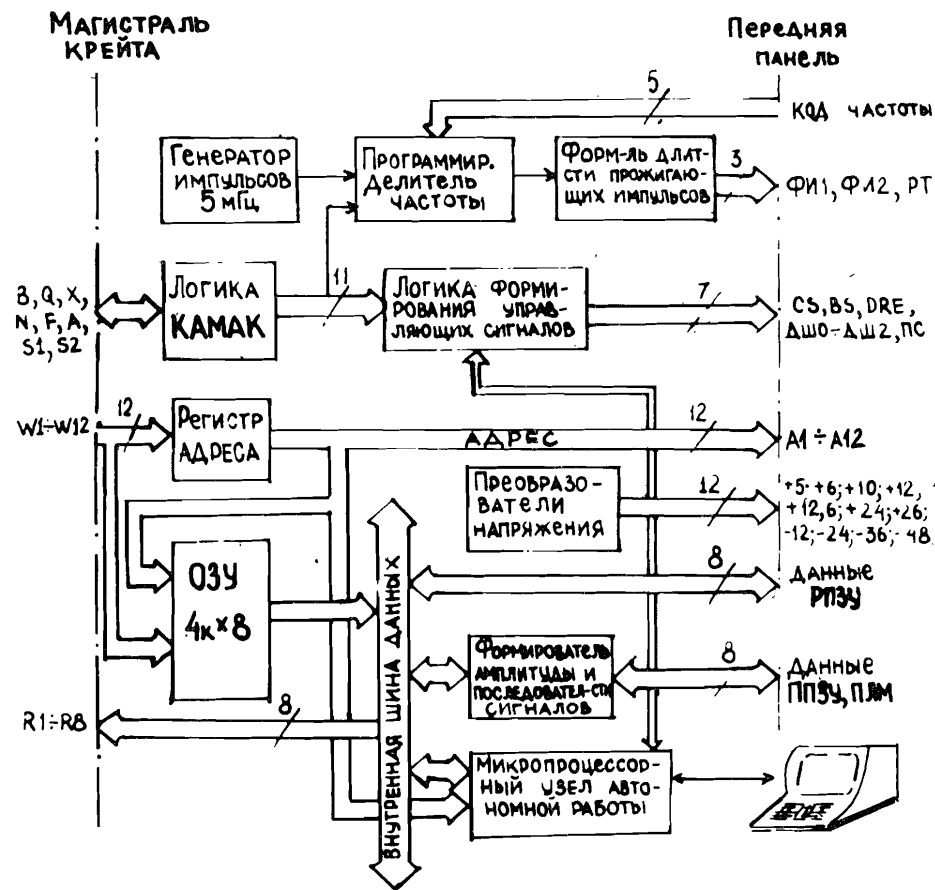


Рис.2. Структурная схема основного модуля системы программирования ПЗУ.

вующих номиналов, вырабатываемыми в преобразователях основного модуля из постоянных напряжений магистрали крейта +6 В и +12 В.

Встроенное в основной модуль БОЗУ имеет емкость 4К байт. Оно используется для промежуточного хранения данных, записываемых в ППЗУ и РПЗУ, а в процессе программирования ПЛМ через БОЗУ осуществляется адресация матриц (рис.4).

Из-за различия технологических процессов занесения информации в ППЗУ (ПЛМ) и РПЗУ на порт подключения сменных плат выводятся соответственно две 8-разрядные шины данных. На шину "Данные ППЗУ, ПЛМ" в режиме записи выдаются сигналы с требуемой технической пас-

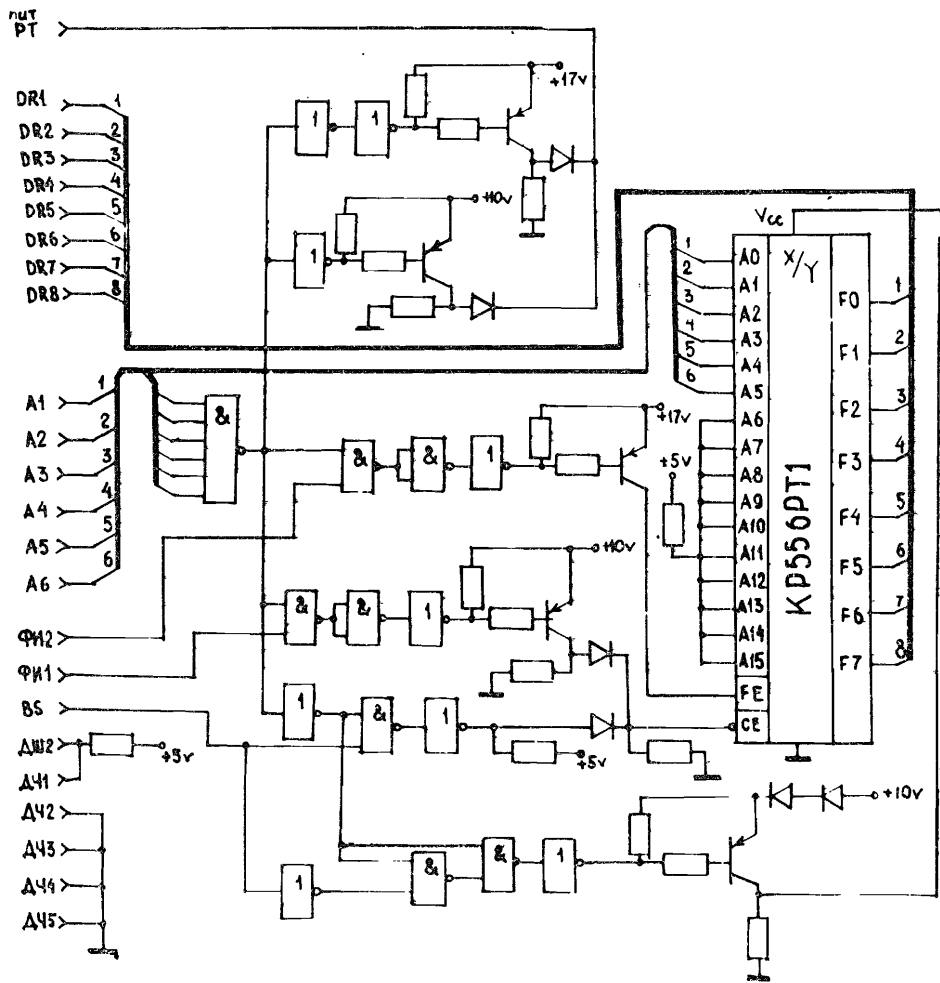


Рис.3. Принципиальная схема сменной платы для программирования уровней ИЛИ, НЕ в ПЛМ КР556РТ1.

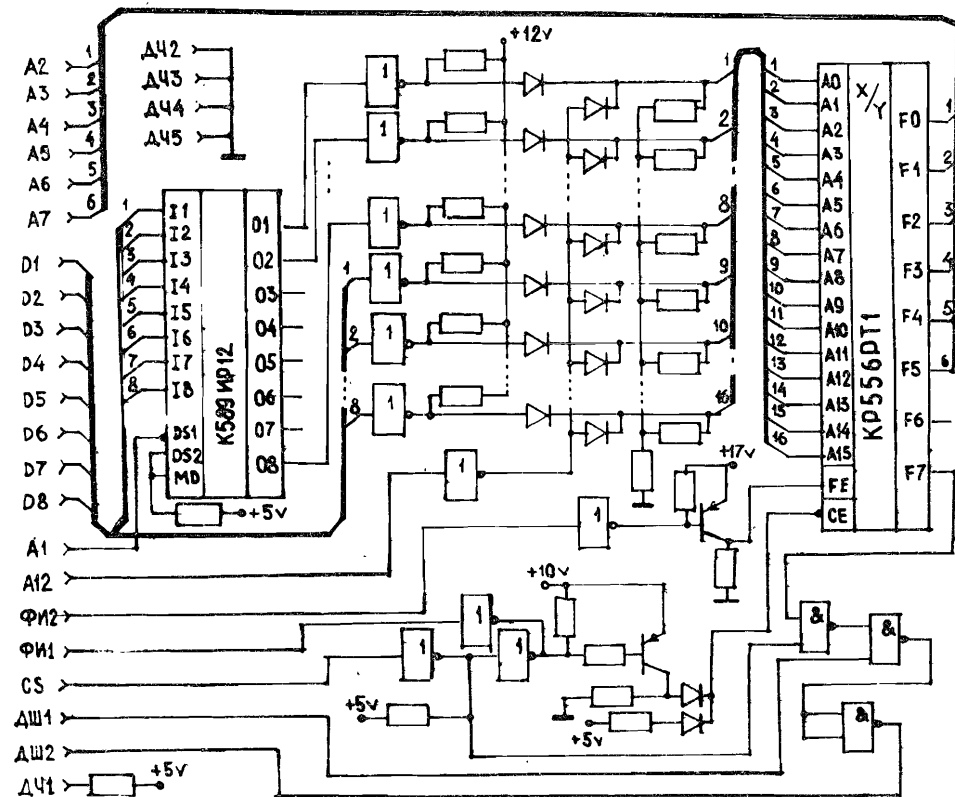


Рис.4. Принципиальная схема сменной платы для программирования уровня И в ПЛМ КР556РТ1.

портом микросхемы амплитудой прожигающего напряжения, при этом по одному адресу ПЗУ эти сигналы поступают в сменную плату последовательно во времени на прожигаемые выходы микросхем.

Одной из основных особенностей описываемого программатора, отличающей его от большинства известных разработок, является строгое соблюдение технических рекомендаций фирм-изготовителей ПЗУ по формированию последовательностей прожигающих импульсов для ППЗУ и ПЛМ. Это означает, что прожигающие импульсы вырабатываются в модуле ПУМ-401 в виде пачек с постепенно расширяющейся длительностью, при этом в течение приблизительно 400 мс длительность импульсов изменяется от 0,2 до 8 мкс (рис.5). Таким образом, достигается более мягкий режим занесения информации по сравнению с часто применяемой записью одним длинным импульсом с пологим передним фронтом и, в конечном итоге, обеспечивается значительно более низкий коэффициент отбраковки микросхем.

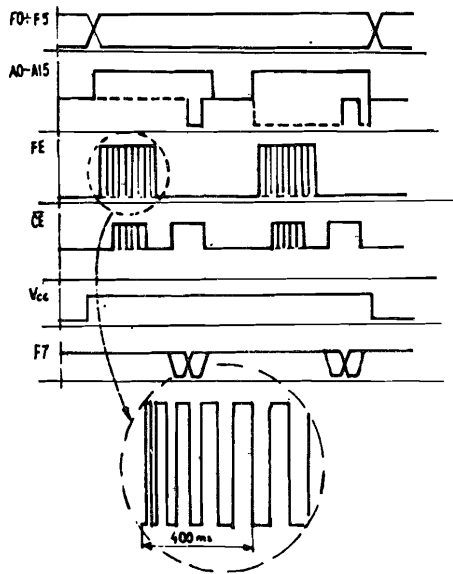


Рис.5. Временные диаграммы программирования уровня И в ПЛМ КР556РТ1.

Автономный вариант работы программатора основан на использовании микропроцессорного узла модуля ПУМ-401. Он выполнен на базе микропроцессора INTEL-8085, оснащен встроенной краткой версией программного обеспечения на собственном РПЗУ емкостью 2К байт. Внешний последовательный интерфейс (RS232C V.24) позволяет подключить к программатору терминал оператора.

Кроме разъема для сменных плат ПЗУ на передней панели модуля ПУМ-401 расположены коммутационные элементы,

а также 7-сегментные индикаторы адреса и данных (рис.6). Они позволяют вручную управлять сбросом схемы модуля в исходное состояние, устанавливать требуемый адрес, а также визуально проверять содержимое БОЗУ и ПЗУ.

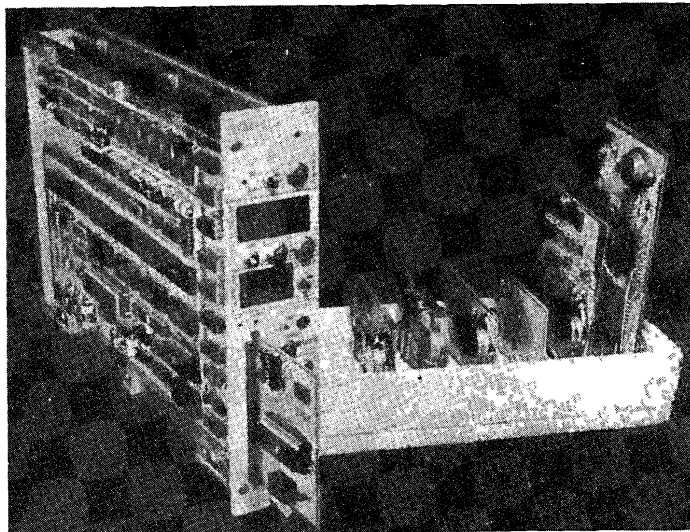


Рис.6. Общий вид основного модуля и сменных плат программатора.

Модуль ПУМ-401 выполнен на двух платах КАМАК, ширина модуля 3М.

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Обслуживание описанных аппаратных средств программатора в варианте с использованием микроЭВМ МЕРА-60 ("Электроника-60") производится с помощью программ, работающих под управлением монитора операционной системы реального времени РАФОС (RT-11). Программы выполнены на языке Макроассемблер, требуемый для их размещения в ОЗУ микроЭВМ объем памяти — 20К байт, из них 4К байт отводится для промежуточного хранения данных, записываемых на дисковое запоминающее устройство или считываемых с него. Выход в монитор диалоговой программы пользователя PUM401 после ее вызова сопровождается выводом знака (\*) на операторскую консоль. Используются следующие команды монитора и выполняемые по этим командам операции:

- \*L — вывод на консоль списка мониторных команд;
- \*V — вывод на консоль актуального на данный момент набора микросхем, с которыми может работать пользователь, выбор типа программируемого ПЗУ;
- \*I — ввод данных с консоли в БОЗУ основного модуля (до 4К байт);
- \*D — запись данных с консоли в выбранную область памяти дискового запоминающего устройства ЭВМ;
- \*P — пересылка данных с дискового запоминающего устройства или перфоленты в БОЗУ ПУМ-401;
- \*T — проверка содержимого БОЗУ ПУМ-401;
- \*E — контроль содержимого ПЗУ, установленного на сменной плате;
- \*M — сравнение содержимого ПЗУ с содержимым БОЗУ ПУМ-401 и диагностика несовпадений;
- \*C — пересылка содержимого ПЗУ, установленного на сменной плате, в БОЗУ ПУМ-401 или в выбранную область памяти дискового запоминающего устройства;
- \*W — запись содержимого БОЗУ ПУМ-401 в ПЗУ, установленное на сменной плате.

При программировании в ПЛМ уровня И после выбора оператором любого из 48 конъюнктов на консоль выводится запрос монитора

\*DIRECT ADDRESS CODE (A00 — A15) :

в ответ на который оператор должен ввести код прямых входных переменных  $A_{i,i} = 0,15$ . Аналогично на последующий запрос

\*INVERSE ADDRESS CODE (A00 — A15) :

необходимо набрать код инверсных входных переменных. В обоих случаях запись "1" в i-й разряд набранного кода соответствует удалению

соответствующих перемычек в выбранном конъюнктере. При этом, если в выбранной конъюнкции программируемой функции ПЛМ не используется входная переменная  $A_i$ , в соответствующий  $i$ -й разряд как прямого, так и инверсного кодов необходимо записать "1".

Программирование уровня ИЛИ и прожигание перемычек слоя НЕ ПЛМ не отличается от программирования микросхем РПЗУ и ППЗУ. Описанная процедура подготовки исходных данных к записи в ПЛМ не является единственной. В настоящее время подготовлена версия диалоговой программы высокого уровня, при использовании которой оператор задает содержимое всех трех уровней ПЛМ в виде логических уравнений булевой алгебры.

В основном модуле ПУМ-401 используются следующие команды КАМАК:

- N·A(0)·F(0) — чтение БОЗУ;
- N·A(1)·F(0) — чтение ПЗУ, установленного на сменной плате;
- N·A(0)·F(16) — запись в БОЗУ;
- N·A(0)·F(17) — перезапись данных из БОЗУ в ПЗУ, установленное на сменной плате;
- N·A(1)·F(17) — запись в регистр адреса;
- N·A(0)·F(9) — остановка перезаписи.

Описанный комплекс средств прошел длительную успешную эксплуатацию на стенде ОННР ЛВЭ.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить признательность И.Ф.Колпакову и К.Пасевичу за поддержку работы, В.М.Слепневу за полезные консультации, а также В.С.Евтисову за качественный монтаж входящих в систему устройств.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Балашов В.К. и др. ОИЯИ, 10-12488, Дубна, 1979.
2. Щербаков О.А. — Микропроцессорные средства и системы, 1985, № 3, с. 72.
3. Дианов А.П., Щелкунов Н.Н. — Микропроцессорные средства и системы, 1985, №3, с. 75-80.
4. Щелкунов Н.Н., Дианов А.П. — Микропроцессорные средства и системы, 1986, №2, с. 71.
5. Вагов В.А. и др. ОИЯИ, P11-87-317, Дубна, 1987.
6. Дмитриева Е.А. и др. ОИЯИ, 10-83-382, Дубна, 1983.

Рукопись поступила в издательский отдел  
5 ноября 1987 года.

Ефимов Л.Г., Энкгольд Д.  
Аппаратные средства и программное обеспечение универсального  
модульного программатора ППЗУ, РПЗУ, ПЛМ

P10-87-793

Описаны аппаратные средства и программное обеспечение созданной авторами системы программирования микросхемных постоянных запоминающих устройств (ПЗУ). В отличие от других известных разработок программаторов ПЗУ данная система универсальна, поскольку позволяет работать с широким кругом наиболее часто используемых биполярных и МОП ПЗУ всех классов, в том числе ППЗУ, РПЗУ и ПЛМ. Модульный принцип организации аппаратных средств системы, выражающийся в наличии основного модуля системы в стандарте КАМАК и подключаемых к нему сменных плат с гнездами для установки ПЗУ конкретных типов, позволяет постоянно расширять набор программируемых ПЗУ. Для обеспечения работы программатора на линии с микроЭВМ МЕРА-60 ("Электроника-60") создано соответствующее программное обеспечение, позволяющее производить диалог оператора с системой, гибко менять режимы работы программатора, отключать информационные файлы и осуществлять двухсторонний обмен ими между внешними носителями информации ЭВМ и запоминающим устройством основного модуля системы. Имеется возможность автономного варианта работы программатора на основе встроеного в основной модуль микропроцессорного узла (INTEL 8085).

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

Перевод О.С.Виноградовой

Efimov L.G., Enkhold D. -  
Hardware and Software of the Universal Modular PROM,  
EPROM and PAL Programmer

P10-87-793

The description of the system developed for PROM LSI's programming is given. Unlike other known programmers the system allows one to operate with a wide set of most popular MOS and bipolar PROM, EPROM, PAL devices; to expand the actual variety of programmed LSI's on the basis of modular programmer structure, inside which removable memory type - oriented cards are connected to a main CAMAC module through its special I/O port; to use the advanced RT-11 operating system-based software in the mode of work on-line with MERA-60 ("Electronika-60") or LSI-11 microcomputer; to accomplish the programming in an autonomous mode without using any industrial computer or other source of program control; this mode is provided by built-in processor board working under INTEL 8085 microprocessor control.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 1987