

С 344.3

Ш - 363

Б. Шебештьен

2483

ПРОМЕЖУТОЧНОЕ НАКОПЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ  
ПРИ ЯДЕРНЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Научный руководитель  
кандидат физико-математических наук  
С.М. Коренченко

Работа выполнена в Объединенном институте ядерных  
исследований в Дубне и в Институте ядерных иссле-  
дований АН ВНР в Дебрецене

Дубна 1965

Б. Шебештьен

2483

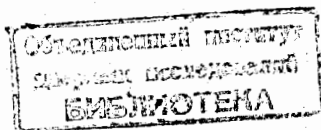
ПРОМЕЖУТОЧНОЕ НАКОПЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ  
ПРИ ЯДЕРНЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Научный руководитель,  
кандидат физико-математических наук  
С.М. Коренченко

Работа выполнена в Объединенном институте ядерных  
исследований в Дубне и в Институте ядерных исследо-  
ваний АН ВНР в Дебрегене

Дубна 1985



## В в е д е н и е

Развитие в последние годы измерительных методов в области экспериментальной ядерной физики характеризуется высокой степенью автоматизации систем измерений и обработки информации. В ходе автоматизированных экспериментов в общем случае информация от измерительной системы передается на линию обработки информации, чтобы получить выходные данные в таком виде, который открывает качественные и количественные характеристики физического события. Линии обработки информации в большинстве случаев содержат одно или несколько промежуточных запоминающих устройств (ПЗУ), которые играют значительную роль в процессе передачи информации.

Диссертация посвящена вопросам промежуточного накопления информации и описанию промежуточных запоминающих устройств.

Работа подразделяется на две главные части. В первой части (гл. 1) изложены общие вопросы темы. Дается определение понятия ПЗУ и их места среди запоминающих устройств, рассмотрение их роли в автоматизированных измерительных системах ядерной физики, классификация разных типов ПЗУ, описание практических систем, известных из литературы, обобщение задач, связанных со скоростью работы и емкостью накопления и т.д.

Диссертация ограничивается, в основном, цифровыми системами, только слегка затрагивается область аналоговых запоминающих устройств.

Во второй части (гл. 2, 3, 4) приведены итоги оригинальных работ, выполненных по данной теме. Описано ПЗУ, созданное для системы обработки информации искровой камеры. Даются блок-схема устройства, блок-схемы и принципиальные схемы отдельных функциональных частей и анализ некоторых схем. Обсуждается вопрос контроля работы ПЗУ.

В приложении (гл. 5) описан метод испытания импульсных свойств полупроводниковых диодов в феррит-диодных схемах.

Содержание диссертации по главам изложено ниже.

## 1. Общие вопросы промежуточного накопления информации

В линиях обработки информации ядерных экспериментов используют запоминающие устройства разных типов, которые можно классифицировать по двум основным группам. Запоминающие устройства, принадлежащие к первой группе, характеризуются тем, что при прохождении через них вид информации в основном не изменяется. Запоминающие устройства второй группы, напротив, играют значительную роль в процессе осмысливания информации. В этих устройствах информация преобразуется в более развитую форму с точки зрения понимания и обозрения физических явлений. Устройства первой группы называются запоминающими устройствами переходного типа, а устройства второй группы — оперативными запоминающими устройствами.

Запоминающие устройства переходного типа, в свою очередь, разбиваются на две подгруппы. К первой из них относятся запоминающие устройства постоянного типа. В общем случае они обладают большой емкостью (магнитная и бумажная лента и т.д.) и приспособлены для приема набора информации всего эксперимента и дальнейшего его хранения в течение любого времени.

Ко второй подгруппе принадлежат ПЗУ. Задача ПЗУ заключается в том, чтобы осуществлять согласование между двумя участками линии обработки информации, обладающими различными свойствами.

Согласование требуется в тех случаях, когда в линии обработки информации изменяется число параллельных каналов, или когда информационная пропускная способность участков линии в единицу времени различна. В первом случае требуется согласование по разрядам, а во втором случае — согласование по времени.

Схемы ПЗУ подразделяются на четыре основных блока:

1. Входной блок,
2. Память,
3. Выходной блок,
4. Блок управления.

Выполненные до настоящего времени ПЗУ отличаются многообразием. До сих пор не разработан стандартный тип этого устройства, годный для общего применения, подобно временным и амплитудным анализаторам. Это положение объясняется тем, что задачей ПЗУ является именно согласование стандартных устройств в изменяющихся обстоятельствах экспериментов. Поэтому характеристики ПЗУ всегда должны отвечать требованиям конкретной задачи. Таким образом и исполнение перечисленных выше блоков изменяется.

В диссертации обсуждается вопрос, каким образом можно выполнить согласо-

вание по разрядам и по времени с помощью ПЗУ. Описывается, что при использовании ПЗУ с одним запоминающим регистром можно осуществлять согласование только по разрядам, а при использовании многорегистровых ПЗУ — и по разрядам и по времени.

В диссертации дается определение основных характеристик ПЗУ; таковыми являются:

- а) мертвое время,
- б) буферная емкость,
- в) число входных и выходных параллельных каналов,
- г) логическая структура и
- д) пропускная способность.

Кратко изложены главные типы автоматизированных измерительных систем для объяснения роли и значения в них ПЗУ.

Предложена классификация для систематизации ПЗУ. С точки зрения ядерных измерений является целесообразной следующая классификация:

- 1) ПЗУ с одним запоминающим регистром,
- 2) ПЗУ, содержащие большее число запоминающих регистров:

- а) многорегистровые ПЗУ, отличающиеся тем, что в их работе этапы накопления и считывания отделены друг от друга;
- б) многорегистровые ПЗУ, в работе которых этапы накопления и считывания информации друг от друга не отделяются.

Соответственно классификации дается описание реализованных однорегистровых и многорегистровых ПЗУ, известных из литературы. Затронуты ПЗУ, применяемые в строчных печатающих устройствах, и ПЗУ для хранения аналоговых кодов.

На основании описания конкретных устройств в диссертации обсуждаются некоторые характерные особенности ПЗУ.

В связи с применением ПЗУ возникают следующие вопросы:

1. При каких условиях можно использовать данное ПЗУ?
2. Какой тип ПЗУ требуется для выполнения заданной задачи?

В обоих случаях надо выяснить взаимосвязь между внешними условиями и характеристиками ПЗУ.

Под внешними условиями подразумеваются:

- а) тип временного распределения событий,

- б) среднее число событий в единицу времени  $N_0$ ,  
в) параметр  $\tau_k$  (мертвое время) "медленной системы".

Сопоставлением внешних обстоятельств и разных типов ПЗУ (см. классификацию, данную выше) получают исходные условия для определения пропускной способности, мертвого времени и буферной емкости ПЗУ.

Единое и обобщенное обсуждение этих вопросов до сих пор отсутствует. В диссертации делается попытка подвести итоги современных результатов, относящихся к этим вопросам.

В диссертации затронуты технические вопросы построения ПЗУ. С точки зрения построения ПЗУ его скорость является самой важной характеристикой. По скорости ПЗУ можно разбить на две группы. К первой группе принадлежат ПЗУ, имеющие мертвое время 1 мксек или больше, а к другой - ПЗУ, обладающие мертвым временем меньше 1 мксек. В настоящее время ПЗУ более медленного типа используются в большинстве случаев для согласования измерительной системы с магнитофоном или перфоратором, а быстродействующие ПЗУ - для согласования аналого-цифровых преобразователей с временным анализатором.

Блок памяти медленного типа в общем случае построен на магнитных элементах с ферритовыми кольцами, а запоминающим элементом быстродействующих ПЗУ являются туннельный диод или тонкие магнитные пленки.

Остальные схемы современных ПЗУ построены на транзисторах, полупроводниковых диодах и ферритах.

В конце первой главы диссертации кратко изложен вопрос контроля работы ПЗУ.

## 2. Исходные соображения при проектировании ПЗУ, являющегося предметом настоящей работы

Основой измерительной системы физического эксперимента в физике высоких энергий в большинстве случаев является искровая камера. Камера оборудуется сцинтилляционными детекторами для идентификации событий, происходящих в пространстве камеры. Сигналы сцинтилляционных счетчиков поступают в блок отбора, состоящий из схем совпадений-антисовпадений, который выполняет селекцию событий.

Описанное ПЗУ выполняет согласование детекторов и блока-отбора с перфоратором.

В каждом случае, когда в камере осуществляется ожидаемое событие, один так

называемый "импульс события" поступает с блока отбора на вход управления ПЗУ.

Сцинтилляционные детекторы дают сигналы типа "да - нет". Таким образом, информация поступает в ПЗУ в виде параллельных кодов.

Сам физический эксперимент производится в импульсном режиме.

Логическая структура ПЗУ была создана в соответствии с временной диаграммой ускорителя и параметрами перфоратора.

В диссертации кратко изложен расчет главных исходных параметров ПЗУ.

При выборе блока памяти было учтено, что в обстановке физической лаборатории построение блока памяти, какой бы малой емкости он ни был, затруднительно.

По этой причине был выбран блок памяти промышленного типа.

Примененная запоминающая кассета от ЗУ цифровой вычислительной машины М-20 позволила выполнить ПЗУ, обладающее характеристиками, превышающими требования, вытекающие из условий данного эксперимента. В диссертации обсуждаются некоторые дальнейшие возможности использования ПЗУ, осуществимые на основании характеристик выбранного блока памяти.

Запас в отношении быстродействия позволяет использовать данное ПЗУ и для согласования с быстродействующим магнитофоном. Запас по буферной емкости допускает возможность применения ПЗУ в условиях, когда число событий за время импульса источника частиц будет  $\gg 1$ . На основании предварительных расчетов и литературных данных выяснилось, что сравнительно большая емкость ПЗУ позволяет использовать его в системах, предназначенных для обработки информации искровых камер с помощью телевизионных методов.

В конце 2-ой главы подводится итог исходных данных ПЗУ.

## 3. Описание реализованного ПЗУ

На основании заданных внешних условий было реализовано ПЗУ типа 2а) по классификации, данной в главе 1. Другими словами, во время каждого импульса ускорителя ПЗУ готово для приема информации, а считывание из блока памяти происходит в паузе ускорителя. Так как временной параметр перфоратора  $\tau_k \gg T$  ( $T$  - период ускорителя), то такой способ работы можно осуществлять только с применением выходного регистра, роль которого, с одной стороны, заключается в том, чтобы сохранять считываемый код за время  $\tau_k$ , а, с другой стороны, - выполнять задачу

согласования по разрядам (48 → 12 × 4). В соответствии с этим ПЗУ состоит из быстродействующей и медленной частей. Наличие быстродействующей части делает возможным прием информации в течение импульсов ускорителя независимо от того, происходит ли передача информации из ПЗУ в медленную систему или нет. Наличие медленной части позволяет передавать информацию из ПЗУ в медленную систему непрерывно (значит, во время импульса ускорителя тоже).

На рис. 1 показана блок-схема ПЗУ. Основным элементом быстрой части является блок памяти со 120-ю запоминающими регистрами (48-разрядными).

48 - разрядные коды информации, пройдя через систему ворот совпадений, сначала запоминаются регистром записи, а потом оттуда передаются в выбранные запоминающие регистры блока памяти.

"Импульс события" используется в качестве импульса управления записью. После каждого импульса событий "10 мксек - триггер" блокирует входные схемы на 10 мксек. Таким образом, будет исключена возможность нарушения идущего процесса записи.

Ворота  $L_1$  открыты, если в блоке памяти имеется, по крайней мере, один свободный запоминающий регистр, но они будут закрыты, если нет ни одного свободного регистра.

Выбор запоминающего регистра с помощью системы выбора и передача информации из регистра записи в блок памяти происходит также под действием импульса события.

Считывание информации из блока памяти осуществляется под действием импульса управления считыванием. Во время цикла считывания информация запоминающего регистра, выбранного адресной системой считывания, через усилители проходит в регистр считывания, который является главным блоком медленной части устройства.

Импульс управления считыванием может действовать на запоминающее устройство только в тех случаях, когда

- 1) можно найти информацию по крайней мере в одном запоминающем регистре и когда
- 2) медленная часть свободна для приема информации.

О выполнении первого условия будет свидетельствовать состояние ворот  $L_2$ : они открыты, если информация находится в блоке памяти, но закрыты, если блок пуст.

Свободное состояние медленной части обозначено состоянием 0 "триггера - 1".

Устройство обладает двумя не зависящими друг от друга адресными системами. Одна из них служит для определения последовательности адресов записи, а другая

- для определения порядка адресов считывания. Последовательность является той же самой у обеих систем. Заполнение устройства, т.е. число занятых информацией запоминающих регистров, регистрируется с помощью дифференциальной пересчетной схемы. Эта схема считает разность числа импульсов, управляющих записью и считываем. Если разность равна нулю, то это показывает, что блок памяти пуст. В этом случае ворота  $L_2$  будут закрыты. С другой стороны, если разность равна 120, это является свидетельством того, что все запоминающие регистры заняты информацией. В этом случае дифференциальная пересчетная схема запирает ворота  $L_1$ , не допуская осуществления дальнейших процессов записи.

Медленная часть устройства состоит из регистра считывания, коммутатора тока и его формирователя, тактового генератора, работающего в режиме свободных колебаний, и из вспомогательных схем, выполняющих логические функции.

Задачей медленной части является передача информации, находящейся в регистре считывания, в перфоратор с такой скоростью, которая удовлетворяет требованиям перфоратора. Информация поступает в регистр считывания в виде 48-разрядного параллельного кода, но так как перфоратор для приема информации имеет только 4 дорожки, она передается в перфоратор в 12 тактов.

Медленная часть устройства управляется также импульсом считывания. Этот сигнал не синхронизован с импульсами тактового генератора. Чтобы избежать трудностей, которые могут возникнуть в связи с этим обстоятельством, фазировка сигналов осуществляется в самом устройстве. С этой целью импульс управления сначала поступает на запоминающую ячейку. Оттуда импульс может приходиться ко входу 1 блока "триггера-2" только одновременно со следующим импульсом тактового генератора. В этот момент "триггер-2" перебрасывается и отпирает ворота  $L_3$  (схема И). Таким образом открывается путь для тактовых импульсов к формирователю коммутатора. Информация, находящаяся в регистре считывания, передается в перфоратор последовательно в 12 тактов.

Каждый код маркируется одним отверстием на дополнительной, пятой, дорожке перфоленты. Сигналы маркировки поступают в момент первого такта перфоратора.

Во время работы медленной части устройства схема "триггер-1" находится в состоянии 1, и она не может принять за это время последующие импульсы. Одновременно с 12-ым шагом коммутатора эта схема и "триггер-2" возвращаются в состояние 0, чем оканчивается цикл работы медленной части, и запоминающее устройство готово к приему следующего импульса управления считыванием.

В диссертации изложен принцип работы и описана схема главных блоков. Дается описание блока памяти, системы выбора запоминающих регистров, регистра записи и

системы поразрядной записи, схемы "10 мксек-триггера", поразрядной ячейки системы ворот совпадений и формирователей приготовления, быстродействующих формирователей устройства, поразрядного усилителя с клапаном И, формирователей перфоратора, тактового генератора и т.д. Подробно обсуждается дифференциальная пересчетная схема и ее роль в ПЗУ. Так же подробно описан коммутатор импульсного тока, использованный в устройстве в качестве регистра считывания и адресных пересчетных схем.

#### 4. Система проверки ПЗУ

Для проверки ПЗУ имеется несколько возможностей. Одной из этих является внешний контроль. Этот метод заключается в том, чтобы проверить согласование выходных сигналов со входными.

Внешний контроль можно осуществить разомкнутой или замкнутой контрольной цепью.

В первом случае проверка ПЗУ происходит таким образом, что задаваемые коды записываются в блоке памяти в определенной последовательности, а затем эти коды считываются из блока памяти под контролем.

Во втором случае заданный код записывается и считывается по выбранному адресу циклически. Если в каком-то цикле проверки считываемая информация отличается от предыдущей, то от системы проверки поступает сигнал.

Вторым методом является внутренний контроль. При этом можно проверить формы импульсов на разных узлах ПЗУ с помощью осциллографа.

Данное ПЗУ обладает системой проверки и внешнего и внутреннего контроля. Схема внешнего контроля является разомкнутой системой, а система внутреннего контроля состоит из осциллографа и системы делителей и переключателей. В главе 4 дается описание этих методов.

Переключатели внешней и внутренней контрольной системы позволяют легко сменить режим ПЗУ с рабочего состояния на проверку. Время проверки - не больше нескольких минут. Таким образом, всегда можно осуществить проверку перед эксплуатацией ПЗУ, чем повышается надежность работы устройства.

Система проверки дает возможность не только простого профилактического контроля, но и в случае необходимости быстро разграничивает место сбоя.

#### 5. Испытание импульсных свойств полупроводниковых диодов

(Приложение)

В связи с проектированием ПЗУ необходимо было произвести выбор диодов для разных переключательных схем. Выбор диодов с этой точки зрения затруднителен потому, что импульсные свойства силовых диодов в справочниках определены неудовлетворительно. Кроме этого во время проектирования ПЗУ отсутствовали специальные мощные диоды для переключения импульсных токов порядка ампера, требуемые в отдельных схемах ПЗУ. По этой причине был разработан простой метод для испытания импульсных свойств диодов, который позволяет производить выбор годных типов и отбор подходящих экземпляров соответственно условиям данной задачи.

В главе 5 описан метод измерения импульсных характеристик диодов, который основан на принципе относительных потерь площадей напряжения-времени.

Основные результаты диссертации заключаются в следующем:

1. Впервые была проведена систематизация материалов, касающихся промежуточных запоминающих устройств, в том числе: определено понятие ПЗУ, обобщены его задачи, приведены характеристики ПЗУ, предложена классификация ПЗУ, дан обзор реализованных устройств, обсуждаются вопросы связи между внешними условиями и ПЗУ; подытожены проблемы, касающиеся пропускной способности, мертвого времени и буферной емкости.

2. На основании работ, описанных в главе 1, было разработано промежуточное запоминающее устройство для передачи информации с годоскопической системы многослойной искровой камеры на перфоратор.

При проектировании ПЗУ была учтена возможность его перспективного использования в условиях, отличающихся от условий заданного эксперимента. Таким образом, устройство можно использовать, например,

- а) при обработке информации (годоскопических или других) систем, состоящих из нескольких сцинтилляционных или полупроводниковых детекторов;
- б) при бесфильмовой обработке информации искровых камер;
- в) при автоматической обработке фотоснимков с искровых камер и т.д.

Быстродействие ПЗУ допускает возможность его применения вместе с магнитофоном или с цифровой вычислительной машиной, работающей в режиме "on line".

В ходе проектирования ПЗУ созданы оригинальные схемы, которые также можно использовать самостоятельно в области цифровой техники. В том числе разработаны:

3. Дифференциальная пересчетная схема на транзисторах для регистрации степени заполнения информацией блока памяти. Само осуществление этой задачи с помощью дифференциальной пересчетной схемы является тоже оригинальным.

4. Коммутатор импульсного тока на ферритовых сердечниках и полупроводниковых диодах. Достоинством нового коммутатора является то, что с его помощью можно выполнить коммутацию тока на любое число ветвей в отличие от известных ферритовых коммутаторов, которые позволяют осуществлять эту коммутацию только с четным числом ветвей. На основании принципа работы предложенного коммутатора были выполнены простые, экономичные (по числу элементов) и надежные адресные и выходные регистры ПЗУ, содержащие минимальное количество активных элементов (в формирователях).

5. На основе ферритовых распределителей импульсного тока были созданы оригинальные регистры записи и система поразрядной записи для блока памяти типа - Z с двойными сердечниками, для которого требуются импульсы поразрядной записи с полярностью или плюс, или минус (запись 0 или 1). Особенностью системы является то, что в отличие от известных решений ее поразрядные схемы содержат лишь пассивные элементы. Поразрядные токи обеспечиваются одним общим формирователем. Таким способом достигается одинаковость поразрядных токов и надежность поразрядной записи.

6. Была создана трехмерная система блока памяти типа - Z, допускающая применение экономичных адресных систем (по числу элементов).

7. Предложен метод для проверки работы ПЗУ.

8. Предложен новый метод для испытания импульсных свойств полупроводниковых диодов, предназначенных для феррит-диодных схем.

9. Разработана схема для осуществления фазирования сигналов внутреннего тактового генератора и внешних случайных импульсов.

Большинство материалов 2,3, 4, 5-ой главы было опубликовано в работах /1-8/. Устройство, описанное в главе 3 диссертации, было доложено на Симпозиуме по ядерной электронике в Париже 25-27-го ноября 1963 г., а работа /2/ - на конференции по ядерной электронике в Белграде 12-20 мая 1961 г.

## Л и т е р а т у р а

1. Б.Шебештьен. Устройство для преобразования параллельного кода в группы, последовательные во времени. Препринт ОИЯИ 1408, Дубна 1963.
2. Э.Дажков, А.Марков, К.Сакаля, Шебештьен Б. Пересчетная схема импульсов. Препринт ОИЯИ 816, Дубна 1961.
3. Б.Шебештьен. Промежуточное запоминающее устройство на ферритах и транзисторах для автоматической обработки информации с группы детекторов. Препринт ОИЯИ 1412, Дубна 1963.
4. Б.Шебештьен. Кольцевая дифференциальная пересчетная схема на транзисторах для управления промежуточным запоминающим устройством. Препринт ОИЯИ 1413, Дубна 1963.
5. Б.Шебештьен. Коммутатор импульсного тока на ферритах и полупроводниковых диодах. Препринт ОИЯИ 1410, Дубна 1963.
6. Б.Шебештьен. Испытание импульсных свойств полупроводниковых диодов в феррит-диодных схемах. Препринт ОИЯИ 1411, Дубна 1963.
7. B. Sebestyen. Ferrite-Core Intermediate Memory for Handling Information Presented by Radiation Detector Systems. Preprint of Joint Inst. for Nucl. Res., Dubna, 1963, No. E-1426.
8. B. Sebestyen. Ferrite Core Intermediate Memory for Handling Information Presented by Radiation Detector Systems. Proc. Intern. Symposium, Paris, 25-27 November 1963, p.555.

Рукопись поступила в издательский отдел  
4 декабря 1965 г.