

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

С 344.3

Б-249

Ш.И. Барилко

2004

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ
КОНСТРУИРОВАНИЯ АНАЛИЗАТОРОВ
ДЛЯ ЯДЕРНОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Дубна 1965 г.

Ш.И. Барилко

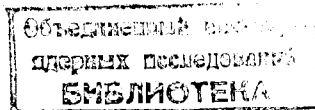
С.344.3

Б-249

2004

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ
КОНСТРУИРОВАНИЯ АНАЛИЗАТОРОВ
ДЛЯ ЯДЕРНОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук



Дубна 1965 г.

В последнее десятилетие происходит интенсивное внедрение методов и устройств вычислительной техники в экспериментальную ядерную физику. Кроме автоматизации измерений, применение методов вычислительной техники позволило исследовать такие процессы, подход к которым ранее был невозможен ввиду большого объема информации или изменения характера исследуемого процесса во время эксперимента.

Одними из первых приборов такого типа были многоканальные амплитудные и временные анализаторы.

За полтора десятка лет, прошедших со времени появления первых многоканальных анализаторов, узлы анализатора претерпели значительные изменения. Из громоздкого многолампового агрегата анализатор превратился в компактный и высоконадежный прибор на транзисторах. Если среднее время безаварийной работы первых анализаторов исчислялось часами, то среднее время безаварийной работы современных полупроводниковых анализаторов исчисляется месяцами. На несколько порядков улучшились и такие параметры анализаторов, как стабильность и быстрдействие.

Значительный вклад в отечественное анализаторостроение внесли советские ученые Л.А.Маталин, С.С.Курочкин, А.А.Марков, И.В.Штрапих, А.А.Санян, А.М.Шиманский, И.С.Крашенинников, А.П.Цитович, А.Н.Синаев, В.О.Вяземский, Г.И.Забякин, Г.П.Мельников.

В 1957 году под руководством и при участии автора был разработан первый в СССР промышленный многоканальный анализатор с памятью на ферритах - АИ-100. В 1958-59 г.г. при участии автора была выпущена серия таких приборов. В 1962 году выпуск приборов АИ-100 освоил один из заводов электронных приборов.

В 1958-59 г.г. автор участвовал в разработке промышленных полупроводниковых анализаторов "АИ-50, АИ-256". В 1960-64 г.г. автор принимал участие в разработке ламповых анализаторов на 256 и 1024 каналов и следующих устройств на транзисторах:

1. Запоминающего устройства на 256 чисел на ферритах^{10/}. Это запоминающее устройство находится в эксплуатации с сентября 1962 года и используется в Лаборатории нейтронной физики для исследования эффекта Мёссбауэра.

2. Промежуточного запоминающего устройства на туннельных диодах. Это устрой-

ство эксплуатируется с середины 1962 года совместно с 1024-канальным анализатором по времени пролета /8/.

3. Контрольного запоминающего устройства на 512 чисел.

4. Временного кодировщика с минимальной шкалой ширины канала 0,25 мксек.

Последние два устройства входят в многомерный анализатор с регистратором на магнитной ленте.

Диссертация является обобщением почти десятилетнего опыта работы автора по разработке и эксплуатации многоканальных анализаторов.

Первая глава является вводной. В ней рассмотрены вопросы применения и место разных типов регистраторов в ядерной спектрометрии.

Во второй главе рассмотрены принципы конструирования запоминающих устройств на ферритах для целей ядерной спектрометрии.

В ядерных спектрометрах запоминающие устройства на ферритах применяются в качестве основных регистраторов, в качестве промежуточных запоминающих устройств или для контроля таких запоминающих устройств большой емкости, в которых накопленные информация проводится без ее предварительной сортировки.

Для уменьшения эффективного мертвого времени временного анализатора автором предложен следующий метод записи информации в память:

1. Переключение адреса памяти производится импульсами, определяющими границы каналов.

2. Импульсы, несущие информацию, считаются поочередно двумя счетчиками небольшой емкости.

3. После переключения адреса производится выбор из памяти и добавление к нему содержания одного из счетчиков (посочередно).

Такой метод использования ЗУ позволяет получить мертвое время анализатора, равное мертвому времени счетчика при небольших затратах оборудования. Однако его применение ограничено тем, что ширина канала должна быть не меньше времени обращения к памяти.

С целью увеличения числа каналов анализатора автором предложено три новых метода записи информации, суть которых состоит в том, что в память заносится не абсолютное число импульсов в канале, а разность отсчетов в соседних каналах, либо память на ферритах используется как пересчетная схема перед запоминающим устройством с большим мертвым временем.

Рассматриваются ограничения этих методов. Задача повышения эффективности использования объема памяти является весьма актуальной и ей посвящены также работы ряда авторов /12/, /13/.

Особенностью контрольного запоминающего устройства для регистратора большой емкости является гибкая связь между кодировщиками, ЗУ на ферритах и основным регистратором, обусловленная тем, что память на ферритах целесообразно подключить к разным точкам информационного тракта и записывать в нее необходимо с большей шириной канала, чем в основной регистратор.

Во второй главе рассмотрены также схемные решения различных узлов запоминающего устройства. Наиболее ответственным узлом, в значительной степени определяющим надежность и стоимость ЗУ, является система коммутации токов памяти. Дано сравнение некоторых методов коммутации токов памяти и описан новый коммутатор токов на диодно-трансформаторных вентилях, предложенный автором совместно с А.П.Анисимовым и И.Д.Ванковым /4/. Этот коммутатор отличается гальванической связью источников тока с адресными шинами куба памяти, отсутствием предварительного дешифратора между ним и адресным счетчиком, высокой идентичностью токов в адресных шинах куба памяти.

Рассмотрены функции, выполняемые арифметическим устройством анализатора. Для анализаторов на ферритах автором совместно с А.А.Саниным предложен метод последовательной выборки информации из разрядов памяти /5/, позволяющий существенно упростить арифметическое устройство. Этот метод был развит И.С.Крашенинниковым и в 1984 году разработанный им анализатор подготовлен к серийному выпуску.

Автором совместно с А.П.Анисимовым и И.Д.Ванковым построено арифметическое устройство анализатора с параллельной выборкой информации из памяти, не содержащее триггеров со счетным входом.

Это устройство использовано в нескольких регистраторах, эксплуатирующихся в Лаборатории нейтронной физики.

В третьей главе рассмотрены структурные схемы временного кодировщика анализатора по времени пролета. На основании проведенного анализа сделаны следующие выводы:

1. Объединение функций адресного счетчика и регистра адреса памяти приводит к значительному сокращению числа триггеров, но возникает необходимость останавливать адресную серию на время регистрации кода в памяти, что делает невозможным применение разравнивающих устройств на малых ширинах каналов и вызывает появление логических петель, усложняющих настройку и поиск неисправностей.

2. Объединение адресного счетчика и счетчика дистанции приводит к зависимости между шириной канала и дистанцией между группами и также усложняет логическую структуру. Предложена функциональная схема, у которой шаг задержки между группами равен половине временного интервала, занимаемого группой.

3. Объединение счетчика дистанции и арифметического регистра памяти позволяет в широком диапазоне варьировать дистанцию с относительно малым постоянным шагом.

4. Применение независимого адресного счетчика и счетчика дистанции упрощает логическую структуру и делает возможным выделить временной кодировщик в самостоятельный прибор, который прост в наладке и может быть использован с различными запоминающими устройствами.

5. В адресном счетчике целесообразно применение такой схемы прямого переноса, в которой одновременно подаются сигналы на все триггеры, изменяющие свое состояние в данном такте.

На основе проведенного анализа выбрана оптимальная структурная схема временного кодировщика для анализатора с регистратором на магнитной ленте, описанного в 6-й главе.

В четвертой главе рассматриваются вопросы разработки промежуточной памяти на туннельных диодах. После рассмотрения зависимости между параметрами туннельного диода и его временем переключения дается сравнение ячеек памяти, описанных разными авторами, и обосновываются преимущества ячейки памяти, описанной Томпсоном /14/.

Эти преимущества следующие:

1. Простота ячейки - всего три элемента.
2. Выбор элемента памяти производится полным током как при чтении, так и при записи. Благодаря этому увеличивается допустимый разброс характеристик туннельных диодов, сопротивлений и импульсов тока.
3. Система коммутации токов не сложнее, чем в других рассмотренных случаях, когда выбор ячейки памяти производится полутokaми.

Отсутствие дифференцирующей цепочки в цепи съема информации дает возможность лучше использовать быстродействие туннельного диода и позволяет снять большой сигнал.

Далее приведено подробное описание сконструированной автором промежуточной памяти на 4 двенадцатирядных числа. Эта промежуточная память эксплуатируется совместно с 1024-канальным временным анализатором в измерительном центре Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ с 1962 года и имеет следующие особенности:

1. В промежуточной памяти используется единый реверсивный счетчик как при выборе регистра для записи информации, так и при выборе регистра для чтения информации.

2. Чтение информации происходит по мере освобождения основной памяти. Если в момент прихода кода с кодировщика в основной памяти не происходит цикл регистрации, то пришедший код заносится в основную память с задержкой в одну микросекунду.

3. Введен проверочный режим, состоящий в следующем: на промежуточную память подается последовательность из четырех одинаковых кодов. После записи этих кодов кодировщик блокируется, а коды переносятся в основную память. Затем промежуточная память принимает следующие четыре кода чисел, отличающихся от предыдущих на единицу. При правильной работе на экране осциллографа памяти видна ровная линия. В случае сбоев периодичность сигналов облегчает поиск неисправностей.

В пятой главе дано подробное описание контрольного запоминающего устройства (КЗУ) на ферритах на 512 чисел. Это устройство используется в многомерном анализаторе с регистратором на магнитной ленте.

КЗУ имеет следующие особенности.

1. Спектр на вход КЗУ подается параллельным кодом. Код может сниматься с выходных полюсов кодировщиков, промежуточной памяти или головок чтения магнитофона. Связь КЗУ с датчиками кодов выполнена через коммутатор, дающий возможность сжимать объем информации: если первый разряд адреса КЗУ подключен к i -му разряду входного кода, то число каналов в КЗУ в 2^i раз меньше, чем число каналов в входящем коде.

2. При многопараметрическом анализе представление спектра в КЗУ может быть интегральным или многомерным. Например, если при амплитудно-временном анализе память разбита на две части и в одной части записан амплитудный спектр, а в другой части - временной, то мы имеем интегральное представление спектра в КЗУ. При этом запись происходит в два приема: сначала в адресный счетчик КЗУ вводится временной код, последний триггер адреса устанавливается в "0" и выполняется цикл регистрации временного кода; затем в адресный счетчик КЗУ вносится амплитудный код, последний триггер адреса устанавливается в "1" и выполняется цикл регистрации амплитудного кода.

Если же на m разрядов адресного счетчика подается временный код, а на остальные разряды - амплитудный, то получается многомерное представление спектра в КЗУ.

3. Вывод информации из КЗУ осуществляется на цифровой выводной комплекс (печать, перфоратор, вычислительная машина), неоновые индикаторы и осциллограф.

Осциллограф обеспечивает три режима: одномерный, аксонометрический и "геогра-

фпчский". В одномерном режиме все или часть каналов выводятся на экран электронно-лучевой трубки так, что в полученном графике по оси абсцисс отложен номер канала, а по оси ординат - число импульсов в канале.

В аксонометрическом режиме спектр разбивается на 2,4 или 8 групп по 256, 128 или 64 канала соответственно. Обеспечивается возможность линейно сместить начало отсчета групп как по вертикали, так и по горизонтали, а также разная яркость луча в разных группах. В результате получается аксонометрическое изображение двухпараметрического спектра.

В "географическом" режиме по горизонтальной оси откладывается один параметр (время), по вертикальной оси - другой параметр (амплитуда), а числом импульсов в канале моделируется яркость луча. Таким образом, каналам, в которых большее число, соответствует большая яркость.

В запоминающем устройстве применена новая система коммутации токов на диодно-трансформаторных вентилях, а также арифметический блок без триггеров со счетным входом. В памяти применена следующая система кодирования: символу "0" соответствует наличие сигнала из памяти, а символу "1" - отсутствие сигнала.

В 5-й главе дается также краткое описание запоминающего устройства на 256 чисел, используемого в установке для исследования эффекта Мессбауэра. Арифметический блок этого устройства также выполнен без триггеров со счетным входом. В нем применена двоично-десятичная система счисления. Все блоки, за исключением осциллографов в обоих запоминающих устройствах, выполнены на полупроводниковых приборах.

В шестой главе описан временной кодировщик для анализатора по времени пролета с регистратором на магнитной ленте. Временной кодировщик имеет 2,4 или 8 групп, из которых может содержать 2048, 1024, 256 или 128 каналов. Ширина каналов любой из групп может быть равна $0,25 \times 2^n$ мксек ($n = 0, 1, \dots, 9$). Задержка начала любой из групп может быть выбрана равной $m \times 128$ мксек ($m = 1, 2, 3 \dots 256$). Во временном кодировщике предусмотрена проверочная программа работы и ряд проверочных режимов. Временной кодировщик полностью транзистирован.

Итогом представленной на соискание работы является следующее:

1. Дан обзор и практические рекомендации по использованию запоминающих устройств, построению запоминающих устройств на ферритах и туннельных диодах, построению временных кодировщиков в многоканальных анализаторах.

2. Разработанные под руководством или при участии автора серийные анализаторы АИ-100, АИ-256 и АИ-50 выпускаются промышленностью.

3. Разработанные под руководством и при участии автора лабораторные приборы: временной кодировщик и контрольное запоминающее устройство к многомерному анализатору с регистратором на магнитной ленте, ферритовое запоминающее устройство на 256 чисел для исследования эффекта Мессбауэра, промежуточное запоминающее устройство на 4 двенадцатиразрядных числа длительное время интенсивно эксплуатируются в измерительном центре Лаборатории нейтронной физики и работают практически без сбоев.

На этой аппаратуре в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ был проведен ряд физических исследований, в том числе изучение эффекта Мессбауэра на Sm^{149} /15/ измерение нейтронных резонансов празеодима и тербия /16/, ниобия и рубидия /17/.

4. Автором предложен ряд новых схемных решений узлов анализатора, которые хорошо зарекомендовали себя в эксплуатации и могут быть рекомендованы к широкому применению. К этим схемным решениям относятся следующие:

- а) коммутатор адресных токов памяти на диодно-трансформаторных вентилях с прямоугольной петлей гистерезиса (авторское свидетельство № 180474);
- б) арифметическое устройство без триггеров со счетным входом;
- в) временной кодировщик с независимым от ширины канала отсчетом дистанции между группами;
- г) схема выбора линеек промежуточной памяти, включающая в себя один счетчик как для чтения, так и для записи и обеспечивающая блокировку памяти в случае переопределения;
- д) метод последовательного обращения к разрядам запоминающего устройства в многоканальных анализаторах (авторское свидетельство № 181043).

Основные результаты диссертации доложены на конференциях по ядерной электронике, а также опубликованы в работах /1-11/.

Л и т е р а т у р а

1. Ш.И.Барилко, А.П.Анисимов, И.Д.Ванков, Ким Генъ Чун. ПТЭ № 4, стр.128,1984.
2. Ш.И.Барилко, Л.С.Гори, Б.И.Хазанов. ПТЭ № 2, 1980.
3. Ш.И.Барилко, И.Д.Ванков. Труды 5-й научно-технической конференции по ядерной электронике, том II, ч.1, стр. 144, Госатомиздат, 1983.
4. Ш.И.Барилко, А.П.Анисимов, И.Д.Ванков. Авторское свидетельство № 160374,1983.
5. А.А.Санин, Ш.И.Барилко. Авторское свидетельство № 181043.
6. Ш.И.Барилко, А.А.Зарецкий. Препринт № 1301, Дубна, 1983.

7. Ш.И.Барилко, И.Д.Ванков. Препринт ОИЯИ № 1045, Дубна, 1962.
8. А.П.Анисимов, Ш.И.Барилко, И.Д.Ванков, Ким Гень Чун. Препринт ОИЯИ, Р-1444, Дубна, 1963.
9. Г.П.Жуков, Г.И.Забякин, В.Д.Шябаев, А.В.Андросов, Ш.И.Барилко, Б.С.Журавлев, В.Н.Замрий, Г.С.Самосват. Препринт ОИЯИ № 1127, Дубна, 1962.
10. Ш.И.Барилко, А.П.Анисимов, И.Д.Ванков. Радиоэлектроника, стр. 86, вып.2 (13)1963.
11. Ш.И.Барилко, А.П.Анисимов, И.Д.Ванков. Препринт ОИЯИ № 1134, Дубна, 1962.
12. Cook-Jarborough, J.N., Hooton. Associative Storage by Adaptation of a Standart Pulse analyzer. Harwell. 1964.
13. M.G.Strauss. Nuclear Instrum., v. 29, No.1. (1964).
14. P.M.Thompson. Industrial Electronics, March 1963. p. 303.
15. В.П.Алфименков, Ю.М.Останевич и др. ЖЭТФ, т.46, вып. 2. стр.483 (1964).
16. Ван Най-янь, Ю.С.Язвцкий, Л.Б.Пикельнер и др. ЖЭТФ, т.47, вып.1 (7), стр.43 (1964).
17. Э.Н.Шарапов, Л.Б.Пикельнер. Препринт ОИЯИ № 1771, Дубна,

Рукопись поступила в издательский отдел
15 февраля 1965 г.