

15

жс-36

19.11.83 V

жс-36



**ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**  
ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

---

Г.П. Жуков, Г.И. Забиякин, В.Д. Шибяев

1419

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ  
МНОГОМЕРНОГО АНАЛИЗАТОРА  
С МАГНИТНОЙ ЛЕНТОЙ

Дубна 1983

Г.П. Жуков, Г.И. Забиякин, В.Д. Шибяев

1419

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ  
МНОГОМЕРНОГО АНАЛИЗАТОРА  
С МАГНИТНОЙ ЛЕНТОЙ

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

Дубна 1963

2129/2 ч

Среди регистрирующих устройств (анализаторов) на десятки тысяч каналов можно выделить две группы устройств, получивших за последние годы широкое распространение в связи с развитием методов многомерного анализа. К первой группе можно отнести устройства, которые непосредственно во время набора информации производят поканальную сортировку.

Характерным для этой группы приборов является наличие оперативной памяти большой емкости с относительно высоким быстродействием. В большинстве случаев в этих приборах используются системы памяти на ферритовых сердечниках<sup>/1,3/</sup>. Такие устройства позволяют осуществлять визуальный контроль за ходом измерений непосредственно во время эксперимента и получать результаты распределенной по каналам информации сразу же по окончании измерений. Можно отметить, что наличие оперативной памяти большой емкости позволяет в таких устройствах, помимо поканальной сортировки, решать целый ряд других логических задач по обработке экспериментальной информации.

В этом отношении регистрирующие устройства с оперативной памятью на один-два десятка тысяч каналов скорее можно сравнивать с универсальными вычислительными машинами среднего класса.

При всех преимуществах регистрирующих устройств первой группы они, надо полагать, остаются достаточно сложными и сравнительно трудоемкими. Не всякая экспериментальная физическая лаборатория в состоянии выполнить подобные системы в количествах, достаточных для проведения ряда экспериментов.

Приборы второй группы используют предварительное запоминание кодов, характеризующих исследуемые события, и предполагают для получения результатов последующую сортировку. Наиболее часто в качестве элемента памяти используется магнитная лента, а в качестве сортирующего устройства - ферритовая память анализатора на 1-2 тысячи каналов<sup>/1,4/</sup>.

Приборы этой группы более просты и доступны. В обычном своем применении они значительно превосходят по числу каналов приборы первой группы. Можно сказать, что использование многодорожечной записи на ленте практически не ограничивает в настоящее время число каналов регистрации<sup>/5/</sup>.

Практическая реализация большого числа каналов связана, в первую очередь, с увеличением времени обработки, которая заключается в поканальной сортировке ранее

записанной информации по отдельным частям. Связь числа каналов и времени сортировки при использовании параллельной записи на магнитную ленту приближенно можно выразить, как

$$\frac{M}{M_{\text{сорт.}}} K = \frac{V_{\text{обр.}}}{V_{\text{зап.}}} \frac{T_{\text{обр.}}}{T_{\text{зап.}}} \quad (1)$$

Здесь  $M$  - число каналов системы регистрации;  $M_{\text{сорт.}}$  - число каналов сортирующего устройства;  $V_{\text{обр.}}$ ,  $V_{\text{зап.}}$  - скорости движения ленты при считывании и записи;  $T_{\text{обр.}}$ ,  $T_{\text{зап.}}$  - время, занимаемое обработкой и записью;  $K$  - коэффициент, показывающий, какая часть общей информации подлежит обработке.

Другим, не менее существенным, недостатком известных регистрирующих систем с лентой является практическое отсутствие визуального контроля за набором экспериментальных данных.

Наконец, регистрирующие системы с магнитной лентой относятся к сравнительно медленным системам. Проведение быстрой регистрации затрудняется из-за необходимости повышенных скоростей ленты, неравномерной записи при статическом поступлении информации, что ведет к относительному увеличению времени на сортировку информации.

Способы устранения этих основных недостатков регистрирующей системы с магнитной лентой были нами рассмотрены в применении к работе на импульсном реакторе Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ<sup>1/8/</sup>.

### 1. Визуальная оценка и контроль записи на ленту

Визуальное наблюдение за набором информации, регистрируемой на движущейся магнитной ленте, затруднено, в первую очередь, из-за того, что информация записывается в виде кода, характеризующего признак (признаки) регистрируемого события, без сортировки этих кодов по одноименным признакам (каналам).

Неудобство это может быть практически устранено, если регистрирующее устройство на несколько тысяч каналов использовать совместно с контрольным запоминающим устройством небольшой емкости с осциллографическим индикатором. В качестве такого контрольного ЗУ может быть использован анализатор с ферритовой памятью на 100-200 или несколько больше каналов.

Использование ЗУ для контроля и визуальной оценки записанной на ленте информации основывается на следующих положениях.

Во-первых, при многомерном анализе для контроля записи информации по десят-

кам тысяч каналов вполне достаточно проводить интегральный контроль по двум (в случае двухмерного) или трем (в случае трехмерного) параметрам. Если через  $N_1$  и  $N_2$  обозначить число каналов регистрирующего устройства по каждому параметру (например,  $N_1$  - число временных каналов,  $N_2$  - число амплитудных каналов), то многомерный анализ будет проводиться по  $N_1 N_2$  каналам.

Для контроля записанной информации достаточно число каналов контрольного ЗУ:

$$N = N_1 + N_2 \quad (2)$$

Контрольное ЗУ в этом случае регистрирует и распределяет по каналам отдельно каждый из регистрирующих спектров. Осциллографическое изображение этих спектров дает определенное представление о регистрируемой информации и может быть использовано для визуальной оценки хода эксперимента.

В качестве сигналов, поступающих на контрольное ЗУ, целесообразно использовать непосредственно токи в головках. Как показали наши оценки, при записи параллельных кодов потери информации за счет допустимых по техническим условиям дефектов самой ленты незначительны и, во всяком случае, значительно меньше статистических погрешностей эксперимента. В связи с этим контроль токов в головках записи является во многих случаях достаточным для контроля за информацией, записанной на магнитную ленту.

Контрольное ЗУ можно использовать и для наглядного представления отдельного участка многомерного спектра в истинном или укрупненном масштабе. Дело в том, что при большом количестве каналов представление информации по каждому из каналов многомерного спектра для визуальной оценки является излишним. Поэтому интеграция по нескольким соседним каналам многомерного спектра и представление его на экране электронно-лучевой трубки в виде спектров-сечений либо в виде топографического изображения с яркостным модулированием во многих случаях является достаточным.

Наконец, контрольное ЗУ с небольшим числом каналов дает возможность количественно контролировать запись на магнитной ленте непосредственно после проведения эксперимента путем регистрации сигналов, считываемых с ленты. Проводя и в этом случае сортировку по каналам отдельных интегральных спектров, мы практически контролируем всю запись на ленте. Более полный контроль записи на ленту получится, если во время эксперимента происходит набор в ЗУ интегральных спектров, а в период считывания - вычитание из ранее набранной информации считываемых с ленты кодов. В результате в ЗУ будет зарегистрирована разность, характеризующая потерянную информацию за счет дефектов ленты, если такие имеют место. Следует отметить, что это дает возможность количественно оценить потери при обработке спектров.

При некотором уменьшении степени контроля можно проводить контроль по интегральным спектрам в укрупненном масштабе, производя суммирование информации не-

скольких соседних каналов. В этом случае достаточна меньшая емкость контрольного ЗУ, которая при регистрации  $N_1, N_2$  -канального многомерного спектра определяется, как

$$N = \frac{N_1}{C_1} + \frac{N_2}{C_2}, \quad (3)$$

где  $C_1$  и  $C_2$  - числа соседних просуммированных каналов по каждому из интегральных спектров.

Как видно из приведенных соотношений, контрольное ЗУ на 256-512 каналов достаточно для контроля и наглядного представления многомерной информации вплоть до ста тысяч каналов многомерного спектра.

## 2. Равномерная запись с максимальной плотностью

Регистрация статистической информации на магнитную ленту с возможно большей плотностью является одним из наиболее важных условий эффективного использования регистрирующего устройства. Повышение плотности записи не только дает снижение скорости движения ленты при записи и тем самым позволяет уменьшить длину ленты при прочих неизменных условиях, но и обеспечивает сокращение времени последующей сортировки и, естественно, времени на визуальный просмотр зарегистрированной на ленте информации с помощью контрольного ЗУ. Для приближения статистической информации к равномерному распределению обычно перед основной памятью ставят промежуточную память.

В случае импульсного режима работы, когда время регистрации чередуется с паузами, оценка параметров промежуточной памяти отличается от режима непрерывно поступающей информации.

В то время как при равномерном поступлении справедливо утверждение, что применение промежуточной памяти с числом элементов свыше 5-7 не дает существенного выигрыша в разравнивании<sup>/4/</sup>, учет импульсности в поступлении информации<sup>/7/</sup> требует определенного увеличения емкости промежуточной памяти с тем, чтобы приблизить временное распределение информации на выходе промежуточной памяти к равномерному распределению. В этом случае в промежуточной памяти происходит как бы двойное разравнивание информации - разравнивание внутри периода регистрации и разравнивание между циклами. Последнее справедливо в случае статистического распределения числа импульсов в циклах.

По графикам работы<sup>/7/</sup> можно оценить минимальную скорость ленты при записи, чтобы просчеты были меньше заданных: Например, при поступлении в среднем 20 информации за цикл регистрации при наличии 30 элементов промежуточной памяти доста-

точно скорость ленты, обеспечивающая запись 22 кодов за цикл (при этом потери регистрации в промежуточной памяти не будут превышать 1%).

Легко видеть, что средняя плотность записи в этом случае будет близка к 0,9 от максимальной. При меньших нагрузках скорость, естественно, может быть выбрана еще меньшей, чтобы сохранить близкую к предельной плотность записи.

Интересно рассмотреть возможность применения магнитной ленты для быстрого временного анализа на большое число каналов с относительно малыми ширинами каналов. Такие задачи, например, возникают в нейтронной спектрометрии по времени пролета, где импульсный режим работы является характерным.

Использование промежуточной памяти повышенной емкости дает возможность и в этом случае применить магнитную ленту для регистрации.

Приведем оценку конкретной задачи. Требуемое число каналов 16000 с шириной 0,25 мксек; при 50 элементах промежуточной памяти обеспечивается работа без просчетов (менее 1%) при скорости ленты, позволяющей записывать 44 кода за один цикл. Если цикличность работы реактора составляет 8 герц<sup>/6/</sup>, то это эквивалентно требованиям записи 350 кодов в секунду, т.е. скорости движения ленты при записи порядка 1,7-3,5 см/сек (при плотности 20-10 импульсов на 1 мм). Как видно, при обеспечении скорости ленты во время сортировки в 150-200 см/сек сохраняется хорошее соотношение в скоростях записи и считывания /формула (1)/.

Применение промежуточной памяти в аналогичных условиях требует уменьшения мертвого времени по входу. Однако при столь большой емкости увеличивать быстродействие всех ее элементов вряд ли целесообразно. Уменьшение мертвого времени в нашей работе достигается применением промежуточной памяти, состоящей из двух относительно медленных (мертвое время порядка 15 мксек) устройств, принимающих информацию поочередно<sup>/8/</sup>.

Просчеты в этом случае могут быть оценены по формуле (4), при условии, что поступление импульсов на вход промежуточной памяти подчинено закону Пуассона<sup>/9/</sup>.

$$P_K = \frac{(nr)^K \frac{1}{K!}}{\sum_{m=0}^K \frac{1}{m!} (nr)^m}, \quad (4)$$

где  $P_K$  - вероятность просчета устройства;  $n$  - нагрузка на входе устройства, т.е. среднее число импульсов за секунду;  $r$  - мертвое время каждой промежуточной памяти;  $K$  - число устройств промежуточной памяти, работающих поочередно. В нашем случае  $K=2$ .

На основании этой формулы были просчитаны и построены графики зависимости просчетов  $P_K$  % от произведения  $nr$  для  $K=1, 2, 3$  (рис. 2).

Можно видеть, что при  $K=2$  и средних загрузках  $n = 10^4$  имп/сек просчеты такой системы не превышают 1%, что эквивалентно применению промежуточной памяти с мертвым временем примерно 1 мксек.

### 3. Сортировка информации

Неудобства, связанные с сортировкой по частям зарегистрированной на ленте информации, обусловили разработку методов облегчения этого процесса. Помимо дешифрующих устройств, обеспечивающих вывод отдельных многомерных спектров, а также вывод интегральных спектров<sup>/5/</sup>, мы ввели в схемы считывания с ленты дополнительные схемы отбора. В тех случаях, когда программа обработки включает в себя суммирование спектров одного измерения по нескольким каналам другого измерения, целесообразно выводить с ленты сразу полуинтегральные спектры (например, желательнее иметь амплитудный спектр в одном из резонансов временного спектра).

В ряде случаев достаточно иметь участок спектра одного измерения, соответствующий сумме каналов участка спектра второго измерения или просто иметь информацию, ограниченную участками спектров по обоим измерениям.

Это осуществляется устройствами отбора считываемых с ленты кодов, которые представляют собой схемы поразрядного сравнения считываемых с ленты кодов и заданных кодов границ интервала интегрирования. Работа сортирующего устройства разрешается лишь в том случае, когда коды с ленты попадают в заданный участок. Несколько параллельно работающих схем отбора позволяют иметь одновременно несколько участков интегрирования, что в отдельных случаях упрощает обработку информации.

### Л и т е р а т у р а

1. Г.П. Жуков и др. Многомерные системы регистрации на магнитной ленте с разравниванием статистики. Nuclear Electronics II Conference Proceedings, Belgrade, 15-20 May, 1961.
2. А.Б. Екатов, Л.А. Маталин и др. ПТЭ, № 3, 1963.
3. D.A. Bromley, C.D. Goodman and G.D. O'Kelley. Multi-Parameter Analysis in Accelerator Studies in Nuclear Physics. Conference on Applications of Multi-Parameter Analysis in Nuclear Physics. Liberty, New York, November 12-16, 1962.
4. T.K. Alexander and I. Leng. A Magnet-Tape Recording System for Neutron Time-of-Flight Analysis. CREL-1036, Chalk River, Ontario, August 1961.
5. Г.П. Жуков и др. Амплитудно-временная система регистрации с магнитной лентой. Препринт ОИЯИ 1127, Дубна, 1962.
6. Г.Е. Блохин и др. Импульсный реактор на быстрых нейтронах. Атомная энергия, т.10, 427 (1961).

7. Г.И. Забиякин и Г.А. Ососков. Особенности многоканальных регистрирующих устройств с промежуточной памятью при импульсном режиме работы. Препринт ОИЯИ 1140, Дубна, 1962.
8. В.И. Гольдманский, А.В. Куценко, М.И. Подгоренский. Статистика отсчетов при регистрации ядерных частиц. Физматгиз, 1959.
9. В.Я. Розенберг, А.И. Прохоров. Что такое теория массового обслуживания? "Советское радио", Москва, 1962.

Рукопись поступила в издательский отдел  
14 сентября 1963 г.

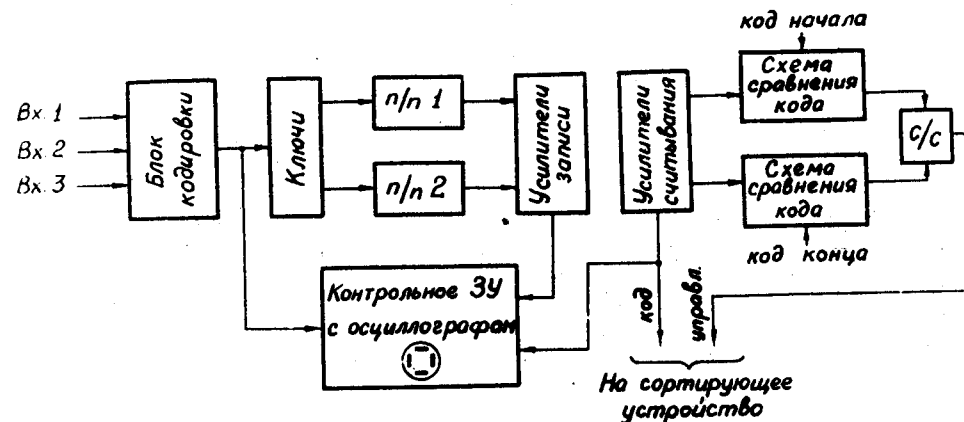


Рис. 1.

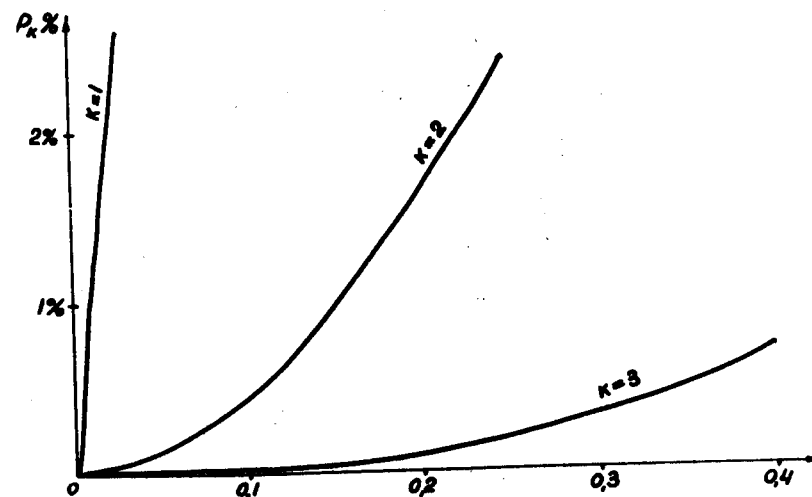


Рис. 2.