

Используя (13), (14), можно показать, что при условии получения одного и того же количества информации:

$$\frac{T_{\delta}}{T_t} = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{1}{x_i} \left(\prod_{i=1}^N x_i \right)^{\frac{1}{N}}}{N}, \quad (15)$$

где T_{δ} — время измерения методом сканирования с постоянным отношением сигнал/шум; T_t — время измерения методом сканирования с постоянной скоростью.

Если x_i принимают N значений $\{a, 2a, 3a, \dots, Na\}$, где a — масштабный множитель размерности частоты, то вместо (15) можно использовать приближенное равенство:

$$\frac{T_{\delta}}{T_t} \approx \frac{\ln N + 0,58}{e}, \quad (N \geq 10).$$

Так, при N , равном 100, 300 и 1000, соответствующие отношения T_{δ}/T_t приближенно равны 1,9; 2,3 и 2,8.

Приведенное в данной работе сравнение методов сканирования спектра показывает, что с точки зрения теории информации:

а) метод сканирования с постоянной скоростью для большинства измерений близок к оптимальному;

б) при недостатке времени измерения должны проводиться только для участков спектра, соответствующих наибольшим значениям величины $\delta_i^2 x_i$, а распределение времени должно соответствовать выражению (7);

в) метод сканирования с постоянным отношением сигнал/шум при условии получения того же количества информации требует в среднем вдвое большего времени, чем метод сканирования с постоянной скоростью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Pruettt H. D. — Appl. Opt., 1972, v. 11, № 11, p. 2529.
2. Ипатов А. П. — Труды Гос. астрон. ин-та, 1982, вып. 52, с. 220.
3. Гуревич С. Б. Эффективность и чувствительность телевизионных систем. — М. — Л., 1964, с. 24.
4. Новицкий П. В. Основы информационной теории измерительных устройств. — Л., 1968, с. 45.
5. Даффин Р. Геометрическое программирование. — М., 1971.

Поступила в редакцию
10.10.83.

Кафедра общей физики

УДК 539.1.075 : 621.039.84

В. А. ЕВДОКИМОВ, Ю. Г. КОНОНОВ,
А. С. ЛОБКО, В. А. САСУНКЕВИЧ

МЕССБАУЭРОВСКИЙ СПЕКТРОМЕТР НА БАЗЕ МИКРО-ЭВМ «ЭЛЕКТРОНИКА-60М»

В связи с расширяющимся применением методов мессбауэровской спектроскопии в научных исследованиях возникла проблема создания спектрометра, удовлетворяющего современным требованиям (универсальность, надежность, компактность, возможность накопления больших массивов данных, цифровой выход для дальнейшей обработки). Использование современных микро-ЭВМ позволяет решить этот вопрос на качественно новом уровне по сравнению с многоканальными анализаторами. В настоящей статье рассматривается вариант реализации я. г. р.-спектрометра на основе одной из наиболее распространенных и дешевых микро-ЭВМ среднего класса «Электроника-60М», которая имеет 16-разрядный процессор с быстродействием 250 тыс. операций/с, о. з. у.

емкостью 20К 16-разрядных слов, интерфейсы сопряжения с э. п. м. «Консул», перфоратором ПЛ-80, фотосчитывателем СП-3. Конструктив ЭВМ позволяет монтировать ее в блоках стандарта «КАМАК-ВЕКТОР». Первичная обработка информации может производиться на языках Ассемблер и Бэйсик.

Различают три способа организации связи между внешними устройствами и ЭВМ: программный обмен, использование прерываний и прямой доступ к памяти (п. д. п.) [1]. Канал п. д. п. имеет смысл использовать при необходимости одновременного накопления и обработки данных. Так как ядерно-физические, в том числе и мессбауэровские, измерения требуют значительного времени для достижения нужной статистической точности, а недостаточно высокая производительность микро-ЭВМ не дает возможности решать на ней задачи, непосредственно не относящиеся к идущему эксперименту, усложнение интерфейса по сравнению с другими способами организации обмена в данном случае не является оправданным. Применение режима прерываний программы не имеет преимущества по сравнению с чисто программным обменом из-за практически равных времен выполнения программы накопления и подготовки спектрометром данных. В связи с этим решено остановиться на использовании асинхронного программного обмена данными. В ЭВМ «Электроника-60М» использовано динамическое о. з. у., для регенерации которого периодически производятся внутренние прерывания программы. Для устранения искажений спектра в каждом цикле обмена информация передается парой «адрес — данные».

Блок-схема спектрометра показана на рис. 1. Система движения для доплеровской модуляции энергии резонансных гамма-квантов представляет собой электродинамический вибратор, охваченный петлей электро-механической обратной связи. Сигнал закона движения, поступающий на вход усилителя мощности УМ и с него на вибратор, формируется из суммы выходных напряжений цифро-аналоговых преобразователей М1 и М3. Частота сигнала равна собственной частоте основного механического резонанса вибратора и задается частотой опорного кварцевого генератора КГ. Сигнал на выходе М3 имеет форму, которая определяется последовательностью состояний счетчика СТ2. В данном случае счетчик двоячный реверсивный, поэтому сигнал имеет треугольную форму. Амплитуда выходного сигнала задается программным переключателем ПП2 через ц. а. п. М2. С выхода М1 на сумматор $\Sigma 1$ поступает меандр, амплитуда которого определяется ПП1, а длительность — старшим разрядом СТ2.

Таким образом формируются следующие законы движения: а) с постоянной скоростью, $U_{M1} \neq 0$, $U_{M3} = 0$; б) с постоянным ускорением, $U_{M1} = 0$, $U_{M3} \neq 0$; в) трапецидальный закон движения, $U_{M1} \neq 0$, $U_{M3} \neq 0$.

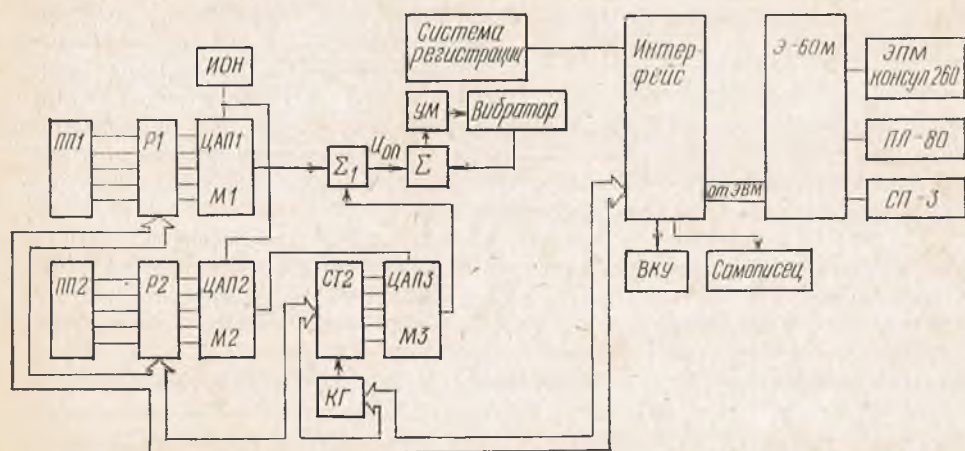


Рис. 1. Блок-схема спектрометра

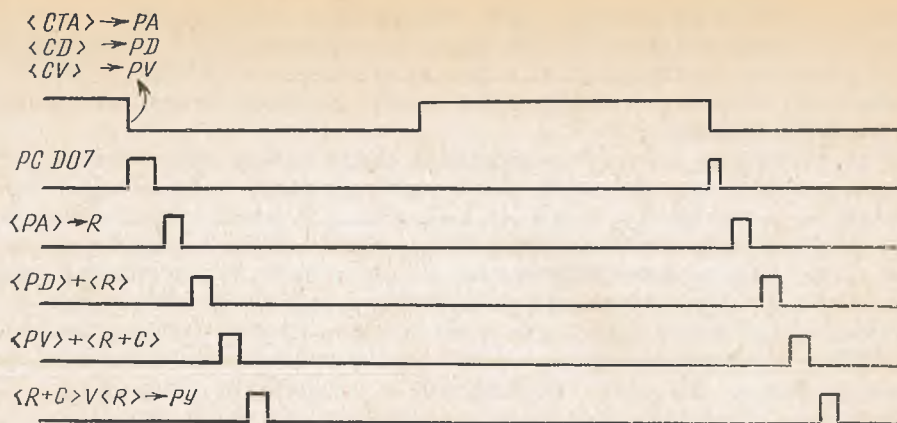


Рис. 2. Временная диаграмма одного цикла измерения

В случае необходимости получения более сложного закона относительного движения гамма-резонансных элементов существует возможность управления движением от ЭВМ. При этом мгновенные значения

скорости требуемого закона движения последовательно записываются в СТ2 и регистры P1 и P2.

Спектрометр подключен к ЭВМ через интерфейс, в который входят: регистры адреса РА и данных РД; счетчик данных; регистры состояния системы регистрации РС («флаг») и вывода РУ на самописец или видеоконтрольное устройство (в.к.у.); система синхронизации и шинные формователи.

В спектрометре для абсолютной калибровки шкалы скоростей используется лазерный калибратор на основе интерферометра Майкельсона. Информация о скорости относительного движения гамма-резонансных элементов заносится в соответствующий участок о.з.у. параллельно с накоплением мессбауэровского спектра, что обеспечивает линеаризацию спектра (учет нелинейности закона скорости движения) непосредственно в памяти ЭВМ. Кроме

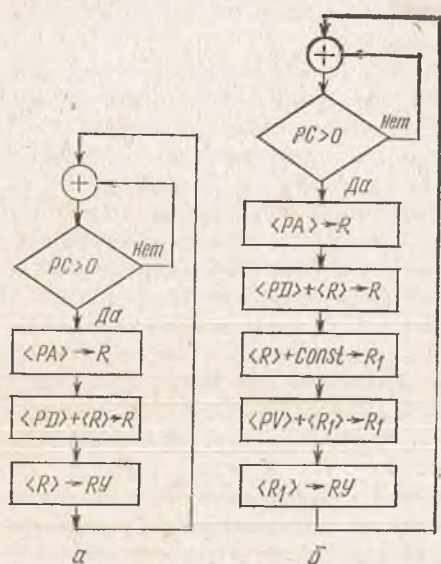


Рис. 3. Алгоритмы программ накопления:
а — без калибратора; б — с лазерным калибратором

того, такая организация сбора информации позволяет использовать законы движения, описываемые гладкими периодическими функциями (синус), благодаря чему устраняются скоростные шумы, вызываемые ударными нагрузками в системе движения.

На рис. 2 представлена временная диаграмма одного цикла измерения. По спаду тактового импульса происходит запись информации о значении скорости в РА ($\langle \text{CT2} \rangle \rightarrow \text{PA}$), данных в РД и устанавливается триггер-флаг D07 регистра состояния. Процессор ЭВМ периодически опрашивает РС и при наличии готовности считывает адрес из РА во внутренний регистр R, к содержимому этого адреса прибавляет число, находящееся в РД, и полученный результат заносится в РУ для вывода. Код с РУ подается на информационные выходы ц. а. п., выход которого подключен к У-входам в. к. у. или самописца. В качестве развертки по X используется сигнал с ц. а. п. МЗ. Для удобства наблюдения спектра

предусмотрена возможность масштабирования по оси Y и вывод по горизонтали всего спектра или любой из его $1/2$, $1/4$, $1/8$ частей. Число каналов накопления может быть 1024, 512, 256 или 128.

Алгоритм работы спектрометра показан на рис. 3. Время выполнения программы накопления и вывода на в. к. у. составляет 35 мкс (см. рис. 3, а), а при работе с лазерным калибратором удлиняется на 20 мкс (см. рис. 3, б).

Для первичной обработки полученных данных написана программа на языке Бэйсик, оценивающая положения линий, ширину, величину эффекта.

Одним из основных вопросов, который интересовал нас при создании я. г. р-спектрометра, был вопрос о надежности ЭВМ. Длительная непрерывная эксплуатация спектрометра показала его высокую помехоустойчивость и безотказность в работе. Опыт применения мессбауэровского спектрометра на основе микро-ЭВМ «Электроника-60М» продемонстрировал значительные преимущества подобных устройств по сравнению с обычными системами, использующими в качестве накопителей информации многоканальные анализаторы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балашов Е. П., Пузанков Д. В. Микропроцессоры и микропроцессорные системы.— М., 1981.

Поступила в редакцию
13.10.83.

Кафедра ядерной физики и мирного
использования атомной энергии

УДК 538.21 : 537.226.1

М. И. ДАНИЛЬКЕВИЧ, А. В. ЛЕОНТЬЕВ, А. СИССЕ

ИЗМЕНЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРИ МАГНИТНОМ РАЗБАВЛЕНИИ В БИНАРНОЙ СИСТЕМЕ Li—Zn ФЕРРИТОВ

Низкочастотные диэлектрические свойства Li—Zn ферритов изучались в работе [1], СВЧ диэлектрические характеристики промышленных материалов на основе литиевого феррита приведены в [2, 3]. Отмечается практический интерес к литиевым ферритам, в которых ионы Fe^{3+} частично замещены ионами Al^{3+} , Cr^{3+} , Ti^{3+} , Zn^{2+} [2—4]. В бинарной системе $(Li_{0,5}Fe_{0,5})_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ при изменении x от 0 до 1 происходит, как известно, переход от двухподрешеточного ферримангнетика к скомпенсированному антиферромагнетику, в котором магнитные катионы занимают одну кристаллографическую подрешетку. Переход сопровождается сильным изменением спонтанного магнитного момента m_0 , температуры Кюри Θ и других магнитных свойств. Поведение при этом электронной и ионной диэлектрической проницаемости ϵ , т. е. основных составляющих высокочастотной ϵ , пока не исследовалось.

Для получения экспериментальных данных о величинах электронной и ионной составляющих ϵ при замене магнитоактивных ионов Fe^{3+} диамагнитными Zn^{2+} (магнитное разбавление) нами синтезирована бинарная система $(Li_{0,5}Fe_{0,5}^{3+})_{1-x}Zn_x^{2+}Fe_2O_4$ при $x=0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0$ с недостатком Fe_2O_3 по сравнению со стехиометрией в 1 мол.%. Последнее сделано с целью увеличения удельного электросопротивления образцов. Ферриты синтезированы по обычной керамической технологии из углекислого лития и окислов железа и цинка марки ч. д. а. Предварительный обжиг смеси порошков при $800^\circ C$ в течение 4 ч и окончательное спекание образцов при $1200^\circ C$ в течение 12 ч производились на воздухе. Образцы имели форму цилиндров диаметром 22 мм и высотой 3—4 мм. Металлографический и рентгеновский анализы