

**РЕГИСТРАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ  
НА МАГНИТНОЙ ЛЕНТЕ ДЛЯ ВВОДА В ЭЦВМ «М-220М», «М-222»**

А. В. ТРИХАНОВ, А. Н. ОСОКИН, П. П. ГРИГОРЬЕВ, Т. Г. ГРИГОРЬЕВА

(Представлена научным семинаром кафедры вычислительной техники)

Среди научно-технических задач [1], которые требуется решить в связи с автоматизацией научных исследований на основе применения ЭЦВМ, академик Г. И. Марчук указывает проблему развития научного приборостроения с обязательным учетом возможности постоянной связи прибора с ЭЦВМ. С точки зрения авторов определенные вопросы этой проблемы могут решаться в рамках разработки устройств регистрации экспериментальных данных в кодовом виде на какой-либо носитель: перфокарты, перфоленту, магнитную ленту и т. д.

Весьма перспективным [2] для регистрации результатов эксперимента является применение стандартных накопителей на магнитной ленте (НМЛ), используемой ЭЦВМ. Такая лента с записью результатов эксперимента может быть просто вставлена в стандартный накопитель на магнитной ленте ЭЦВМ для считывания с нее информации обычным для ЭЦВМ способом. Это очень упрощает и ускоряет ввод в ЭЦВМ большого объема экспериментальных данных.

Данный подход реален при использовании совместимых НМЛ. Такими являются НМЛ отечественных машин «М-220М», «М-222», «Днепр» и др.

Для преобразования в цифровой код непрерывных электрических сигналов, поступающих по двум каналам (с двух датчиков), записи и хранения результатов преобразования на магнитной ленте с целью последующего ввода их в ЭЦВМ «М-222», «М-220М» путем воспроизведения информации в НМЛ этих машин разработано и изготовлено устройство регистрации экспериментальных данных на магнитной ленте на полигоне.

Устройство (рис. 1) представляет собой объединение двухканального аналого-цифрового преобразователя (АЦП) со стандартным лентопротяжным механизмом (ЛПМ). В устройство, кроме того, входят блоки записи (БЗ) и воспроизведения (БВ), блок магнитных головок (БМГ), устройство управления (УУ) и блок контроля записанной информации (БК).

Во время эксперимента АЦП поочередно преобразует непрерывный электрический сигнал каждого канала в 8-разрядный двоичный код, который с помощью усилителей записи, входящих в БЗ, блока магнитных головок и ЛПМ записывается в строке ленты. Последовательность этих кодов фиксируется в строках магнитной ленты. Между зонами имеются междузонные расстояния, в которых записываются номера зон. После записи результатов эксперимента производится

качественная оценка записи. Задаются последовательно номера зон, осуществляется их поиск. Если зона находится, то результаты, считываемые из зоны с помощью усилителей воспроизведения БВ, подаются через цифро-аналоговый преобразователь БК на осциллограф. Если зона оказывается не найденной, то выдается соответствующий сигнал, и результаты из зоны на осциллограф не выводятся.

Блок контроля аналогичным образом используется и при проверке работоспособности устройства перед началом эксперимента. В данном случае целесообразно применять двухлучевой осциллограф. На один вход такого осциллографа подается напряжение знакопостоянной синусоиды, на другой — результат двойного преобразования (в двухканальном АЦП и в ЦАПе блока контроля).

По степени совпадения указанных напряжений, а также по сигналам поиска зон оператор делает заключение о работоспособности устройства.

Стандартные НМЛ отечественных ЭЦВМ ограничивают возможности регистрации экспериментальных данных по времени непрерывной записи, по частоте преобразования в АЦП, по точности записи.

Отрезки времени непрерывной записи и отсутствия записи определяются длиной зоны и междузонным расстоянием. Для существенного сокращения междузонного расстояния предусматривается новый вариант размещения информации на ленте, когда совмещается во времени запись кодов в данную зону с записью номера следующей зоны.

Для целей контроля, настройки, проверки устройство имеет режим непрерывной записи кодов, т. е. без зон, что может в дальнейшем использоваться для непрерывной регистрации экспериментальных данных после соответствующей модернизации машины, когда появится возможность воспроизведения с магнитной ленты без зон. Останов ленты при этом будет осуществляться по сигналу заполнения оперативного запоминающего устройства (ОЗУ) машины. После обработки кодов из ОЗУ лента пускается вновь, и цикл повторяется. Данная возможность записи результатов эксперимента основывается на том, что любые шесть 8-разрядных кодов, записанных последовательно в строках ленты, не составляют «машинного» слова, т. е. слова с мантиссой и порядком. Для использования ЭЦВМ при обработке экспериментальных данных был бы весьма полезным подобный режим воспроизведения с магнитной ленты.

Описанная регистрация результатов эксперимента характеризуется равенством частот преобразования в АЦП  $f_n$  и записи строк  $f_z$ :

$$f_n = f_z. \quad (1)$$

Это значит, что максимально используется быстродействие НМЛ, которое ограничивается скоростью перемещения ленты  $v$  и предельной линейной плотностью записи  $p$ :

$$f_z \leq v p. \quad (2)$$

Из (1) и (2) следует:

$$f_n \leq v p. \quad (3)$$

Отечественные ЭЦВМ универсального назначения требуют ввода информации в виде «машинных» слов. Если формирование этих слов

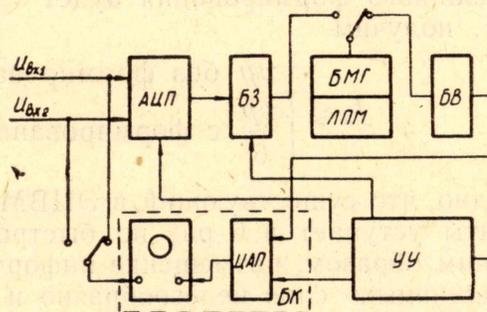


Рис. 1. Структурная схема системы

возложить на устройство регистрации экспериментальных данных, тогда будет иметь место соотношение

$$f_{\pi} \leq \frac{vp}{6}. \quad (4)$$

Коэффициент  $1/6$  определяется тем, что один 8-разрядный код после указанного формирования будет занимать 6 строк. Объединяя (3) и (4), получим

$$f_{\pi} \leq \begin{cases} vp & \text{без формирования „машинных“ слов,} \\ \frac{vp}{6} & \text{с формированием „машинных“ слов.} \end{cases} \quad (5)$$

Видно, что существующий в ЭЦВМ вариант ввода данных с магнитной ленты уступает в 6 раз по быстродействию предлагаемому варианту. Таким образом, размещение информации на магнитной ленте без учета «машинных» слов целесообразно и с точки зрения предельной частоты преобразования. Наряду с преимуществами это размещение информации характеризуется дополнительной затратой машинного времени на формирование «машинных» слов и необходимостью изменения порядка расположения разрядов кода. Дело в том, что при воспроизведении информации с ленты в НМЛ машин «М-220М» и «М-222» в первой строке слова три старших разряда заменяются нулями. С целью уменьшения погрешности за счет этой замены в устройстве регистрации запись кодов осуществляется в противоположном порядке, нежели при записи в НМЛ машины.

По известной теореме Котельникова для одного канала АЦП можно принять, что частота преобразования равна удвоенной предельной частоте сигнала  $f_c$ , снимаемого с датчика, т. е.

$$f_{\pi} \geq 2f_c. \quad (6)$$

С учетом числа каналов  $k$  АЦП

$$f_{\pi} \geq 2kf_c. \quad (7)$$

После преобразования имеем:

$$f_c \leq \begin{cases} \frac{vp}{12k} & \text{при формировании „машинных“ слов в системе,} \\ \frac{vp}{2k} & \text{без формирования „машинных“ слов.} \end{cases} \quad (8)$$

Приведенные выражения позволяют производить расчет основных технических характеристик устройства регистрации экспериментальных данных  $v$ ,  $p$ ,  $f_c$ ,  $k$ ,  $f_{\pi}$ . Однако параметры существующих ЛПМ, в первую очередь  $v$ , существенно ограничивают такой расчет. Требуется ЛПМ с изменяемой в определенных пределах скоростью перемещения ленты, т. е. ЛПМ со старт-стопным или шаговым перемещением ленты.

Важной частью устройства регистрации является двухканальный АЦП. Он построен на модулях «Урал-10» и работает по принципу поразрядного уравнивания. Функциональная схема АЦП (рис. 2) состоит из регистра, распределителя импульсов, выходных вентилях, цифро-аналогового преобразователя (ЦАП), двух схем сравнения и коммутатора сигналов схем сравнения. Обратная связь АЦП помимо ЦАП и коммутатора сигналов схем сравнения включает при работе по каналу 1 первую схему сравнения, по каналу 2 — вторую. Такой метод коммутации каналов отличается высокой точностью, но является малоизученным. Схемы сравнения построены на транзисторах 2Т312 и туннельных диодах АИ301А [3].

Схема сравнения может работать в диапазоне  $0 \div 3,5$  в входного напряжения с чувствительностью не хуже  $7$  мв с частотой работы не выше  $800$  кГц.

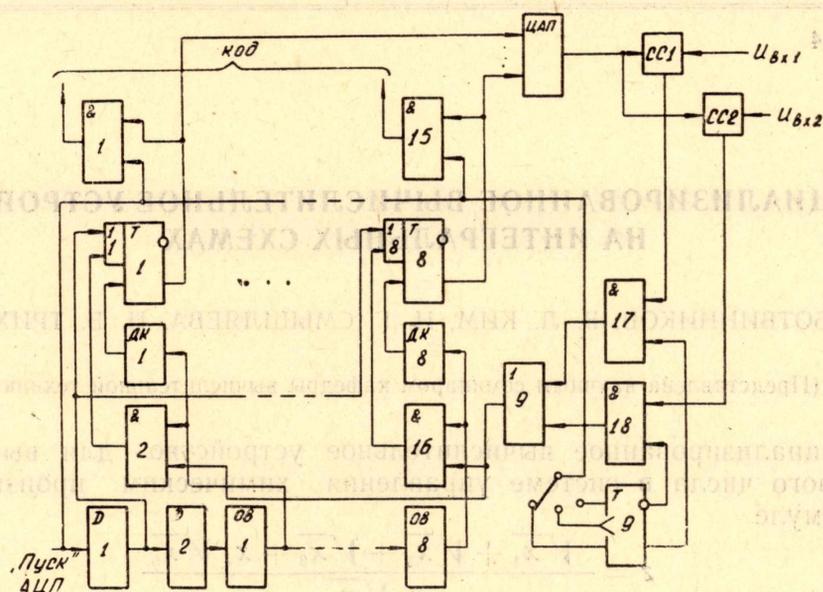


Рис. 2. Функциональная схема двухканального АЦП

АЦП имеет время преобразования, не превышающее  $32$  мксек, погрешность квантования по уровню, не превышающую в одноканальном и двухканальном вариантах  $0,5$  и  $0,6\%$  соответственно.

Другие характеристики устройства регистрации следующие: емкость — около  $3 \cdot 10^6$  восьмиразрядных кодов, количество зон —  $125$ , начальный номер зоны —  $1$ , частота записи —  $10^4$  строк.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В. М. Глушков. Перспективы применения средств вычислительной техники. В кн.: «Интерорготехника-66», Онтиприбор, М., 1966.
2. В. А. Львов, Н. С. Полещук. Устройство подготовки экспериментальных данных для ввода в ЭЦВМ. ЦНИИ ТЭИ приборостроения, М., 1971.
3. А. В. Триханов, А. Н. Осокин, Т. Г. Григорьева. Двухканальный преобразователь напряжения в код. Информационный листок № 42-72 Томского ЦНТИ, 1972.