

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



Г-534

22/12-75

P13 - 8934

3602/2-75

Э.М.Глейбман, В.Д.Инкин, В.П.Николаев

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И ИЗМЕРЕНИЯ
ВРЕМЕННЫХ РАЗБРОСОВ ИМПУЛЬСОВ
МОДУЛЯТОРОВ ЛИНЕЙНОГО
УСКОРИТЕЛЯ СИЛУНД

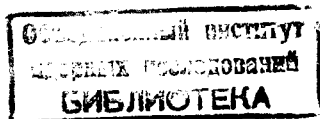
1975

P13 - 8934

Э.М.Глейбман, В.Д.Инкин, В.П.Николаев

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И ИЗМЕРЕНИЯ
ВРЕМЕННЫХ РАЗБРОСОВ ИМПУЛЬСОВ
МОДУЛЯТОРОВ ЛИНЕЙНОГО
УСКОРИТЕЛЯ СИЛУНД

Направлено в ПТЭ



В сильноточном линейном индукционном ускорителе СИЛУНД ускоряющее поле создается системой импульсных трансформаторов - индукторов, возбуждаемых прямоугольными импульсами наносекундной длительности. Основные параметры импульсов: амплитуда $U = 35 \text{ кВ}$, длительность $\tau = 10-15 \text{ нс}$.

Генераторы импульсов - модуляторы состоят из сосредоточенных емкостей, водородного тиратрона ТГИ1-2500/50 и формирующей линии. Всего в ускорителе используется 30 модуляторов^{/1/}. Одной из основных проблем, связанной с обеспечением качества ускорения, является синхронизация срабатывания модуляторов во времени. Для регулировки момента срабатывания в цепь запуска модуляторов введены кабельные линии задержки /диапазон задержки - 127 нс, шаг - 1 нс/.

Аппаратура системы размещена в стандартной стойке "Вишня" и через специально разработанное устройство и крейт КАМАК подключается к ЭВМ ТРА/i -1001 /рис. 1/. Измерение временного разброса импульсов модуляторов производится преобразователем "время-код", состоящим из время-амплитудного конвертора и преобразователя "амплитуда-код" /диапазон измерения - 128 нс, точность - 1 нс/.

Преобразователь "время-код" измеряет время между приходом двух импульсов, поступающих на входы "Старт" и "Стоп"; стартовым импульсом является опорный сигнал, синхронизованный с запуском модуляторов. На вход "Стоп" преобразователя поступают сигналы с релейного коммутатора. Для исключения ложного срабатывания от помех, а также для отбора сигналов по определенному уровню между входом "Стоп" и выходом коммутатора установлен дискриминатор уровня типа О2^{/2/}.

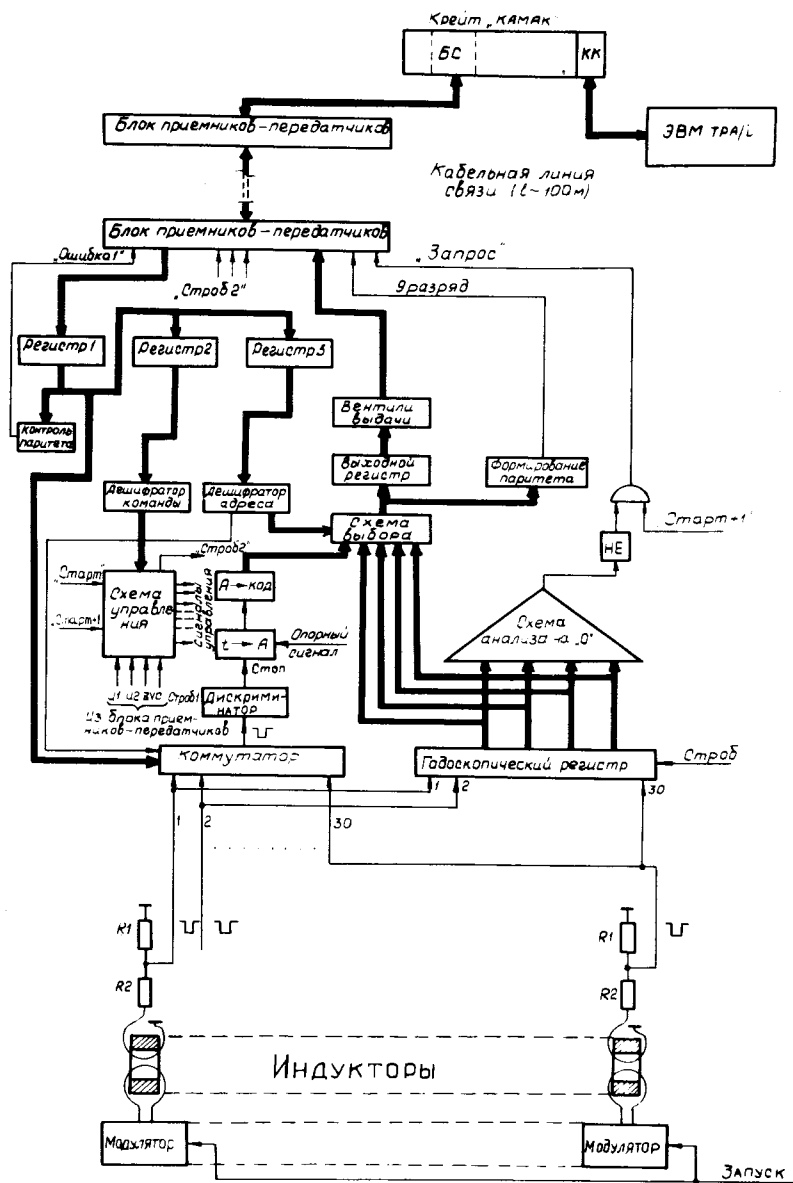


Рис. 1. Функциональная схема системы контроля и измерения временных разбросов импульсов модуляторов.

Небольшая частота циклов работы ускорителя /до 10 Гц/ позволила выполнить коммутатор на основе реле с магнитоуправляемыми герметическими контактами /тип РЭС-43/. Экспериментально установлено, что использование таких реле в коммутаторах обеспечивает передачу фронта импульса длительностью 1 нс.

Коммутатор имеет регистр-счетчик номера канала и дешифратор выбора реле. Входы коммутатора через делители (R1, R2) подсоединены к выводам витка размагничивания, являющимся одновременно точками для измерения параметров импульса напряжения индуктора.

Двоичный код с выхода преобразователя "амплитуда-код" через схемы выбора передается в ЭВМ.

Синхронность срабатывания модуляторов в каждом цикле ускорения контролируется схемами годоскопического регистра. Триггеры регистра устанавливаются в единичное состояние только в случае, если соответствующий импульс с индуктора попадает во временные "ворота", определенные длительностью строба /разрешающая способность схем - 6 нс/. В противном случае схема анализа регистра на ноль выработывает сигнал прерывания в ЭВМ. По содержимому годоскопического регистра ЭВМ определяет номер дефектного модулятора.

Оператор имеет возможность с пульта управления установить маску на любой разряд годоскопического регистра. Это позволяет избежать возникновения ненужных прерываний ЭВМ при наличии заведомо дефектного модулятора.

Размещение контрольно-измерительной аппаратуры на расстоянии около 100 м от ЭВМ потребовало создания специальной аппаратуры сопряжения.

Описываемая система является частью аппаратуры автоматизированной системы управления ускорителем тяжелых ионов, выполненной в основном стандарте КАМАК. Для унификации аппаратурных и программных средств контрольно-измерительная аппаратура подключается к крейту КАМАК через блок сопряжения. Блок сопряжения /БС/ обеспечивает двухсторонний обмен информацией через магистраль крейта между ЭВМ и системой измерения. Для иницирования операции в систему

измерения передается 24-разрядное слово с магистрали крейта^{3/3/}. Переданное слово интерпретируется схемами управления контрольно-измерительной аппаратуры как управляющее слово /УС/. УС передается побайтно, правильность передачи байтов /в обоих направлениях/ контролируется схемами контроля и формирования 9-го паритетного разряда.

Байты УС имеют следующее назначение:

- 1-й байт - поле адреса,
- 2-й байт - поле команды,
- 3-й байт - поле данных.

Реализация устройства управления системы измерения пояснена логической схемой на рис. 2.

В функции схем управления входит поддержание связи с блоком сопряжения на время передачи УС и выполнение операций, определенных в разрядах поля команды УС.

В системе используются следующие команды:

- чтение байта годоскопического регистра;
- чтение содержимого выходного регистра преобразователя "амплитуда-код",
- запись номера модулятора в регистр адреса коммутатора;
- продвижение регистра адреса коммутатора.

Работа схемы управления

Схемы управления тактируются парой сдвинутых импульсов И1 и И2 /период импульсов - 1,8 мкс, длительность - 400 нс/, поступающих с внутреннего генератора блока сопряжения.

Байты управляющего слова записываются в регистр 1 под действием сопровождающего их импульса "Строб 1". При приеме байтов в регистр 1 происходит проверка их на правильность поступления по паритету. В режиме приема управляющего слова схемами управления выдаются ответы в БС о принятии очередного байта и перепись поступивших байтов из регистра 1 в регистры 2 и 3.

Сигналами "а" и "в" с распределителя, выполненного на основе двухразрядного счетчика стробов и дешифра-

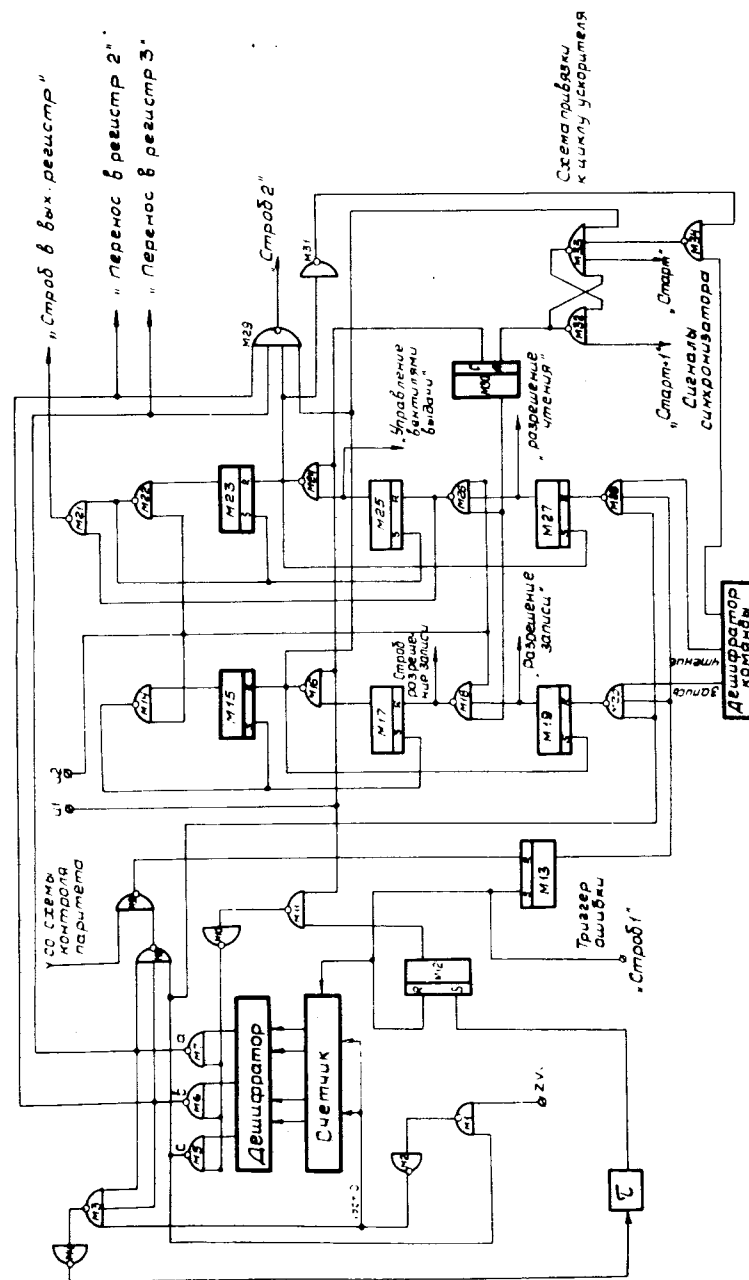


Рис. 2. Схема управления.

тора, происходит перепись байтов в регистры 2 и 3 и выдача ответа - "Строб 2" /микросхема М29/. При принятии третьего байта УС вырабатывается сигнал "с" - это характеризует конец передачи управляющего слова и начало выполнения операции, определенной дешифратором команды.

Для выполнения команд в схеме управления реализованы две цепочки, которые обеспечивают выдачу необходимых управляющих сигналов на все схемы системы измерения: это цепочки записи /микросхема М14-М20/ и цепочка чтения /микросхема М21-М28/.

Признаком начала выполнения команд "чтение" или "запись" является единичное состояние одного из триггеров - М19 или М27. Выполнение команды возможно при условии отсутствия ошибок при приеме байтов УС /триггер М13/.

Все системы и устройства ускорителя работают в промежутке времени между импульсами "Старт" и "Старт+1", поступающими с синхронизатора СИЛУНДа. Для исключения возможности получения ложной информации выполнение команд разрешается вне цикла работы ускорителя, т.е. после сигнала "Старт+1". Это реализуется с помощью R-S триггера, собранного на микросхемах М32 и М33 и Д-триггера М30. Связка этих двух триггеров вместе с микросхемой М31 предотвращает повторное чтение информации в одном и том же цикле ускорителя.

На рис. 3 приведена временная диаграмма, поясняющая работу схем управления при выполнении команды чтения.

Вся аппаратура управления выполнена на интегральных схемах TTL серии 155, схемы годоскопического регистра осуществлены на микросхемах ECL серии 137.

Организация измерения

При обращении к системе измерения формируется только управляющее слово, которое затем передается в блок сопряжения посредством стандартных команд КАМАК.

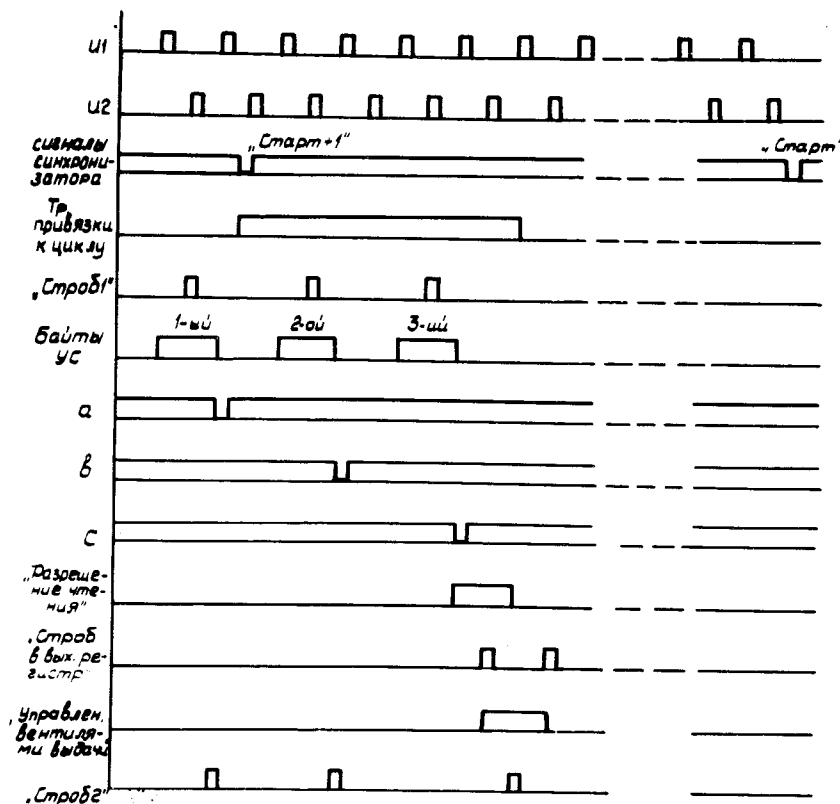


Рис. 3. Временная диаграмма работы схемы управления при выполнении команды чтения.

Всего в БС используется шесть команд:

- F(0) - чтение на шины R1-R8 магистрали крэйта информации, полученной из системы измерения;
- F(4) - выдача на шины R1-R4 разрядов регистра запросов;
- F(8) - проверка запросов;
- F(10) - сброс триггеров регистра запросов;

F(16) - запись информации с шин W1-W24 магистрали крейта, передача байтов управляющего слова в систему измерения;

F(17) - установка масок.

Единичное состояние разрядов регистра запросов имеет следующий смысл:

- 1-й разряд - ошибка при передаче байта;
- 2-й разряд - ошибка при приеме байта;
- 3-й разряд - конец операции на линии связи;
- 4-й разряд - запрос от годоскопического регистра.

Содержимое регистра запросов может быть маскировано с помощью программно устанавливаемого регистра масок.

Для передачи управляющего слова используется стандартная подпрограмма "MOUNT". Работу подпрограммы "MOUNT" рассмотрим на примере выполнения измерения для одного модулятора /рис. 4/.

Для выполнения измерения необходимо передать в регистр адреса коммутатора номер выбранного модулятора и произвести считывание информации с выходного регистра преобразователя "амплитуда-код". Это достигается последовательной передачей двух управляющих слов - УС1 и УС2. В УС1 указывается номер канала модулятора, а в УС2 формируется команда чтения.

Заранее сформированное управляющее слово /УС1/ командой F(16) заносится во входной регистр блока сопряжения, этой же командой начинается побайтная передача УС1 в стойку измерения.

Выполнение команды, записанной в УС1, подтверждается возникновением сигнала "LAM" с блока сопряжения /в режиме запрета прерывания от внешних устройств это обнаруживается командой F(8) - проверка запросов/.

При получении сигнала "LAM" содержимое регистра запросов БС командой F(4) считывается в ЭВМ. Являясь сигналом нормального окончания операции, "LAM" может возникнуть также при ошибках в приеме и передаче байтов, а также по запросу от схем анализа на ноль годоскопического регистра.

При измерении временных разбросов запрос от годоскопического регистра маскируется, поэтому при анали-

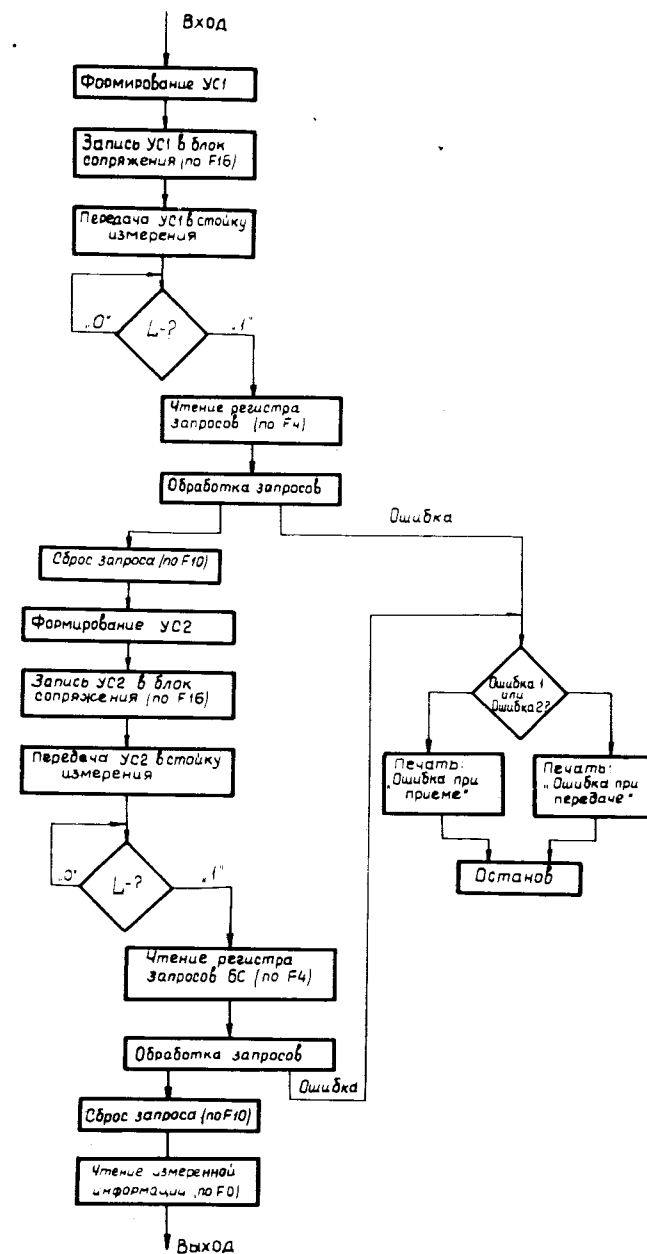


Рис. 4. Блок-схема алгоритма измерения.

зе регистра запросов анализируются разряды, соответствующие возникновению ошибок при приеме-передаче /в первую очередь/, и разряд, соответствующий концу операции.

В случае правильной передачи УС1 командой F(10) производится сброс регистра запросов и выход из подпрограммы "MOUNT". После формирования и передачи в систему измерения нового управляющего слова УС2 в блок сопряжения поступает информация с выходного регистра преобразователя, которая затем командой F(10) считывается в ЭВМ.

В процессе эксплуатации системы были созданы программы двух типов: это программы статистической обработки результатов измерений и программы индикации и коррекции задержки срабатывания модуляторов.

В качестве иллюстрации приведем описание нескольких программ этих типов.

В программе "PIRIM" производится вычисление среднего значения времени срабатывания модуляторов из 4 последовательных измерений по каждому каналу. Если среднее значение отличается от одного из измеренных более чем на 3 нс, то печатается: JITTER MODULATOR N... и все 4 измеренных значения в наносекундах.

В программе "STAT 2" производится 128 измерений по выбранному каналу модулятора. Одинаковые значения задержки срабатывания модуляторов подсчитываются и выдаются на печать в форме:

```

STAT 2
MODULATOR N...,
58 нс - 28,
59 нс - 60,
60 нс - 36,
61 нс - 4.
    
```

По результатам работы программы строились гистограммы /рис. 5/ для каждого модулятора, по которым затем делался анализ временной стабильности.

Программа "KENNEL" производит вычисление среднего значения времени срабатывания модулятора на основе 16 измерений по каждому каналу. Полученные значения выдаются на печать и запоминаются в памяти ЭВМ. При повторном проходе программы вновь вычисля-

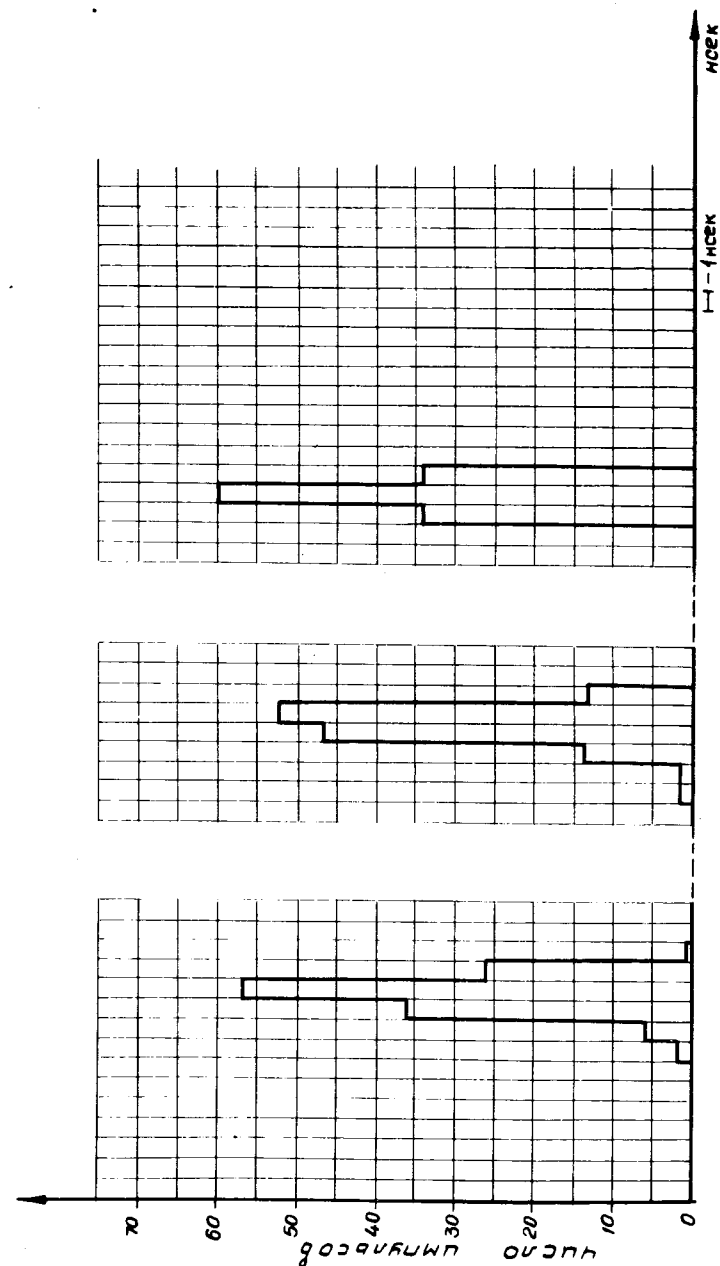


Рис. 5. Типичные гистограммы задержки срабатывания модуляторов.

ются средние значения и сравниваются с находящимися в памяти. Алгебраическая разница в наносекундах по каждому каналу выдается на печать. Полученные значения используются для коррекции задержки в цепи запуска модуляторов.

Для проверки правильности работы программ и аппаратуры системы в теле всех программ имеется процедура измерения задержки по нулевому каналу, на вход которого подается эталонный сигнал с заранее известной величиной задержки относительно опорного сигнала.

Описанная система является частью работы, проводимой в настоящее время в ОНМУ по автоматической синхронизации модуляторов.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность В.П.Саранцеву и Г.В.Долбилову за полезные советы и поддержку в работе.

Литература

1. Л.С.Барабаш, Л.Н.Беляев и др. Сообщение ОИЯИ, Р9-7697, Дубна, 1974.
2. В.Ф.Борейко, Ю.Г.Будяшов и др. Препринт ОИЯИ, Р13-6396, Дубна, 1972.
3. Э.М.Глейбман, В.Д.Инкин, В.П.Николаев. Препринт ОИЯИ, Р10-8626, Дубна, 1975.

*Рукопись поступила в издательский отдел
3 июня 1975 года.*