

5973

ЭКЗ. ЧИТ. ЗАЛ.

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

10 - 5973



ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ  
И АВТОМАТИЗАЦИИ

В.В. Ермолаев, Ц.И. Иоселиани, Ю.А. Каржавин,  
Н.А. Проценко, В.Ф. Рубцов, В.Н. Семенов,  
В.Д. Степанов, О.С. Шудра

АППАРАТУРНАЯ ЧАСТЬ  
СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ  
КАМЕРНЫХ ФОТОГРАФИЙ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСТАНОВОК ПУОС  
НА ЛИНИИ С БЭСМ-4

1971

10 - 5973

В.В. Ермолаев, Ц.И. Иоселиани, Ю.А. Каржавин,  
Н.А. Проценко, В.Ф. Рубцов, В.Н. Семенов,  
В.Д. Степанов, О.С. Шудра

АППАРАТУРНАЯ ЧАСТЬ  
СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ  
КАМЕРНЫХ ФОТОГРАФИЙ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСТАНОВОК ПУОС  
НА ЛИНИИ С БЭСМ-4

ОИЯИ  
БИБЛИОТЕКА

## ВВЕДЕНИЕ

Широкое применение фотографических методов регистрации в современных физических экспериментах и связанное с ним резкое увеличение объема фотоматериала требуют совершенствования систем обработки снимков.

Одним из направлений в решении поставленной задачи является максимальная автоматизация отдельных этапов процесса обработки снимков с использованием уже имеющихся в распоряжении экспериментаторов измерительных приборов.

К числу таких приборов принадлежит измерительная полуавтоматическая установка, сконструированная в Объединенном институте ядерных исследований и в дальнейшем выпускаемая нашей промышленностью под названием ПУОС /1/. Конструкция установки предусматривает частичную автоматизацию труда оператора на этапе документальной регистрации полученной информации за счет применения выходного перфорирующего устройства. Однако основная часть работы, связанная с измерением, контролем, передачей информации в электронную вычислительную машину (ЭВМ), выполняется вручную.

На рис.1 представлен процесс обработки снимков с пузырьковых камер в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ на измерительных полуавтоматических установках с использованием перфоленты в качестве промежуточного носителя информации. Ввод перфоленты и перезапись данных измерения на магнитную ленту осуществляются с помощью вспомогательных ЭВМ, таких как Минск-22, СДС-160А. На следующих этапах обработки информация с магнитных лент вспомогательной ЭВМ передается по кабельным линиям во время очередного сеанса связи (при отсутствии совместимых магнитофонов) в основную ЭВМ для обчета по геометрическим программам, программам идентификации и т.д.

В качестве основной ЭВМ использовались или используются в настоящее время такие машины как М-20, БЭСМ-4, СДС-1604А, БЭСМ-6 /2,3/.

Ермолаев В.В., Иоселиани Ц.И., Каржавин Ю.А., 10-5973  
Проценко Н.А., Рубцов В.Ф., Семенов В.Н., Степанов В.Д.,  
Шудра О.С.

Аппаратурная часть системы обработки камерных фотографий  
с использованием установок ПУОС на линии с БЭСМ-4

Даны описания и схемы приборов, совершенствующих систему обработки фотоматериала, в частности, исключающих значительную часть ручного труда при проверке и исправлении перфоленты, при перемене событий.

Сообщения Объединенного института ядерных исследований  
Дубна, 1971

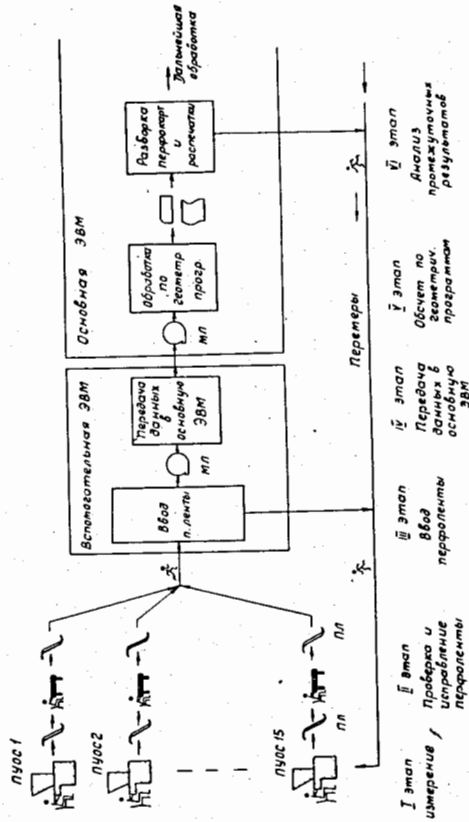


Рис. 1. Процесс обработки фотографий на измерительных полуавтоматах с выводом данных на перфоленту.

Наиболее трудоемкими этапами приведенной выше схемы обработки снимков являются:

1. измерение;
2. проверка и исправление перфоленты;
3. разборка перфокарт и распечатка после геометрической программы;
4. перемеры событий.

Большое количество ручного труда на всех этапах обработки, использование перфораторов в качестве выходных устройств установок ПУОС повышало вероятность возникновения ошибок и удлиняло полный цикл обработки события до нескольких недель.

В данной работе рассматривается аппаратная часть измерительной системы, в которой информация с полуавтоматических установок ПУОС (в дальнейшем мы их будем иногда называть просто полуавтоматами) передается по линиям связи непосредственно в ЭВМ (рис.2).

Программы управления и контроля осуществляют автоматическую диагностику ошибок измерения и сбоев аппаратуры, при этом оператору на световые табло СТИ + СТИ5 немедленно выдается соответствующая информация.

Такой режим работы исключает значительную часть ручного труда, указанного ранее в пунктах 2,3,4. Кроме того, в результате взаимодействия человек-машина повышается интенсивность измерения за счет целого ряда факторов, в числе которых важную роль играет уверенность оператора в правильности получаемых результатов.

По предварительным данным производительность труда операторов при работе на линии с ЭВМ возрастает в 1,5 + 2 раза.

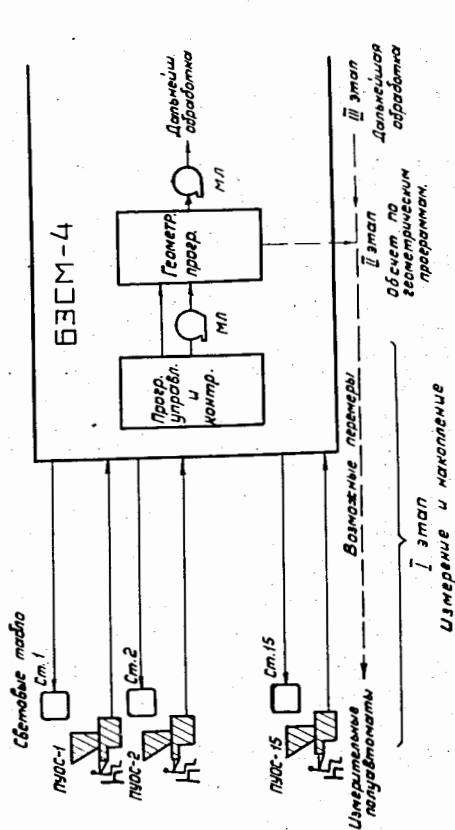


Рис. 2. Процесс обработки фотографий на измерительных полуавтоматах в режиме непосредственной связи с ЭВМ.

## 1. Общее описание системы

Данная полуавтоматическая измерительная система включает в себя следующие основные компоненты:

1. электронную вычислительную машину БЭСМ-4;
2. внешнее устройство приема-выдачи информации (мультиплексор) для подключения к местному каналу связи БЭСМ-4 нескольких объектов;
3. группу из 15 полуавтоматических установок ПУОС;
4. устройство связи группы полуавтоматов с ЭВМ;
5. программы управления и контроля.

### 1.1. Электронная вычислительная машина БЭСМ-4

БЭСМ-4 - универсальная цифровая вычислительная машина, имеющая следующие основные технические характеристики<sup>/4/</sup>:

Структура команды - трехадресная.

Система счисления - двоичная.

Диапазон представляемых чисел -  $10^{-28} \div 10^{19}$ .

Длина слова, двоичных разрядов - 45.

Быстродействие, операции/сек - 20 000.

Емкость запоминающих устройств,

45-разрядные числа:

на ферритовых сердечниках - 8192

на магнитных барабанах - 4 x 16 384

на магнитных лентах - 4 x 1000 000

Время обращения, мксек - 10.

Скорость ввода информации с перфокарт, карты/мин - 700.

Скорость вывода информации:

на перфокарты, карты/мин - 50

на АЦПУ, строк/мин (в строке 128 символов) - 400

на быстродействующую электро-механическую печать, чисел/сек - 20.

### 1.2. Общая структура связи БЭСМ-4 с внешними объектами

Для обеспечения работы машины БЭСМ-4 на линии с различного рода физическими установками сотрудниками ОИЯИ был разработан канал ввода-вывода МКС (местный канал связи), позволяющий вести программированный обмен данными с помощью модифицированной команды обращения к внешним устройствам<sup>/5,6/</sup>.

Структура связи внешних объектов с БЭСМ-4 через МКС (рис.3) аналогична описанной ранее<sup>/7/</sup> для машины БЭСМ-3М.

Внешнее устройство приема-выдачи (ВУПВ) позволяет подключить к МКС один из 4-х внешних объектов (ВО1 + ВО4), таких как сканирующий автомат на электроннолучевой трубке ЭЛТ-1, группа из 15 полуавтоматических установок ПУОС, другая вычислительная машина, например, БЭСМ-6 и т.д.

Объекты связываются с ВУПВ через свои устройства связи (УС1 + УС4) по четырем каналам.

Переключение каналов осуществляется вручную.

В связи с тем, что работа БЭСМ-4 на линии с указанными внешними объектами происходит в виде сеансов связи и обслуживание каждого из объектов поглощает все рабочее время машины, ручная коммутация каналов оказывается вполне приемлемой.

Управляющие сигналы, участвующие в обмене информацией между ВУПВ и УС объекта, остаются теми же, что и в МКС БЭСМ-4.

Ниже будет дано подробное описание внешнего устройства приема-выдачи информации (ВУПВ) и устройства связи с БЭСМ-4 группы полуавтоматических установок ПУОС (УС3).

### 1.3. Измерительная полуавтоматическая установка ПУОС

Установка ПУОС<sup>/1,8/</sup> представляет собой измерительный проектор, в котором обрабатываемый снимок располагается на точном измерительном столе, снабженном отсчетной системой. Датчики на дифракционных решетках обеспечивают регистрацию перемещений стола в 2-х взаимно перпендикулярных направлениях с погрешностью, не превышающей единицы отсчета (2,5 мкм).

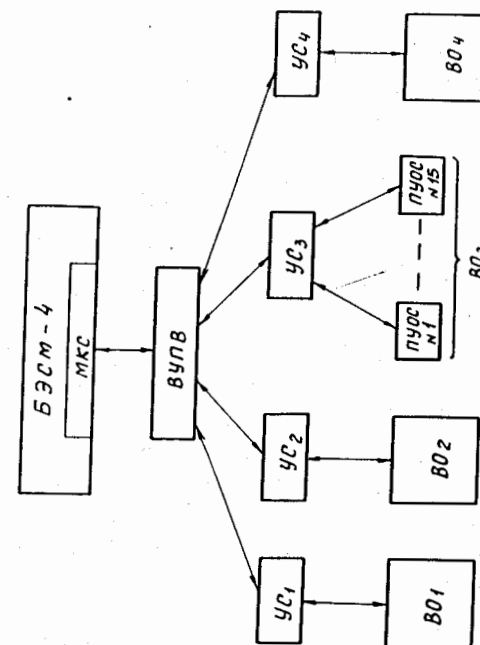


Рис. 3. Структура связи БЭСМ-4 с внешними объектами.

Измеряемая зона снимка проецируется на экран с увеличением не менее  $30^{\times}$ .

В процессе измерения оператор по оптическому экрану производит совмещение неподвижного перекрестия с измеряемой точкой на снимке.

Такие операции как установка нужного кадра в кадровом окне, перемещение измерительного стола, центрирование перекрестия экрана на середине трека осуществляются вручную.

Электронные схемы установки ПУОС обеспечивают автоматическую регистрацию на бумажной перфоленте измеренных координат, а также служебной информации к событию, набираемой на кнопочном регистре.

#### 1.4. Управляющая программа системы

Управляющая программа системы\* состоит из двух частей. Первая часть осуществляет прием информации от группы полуавтоматов, предварительную сортировку ее по номерам полуавтоматов, контроль последовательности действий оператора и контроль работоспособности канала связи.

Вторая часть программы осуществляет сортировку принимаемой с полуавтоматов информации по номерам задач и номерам полуавтоматов, анализ принимаемой информации с целью контроля работы измерительного оборудования и операторов, первичную обработку и накопление на магнитной ленте.

Программа имеет два основных режима: режим 1, когда обработка по программам геометрической реконструкции разделена во времени с процессом измерения и накопления информации. События, удовлетворяющие всем критериям, накапливаются на магнитной ленте, которая является входной лентой для геометрических программ. Режим 2, когда процесс обработки по геометрическим программам не разделен во времени с процессом измерения и накопления.

Управляющая программа имеет свой блок "Диспетчер", который задает режим деления времени с четырьмя уровнями приоритета. Первые 2 уровня используются в самой управляющей программе, третьим приоритетом пользуются геометрические программы, четвертый уровень позволяет вводить некоторую постороннюю задачу, если у ЭВМ имеется избыток времени.

\* Математическое обеспечение системы создано Э.М.Иванченко и Р.В.Малышевым и является дальнейшим развитием созданной ранее аналогичной системы /9/ на базе машины БЭСМ-3М.

#### II. Внешнее устройство приема-выдачи информации (ВУПВ)

Внешнее устройство приема-выдачи информации расширяет возможности МКС БЭСМ-4, обеспечивая сравнительно простую коммутацию внешних объектов, работающих на линии с ЭВМ. Наличие двух буферных регистров: регистра приема кода (РПК) и регистра выдачи кода (РВК) позволяет снизить требования к быстродействию схем обмена данными устройств связи и упрощает синхронизацию при работе с самыми различными внешними объектами.

Процесс обмена данными через местный канал связи БЭСМ-4 осуществляется с помощью управляющих сигналов: "Вызов", ОМП, ВМП, ИЭП, ИПК, ОМВ, ВМВ, ИГОТ, ИВК.

Укажем кратко назначение этих сигналов (подробное описание МКС БЭСМ-4 вместе со всеми управляющими сигналами дано в работе /6/).

"Вызов" - потенциальный сигнал, означающий запрос объекта на обслуживание со стороны ЭВМ.

ОМП - основной маркер приема; "1" ОМП означает, что слово данных подготовлено на кодовых шинах приема КШП (на входе МКС);

ВМП - вспомогательный маркер приема, "1" ВМП  $\wedge$  "1" ОМП означает, что на КШП находится последнее слово из передаваемого массива данных, используется для окончания групповой операции ввода по инициативе внешнего объекта;

ИЭП - импульс запроса передается на ВО при выполнении команды непосредственного ввода, используется для подготовки очередного слова данных;

ИПК - импульс приема кода, показывающий, что слово данных принято в ЭВМ. По этому сигналу устанавливается в "0" ОМП и снимается информация с КШП;

ОМВ - основной маркер выдачи, "0" ОМВ указывает на готовность схем ВУПВ к приему слова из ЭВМ.

ВМВ - вспомогательный маркер выдачи; "1" ВМВ  $\wedge$  "0" ОМВ означает, что объект принял последнее слово из выводимого массива данных; используется для окончания групповой операции вывода по инициативе внешнего объекта.

ИГОТ - импульс готовности, вырабатывается при выполнении команды непосредственного вывода. По этому сигналу ВО должны сообщить ЭВМ с помощью ОМВ о своей готовности принять слово данных.

ИМК - импульс выдачи кода, означающий, что слово данных установлено на выходных шинах местного канала связи (КШВ).

Указанные выше сигналы используются при обмене информацией между МКС БЭСМ-4 и ВУПВ. На уровне объекта, т.е. при обмене между ВО и ВУПВ, используются те же самые сигналы, только им присваивается номер объекта.

#### П.1. Работа ВУПВ в режиме приема данных

В режиме приема информация с внешних объектов передается на РПК и затем в МКС БЭСМ-4.

Логическая схема приемной части ВУПВ приведена на рис.4, временная диаграмма, поясняющая работу схемы, - на рис.5.

Передача данных с ВО в МКС осуществляется с помощью управляющих сигналов: "Вызов", ОМП, ВМП, ИМК, ИЗП.

Коммутатор управляющих сигналов КУС подключает сигналы "Вызов", ИЗП, ИМК к соответствующим шинам одного из устройств связи УС1  $\div$  УС4.

Если на ВО, работающем в данный момент на линии с ЭВМ (будем считать, что это ВО1), возникает ситуация, требующая вмешательства управляющей программы, соответствующее устройство связи (УС1) выдает сигнал "Вызов", который через КУС поступает в МКС БЭСМ-4.

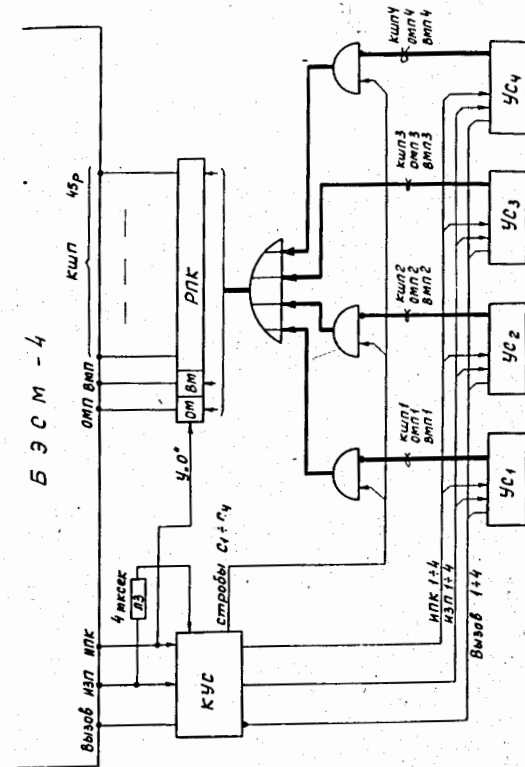


Рис. 4. Логическая схема приемной части ВУПВ.



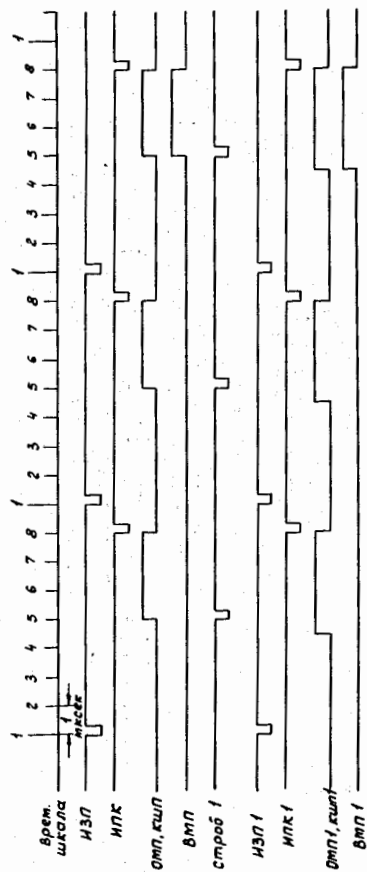


Рис. 5. Временная диаграмма работы ВУПВ в режиме приема данных.

По сигналу "Вызов" осуществляется прерывание текущей программы и выход на подпрограмму обслуживания.

Импульсы ИЗП, вырабатываемые при выполнении команды непосредственного ввода, через КУС поступают на ВОІ (ИЗПІ) и подготавливают на его кодовых шинах КШПІ слово данных вместе с сигналами ОМПІ и ВМПІ. Стробующим импульсом СИ, поступающим из КУС и представляющим собой задержанный на 4 мксек импульс ИЗП, эти данные заносятся в РПК; при этом устанавливаются в соответствующие состояния триггеры ОМ и ВМ, являющиеся, по существу, 46 и 47 разрядами РПК.

Через 5 мксек после сигнала ИЗП в МКС анализируется ОМП и, если он равен "1", слово данных с КШПІ считывается в ЭВМ. Прием слова в ЭВМ подтверждается сигналом ИПК, по которому происходит установка в "0" РПК вместе с ОМ и ВМ. По сигналу ИПКІ ВОІ снимает информацию с КШПІ и начинает подготовку очередного слова.

Прием данных с группы полуавтоматов через УСЗ имеет некоторые особенности (о них подробно будет сказано в следующей главе), связанные с тем, что на РПК в этом случае, осуществляется разворот слова при последовательно-параллельном выводе информации с полуавтомата.

Функциональная схема одного разряда РПК приведена на рис.6.

## II.2. Работа ВУПВ в режиме вывода данных

В режиме вывода слово данных по кодовым шинам вывода КШВ заносится на РВК и затем подается в виде потенциального кода сразу на все ВО.

Подключение того или иного ВО осуществляется через КУС коммутацией сигналов: ОМВ, ВМВ, ИГОТ и ИВК.

Логическая схема выходной части ВУПВ приведена на рис.7, соответствующая ей временная диаграмма - на рис.8.

Установка в "0" РВК осуществляется непосредственно перед занесением нового слова импульсом ИВК, что в некоторых случаях облегчает локализацию ошибок, так как в регистре всегда хранится последнее переданное из ЭВМ слово.

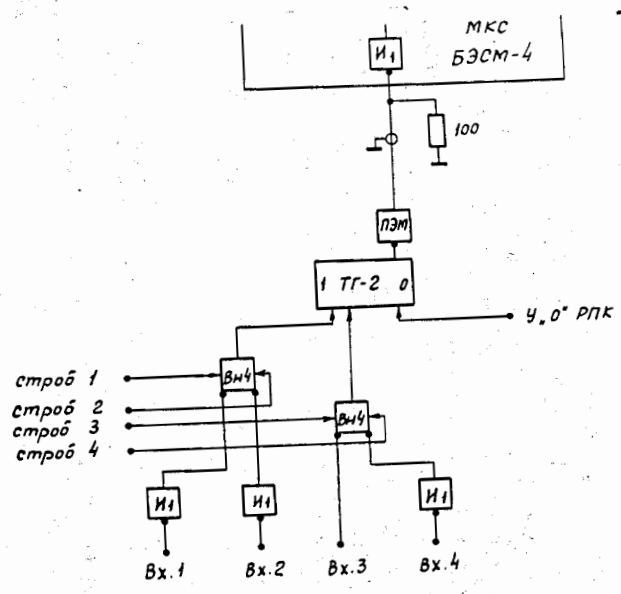


Рис. 6. Функциональная схема одного разряда РПК.

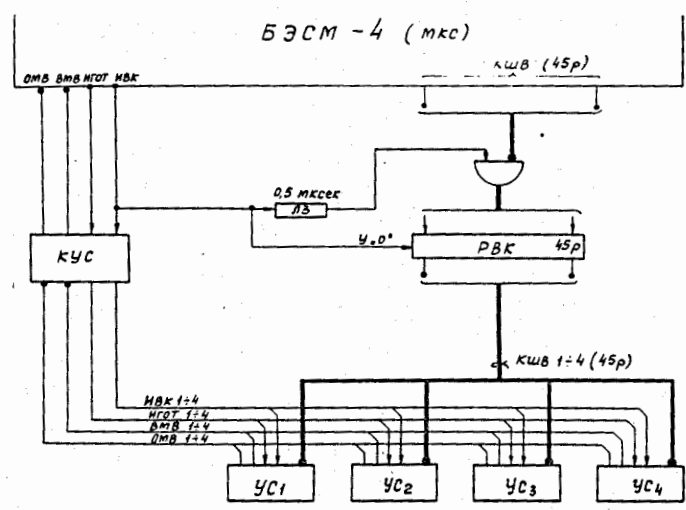


Рис. 7. Логическая схема выходной части ВУПВ.

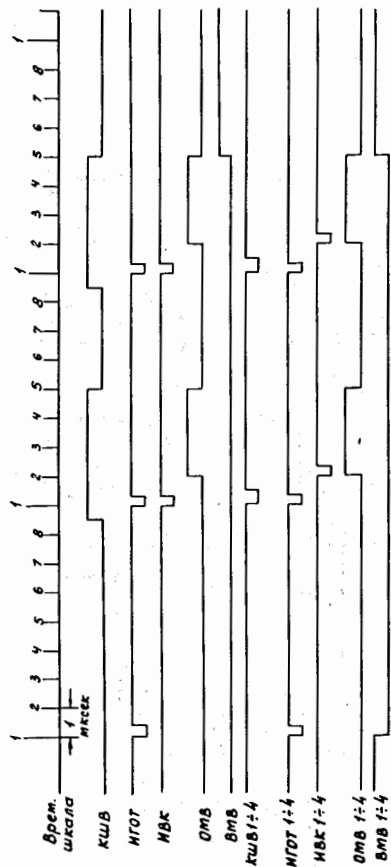


Рис. 8. Временная диаграмма работы ВУПВ в режиме приема данных.

Принципиальная схема одного разряда РВК приведена на рис.9. Использование несимметричных триггеров, собранных на потенциальных элементах типа И2 (система стандартных логических блоков БЭСМ-4), позволяет сократить количество используемых электронных ячеек, не снижая надежности работы устройства. При изготовлении ВУПВ использовались рекомендации, данные в литературе /6/.

### III. Связь группы полуавтоматических установок ЦУОС с БЭСМ-4

#### III.1. Форматы данных

Вычислительная машина БЭСМ-4 обменивается с внешними устройствами, подключенными к местному каналу связи, 45-разрядными словами. Распределение информации в машинном слове при работе с полуавтоматическими установками показано на рис.10.

В ЭВМ передается информация 3-х типов: координаты измеренных точек на снимке, служебная информация и команды, управляющие работой программы.

Координаты X и Y занимают в машинном слове соответственно разряды I + I6 и 2I + 36. В разрядах 40 + 43 передается номер полуавтомата.

Служебная информация к измеряемому событию передается с кнопочного регистра полуавтомата и располагается в I + 36 разрядах машинного слова.

Управляющие команды выделяются признаком в 37 разряде. Номер команды и дополнительная информация к команде (если она требуется) набираются оператором на кнопочном регистре.

С помощью управляющих команд оператор информирует программу о переходе от одного этапа измерения к другому или об изменении нормальной последовательности работы. Команды передаются с пульта полуавтомата с помощью специальной кнопки.

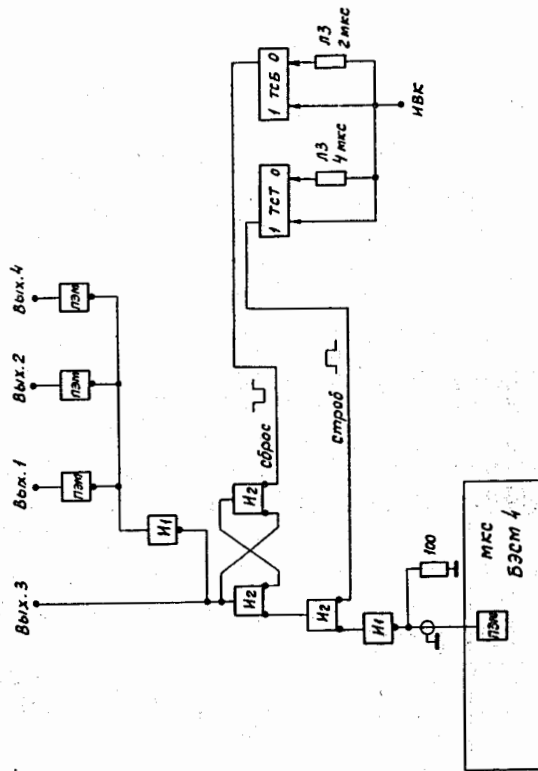


Рис. 9. Функциональная схема одного разряда РВК.

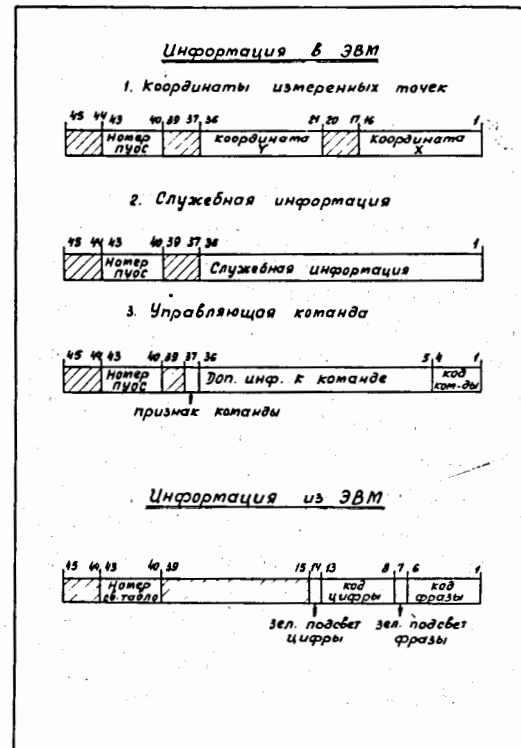


Рис. 10. Распределение информации в слове БЭСМ-4.

Информация оператору, передаваемая из БЭСМ-4 на световые табло, включает в себя номер табло (40 + 43 р.), код фразы (1 + 7 р.) и код цифры (8 + 14 р.). Кодировка фраз и цифр в сообщениях оператору приведена на рис. II.

### III.2. Модернизация полуавтоматов для работы на линии с ЭВМ

Ввиду того, что полуавтоматическая установка в стандартном исполнении предусматривает вывод информации на перфоленту, любой вариант подключения установки непосредственно к ЭВМ требует соответствующих изменений в конструкции и электронных схемах ПУОСа.

При подключении полуавтоматов к БЭСМ-4 была сохранена возможность работы с перфатором. Переключение режимов работы "ЭВМ - перфатор" осуществляется с помощью тумблера, расположенного на передней панели электронной стойки полуавтомата, и 2-х реле переключения режимов (РПР) типа ОР-13.

Все изменения в стандартном комплекте ПУОСа сводятся в основном к формированию сигнала "Отсчет", выводу показаний счетчиков и содержимого "машинки служебных знаков" (МСЗ) в линию связи, формированию признака команды (37 р.) при нажатии оператором кнопки "Добивка 0".

Кроме того, для вывода информации оператору из ЭВМ на каждом полуавтомате устанавливается световое табло.

#### I. Формирование сигнала "Отсчет"

Сигнал "Отсчет" посылается с полуавтомата в устройство связи, если нажата одна из кнопок "Отсчет" или "Добивка 0", т.е. если на данной установке подготовлена информация для передачи в ЭВМ.

Схема формирования сигнала "Отсчет" приведена на рис. I2а.

Введены 2 дополнительных реле: Р12 (РСМ-1) и Р13 (РСМ-2). Реле Р12 используется в качестве задержки, обеспечивая надежное срабатывание всех схем ПУОСа, прежде чем в УС будет выдан

Разряды табло 6-4				Разряды табло 6-4				Фраза		
13	12	11	10	9	8	7	6			
1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1
1	0	0	0	1	0	3	0	0	0	1
0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	1
0	0	0	0	1	0	5	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	6	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	7	0	0	1	0
1	0	1	0	0	0	8	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	9	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Рис. II. Кодировка фраз и цифр в сообщениях оператору из ЭВМ.

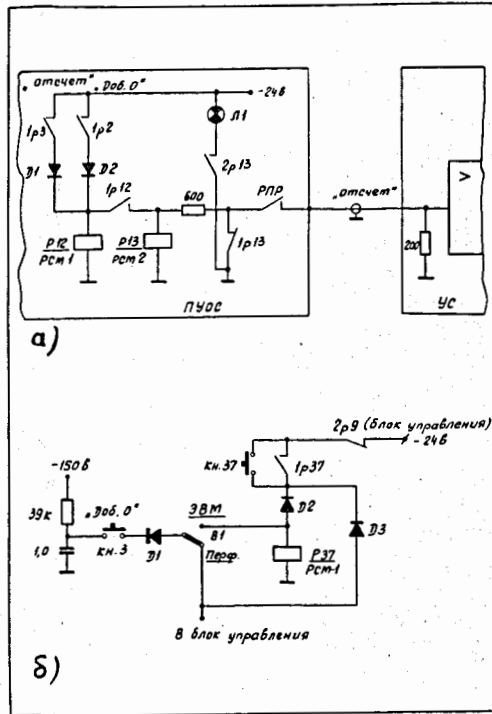


Рис. 12. а) Схема формирования сигнала "Отсчет",  
 б) схема формирования признака команды.

сигнал "Отсчет". Сброс сигнала "Отсчет" происходит после передачи слова данных с ПУОСа в РПК ВУПВ.

Лампочка индикации отсчета Л1 (зеленого цвета) установлена на микроскопе в поле зрения оператора. По этой лампочке оператор может следить за процессом передачи данных в ЭВМ.

## 2. Формирование признака команды

Управляющие команды выделяются признаком: "I" в 37 разряде машинного слова.

Команды посылаются оператором как в режиме передачи служебной информации (I режим), так и в режиме измерения координат (III режим) с помощью кнопки "Добивка 0".

Для передачи команды кнопкой "Добивка 0" в полуавтомате были введены следующие изменения:

- а) в I режиме разрешено считывание информации с МСЗ при нажатии кнопки "Добивка 0";
- б) разряды 37 + 40 слова данных всегда считываются с МСЗ независимо от режима работы;
- в) при нажатии кнопки "Добивка 0" включается реле 37 разряда МСЗ (рис.12б) и только после этого формируется сигнал "Отсчет".

## 3. Вывод слова данных в линию связи

В полуавтоматической установке ПУОС слово данных, выводимое на перфоленту, предварительно запоминается в ферритовой матрице либо на реле "машинки служебных знаков". Импульсами разворота, поступающими с магнитного регистра (МР), осуществляется последовательно-параллельное считывание слова и пробивка его на перфоленте группами по 4 разряда.

Магнитный регистр запускается сигналами с фотодиодов, установленных в перфораторе /10/.

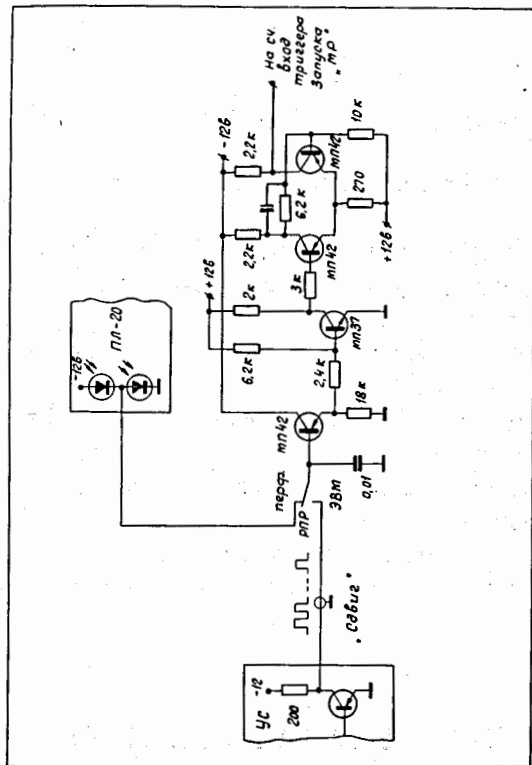


Рис. 13. Схема запуска магнитного регистра ПУОСа.

При работе полуавтомата на линии с ЭВМ используются те же схемы, что и при работе с перфолентой. Запуск магнитного регистра осуществляется импульсами сдвига, поступающими из УС. Схема запуска МР приведена на рис.13.

Время считывания одного слова в линию связи уменьшено до 30 мсек, что позволяет использовать один регистр (РПК) для приема информации со всех 15 полуавтоматов без заметных для оператора задержек. Соответственно время выдержки одновибраторов УМП и одновибратора поворота уменьшено до 1 мсек за счет включения формирующей емкости 0,05 мкФ (рис.14). При работе с ЭВМ выходы УМП соединяются контактами РПР с шинами данных.

#### 4. Световое табло

Световое табло позволяет в соответствии с заданным кодом высвечивать на экране сообщение, состоящее из фразы и цифры.

В основе светового табло лежит оптическая ячейка ПП-21М, серийно выпускаемая промышленностью. Оптическая ячейка содержит 11 лампочек, каждая из которых может спроецировать на экран участок фотопленки, содержащий в стандартном варианте изображение той или иной цифры.

Чтобы иметь возможность выводить оператору буквенную информацию, были изготовлены другие негативы, содержащие вместо цифр отдельные слова. Таким образом, с помощью двух оптических ячеек на экран светового табло можно проецировать любую комбинацию, включающую командное слово и цифру.

Электрическая схема светового табло приведена на рис.15.

Реле Р1 + Р14 используются для запоминания сообщения из ЭВМ и для дешифрации этого сообщения. С помощью реле Р15 осуществляется стирание информации.

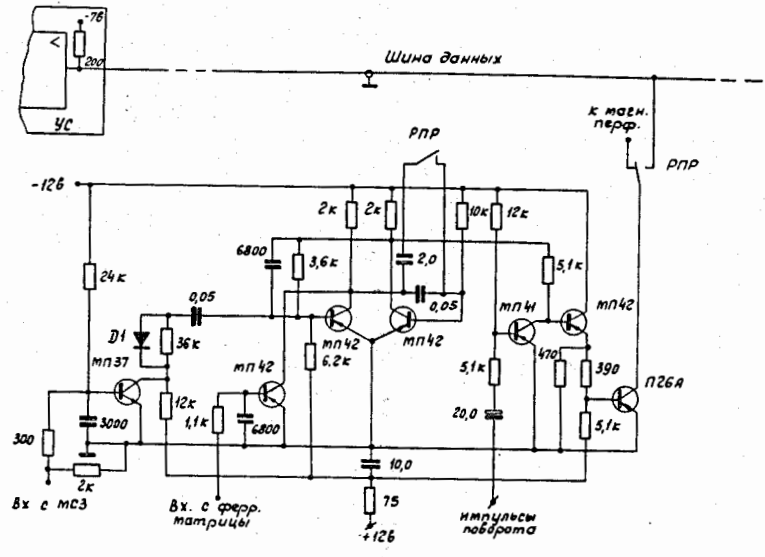


Рис. 14. Модернизированная схема УМР.

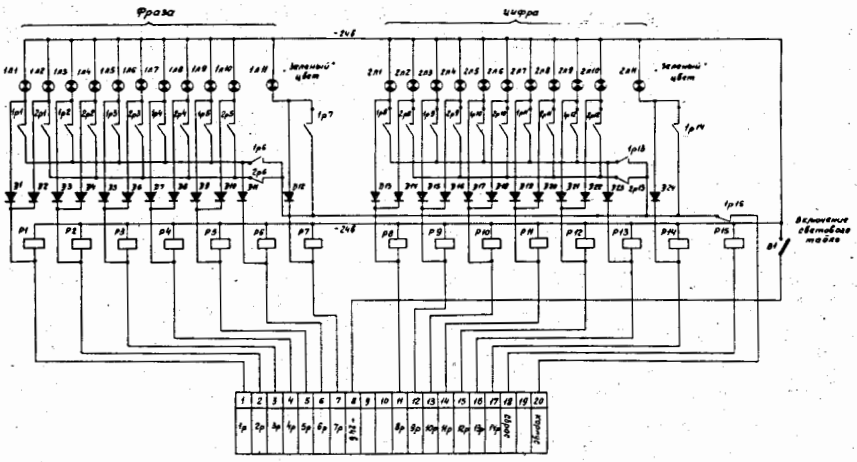


Рис. 15. Электрическая схема светового табло.



### Ш.3. Приемная часть устройства связи УСЗ

Приемная часть УСЗ обеспечивает последовательный опрос полуавтоматов и вывод данных на РПК ВУПВ.

Логическая схема приемной части УСЗ приведена на рис.16, временная диаграмма, поясняющая ее работу, на рис.17.

Синхронизация работы приемной части УСЗ осуществляется от тактового генератора ГТ. На выходе ГТ имеются 2 серии тактовых сигналов: серия "а" (ГТа) – последовательность прямоугольных импульсов со скважностью 2 и серия "б" (ГТб) – последовательность импульсов, полученных из серии "а" дифференцированием заднего фронта. Период следования тактовых импульсов ~2 мсек.

В исходном состоянии импульсы ГТб поступают на счетчик номера полуавтомата СНП и с задержкой 2 мсек опрашивают выходы дешифратора ДШ1, при этом формируются импульсы опроса полуавтоматов ИОП1 + ИОП15.

При наличии сигнала "Отсчет" с какого-либо ПУОСа соответствующим импульсом ИОП будет установлен в "1" один из триггеров отсчета ТО1 + ТО15. В этом случае дальнейший опрос полуавтоматов прекращается, на данный ПУОС начинают поступать импульсы сдвига, а импульсы ГТб с задержкой 80 мсек подаются на вход счетчика разворота СР. С помощью счетчика разворота и дешифратора разворота ДШ2 формируется последовательность стробирующих импульсов (СИ1 + СИ2), обеспечивающих последовательное заполнение РПК информацией с ПУОСа.

После выдачи 12 импульсов сдвига вывод информации с ПУОСа заканчивается, поэтому СИ2 сбрасывает триггеры ТО1 + ТО15 в "0", прекращая дальнейшую выдачу импульсов сдвига на данный полуавтомат.

Так как полезная информация с ПУОСа содержится в разрядах 1 + 37, то после выдачи 10-го сдвигающего импульса она считается полностью принятой, поэтому импульс СИ10 устанавливает в "1" ОМП. Номер полуавтомата хранится в СНП, который представляет собой 40 + 43 разряды РПК (при подключении к ВУПВ группы полуавтоматов эта часть РПК работает в режиме счетчика).

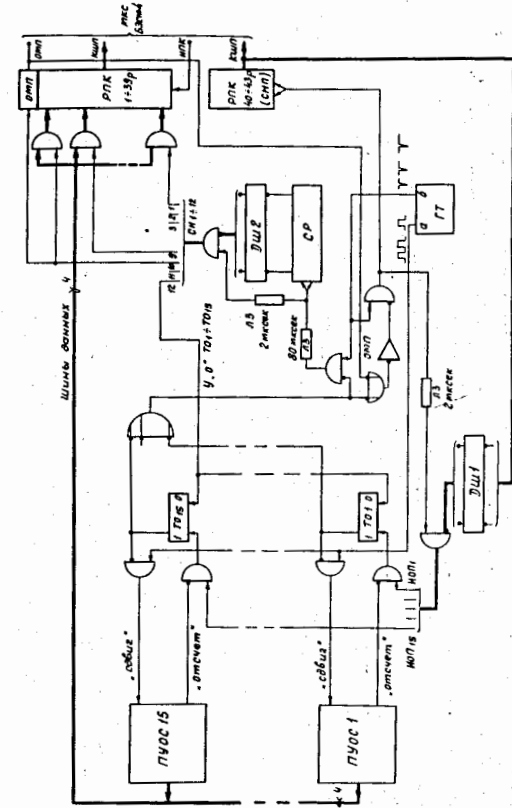


Рис. 16. Логическая схема приемной части УСЗ.

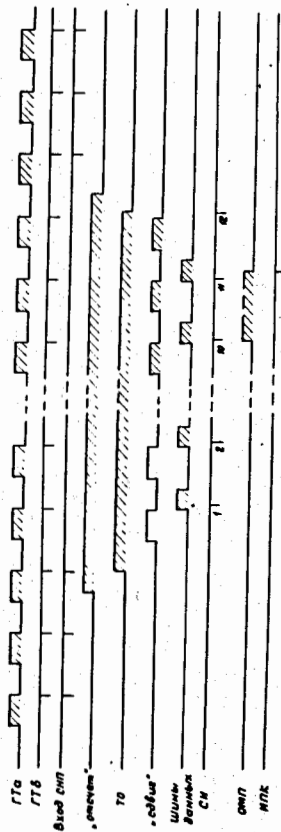


Рис. 17. Временная диаграмма работы приемной части УСЗ.

После передачи информации в ЭВМ импульсом ИПК сбрасываются в "0" ОМП и часть РПК, не относящаяся к СНП.

Для того, чтобы полностью закончить операцию вывода и вернуть схемы ПУОСа в начальное состояние, на него необходимо выдать 12 импульсов сдвига. Поэтому, даже после передачи информации с РПК в ЭВМ на данный ПУОС продолжают поступать импульсы сдвига, и только СИ12 установит триггеры отсчета ТО1 + ТО15 в "0". На этом вывод информации с данного полуавтомата заканчивается и схемы приемной части УСЗ возвращаются в исходное состояние, т.е. в режим опроса.

#### Ш.4. Выходная часть устройства связи

Выходная часть УСЗ осуществляет вывод информации из ЭВМ на световое табло СТ1 + СТ15 в соответствии с номером табло, расположенным в разрядах 40 + 43 РВК.

Логическая схема выходной части УС приведена на рис.18.

После занесения слова на РВК импульсом ПНК запускается одновибратор ОВ1. Сигнал с ОВ1 осуществляет стирание сообщения на заданном табло. Задним фронтом ОВ1 запускается одновибратор ОВ2. Длительность выдержки ОВ2 выбрана таким образом, чтобы обеспечить надежное запоминание сообщения в релейных регистрах светового табло. На время, равное суммарной длительности выдержки ОВ1 и ОВ2, в ЭВМ выдается сигнал ОМП, запрещающий выдачу нового слова на РПК.



## IV-I. Программа "Тест ПУОС"

Программа "Тест ПУОС" используется для проверки и наладки системы БЭСМ-4 - ВУПВ - ПУОС.

В настоящее время в состав программы входят шесть тестов, представляющих собой отдельные программные блоки. В каждый момент времени работает тот тест, номер которого набран на КЗУ-1 (пульт управления БЭСМ-4).

### I. Тесты 1 и 2

Тесты 1 и 2 объединены в один программный блок, поскольку переход с одного теста на другой осуществляется не по коду на КЗУ-1, а по команде с полуавтомата. Числовая часть команды соответствует номеру теста.

С помощью теста 1 проверяется связь с ЭВМ и исправность светового табло. Оператору на световое табло последовательно выводятся все имеющиеся фразы и цифры. Очередное сообщение поступает в ответ на нажатие кнопки "Добивка 0".

Тест 2 позволяет проверить ввод в ЭВМ координат и служебной информации с кнопочного регистра полуавтомата. Кнопкой "Отсчет" слово данных с полуавтомата передается в ЭВМ и запоминается в одной из ячеек оперативной памяти. Поступающая затем с полуавтомата команда "Добивка 0" осуществляет вывод 4-х младших разрядов переданного слова на световое табло и последующий сдвиг слова вправо на 4 разряда. Таким образом, переданная ранее в ЭВМ информация снова возвращается оператору и может быть им проконтролирована.

Блок-схема тестов 1 и 2 приведена на рис. 19.

Слово с РПК ВУПВ принимается в ячейку  $W$ .

Слово должно иметь допустимый для данной системы формат, т.е. 44-45 разряды должны быть равны 0, а в разрядах 40 + 43 должен находиться номер одного из подключенных к системе полуавтоматов. Номера полуавтоматов, работающих на линии с ЭВМ, задаются соответствующей таблицей.

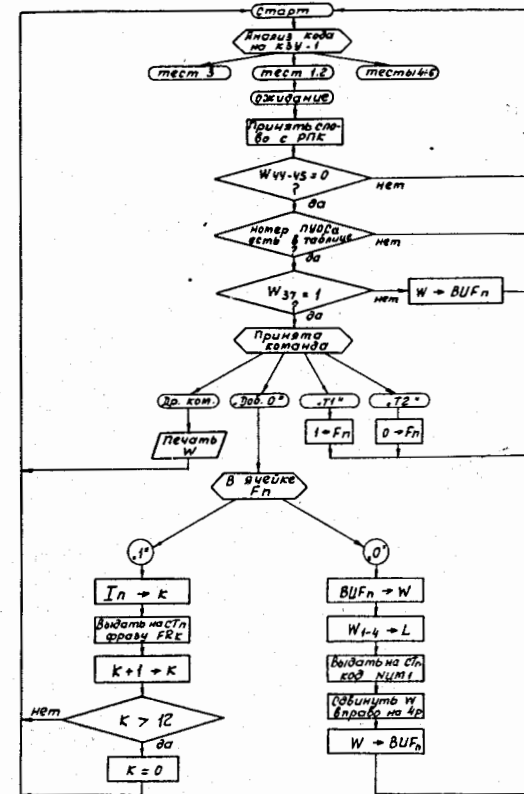


Рис. 19. Блок-схема тестов 1 и 2.

Если слово имеет недопустимый для данной системы формат, то оно считается ошибочным и выводится на печать.

Слово данных, передаваемое кнопкой "Отсчет", запоминается в буферной ячейке  $BUF_n$ , где  $n$  - номер полуавтомата ( $1 \leq n \leq 15$ ). В тестах 1 и 2 с ПУОСов могут поступать только три типа команд: "Добивка 0", "Тест 1", "Тест 2". Все другие команды считаются ошибочными и выводятся на печать. Команды "Тест 1" и "Тест 2" записывают соответствующую метку в ячейки  $F_n$ .

При поступлении с ПУОСа команды "Добивка 0" содержимое  $F_n$  анализируется; если  $F_n = 1$ , то на данный ПУОС выдается очередная фраза  $FR_K$  (номер фразы  $K$  хранится в ячейке  $I_n$ ), если  $F_n = 0$ , то на полуавтомат выводится 4 младших разряда слова, хранящегося в  $BUF_n$ .

По окончании указанных действий программа возвращается на анализ содержимого КЗУ-1.

## 2. Тест 3

Тест 3 проверяет работу ВУПВ. Как уже отмечалось выше, выходные шины РВК заведены на вход РПК по каналу 4. Это позволяет при включении 4-го резервного канала осуществлять многократный цикл выдачи - приема фиксированных кодов с целью контроля прохождения информации на участке ЭВМ-ВУПВ.

Тест 3 делится на 3 части: тест 3-1, тест 3-2 и тест 3-3, которые отличаются между собой только передаваемыми кодами.

Блок-схема теста 3 приведена на рис. 20.

В каждой части теста 3 происходит выдача на РВК 2-х кодов, прием этих кодов и сравнение. Коды подбираются с таким расчетом, чтобы система работала в наиболее тяжелых режимах и чтобы возникающие ошибки было легче идентифицировать. Такой цикл повторяется 1000 раз, затем программа переходит к следующей части теста и т.д.

В тест 3-1 проверка осуществляется с помощью кодов:

777 777 777 777 777 (А)  
000 000 000 000 000 (В)

Чередование "1" и "0" во всех разрядах приводит к одновременному срабатыванию всех триггеров, одновременному стробированию

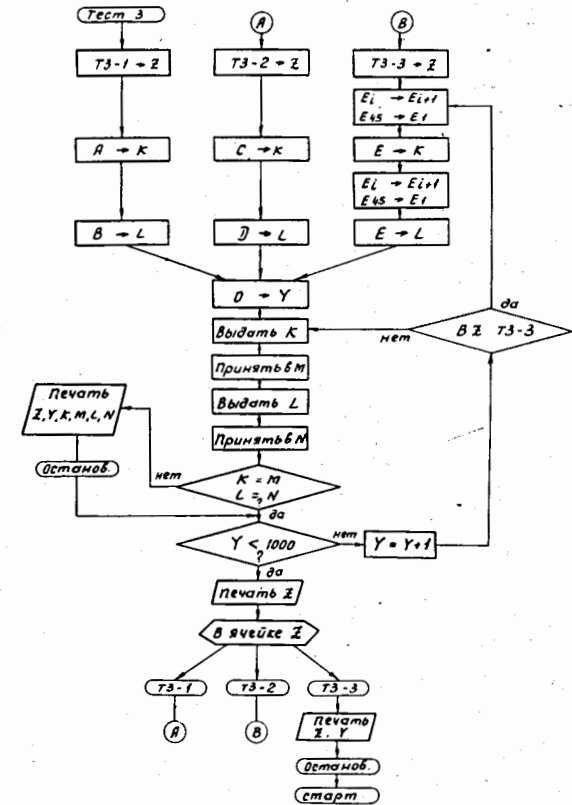


Рис. 20. Блок-схема теста 3.

всех вентилей с единичными потенциальными входами и т.д. Такой режим работы создает максимальные нагрузки для большинства цепей и позволяет своевременно выявить отклонения в их работе.

В тесте 3-2 система проверяется такими кодами:

525 252 525 252 525 (С)  
252 525 252 525 252 (Д)

Последовательная выдача и прием кодов С и Д заставляет все разряды регистров менять свои состояния, причем соседние разряды всегда находятся в противоположных состояниях. В таком режиме легко обнаруживаются взаимные влияния одних разрядов на другие.

В тесте 3-3 один код от другого отличается циклическим сдвигом влево на I разряд. В исходном состоянии код в ячейке Е имеет вид: 377 777 777 777 777. При последующих циклических сдвигах "0" перемещается из 45 разряда в I-ый и т.д., то есть всегда выдаются единицы во всех разрядах, кроме одного.

Такой режим сопровождается максимальными помехами на шине с нулевым сигналом.

В каждом из указанных режимов цикл выдачи и приема пар кодов повторяется 1000 раз. При несовпадении выданных и принятых кодов на печать выдается информация следующего вида:

300 000 000 000 003  
052 000 002 200 000  
777 777 777 377 777  
777 777 777 377 777  
777 777 776 777 777  
777 777 776 377 777,

где первое слово содержит номер теста (старшая цифра) и номер режима: (младшая цифра); второе слово - номер цикла в восьмеричной системе, в котором произошел сбой (цифры 5 + 8); третье и четвертое слова содержат соответственно первый выданный код и первый принятый код; пятое и шестое слова - второй выданный и второй принятый коды.

В приведенном примере сбой произошел в тесте 3-3 на шаге 220<sub>8</sub> во втором коде, где в I8 разряде вместо "I" был принят "0".

Если в данном режиме теста 3 все выданные и принятые коды совпали, то печатается только первое из указанных выше слов и

программа переходит к следующей части теста.

По окончании всего теста 3 печатаются первое и второе из приведенных выше слов. Например, при нормальной работе системы в 3-ем тесте печатается следующая информация:

300 000 000 000 001  
300 000 000 000 002  
300 000 000 000 003  
052 000 017 500 000

### 3. Тесты 4,5,6

Тест 4 используется при наладке аппаратуры, когда ошибка уже обнаружена и требуется создать периодический режим работы системы для того, чтобы с помощью осциллографа установить причины неисправности.

В режиме "Тест 4" осуществляется непрерывная выдачи и прием кода, набранного на КЗУ-3.

Тесты 5 и 6 предназначены для проверки и настройки ВУПВ в режимах группового приема и групповой выдачи.

В тесте 5 код с КЗУ-3 выдается на ВУПВ и затем принимается в групповом режиме 100 раз. Эта операция будет повторяться до тех пор, пока на КЗУ-I будет набран номер пятого теста.

Тест 6 работает аналогично тесту 5, только в групповом режиме осуществляется выдача кода.

### Конструктивное исполнение системы

Внешнее устройство приема-выдачи информации и устройство управления группой полуавтоматов конструктивно размещены в двух электронных стойках.

Схемы выполнены, в основном, на элементах машины БЭСМ-4. Полуавтоматические установки были дополнены световыми табло и лампочками индикации отсчета и ошибки.

Световые табло закреплены на микроскопах с помощью кронштейнов и легко снимаются для ремонта.

Лампочки индикации отсчета и ошибки выведены в поле зрения оператора.

Линии связи БЭСМ-4 - ВУПВ - ПУОСы выполнены малоемкостным экранированным кабелем типа РКК-76. Релейные схемы световых табло подключены к ВУПВ с помощью телефонного кабеля ТПКШ-20 x 2 x x 0,5.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Система из 14 полуавтоматических установок ПУОС на линии с БЭСМ-4 была смонтирована и налажена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ. С конца 1970 года система успешно эксплуатируется.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В.Я.Алмазов, И.А.Голутвин, В.Д.Инкин, Ю.А.Каржавин, В.Д.Неустроев, В.Д.Степанов.  
Препринт ОИЯИ 1352, Дубна, 1963.
2. Н.Н.Говорун, В.И.Мороз, Г.Н.Тентякова, В.Н.Шигаев.  
Препринт ОИЯИ, IO-3627, Дубна, 1967.
3. Н.Н.Говорун. Материалы совещания по программированию и вычислительным методам решения физических задач.  
Дубна, 1969.
4. В.Ф.Ляшенко.  
Программирование для цифровых вычислительных машин М-20, БЭСМ-3М, БЭСМ-4, М-220. "Советское радио", Москва, 1967.
5. Е.Д.Городничев, Г.М.Кадьков, А.П.Кретов, О.К.Нефедьев, В.Н.Садовников, В.И.Шигаев.  
Препринт ОИЯИ, IO-3510, Дубна, 1967.
6. Е.Д.Городничев, Г.М.Кадьков, Н.Н.Морозова, В.Н.Садовников.  
Сообщение ОИЯИ, IO-4870, Дубна, 1969.
7. А.Я.Астахов, В.В.Ермолаев, В.Д.Инкин, Г.М.Кадьков, Ю.А.Каржавин, А.Е.Селиванов, Хон Ген Ха.  
Препринт ОИЯИ, P10-3592, Дубна, 1967.
8. Ю.А.Каржавин.  
Препринт ОИЯИ, I552, Дубна, 1964.
9. Э.М.Иванченко, Р.В.Мальшев, В.Н.Шигаев.  
Сообщение ОИЯИ, IO-4879, Дубна, 1969.
10. В.Н.Капустина, И.С.Марьин, Л.П.Полушко, Н.А.Проценко, Н.М.Родионов, В.Д.Степанов, Т.Ф.Тодоренко.  
Препринт ОИЯИ, IO-4057, Дубна, 1968.

Рукопись поступила в издательский отдел

29 июля 1971 года.