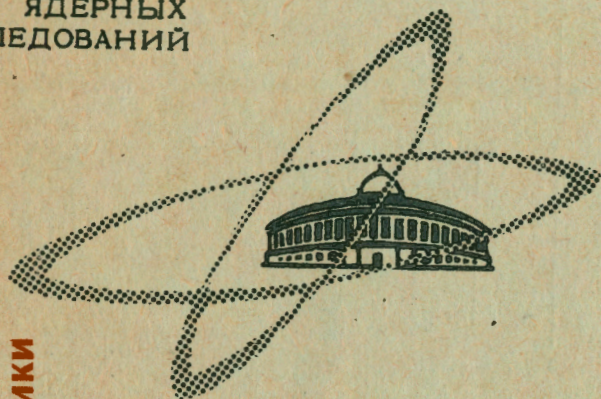


ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна



11 - 4200

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ  
И АВТОМАТИЗАЦИИ

А.В.Гусев, И.А.Емелин, А.А.Карлов, В.В.Федорин,  
Н.И.Чулков, С.А.Щелев

ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ СВЯЗИ  
МЕЖДУ ЭВМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА  
И КАНАЛ СВЯЗИ БЭСМ-6 С ПЕРИФЕРИЙНЫМИ ЭВМ

1968

11 - 4200

А.В.Гусев, И.А.Емелин, А.А.Карлов, В.В.Федорин,  
Н.И.Чулков, С.А.Щелев

ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ СВЯЗИ  
МЕЖДУ ЭВМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА  
И КАНАЛ СВЯЗИ БЭСМ-6 С ПЕРИФЕРИЙНЫМИ ЭВМ

**Научно-техническая  
библиотека  
ОИЯИ**

## В в е д е н и е

Необходимость повышения эффективности использования электронных вычислительных машин (ЭВМ) при решении сложных научных и производственных задач привела в настоящее время к появлению систем вычислительных машин, или, другими словами, вычислительных комплексов. В отличие от простой совокупности ЭВМ система машин обладает определенной внутренней структурой, позволяющей связать составные элементы комплекса (машины) в единое целое. Эта структура имеет, как правило, многоуровневый характер и позволяет производить обмен управляющей информацией и данными между отдельными уровнями.

Более низкие уровни предназначены для выполнения сравнительно простых, вспомогательных работ (ввод и вывод информации, управление внешними по отношению к комплексу объектами, первичная обработка поступающей информации и т.п.), а также для решения несложных "местных" задач. Перечисленные функции могут быть возложены на малые ЭВМ с достаточно простым математическим обеспечением.

С другой стороны, основные высокопроизводительные вычислительные средства сосредоточены на высшем уровне и физически представляют собой одну или более ЭВМ высокого класса с развитым математическим обеспечением.

Согласование работы низших и высших уровней может быть возложено на промежуточный уровень (уровни), для чего можно использовать электронные вычислительные машины среднего класса.

В соответствии с перспективным планом развития средств вычислительной техники и автоматизации в ОИЯИ ведутся работы по созданию вычислительного комплекса на базе БЭСМ-6.

Цель данной работы – рассмотреть некоторые общие вопросы создания вычислительного комплекса, а также попытаться определить принципы организации связи между разными уровнями комплекса применительно к конкретным условиям. Кроме того, в работе предлагается вариант аппаратной реализации связи между БЭСМ-6 и периферийными ЭВМ вычислительного комплекса. Благодаря тому, что на аппаратуру связи возлагаются лишь общие функции обмена управляющей информацией и данными, предлагаемый вариант позволяет реализовать программным путем самые разнообразные алгоритмы связи в зависимости от поставленных требований и обладает достаточной гибкостью при необходимости изменений алгоритмов в будущем.

## I . ИСХОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Структура вычислительного комплекса имеет двухуровневый характер: высший уровень представлен БЭСМ-6 (центральная ЭВМ), низший уровень обеспечивается малыми ЭВМ типа БЭСМ-4, которые располагаются в измерительных центрах лабораторий (удаленные периферийные ЭВМ). Кроме того, одна или две малые ЭВМ располагаются вблизи центральной машины (ближние периферийные ЭВМ).

Центральная машина производит наиболее сложную и трудоемкую обработку информации, поступающей в вычислительный комплекс, а также организует работу вычислительного комплекса в целом, оптимальным образом распределяя имеющиеся вычислительные средства. Информация поступает в центральную машину и выводится из нее через периферийные машины, а также через собственные устройства ввода-вывода центральной ЭВМ,

Удаленные периферийные машины, непосредственно связанные с экспериментальной аппаратурой, производят накопление и первичную

обработку экспериментальных данных, которые затем будут переданы для дальнейшей обработки в центральную машину, управляют в реальном масштабе времени внешними по отношению к комплексу физическими объектами (эксперименты на линии с ЭВМ), а также обеспечивают решение "местных" задач, используя собственные устройства ввода-вывода.

Ближняя периферийная машина (машины) предназначена для ввода-вывода в вычислительный комплекс и первичной обработки потоков информации, которые нецелесообразно или невозможно пропускать через удаленные периферийные ЭВМ. Ближняя периферийная ЭВМ СДС-1604А, кроме того, может быть использована в комплексе как вспомогательный вычислитель, благодаря своему развитому математическому обеспечению (АЛГОЛ, ФОРТРАН и т.п.).

## II . ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ СВЯЗИ МЕЖДУ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ПЕРИФЕРИЙНЫМИ ЭВМ

Исходя из функций центральной и периферийных ЭВМ в вычислительном комплексе представляется целесообразной такая структура комплекса, в которой центральная электронная вычислительная машина соединена непосредственно с каждой периферийной ЭВМ линиями связи, позволяющими обеспечить обмен информацией между центральной и периферийной ЭВМ по инициативе от той или другой.

Обмен информацией между центральной и несколькими периферийными электронными вычислительными машинами не обязательно должен быть совмещен во времени, а может производиться последовательно по приоритету, определяемому управляющей программой на центральной ЭВМ.

В любом случае взаимодействие ЭВМ комплекса можно рассматривать на примере двух машин: центральной и периферийной.

Обмен информацией между двумя ЭВМ – это один из элементов их совместной работы. Характер обмена информацией (последовательность передач, направление передачи данных, количество и назначение передаваемой информации и др.) не может быть определен заранее для каждой ЭВМ, так как зависит от обеих машин, работающих независимо. Для сог-

ласования работы двух ЭВМ необходимо обеспечить между ними обмен информацией, предназначенной для программ, управляющих совместной работой ЭВМ. В отличие от "данных", являющихся основным объектом обмена, будем называть информацию для управляющих программ "управляющей информацией" ("управляющими словами" или "управляющими слогами").

Очевидно, что при возможности обмена между ЭВМ необходимым объемом управляющей информации, можно обеспечить достаточно сложный и гибкий алгоритм их совместной работы.

Управляющая информация может передаваться по тем же каналам, что и данные, но может передаваться по другим каналам, чтобы быть более доступной и использоваться как оперативная информация. В данной работе предлагается вариант обмена управляющей информацией между ЭВМ с использованием системы прерывания. При этом в БЭСМ-6 управляющая информация считывается из канала связи в сумматор арифметического устройства. Управляющая информация поступает от периферийной ЭВМ в виде одного слога одновременно с сигналом прерывания. Реакция на прерывание от периферийной ЭВМ, считывание управляющего слога с линии связи и посылка на периферийную ЭВМ ответного сигнала составляют на БЭСМ-6 законченный элемент взаимодействия с периферийной ЭВМ. Аналогично выдача управляющего слога с БЭСМ-6 производится одновременно с посылкой на периферийную ЭВМ сигнала прерывания. Прием ответного сигнала от периферийной ЭВМ этот элемент взаимодействия с периферийной ЭВМ заканчивается.

В качестве примера можно привести перечень сообщений, которые могут передаваться с помощью управляющего слога:

1. Запрос о состоянии ЭВМ.
2. Сообщение о состоянии ЭВМ.
3. Требование обмена с указанием направления обмена.
4. Требование обмена, которой определен ранее переданной управляющей информацией.
5. Сообщение о назначении передаваемой информации:
  - а) управляющая информация, передаваемая по каналу "данных".
  - б) программа или числовые данные для очередной задачи.

6. Сообщение об окончании обмена.
7. Сообщение об ошибке в принятой информации.
8. Сообщение об отказе от обмена с указанием причины и т.д.

После согласования характера обмена между ЭВМ с помощью управляющих слов обмен данными на каждой машине обеспечивается управляющими программами и аппаратурой, режим работы которой задан управляющей программой данной ЭВМ.

### III . КАНАЛ СВЯЗИ БЭСМ-6

Канал связи БЭСМ-6 с периферийными ЭВМ позволяет осуществить двухстороннюю связь (в прямом и обратном направлении) с четырьмя периферийными ЭВМ. Предусматривается возможность последующего расширения канала для подключения восьми ЭВМ без использования дополнительных команд. В данном описании канала в командах обращения к каналу указывается расположение информации для работы с восемью периферийными машинами.

#### 1. Общие требования

1.1. Для связи с периферийными ЭВМ используется седьмое быстрое направление УВУ (управление внешними устройствами) БЭСМ-6. Обмен производится массивом (страницей) по 1024 слова плюс 8 служебных слов. Служебные слова передаются в начале единого массива в 1032 слова.

Возможен обмен массивом, состоящим только из 8 служебных слов. В отличие от остальных направлений в седьмом направлении разрешено как чтение, так и запись таких массивов.

1.2. Обмен ведется 48-разрядными словами. Слово разбивается слева направо на 6 слогов по 8 разрядов, при этом:

- 48 + 41 разряды составляют первый слог,
- 40 + 33 разряды составляют второй слог,
- 32 + 25 разряды составляют третий слог,
- 24 + 17 разряды составляют четвертый слог,
- 16 + 9 разряды составляют пятый слог,

В + 1 разряды составляют шестой слог.

1.3. При записи в МОЗУ 48-разрядного слова в седьмом направлении приформировываются 49 и 50 контрольные разряды.

50 разряд дополняет левую половину слова до четности.

49 разряд дополняет правую половину слова до нечетности.

На периферийные ЭВМ 49 и 50 разряды не передаются.

1.4. Контрольный 9 разряд слога при выдаче информации на периферийную ЭВМ формируется аппаратно.

Контрольный разряд дополняет слог так, что общее число единиц нечетно.

При приеме информации от периферийной ЭВМ контроль слога также осуществляется аппаратно. При сбое по четности вырабатывается сигнал ошибки, который по окончании обмена может быть опрошен командой 033 4035. Контрольный разряд слога при формировании слова из слогов отбрасывается.

1.5. Максимальная скорость передачи данных по каналу не ниже скорости обмена при работе с магнитной лентой.

## 2. Линии связи и шины

Канал связи БЭСМ-6 соединяется с каждой периферийной ЭВМ 28-ю кабельными шинами и линиями.

### 2.1. Информационные кабельные шины центральной ЭВМ

Название линии	Сокращенное обозначение
Шина ЭВМ-Ц, позиция К	ШИН-Ц К
Шина ЭВМ-Ц, позиция 8	ШИН-Ц 8
Шина ЭВМ-Ц, позиция 7	ШИН-Ц 7
Шина ЭВМ-Ц, позиция 6	ШИН-Ц 6
Шина ЭВМ-Ц, позиция 5	ШИН-Ц 5
Шина ЭВМ-Ц, позиция 4	ШИН-Ц 4
Шина ЭВМ-Ц, позиция 3	ШИН-Ц 3
Шина ЭВМ-Ц, позиция 2	ШИН-Ц 2
Шина ЭВМ-Ц, позиция 1	ШИН-Ц 1

По шинам центральной ЭВМ (ЭВМ-Ц) в периферийную ЭВМ (ЭВМ-П) передаются данные и управляющая информация.

По ШИН-Ц К передается контрольный разряд слога.

По ШИН-Ц 8 передаются 48,40,32,24,16,8 разряды слова.

По ШИН-Ц 7 передаются 47,39,31,23,15,7 разряды слова.

По ШИН-Ц 1 передаются 41,33,25,17,9,1 разряды слова.

### 2.2. Информационные кабельные шины периферийной ЭВМ

Название линии	Сокращенное обозначение
Шина ЭВМ-П, позиция К	ШИН-П К
Шина ЭВМ-П, позиция 8	ШИН-П 8
Шина ЭВМ-П, позиция 7	ШИН-П 7
Шина ЭВМ-П, позиция 6	ШИН-П 6
Шина ЭВМ-П, позиция 5	ШИН-П 5
Шина ЭВМ-П, позиция 4	ШИН-П 4
Шина ЭВМ-П, позиция 3	ШИН-П 3
Шина ЭВМ-П, позиция 2	ШИН-П 2
Шина ЭВМ-П, позиция 1	ШИН-П 1

По шинам ЭВМ-П принимаются данные и управляющая информация от периферийной ЭВМ на центральную ЭВМ.

По ШИН-П К принимается контрольный разряд слога.

По ШИН-П 8 принимается код, по которому формируется 48,40,32,24,16,8 разряды слова БЭСМ-6 в указанной последовательности. По ШИН-П 7 принимается код, по которому формируются разряды 47,39,31,23,15,7 и т.д.

### 2.3. Кабельные линии управления центральной ЭВМ (выходные линии центральной ЭВМ)

Название	Обозначение	Назначение передаваемого сигнала
- Вызов	ВЗВ-Ц	Передается на периферийную ЭВМ как сигнал прерывания.

Прием управляющего слога	ПУС-Ц	Ответный сигнал выдается на ЭВМ-П после прерывания центральной ЭВМ по сигналу от ЭВМ-П.
Разрешение синхроимпульса	РСИ-Ц	Разрешение приема или выдачи очередного слога для периферийной ЭВМ.
Готовность	ГОТ-Ц	Сигнал, означающий способность центральной ЭВМ реагировать на сигналы периферийных ЭВМ.

#### 2.4. Кабельные линии управления периферийной ЭВМ (входные линии центральной ЭВМ)

Название	Обозначение	Назначение
- Вызов	ВЗВ-П	Принимается от периферийной ЭВМ как сигнал прерывания.
- Прием управляющего слога	ПУС-П	Ответный сигнал от периферийной ЭВМ. Выдается после прерывания периферийной ЭВМ по сигналу от ЭВМ-Ц.
- Синхронизирующий импульс	СИ	Разрешение приема или выдачи очередного слога для центральной ЭВМ.

- Готовность	ГОТ-П	Сигнал, означающий способность ЭВМ-П реагировать на сигналы канала.
--------------	-------	---

### 3. Взаимодействие сигналов

3.1. Сигнал ВЗВ-Ц поступает на ЭВМ-П потенциалом и держится до тех пор, пока ЭВМ-П не выдает ответный сигнал ПУС-П.

Вместе с сигналом ВЗВ-Ц на шины ШИН-Ц 8 + 1, К поступает код управляющего слога, который может быть опрошен периферийной ЭВМ. Сигнал ПУС-П означает, что ЭВМ-П восприняла сигнал ВЗВ-Ц, и поэтому сигнал ВЗВ-Ц и код с ШИН-Ц 8 + 1, К могут быть сняты.

3.2. Сигнал ВЗВ-П поступает на ЭВМ-Ц в схему прерывания. Сигнал должен выдаваться периферийной ЭВМ до получения ответного сигнала ПУС-Ц.

После прерывания ЭВМ-Ц по сигналу ВЗВ-П ЭВМ-Ц может прочесть код на шинах ШИН-П 1 + 8, К. Код на ШИН-П 1 + 8, К должен сохраняться до получения ответного сигнала ПУС-Ц.

3.3. Начало обмена массивом информации объемом в 1032 или 8 слов (в словах БЭСМ-6, по 48 разрядов) и направление обмена определяются на ЭВМ-Ц и ЭВМ-П программно. С этого момента ЭВМ-Ц выдает на ЭВМ-П сигнал РСИ, разрешающий прием или выдачу одного слога.

РСИ будет держаться потенциалом до тех пор, пока ЭВМ-П не выйдет на программу (команду) обмена. Признаком этого будет служить сигнал СИ, разрешающий ЭВМ-Ц принять слог или передавать следующий слог.

Если ЭВМ-П выходит на программу (команду) обмена раньше ЭВМ-Ц, она должна ждать поступления сигнала РСИ.

3.4. Код на ШИН-Ц 1 + 8, К выдается потенциалом и хранится от переднего фронта текущего РСИ до переднего фронта последующего РСИ.

Код на ШИН-П 1+8, К должен быть потенциальным и храниться от переднего до переднего фронта СИ или от переднего фронта СИ до переднего фронта РСИ.

3.5. С целью однозначного определения ЭВМ, дающей сбои при обмене, взаимосвязь сигналов ВЗВ и ПУС, РСИ и СИ организована по принципу "запрос-ответ".

Сигналы и коды передаются потенциалами. Сигнал ВЗВ-Ц выдается до тех пор, пока не придет ответный сигнал ПУС-П. По сигналу ПУС-П сигнал ВЗВ-Ц должен быть снят. ПУС-П выдается до тех пор, пока не будет снят сигнал ВЗВ-Ц.

То же справедливо относительно сигналов ВЗВ-П и ПУС-Ц. В случае необходимости ВЗВ или ПУС могут быть сняты безусловно по команде из управляющей программы.

3.6. Сигнал РСИ выдается до тех пор, пока не придет ответный сигнал СИ.

По сигналу СИ сигнал РСИ снимается. Сигнал СИ выдается до тех пор, пока не будет снят сигнал РСИ. После снятия сигнала РСИ должен быть снят сигнал СИ.

3.7. Использование отдельных кабелей для каждой периферийной ЭВМ позволяет совмещать обмен данными с одной из периферийной ЭВМ и обмен управляющими слогами с другими периферийными ЭВМ.

Это совмещение исключено для одной и той же ЭВМ, так как в данном случае одни и те же кабели используются как для передачи управляющих слогов, так и для передачи данных. На БЭСМ-6 выдача управляющего слога и сигнала прерывания на ту периферийную ЭВМ, на которую уже передаются данные, блокируется до окончания обмена данными. Это же необходимо предусматривать и на периферийных ЭВМ.

Имеется возможность совмещения обмена данными и управляющими слогами, относящимися к одной и той же периферийной ЭВМ, для чего необходимо иметь отдельные шины обмена управляющими слогами. Однако использование этой возможности неоправданно увеличивает экономические затраты на реализацию связи с удаленными ЭВМ.

#### IV . КОМАНДЫ ЭВМ БЭСМ-6, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ РАБОТЫ С КАНАЛОМ

Команда 033 0037 <sup>зачисл</sup> используется для выдачи сигналов ВЗВ-Ц, ПУС-Ц, выдачи управляющего слога на шины ШИН-Ц, К, 8+1, приема информации с ШИН-П К, 8+1 в специальный регистр БУС-Ц (буферный регистр управляющего слога центральной ЭВМ).

При выполнении этой команды в сумматоре арифметического устройства (АУ) необходимо иметь код, разряды которого имеют следующее назначение:

Код "1" в 24 разряде означает выдачу сигнала ВЗВ-Ц.

Код "1" в 23 разряде означает выдачу сигнала ПУС-Ц.

Код из 21+13 разрядов в случае единичного состояния 24 разряда выдается на ШИН-Ц К, 8+1 соответственно.

Код "1" в 8 разряде означает выдачу указанных выше сигналов на ЭВМ-П с адресом "0" (ЭВМ-П0).

Код "1" в 7 разряде означает выдачу сигналов на ЭВМ-П с адресом "1" (ЭВМ-П1).

Код "1" в 6 разряде означает выдачу сигналов на ЭВМ-П с адресом "2" (ЭВМ-П2).

Код "1" в 5 разряде означает выдачу сигналов на ЭВМ-П с адресом "3" (ЭВМ-П3).

4+1 разряды - резерв для обращения к ЭВМ-П4+ЭВМ-П7 соответственно.

Значения указанных разрядов заносятся в специальный регистр БУС-Ц в соответствующие разряды. Кроме того, в 22 разряд БУС-Ц заносится код с линии ГОТ-П той ЭВМ-П, адрес которой указан в 1+8 разрядах БУС-Ц.

В случае выдачи сигнала ПУС-Ц ("1" в 23 разряде) код в 21+13 разрядах БУС-Ц устанавливается с ШИН-П К, 8+1.

Код "1" в 24 разряде БУС-Ц хранится до получения ответного сигнала ПУС-П, после чего в 24 разряде устанавливается код "0".

Код "1" в 23 разряде БУС-Ц хранится до снятия сигнала ВЗВ-П той ЭВМ-П, адрес которой указан в 8+1 разрядах БУС-Ц.



Код "0" в 24 и 23 разрядах БУС-Ц означает возможность выполнения команды 033 0037. В этом случае устанавливается в "1" 31 разряд главного регистра прерываний (ГРП).

При необходимости команда 033 0037 может выполняться и до завершения предыдущей (например, в том случае, когда не поступает ответный сигнал ПУС-П или не снимается ВЗВ-П).

Команда 033 4037 считывает разряды регистра БУС-Ц в соответствующие разряды сумматора АУ. В остальные разряды сумматора устанавливается код "0".

Команда 033 0007 - обращение к 7 направлению.

Значение разрядов сумматора АУ:

"1" 23 разряда - признак наложения.

"1" 22 разряда - признак блокировки записи в МОЗУ ошибочных

слов.

"0" 21 разряда - обмен страницей и служебными словами.

"1" 21 разряда - обмен только служебными словами.

"0" 18 разряда - признак чтения из МОЗУ.

"1" 18 разряда - признак записи в МОЗУ.

Код 13+17 разрядов указывает номер страницы.

Код 8 + 10 разрядов указывает адрес (номер) ЭВМ-П.

При выполнении этой команды на указанную ЭВМ-П подается сигнал РСИ, разрешающий выдачу или прием одного слога. Следующий сигнал РСИ поступит после получения ответного сигнала СИ. Режим работы периферийной ЭВМ при работе 7 направления определяется управляющей программой этой машины.

Команда 033 4034 - считывание периферийного регистра прерываний

Разряды 1+12 периферийного регистра прерываний (ПРП) считываются в соответствующие разряды сумматора АУ.

Код в разрядах 8 + 1 ПРП устанавливается от сигналов ВЗВ-П от ЭВМ-П8 + ЭВМ-П1 соответственно.

При совпадении кодов "1" в какой-либо паре соответствующих разрядов периферийного регистра прерываний и периферийного регистра маски вырабатывается "1" 37 разряда ГРП.

Команда 033 0034 используется без изменений для занесения кода в периферийный регистр маски. Разряды маски 8 + 1 устанавливаются по содержимому 8 + 1 разрядов сумматора АУ и используются для маскирования прерываний от ЭВМ-П0 + ЭВМ-П7 соответственно.

Сигнал ГОТ-Ц устанавливается командой 033 0037 при наличии "1" в 12 разряде и "0" в 11 разряде сумматора АУ.

После установки сигнала ГОТ-Ц на все периферийные ЭВМ по шинам ГОТ-Ц подается низкий потенциал до тех пор, пока сигнал ГОТ-Ц не будет сброшен программно или аппаратно.

Сигнал готовности на ЭВМ БЭСМ-6 снимается аппаратно при сбросах, остановках и т.п. и программно командой 033 0037 при наличии "1" в 11 разряде и "0" в 12 разряде сумматора АУ. В этом случае по шинам ГОТ-Ц на все ЭВМ-П подается нулевой потенциал.

## V. О ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ КАНАЛА

Схема канала реализована на элементах БЭСМ-6. Часть канала выполнена в виде отдельного устройства - коммутатора вычислительных машин (КВМ), остальная часть входит в стойку управления внешними устройствами (УВУ) машины БЭСМ-6.

Коммутатор вычислительных машин смонтирован на каркасе от стандартного стенда проверки блоков БЭСМ-6. Коммутатор содержит:

- выходные блоки для работы на кабели связи с периферийными ЭВМ;
- входные кабельные усилители для формирования сигналов от периферийных ЭВМ;
- вентили коммутации;
- вентили выдачи на кабели и кабельные усилители для связи КВМ с УВУ БЭСМ-6;
- буферный регистр управляющего слога.

Коммутатор вычислительных машин на 4 периферийных ЭВМ содержит 30 триодных и 20 диодных блоков.

В стойке УВУ БЭСМ-6 необходим перемонтаж для седьмого направления, вызванный изменением способа формирования слов и слогов, а также 49 и 50 контрольных разрядов.

В УВУ добавляется 2 блока УК и 3 вентиляных блока, а также используется несколько свободных усилителей и вентиляй.

Рукопись поступила в издательский отдел  
13 декабря 1968 года.