

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

10 - 4096

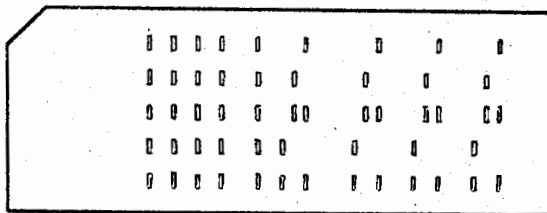


ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
И АВТОМАТИЗАЦИИ

С.В.Кадыкова, А.И.Ефимова

СХЕМА ДВУСТОРОННЕЙ СВЯЗИ ЭВМ "МИНСК-22"
С ВОСЕМЬЮ ВНЕШНИМИ ОБЪЕКТАМИ

1968



10 - 4096

Объединенный институт
ядерных исследований
ЛВТА

С.В.Кадыкова, А.И.Ефимова

СХЕМА ДВУСТОРОННЕЙ СВЯЗИ ЭВМ "МИНСК-22"
С ВОСЕМЬЮ ВНЕШНИМИ ОБЪЕКТАМИ

Научно-техническая
библиотека
ОИЯИ

Введение

Автоматизированную обработку потока экспериментальных данных на ЭВМ можно делать при наличии непосредственной электрической связи физических установок с ЭВМ.

В настоящей работе рассматривается система двусторонней связи ЭВМ „Минск-22” с 8-ю внешними объектами с возможностью управления со стороны ЭВМ „Минск-22” и со стороны внешнего объекта.

Система связи с 8-ю внешними объектами сохраняет полностью универсальность ЭВМ „Минск-22” и использует заложенный в машине режим прерывания программ.

Для непосредственного обмена информацией дополнительных команд не вводится, а используются команды ЭВМ с введенными признаками, определяющими режим работы (режим передачи данных с ЭВМ на объект, режим приема данных на ЭВМ с объекта, режим фиктивного прерывания и т.д.).

Обмен информацией объектом осуществляется по одному каналу, т.е. число передается последовательно, поразрядно, начиная со старших разрядов. Синхронизация обмена осуществляется передающей стороной (f обм. ≤ 250 кгц). При одновременном желании объектов выйти на сеанс связи с ЭВМ „Минск-22” связь с тем или иным объектом определяется схемой приоритета.

Работа состоит из двух частей. В первой части описывается блок-схема системы связи на 8 объектов, во второй части - принцип работы системы связи.

1. Блок-схема системы связи

Блок-схема системы двусторонней непосредственной связи машины "Минск-22" с восемью внешними объектами представлена на рис.1.

Основными узлами системы связи являются

1. ЭЦВМ "Минск-22" с устройством приема и выдачи информации.
2. Восемь внешних объектов (1 + 8).
3. Линии связи.

Приведем основные характеристики узлов системы связи.

1. ЭЦВМ. Информация, которая передается с внешнего объекта (или которую нужно передать на внешний объект), записывается в магнитное оперативное запоминающее устройство (МОЗУ), а затем по программе в накопитель на магнитной ленте НМЛ (или считывается с НМЛ в МОЗУ). Емкость МОЗУ - 8192 37-разрядных чисел, емкость НМЛ - 800 тыс. 37-разрядных чисел.

Разрядность чисел, передаваемых с внешнего объекта, определяется разрядной сеткой, которой располагает внешний объект. Но разрядов не должно быть больше 37, т.к. "Минск-22" имеет 37-разрядные регистры. Выдача и прием происходит старшими разрядами последовательно по одному разряду.

В ЭВМ "Минск-22", помимо программных переходов (переходов, зафиксированных в программе), имеются переходы, связанные с

появлением каких-то факторов, вызывающих переход от одной программы к другой. Условно данный вид переходов называется "прерыванием программы", т.е. вклиниванием в основную программу какой-то другой программы, называемой "прерывающей". Режим прерывания, организованный в ЭВМ "Минск-22", положен в основу схемы системы связи с 8-ю внешними объектами.

2. (I-УШ). В число внешних объектов входят:

- I. Электронная вычислительная машина типа М-20.
- II. Электронная вычислительная машина БЭСМ-4.
- III. Измерительный центр № I (многоканальные анализаторы ЛНФ).
- IV. Измерительный центр № 2 (просмотровые и сканирующие полуавтоматы ЛЯП).
- V. Измерительный центр № 3 (многоканальные анализаторы ЛЯР).
- VI. Измерительный центр № 4 (многоканальные анализаторы ЛЯП I).
- VII. Измерительный центр № 5 (РХЛ).
- УШ. Запасной.

Внешний объект располагает либо МОЗУ и может передавать массив чисел (ЛНФ, ЛЯР, М-20-I, БЭСМ-4, ЛЯП I), либо регистром и может передавать по одному числу (ЛЯП).

3. Линия связи (ЛС) включает в себя $2 \times 6 + 4 \times 2 = 20$ высокочастотных каналов (кабелей) типа РК-102 и $9 \times 6 + 4 \times 2 = 62$ каналов для сигналов управления по телефонному кабелю типа КВРГ. Как видно из блок-схемы (рис.1), в процессе совместной работы машина "Минск-22" и объект (анализатор, просмотровый полуавтомат, М-20 и т.д.) обмениваются следующими сигналами, которые показаны на блок-схеме системы связи.

а) Сигнал "Работа" ("готовность" - потенциальный) выдается на объект при готовности машины к работе.

б) Сигнал "Вызов" (потенциальный) поступает с объекта на "Минск-22" и держится все время передачи массива чисел. По этому сигналу машина входит в прерывание и переходит на программу связи.

в) Сигнал "Запрос" (потенциальный) выдается с "Минск-22" на объект для получения тактовых (синхронизирующих) сигналов одного числа.

г) Тактовые (синхронизирующие) сигналы (импульсные) существуют для синхронизации работы приемной и передающей схемы. Частота $f \leq 250$ кгц. На сигнал "Запрос" выдается серия импульсов, количество которых равно количеству разрядов передаваемого числа.

д) "Кодовые" сигналы (импульсные) выдаются синхронно с тактовыми.

При передаче на машину кодовый импульс передается одновременно с тактовым. При передаче на объект по каждому тактовому импульсу выдается очередной кодовый сигнал.

е) Сигналы "Хорошо", "Плохо" (потенциальные) посылаются на объект для характеристики принятой на машину информации.

Во время приема экспериментальных данных с "анализатора" на ЭВМ на блоках контроля анализатора и на ЭВМ производится контрольное суммирование всех выдаваемых и принимаемых чисел. Контрольная сумма, полученная на ЭВМ, записывается в определенную ячейку МОЗУ, заданную программистом. В конце передачи последним числом из анализатора выдается контрольная сумма, которая сравнивается с контрольной суммой, полученной на ЭВМ "Минск-22". При

несовпадении контрольных сумм в анализатор выдается сигнал "Плохо", который дает возможность повторить передачу этого массива чисел.

После трехкратной передачи при несовпадении контрольных сумм ЭВМ "Минск-22" выдает на печать результат сбоя.

При совпадении контрольных сумм ЭВМ выдает сигнал "Хорошо", по которому "анализатор" автоматически подключается к физической аппаратуре, а ЭВМ "Минск-22" продолжает работать по основной программе. При приеме информации из ЛАП с полуавтоматов контроль связи производится путем сравнения дважды передаваемого числа.

ж) Сигнал "Вызов" (потенциальный) посылается на объект и дает возможность сообщить объекту о возможности передачи информации с машины на внешний объект. После послышки этого сигнала машина продолжает работать по основной программе и начнет передачу информации на объект по сигналу "Вызов" с объекта и сигналу "Прием".

з) Сигнал "Прием" (потенциальный) выдается с объекта на "Минск-22" одновременно с сигналом "Вызов" и имеет ту же длительность. Сигнал говорит о необходимости передачи данных на объект.

и) Сигналы "Хорошо", "Плохо" (потенциальные) выдаются объектом на ЭВМ "Минск-22" после приема с ЭВМ массива чисел. Суть этих сигналов та же, что и сигналов "Хорошо" и "Плохо", только они формируются не ЭВМ, а объектом, т.к. сравнение контрольных сумм переданного массива с машины "Минск-22" происходит на объекте.

На рис.2а приведена блок-схема системы связи с одним объектом

и показаны сигналы, которыми машина и объект обмениваются при приеме информации с объекта на машину.

На рис.26 показана блок-схема системы связи с одним объектом при передаче информации с „Минск-22“ на объект и сигналы, которыми обмениваются машина и объект.

II. Система прерывания программ машины „Минск-22“ - основа системы связи ЭВМ с внешними объектами

Организованная в машине „Минск-22“ программноуправляемая система прерывания программ повышает эффективность работы машины и дает возможность осуществить систему непосредственной и двусторонней связи с восемью внешними объектами. Прежде чем перейти к описанию системы связи, рассмотрим подробно имеющийся в машине „Минск-22“ режим прерывания, без рассмотрения которого трудно понять данную систему связи.

Система прерывания в машине „Минск-22“ предназначена для исключения времени ожидания при выполнении групповой печати или перфорации. Система позволяет организовать совместно с выполнением основной программы печать или перфорацию результатов в прерывающей программе.

Обращение к прерывающей программе производится через фиксированную ячейку МОЗУ, где записывается команда безусловного перехода БП2 (-3I). Команда БП2 входит в прерывающую программу, запоминает адрес команды, откуда ушли на прерывающую программу, и запрещает дальнейшее прерывание на время выполнения прерывающей программы, т.е. ставит в "I" триггер блокировки прерывания (ТБлПр). Прерывание вызывается при наличии причины прерывания и

разрешения прерывания по данной причине. Причина может вызывать прерывание, если есть соответствующее разрешение. Для программного управления прерыванием служит команда "Разрешение - запрещение прерывания", которая определяет, какой из причин разрешено, а какой запрещено прерывание программы. Все причины занумерованы. При возникновении сигнала о появлении одной из причин и при наличии разрешения прерывания машина приостанавливает выполнение программы и осуществляет передачу управления в определенную ячейку памяти - так называемую "ячейку прерывания". Для перехода к прерывающей программе в ячейку прерывания должна быть предварительно записана команда "Переход к подпрограмме". По этой команде по первому адресу произойдет передача управления к прерывающей программе, а по второму адресу запишется команда возврата, запоминая место ухода из прерванной программы и обеспечивающая возврат к ее продолжению по окончании прерывающей программы. После перехода на прерывающую программу новое прерывание заблокировано до прихода команды "Снятие блокировки".

Принцип работы системы связи

В связи с тем, что для осуществления связи машины „Минск-22“ с 8-ю внешними объектами используется имеющийся в машине режим прерывания, то для выхода „Минск-22“ на сеанс связи необходимо наличие разрешения причины прерывания, которое задается программой, и причины прерывания, которая формируется внешним объектом. Как говорилось выше, номер причины, по которой ставится или снимается разрешение причины прерывания, указывается в разрядах *a1* или *a2* команды РП.

Распределение разрядов в *a2* команды РП по внешним причинам произведено следующим образом:

Т а б л и ц а I

Разряды команды РП (-06)	29	30	31	32	33	34	35	36
Объекты	запас. РХЛ	ЛЯП _{II}	ЛЯР	ЛЯП _I	ЛНФ	БЭСМ-4 (2)	М-20 (I)	

Сам потенциал причины прерывания организуется по сигналу "Вызов", который приходит с внешнего объекта. Этот сигнал (рис.2) воспринимается машиной, если:

I. Машина "Минск-22" готова к сеансу связи с любым внешним объектом, т.е. сигнал "готовность" подается на все внешние объекты. Этот сигнал не подается только в двух случаях:

- а) машина отключена от питающих сетей;
- б) машина в режиме профилактики - ищется ошибка или просто проверяется тест-программами.

2. Машина "Минск-22" не работает по прерывающей программе, т.е. свободна от связи с другими объектами, и нет обращения к внешним устройствам машины - печати, перфораторам и другим.

3. Эта связь предусмотрена программой (имеется разрешение на связь). После запоминания "Вызова" с объекта машина обращается к прерывающей программе связи с этим объектом через фиксированную ячейку МОЗУ. Для осуществления связи с внешними объектами в машине "Минск-22" вводятся дополнительно еще восемь фиксированных ячеек 7021 + 7030 во втором блоке МОЗУ, которые закрепляются за объектами следующим образом (см. табл 2).

Т а б л и ц а 2

Фиксированная ячейка	Объект
I7020	Ошибочный вход в программу "Диспетчер"
I7021	М-20-I
I7022	БЭСМ-4
I7023	ЛНФ (многоканальный анализатор)
I7024	ЛЯП (полуавтоматы)
I7025	ЛЯР (многоканальный анализатор)
I7026	ЛЯП _I
I7027	РХЛ
I7030	запасной канал

Во все фиксированные ячейки (I7021 + I7030) записывается команда БП2 (-31 00 *a1 a2*). Так как за каждым объектом закреплена определенная фиксированная ячейка, то команда безусловного перехода БП2:

1. Передает управление по *a1* на подпрограмму связи с тем объектом, который вызвал прерывание.
2. Запоминает по *a2* адрес команды, откуда ушли на прерывающую программу из основной программы (формирует по *a2* команду возврата).
3. Запрещает повторное прерывание на время выполнения прерывающей программы.

Таким образом (рис.4), если

- есть программное разрешение на связь с данным объектом,
- имеется "вызов" на связь из данного объекта,
- машина "Минск-22" работает по основной программе, а не по прерывающей,

то машина через фиксированную ячейку, закрепленную за данным объектом, переходит на программу связи с этим объектом.

Основой подпрограммы связи является команда связи.

В качестве команды связи (рис.4) по соображениям максимального удобства и простоты ее реализации использованы модификации команды сдвига (логического Сд.) с признаком в 7 разряде РІ.

+ 62 - прием информации с внешнего объекта в МОЗУ машины "Минск-22", затем по подпрограмме связи с данным объектом информация из МОЗУ записывается в накопитель на магнитной ленте НМЛ для длительного хранения.

+ 61 - выдача информации из МОЗУ машины "Минск-22" на внешний объект.

При этом константа, которая хранится в МОЗУ по $a1$ команды Cg , записывается во втором такте в РІ и должна иметь признак единицы в 7 разряде, т.е. ($a1$) - 0040*0000*00K, где K - константа сдвигов, указывающая количество сдвигов.

Количество сдвигов определяется разрядной сеткой внешнего объекта и ограничено сверху разрядной сеткой машины "Минск-22" (37 разрядов).

Команда логического сдвига

- с признаком в 7 разряде РІ,

- в режиме внешнего прерывания

позволяет осуществить последовательное вдвигание (или выдвигание) числа в СМ (или из СМ).

При выполнении команды сдвига (+ 61, + 62) с признаком в 7р РІ в режиме внешнего прерывания запрещен запуск местного распределителя импульсов (РИМ) арифметического устройства АУ, т.к. И45 не устанавливает в "І" триггер приема местный (ТІМ), импульсы РІ не проходят в схему.

Таким образом, машина "Минск-22" не вырабатывает импульсы сдвига в случае приема информации, хотя ТІМ и поставлен в "І" по И46. Импульсы сдвига формируются из синхронизирующих импульсов (СИ), поступающих в машину с внешнего объекта. Объект выдает СИ по сигналу "Запрос", приходящему с "Минск-22" (рис.5) (временная диаграмма).

Сигнал "Запрос" посылается на каждое число, формируется в четвертом такте команд связи (+ 61, + 62) и говорит о готовности программы к приему или передаче очередного числа. Таким образом, при приеме информации "Минск-22" по сигналу "Запрос" получает от внешнего объекта СИ и код, а при выдаче информации - получает СИ от объекта и выдает на объект код. Продолжительность сигнала "Запрос" определяется временем ожидания СИ и кодов и временем, необходимым для обмена одним числом (макс. 37 р.).

Внешняя синхронизация (СИ с объекта) позволяет осуществить связь в диапазоне частот $f \leq 250$ кгц без каких-либо изменений в машине "Минск-22".

Контроль правильности обмена информацией между внешним объектом и "Минск-22" ведется программным способом - подсчитывается контрольная сумма передающего массива и сравнивается с

контрольной суммой, переданной объектом (или машиной). По окончании передачи объект (или машина) переходит в режим приема и машина (или объект) посылает информацию о качестве приема (или передачи) массива чисел на машину (или объект).

Если контрольные суммы совпали, то машина „Минск-22“ посылает сигнал "Хорошо", а если не совпали - сигнал "Плохо".

В случае обратной передачи (массив чисел передается с машины „Минск-22“ на внешний объект) по окончании передачи о качестве этой передачи машина получает от внешнего объекта соответственно сигналы "Хорошо", "Плохо".

По сигналу "Плохо" (соответственно "Плохо'") объект (или машина) повторяет передачу данного массива чисел. Для формирования сигналов "Хорошо", "Плохо" используется нулевая команда с признаком в 7p. См или 8p.См соответственно.

Данная схема не только позволяет узнать качество прошедшего сеанса связи объект-машина, она позволяет сообщить объекту о готовности машины связаться с ним. Это может потребоваться в следующем случае.

Один из внешних объектов (ЛНФ, ЛЯП и др.) передал массив чисел и инструкцию по обработке этого массива. Этот массив чисел для обработки передается из машины „Минск-22“ в машину М-20-1 или БЭСМ-4, и результаты, получившиеся после обработки массива, передаются с машины М-20 на машину „Минск-22“ для обратной передачи результата из „Минск-22“ через схемы связи в лаборатории (на объекты).

Для того, чтобы передать информацию на внешний объект, машина „Минск-22“ посылает на объект сигнал "Вызов", который формируется же, как и сигнал "Хорошо" и "Плохо", по нулевой команде

с признаком в 9 разряде сумматора в режиме фиктивного прерывания +00 10 *a1 a2* (где *a1* и *a2* безразличны). В режим фиктивного прерывания машина входит по команде разрешения прерывания РП с признаком в 14 разряде сумматора и с единицей в соответствующем объекту разряде *a2*. Приняв сигнал "Вызов" с "Минск-22", объект может настраиваться на режим приема массива чисел с машины. Как только объект готов для приема кодов, он посылает на машину "Минск-22" одновременно 2 сигнала - сигнал "Вызов" и сигнал "Прием".

По сигналу "Вызов" машина входит, как обычно, в режим прерывания на соответствующую прерывающую программу связи с данным объектом, вначале которой определяется, на какую команду связи машина должна выходить - команду приема или команду передачи. С помощью команды занесения с числового набора (-13 00 0000 *a2*) с признаком в 13 разряде (- 1300 4000 *a2*) в режиме прерывания с внешним объектом и сигнала "Прием", который посылается объектом, прерывающая программа связи с данным внешним объектом выходит именно на команду передачи кодов с машины „Минск-22“.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.Я.Астахов, Н.Н.Говорун, И.М.Иванченко, Г.М.Кадыков, З.В.Лысенко, В.В.Федорин. Система ввода информации в М-20 через буферную машину. Препринт ОИАИ, 2914, Дубна, 1966.
2. А.Я.Астахов и др. Система из двух ЭВМ М-20 и "Минск-2" для обработки экспериментальных данных. Препринт ОИАИ, Р10-3324, Дубна, 1967.
3. В.Н.Бондаренко и др. Применение электронных вычислительных машин для управления работой операторов в полуавтоматических системах измерения фимьмовой информации. Препринт ОИАИ, Р10-3326, Дубна, 1967.
4. З.В.Лысенко и др. Канал связи с полуавтоматами в ЭВМ "Минск-2". Труды Симпозиума по радиотехнике (4). Прага, 1967.

Рукопись поступила в издательский отдел
21 октября 1968 года.

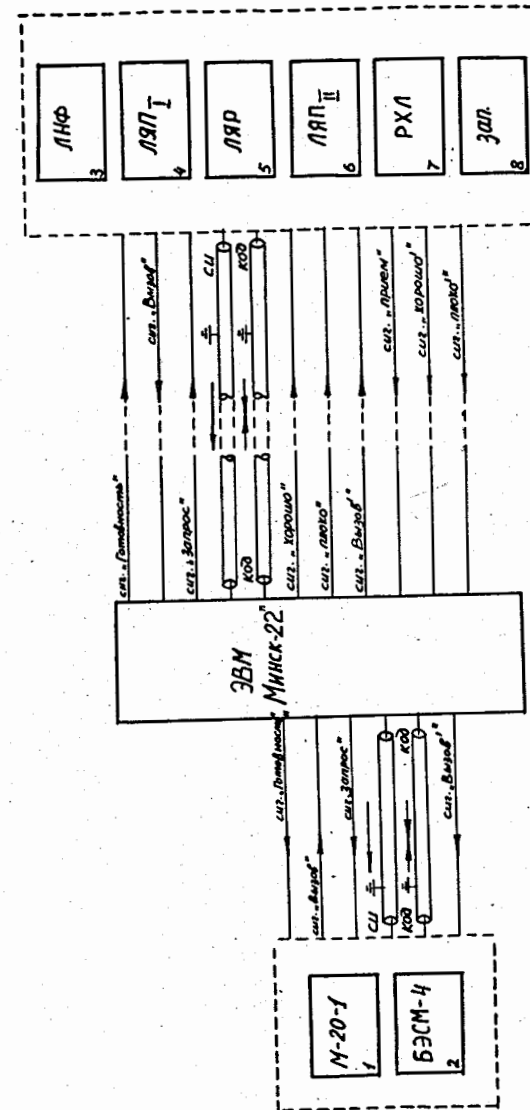


Рис. 1. Блок-схема системы связи ЭВМ "Минск-22" с 8-ю внешними объектами.

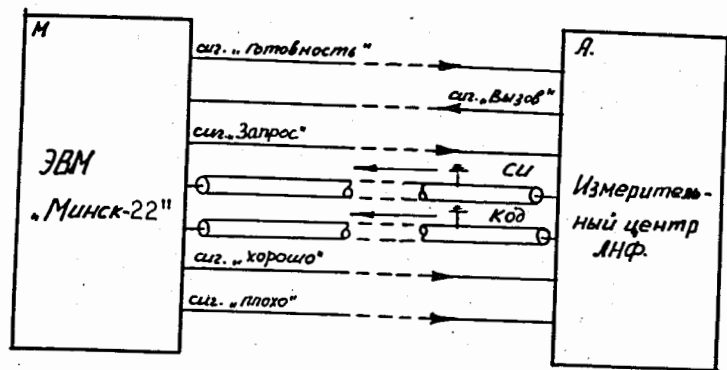


Рис.2а. Блок-схема системы связи ЭВМ "Минск-22" с внешним объектом при приеме информации с внешнего объекта на ЭВМ.

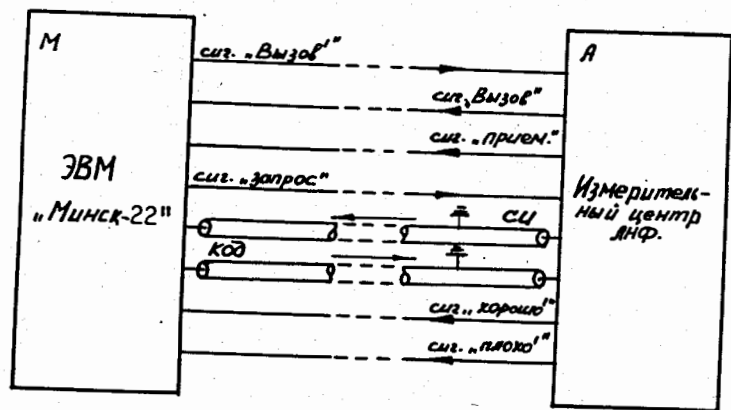


Рис.2б. Блок-схема системы связи ЭВМ "Минск-22" с внешним объектом при передаче информации с ЭВМ на внешний объект.

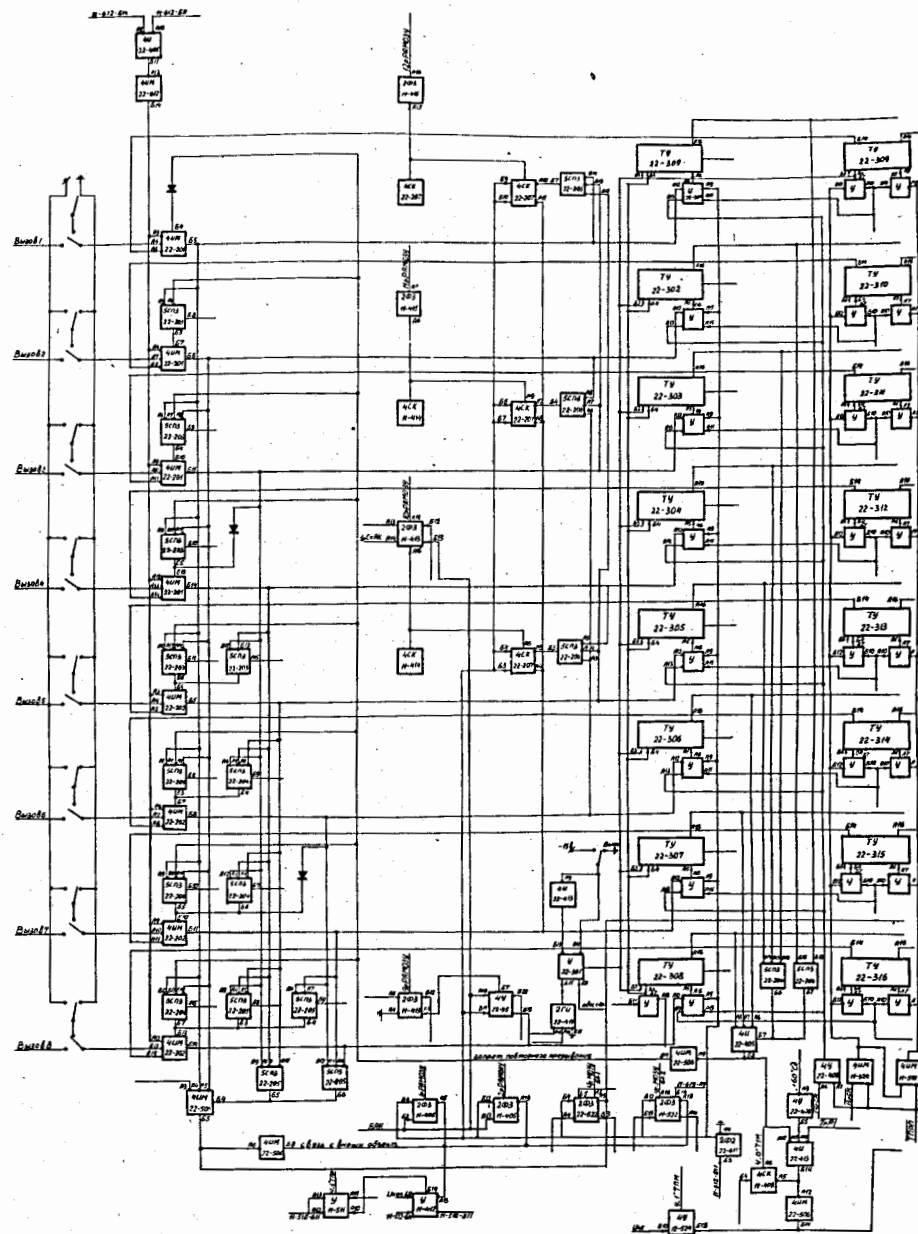


Рис.3а.

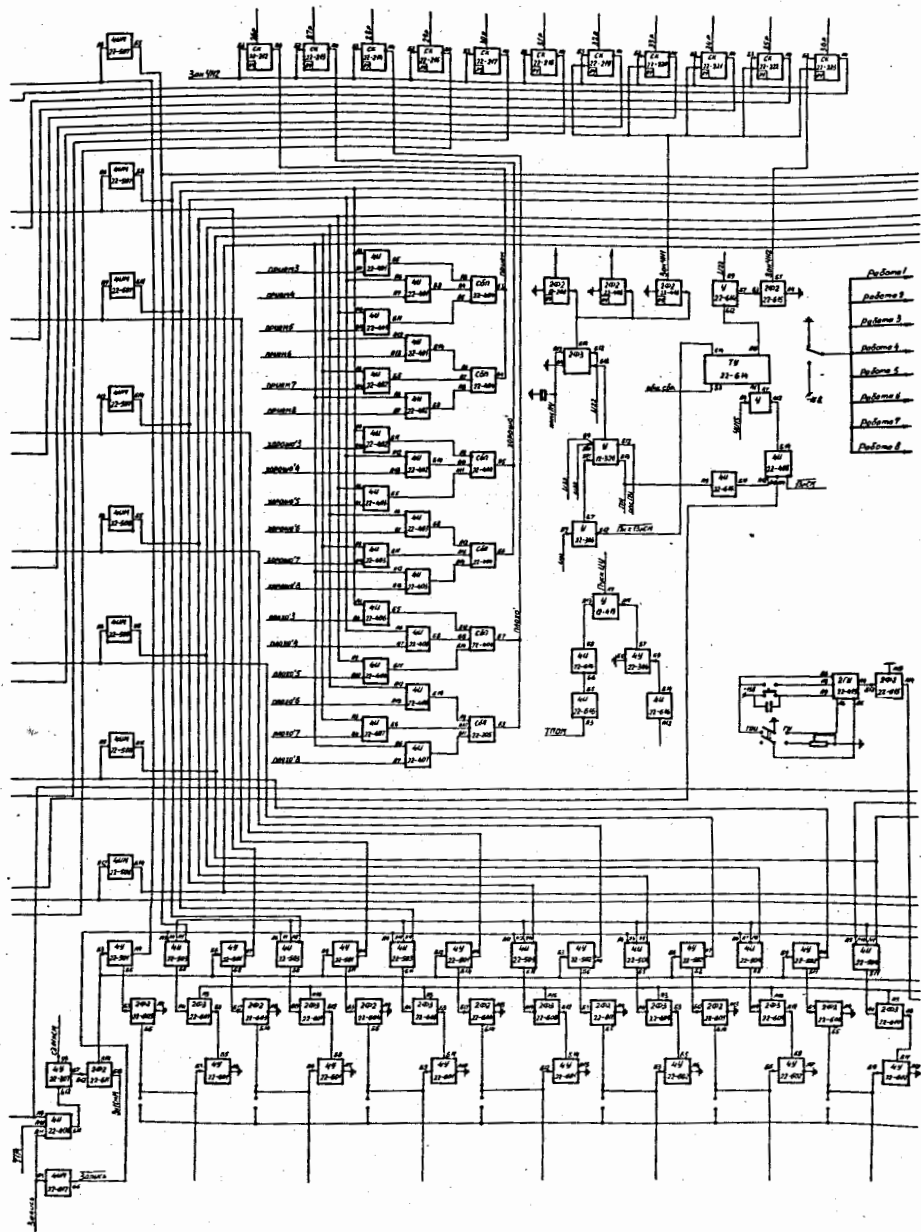


Рис. 36

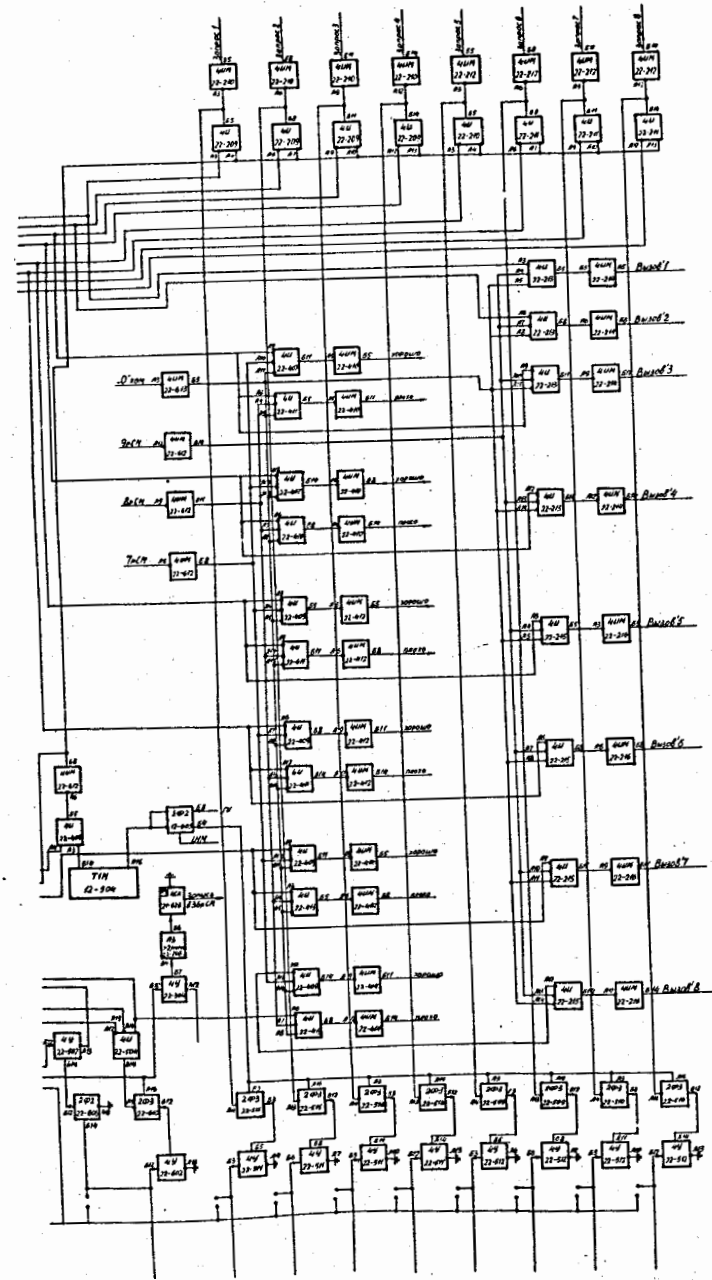


Рис. 3В

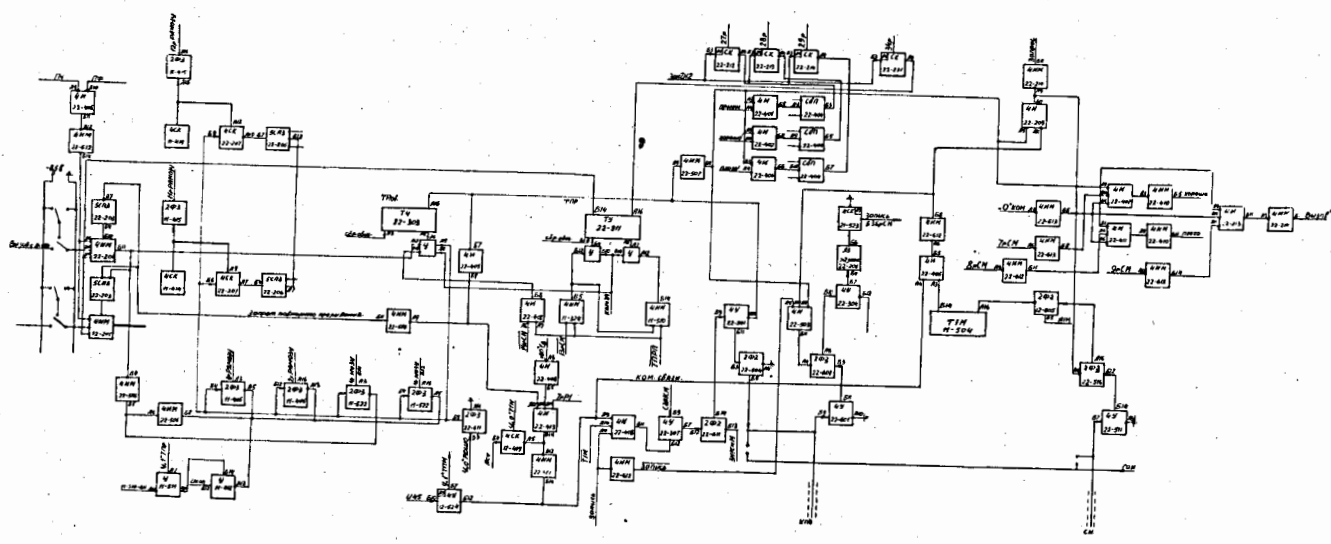


Рис. 4. Схема системы связи для одного канала (ЛНФ).

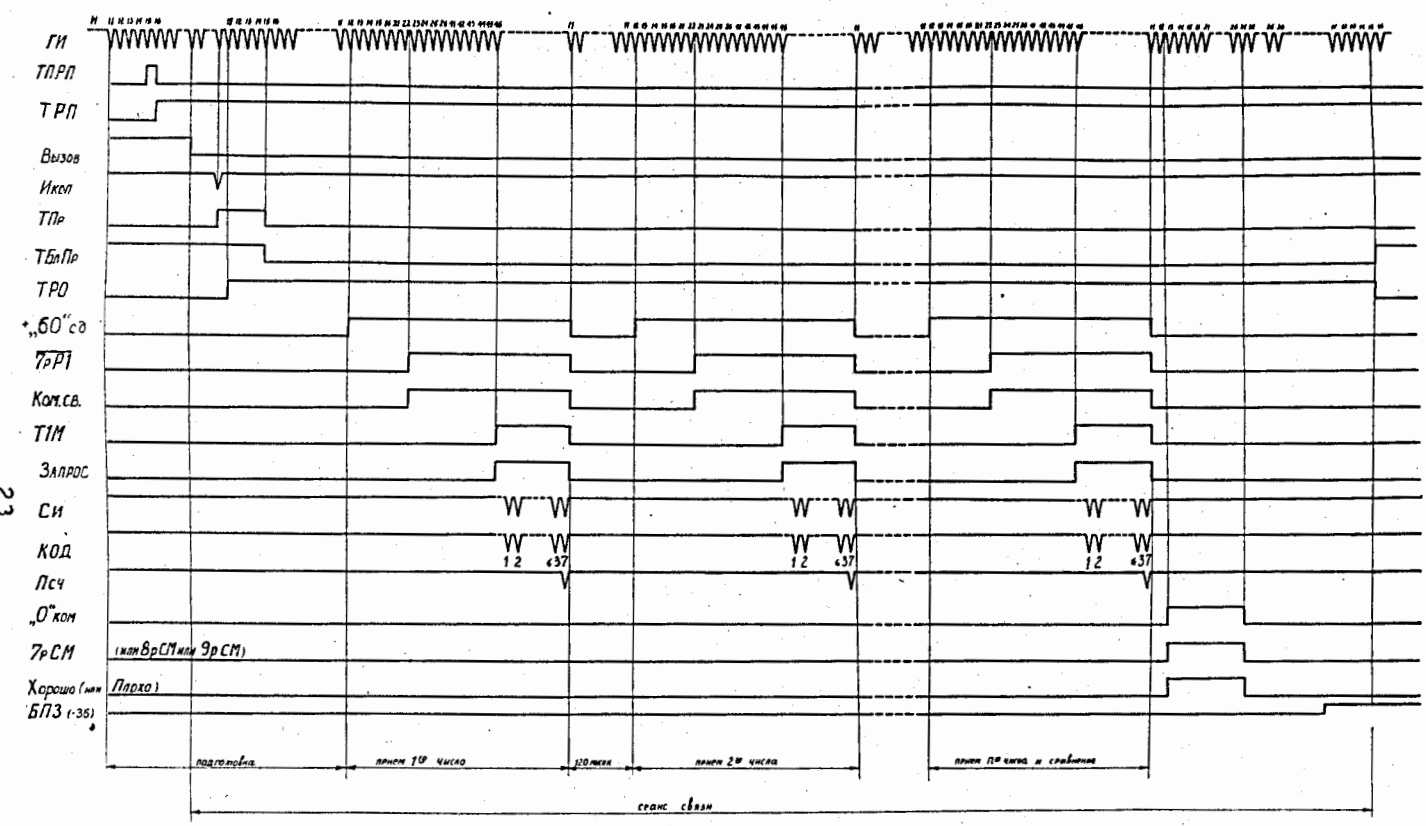


Рис. 5