



ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Часть II

СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ
ИЫИ. 700.000 ТО-1

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ
МАШИНА БЭСМ-6

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Часть II

СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ

ИНИ.700.000 ТО-I

На 79 листах

	Техническое описание	ИЫ1.700.000ТО-1	
	Универсальная вычислительная машина	Редакция 1-66	
	БЭСМ-6	лист 2	Листов 74

79

УКАЗАТЕЛЬ

содержания технического описания Универсальной Вычислительной машины БЭСМ-6

Часть I.	Общее описание машины	ИЫ1.700.000 ТО
Часть II.	Система элементов	ИЫ1.700.000 ТО-1
Часть III.	Устройство управления 2 книги	ИЫ1.700.000 ТО-2
Часть IV.	Арифметическое устройство	ИЫ1.700.000 ТО-3
Часть V.	Магнитное оперативное запоминающее устройство	ИЫ1.700.000 ТО-4
Часть VI.	Управление внешними устройствами	ИЫ1.700.000 ТО-5
Часть VII.	Управление магнитными устройствами	ИЫ1.700.000 ТО-6
Часть VIII.	Накопитель на магнитных барабанах.	ИЫ1.700.000 ТО-7
Часть IX.	Полное описание системы команд математического обеспечения машины и методики использования аппаратуры машины.	ИЫ1.700.000 ТО-8

Универсальная вычислительная машина БЭСМ-6

ИЫ1.700.000 ТО-1
Редакция 1-66 Лист 3

I. НАЗНАЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

I.1. Система элементов машины БЭСМ-6 предназначена для построения устройств центрального вычислителя машины (стойки АУ, УУ, УВУ и БРУС), а также для выполнения значительной части цепей в стойках управления внешним оборудованием (КВУ и КМБ), и разработана преимущественно на основе использования диффузионных триодов П-416Б и импульсных диодов типа Д18.

Рабочая частота системы элементов составляет 10 мГц.

I.2. Часть II технического описания машины БЭСМ-6 содержит краткое изложение основных принципов, положенных в основу разработки системы элементов, основные параметры этой системы, описание наиболее важных электрических схем, основные типы временных связей, используемых в различных устройствах машины, и способы выполнения некоторых типовых ее узлов.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Основными требованиями, положенными в основу разработки системы элементов, были следующие: достижение необходимого быстродействия элементов на основе использования серийных полупроводниковых приборов, достаточная гибкость и универсальность разрабатываемых элементов, высокая их надежность; использование стандартных радиотехнических деталей в режимах, соответствующих нормам их ТУ, а в массовых схемах и с большими запасами относительно ТУ, наконец, возможность производства стоек и блоков машины на основе существующей на заводах-изготовителях технологии, предназначенной, как правило, для создания значительно

более медленных машин.

2.2. Анализ параметров полупроводниковых приборов, выбранных для построения схем машины, позволил разработать схему основного элемента, обеспечившего в лабораторных условиях время переключения около 30 нсек. Для построения крупных устройств машины на элементах с таким временем переключения требовалось создание конструкции с минимальными паразитными электрическими параметрами. Это стало возможным благодаря разработке двухсторонней монтажной платы, позволяющей устанавливать блоки с обеих ее сторон и, тем самым, существенно уменьшившей длину связей между ними, дав возможность соединять блоки наикратчайшим путем по воздуху; благодаря разработке специального разъема с малыми проходными емкостями между контактами (не более 2 пф), полным отказом от угловых монтажных соединений и всякого рода крепежных деталей в скоростных цепях машины, рациональным размещением блоков на плате, ограничением максимально допустимой длины проводников и, наконец, тщательной разработкой монтажа самих блоков. Все эти меры позволили существенно снизить паразитные электрические параметры конструкции и довести до необходимого минимума величину помех. Время переключения элементов в этих условиях не превышает 50 нсек.

В системе элементов принят метод работы "с невозвращением к нулю", обеспечивающий максимально возможную для элемента с данным временем переключения частоту передачи кодов. Всякий элемент системы при этом может находиться в состоянии "0" или "1" неопределенно долго, поэтому передача сигнала в системе осуществляется с помощью связей по постоянному току.

Изложенные выше принципы реализованы в БЭСМ-6 на основе системы "диодная логика - усилитель с парафазными выходами".

2.4. Принцип максимального использования оборудования, принятый в машине, и высокий уровень сложности выполнения операций, необходимый для получения достаточно малого времени их выполнения, требуют, чтобы массовые элементы системы имели высокий коэффициент размножения (не менее 6-8); кроме того, необходимо иметь возможность управления регистрами с числом разрядов до 50 с частотой работы отдельного элемента. Уменьшение коэффициента размножения неизбежно усложняет и замедляет выполнение операций.

Разработанный для машины усилитель в сочетании с быстродействующими диодами типа Д18 позволяет строить весьма сложные логические схемы без существенного увеличения времени их переключения. Специальные схемы, предназначенные для размножения сигналов, обеспечивают управление 50-разрядными регистрами со скоростью работы отдельного усилителя.

2.5. Основной элемент системы - усилитель (блок У) - предназначен прежде всего для наиболее сложных и быстродействующих цепей машины - для арифметического устройства и устройства управления, - и в совокупности с диодной логикой обеспечивает построение всех необходимых узлов на основе единых и достаточно универсальных принципов.

В целях стандартизации оборудования усилитель используется и в медленнодействующих цепях и устройствах машины, позволяя благодаря своему быстродействию добиваться в этих случаях экономии оборудования и упрощения логики работы.

2.6. Весьма существенной чертой системы является использование построенного на основе усилителя несимметричного триггера с управляемой обратной связью взамен использования для организации метода работы "с невозвращением к нулю" симметричного триггера с неуправляемыми обратными связями и отдельными логическими схемами для установки в "0" и "1". Применение управляемой обратной связи приводит к существенной экономии диодной логики и позволяет увеличить коэффициент размножения сигнала.

III. СИСТЕМА "ДИОДНАЯ ЛОГИКА - УСИЛИТЕЛЬ"

Диодные логические схемы

3.1. Подавляющее большинство логических функций в машине осуществляется на основе системы диодная логика - усилитель (рис.3.1).

Усилитель имеет парафазные выходы - прямой и инверсный.

Сигналом "1" в системе принят высокий уровень потенциала, сигналом "0" - низкий.

Считается, что усилитель находится в состоянии "1" (единичном), если на его прямом выходе высокий уровень потенциала, а на инверсном - низкий; наоборот, усилитель находится в состоянии "0" (нулевом), если имеет на прямом выходе низкий потенциал, а на инверсном - высокий.

3.2. Диодная схема, подключенная к входу усилителя (рис.3.1), выполняет следующее преобразование:

$$N = a_1 b_1 \dots k_1 + a_2 b_2 \dots k_2 + \dots + a_n b_n \dots k_n$$

т.е. представляет собой несколько диодных схем "И", объединенных на входе усилителя схемой "ИЛИ". На рис.3.2 приведен

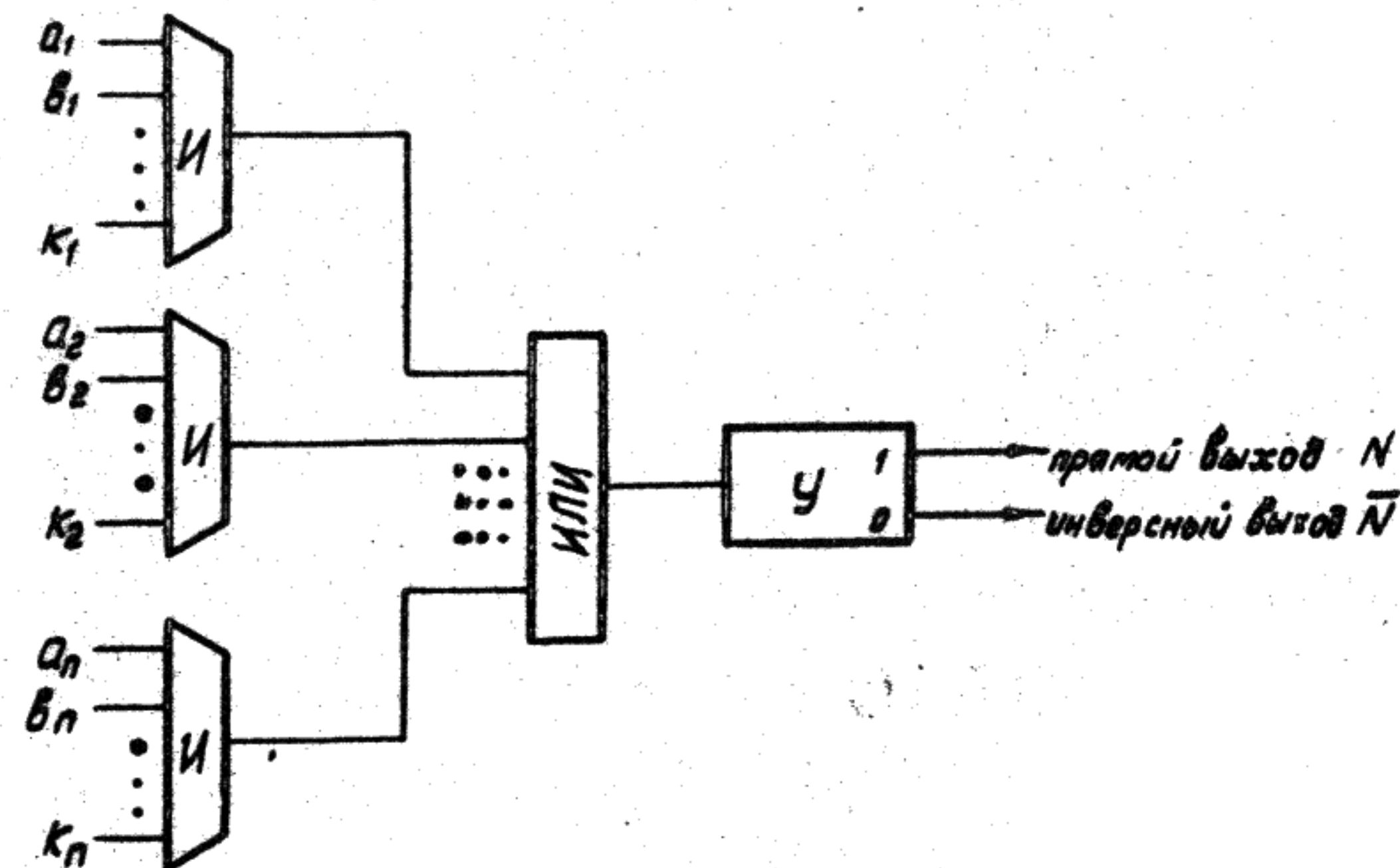


Рис. 3.1.

блок-схема системы "диодная логика - усилитель".

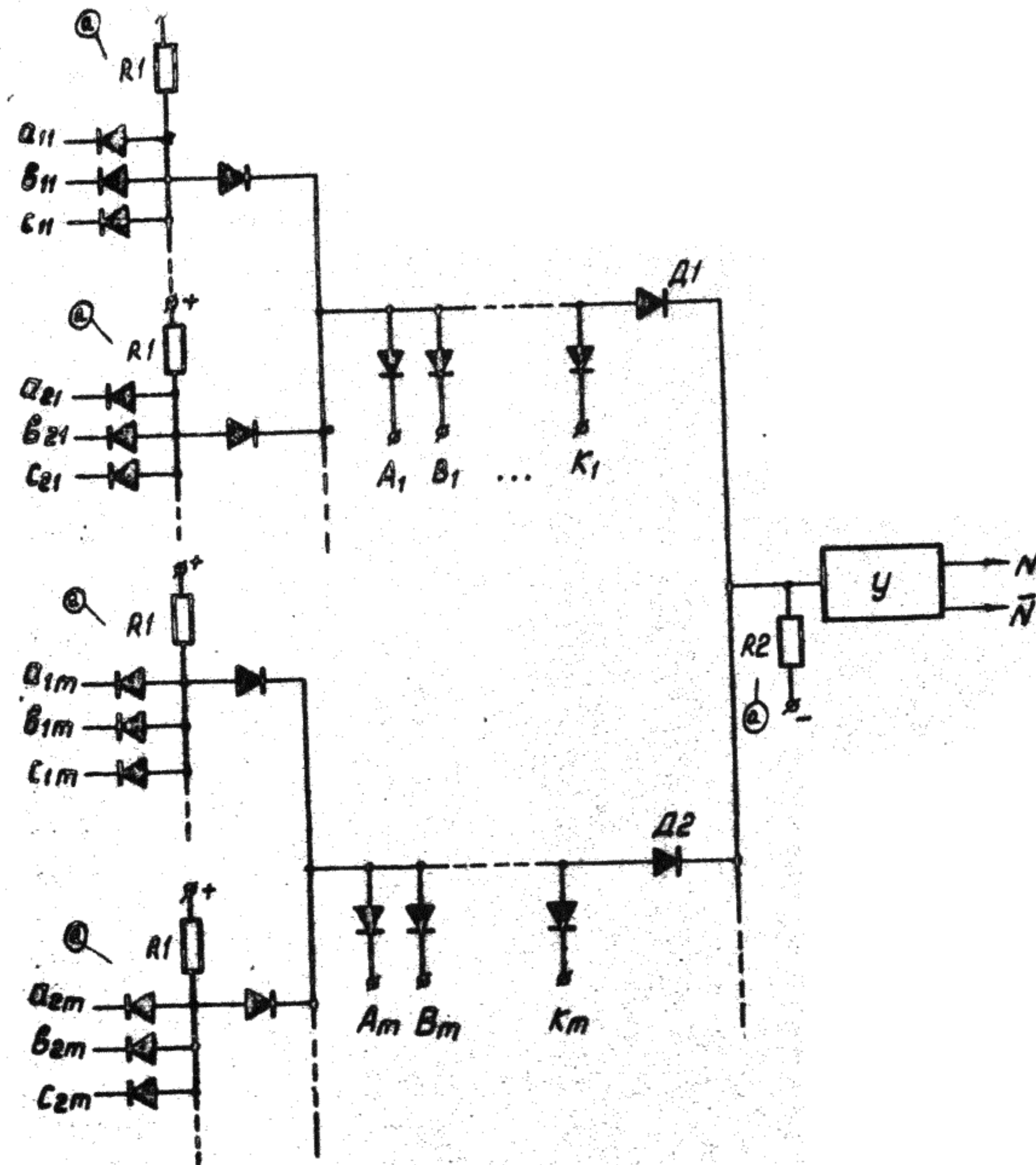


Рис. 3.4.

Пример выполнения диодной схемы с
двойными сборками.

3.4. Число входов каждого из вентиля, используемых для построения логических функций, не должно превышать 15.

На входе одного усилителя допускается объединение в общем не более 16 вентиля, причем каждые четыре должны подключаться к усилителю через отдельный дополнительный сборочный диод (по схеме рис. 3.4).

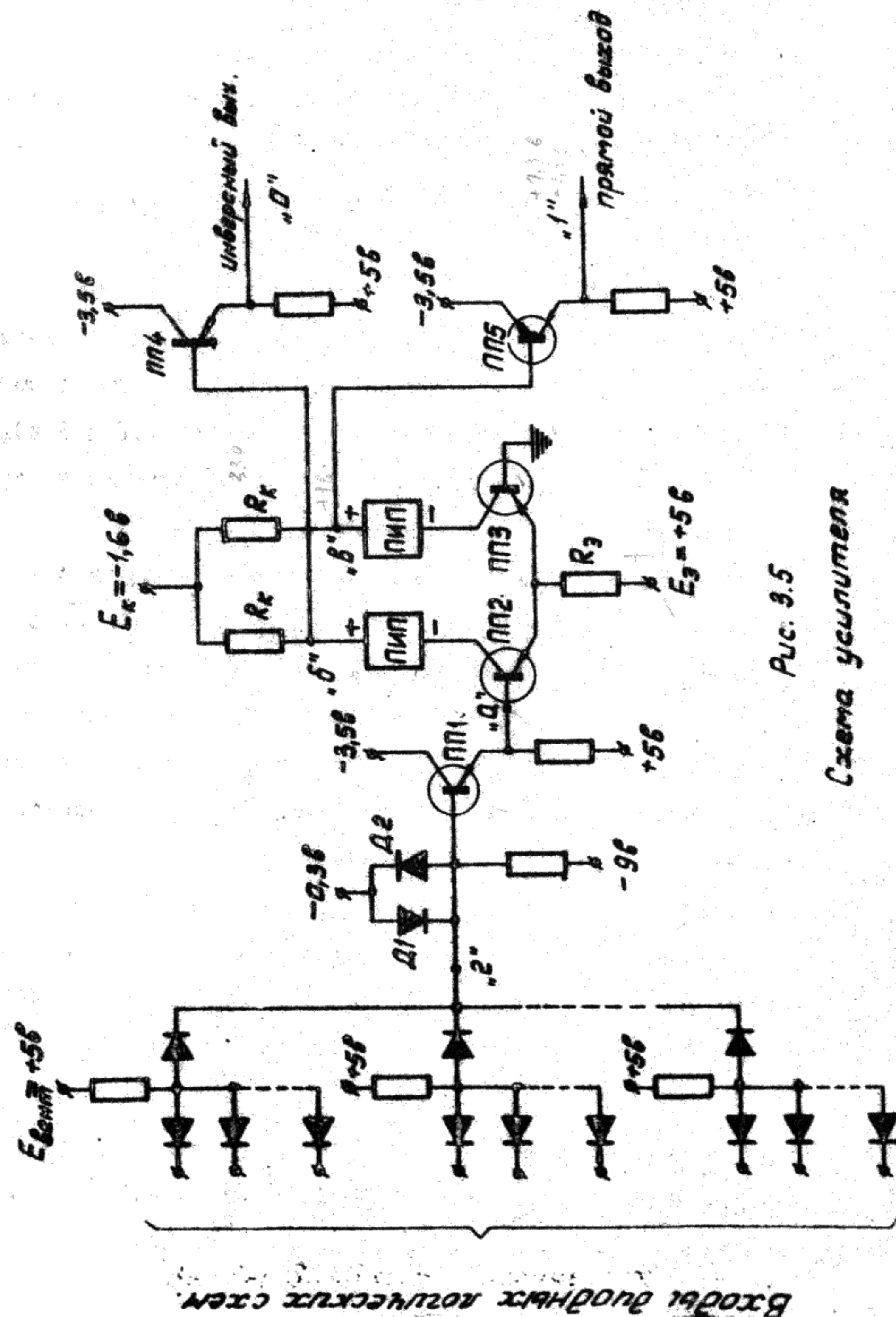
3.5. Ток, протекающий по сопротивлению утечки вентиля, ($R1$ на рис. 3.2 и 3.4) приблизительно равен 1,3 ма. Величина его выбрана в 2 раза больше величин тока, протекающего по сопротивлению утечки на входе усилителя ($R2$ на рис. 3.2 и 3.4), что обеспечивает одинаковую длительность положительного и отрицательного фронтов при его переключении.

3.6. Если усилитель устанавливается в "1" несколькими вентилями, то может оказаться, что через какое-то время некоторые из этих вентиля будут одновременно отключены. Поскольку при этом отключаются не все вентили, то усилитель должен всё это время оставаться в состоянии "1"; одновременное же выключение нескольких сборочных диодов из-за диффузионных токов рассасывания может привести к довольно значительному отрицательному провалу на входе, а следовательно, и на выходе усилителя.

Таким образом, работа всей системы вентиля на входе усилителя должна быть организована так, чтобы в каждый данный момент времени не более чем 2 вентиля одновременно устанавливали усилитель в состояние "1".

УСИЛИТЕЛЬ

3.7. На рис. 3.5 приведена принципиальная схема усилителя совместно с входными вентилями.



Основа усилителя – схема переключателя тока, выполненная на триодах ПП2 и ПП3. Если потенциал базы ПП2 (точка "а") отрицателен, то весь ток, определяемый сопротивлением R_3 и напряжением питания E_3 , протекает через ПП2, при этом ПП3 закрыт; если потенциал в т. "а" положителен – эмиттерный ток протекает через ПП3, а ПП2 закрыт.

Изменения потенциала в т. "а" на $\pm(0,15 + 0,2)$ в. достаточно для полного и надежного переключения триодов. Таким образом, сигналом, симметричным относительно нуля и подаваемым на базу ПП2, можно управлять переключением тока через триоды ПП2 и ПП3.

Поскольку перепад напряжений на базе ПП2, а следовательно, и в точке объединения эмиттеров ПП2 и ПП3 значительно меньше, чем $E_3 = +5$ в (он не превышает 0,6 в), ток через R_3 можно считать постоянным.

$$I_3 = \frac{E_3}{R_3}$$

В усилителе он выбран равным 8 ма.

3.8. Для нормальной работы переключателя потенциал на коллекторе его триодов должен быть ниже потенциалов базы на 1,5 + 2 в. При уменьшении этого напряжения ухудшаются усилительные свойства триода, растет емкость перехода коллектор-база. Дальнейшее уменьшение этого напряжения приводит к насыщению триодов.

С другой стороны, сигнал на входе переключателя, как уже было сказано, должен быть симметричен относительно нуля; диодные схемы и входные цепи усилителя могут сместить подаваемые на них сигналы как вверх, так и вниз на сравнительно небольшую величину, определяемую падением напряжения на диодах входной

логики и на переходе база-эмиттер триода ПП1. Таким образом, поскольку уровни выходных сигналов усилителя должны обеспечивать переключение аналогичных схем, они также должны быть симметричными относительно нуля, а это значит, что выходной сигнал нельзя снимать непосредственно с коллекторов триодов переключателя тока, которые должны всегда иметь потенциал ниже -2в .

Сигнал снимается с нагрузочных сопротивлений (R_k на рис. 3.5), на которые подано напряжение питания E_k .

Величина этого напряжения ($-1,6\text{в}$) и величина падения на нагрузочном сопротивлении выбраны так, что они обеспечивают необходимое положение уровней выходного сигнала.

3.9. Необходимое смещение напряжений на коллекторах триодов ПП2 и ПП3 осуществляется включением в их коллекторные цепи источников постоянного напряжения, равного, примерно, 3в .

В качестве такого источника используется двухполупериодный выпрямитель, поддерживающий на емкости C (рис. 3.6) нужное напряжение.

Выпрямитель своим отрицательным зажимом подключен к коллектору триода, а положительным — к нагрузочному сопротивлению. Поскольку ни один из зажимов не заземлен (даже по высокой частоте) их потенциалы могут меняться относительно нуля в зависимости от величины падения напряжения на нагрузочном сопротивлении R_k (рис. 3.5). Величина напряжения этого "подвешенного" источника питания ("ПИП") почти не оказывает влияния на работу усилителя при условии, что минимальное коллекторное напряжение остается не менее 2в , а максимальное не превышает предельно допустимого для триода. На уровни выходного сигнала изменение напряжения "ПИП" никакого влияния не оказывает. Действительно, низкий уровень потен

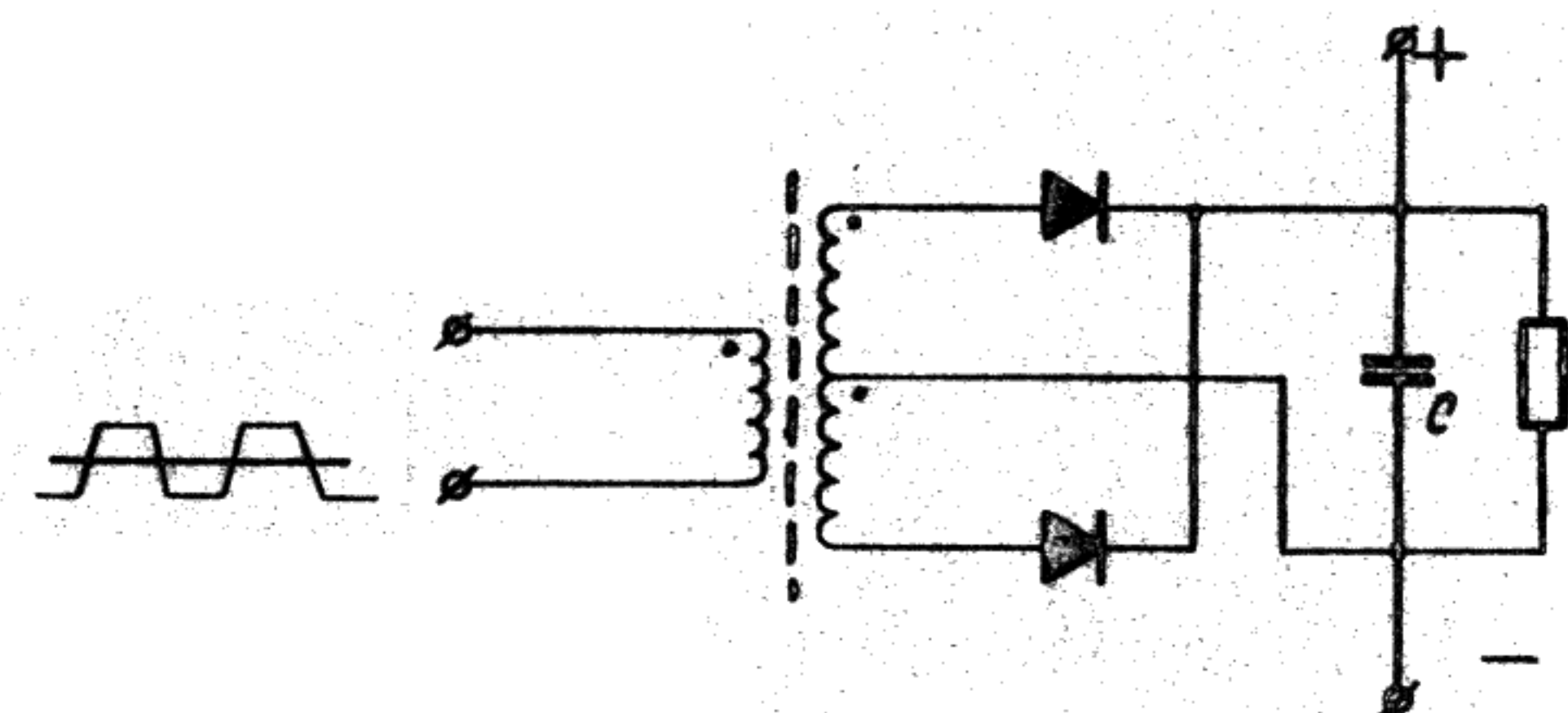


Рис. 3.6.

циала в т."б" (рис.3.5) будет, если ПП2 закрыт; пренебрегая базовым током выходного эмиттерного повторителя ПП4 и темновым током триода ПП2, можно считать, что

$$I_{\text{нб}} = E_{\text{к}}.$$

Если ПП2 открыт, то, поскольку триод работает в ненасыщенном режиме, этот ток проходит через подвешенный источник питания и на коллекторной нагрузке $R_{\text{к}}$ создает падение напряжения $R_{\text{к}} \cdot \frac{E_{\text{э}}}{R_{\text{э}}}$. Таким образом, напряжение в точке "б" в этом случае равно:

$$I_{\text{нб}} = E_{\text{к}} + R_{\text{к}} \frac{E_{\text{э}}}{R_{\text{э}}}$$

3.10. Использование в усилителе подвешенных источников питания несколько усложняет его схему и требует для усилителя источника переменного тока. Однако эти недостатки целиком окупятся следующими преимуществами по сравнению с другими известными методами смещения уровней напряжений (например, с помощью опорных диодов или делителей напряжения на сопротивлениях):

- значительное увеличение надежности схем, так как другие методы требуют применения сопротивлений повышенной точности по сравнению с теми, которые допускает схема с подвешенными источниками;
- возможность изменения режима коллекторных цепей простым изменением питания подвешенных выпрямителей при проведении профилактики;
- высокая стабильность низких уровней усилителей, способствующая равномерному распределению токов нагрузки по их выходам и тем самым увеличивающая в ряде случаев реальную нагрузочную способность усилителей;
- более высокое быстродействие, так как схемы с другими методами смещения уровней напряжения требуют относительно большего увеличения переключающего перепада по срав-

нению с тем, что необходимо для управления диодными схемами;

д) меньшее потребление мощности на одну схему.

3.11. Как видно из рис.3,5, нагрузка подключается к переключателю тока через выходные эмиттерные повторители ПП4 и ПП5, обеспечивающие независимость уровней выходного сигнала от величины переключаемого тока.

3.12. Входной сигнал поступает на переключатель через входной эмиттерный повторитель ПП1, применение которого позволяет уменьшить токи диодных схем, тем самым увеличив коэффициент разложения сигнала по выходу усилителя.

Входные и выходные уровни напряжений усилителя

3.13. Выходное напряжение диодной логической схемы, подаваемое на базу входного эмиттерного повторителя (точка "г", рис.3.5) ограничивается диодами Д1 и Д2 до величины, необходимой для надежного управления переключателем тока. Перепад напряжений в т."г" образуется за счет прямого падения напряжения на прямом сопротивлении диодов Д1 и Д2, опирающихся на источник напряжения -0,3в, и равен 0,6в (или $\pm 0,3$ в относительно - 0,3в).

Смещение ограничивающей цепочки необходимо, чтобы компенсировать подъем уровней напряжения на эмиттерном переходе ПП1 и получить тем самым в т."а" симметричный относительно нуля сигнал.

3.14. При прохождении сигнала через диодную схему возможно смещение его уровней как вверх, так и вниз относительно управляющих напряжений, подаваемых на ее входы. Это смещение обусловлено падениями напряжения на диодах и зависит от сложности диодной логики, от сочетания сигналов на ее входах, от параметров диодов и сопротивлений схемы.

Поэтому несмотря на то, что для переключения собственно усилителя достаточно перепада в $\pm 0,5$ в, уровни сигналов "0" и "1" на входах схем диодной логики, т.е. выходные напряжения усилителя

должны быть разнесены значительно больше.

Наиболее низкий уровень напряжения, — U_{1min} — еще обеспечивающий надежное переключение системы "диодная логика — усилитель" в "1" при наихудших условиях (соответствующая диодная схема и сигналы на ее входах, крайние возможные отклонения параметров деталей и питающих напряжений в худшую сторону) равен + 0,9в.

Соответственно, наиболее высокий уровень напряжения, — U_{0max} — еще обеспечивающий переключение системы в "0", равен -1,0в.

На рис.3.7 указаны возможные рабочие зоны "0" и "1" усилителя. Номинальные уровни выходных сигналов выбраны так, чтобы любой усилитель при наихудшем сочетании параметров его деталей и 5% изменении питающих напряжений обеспечивал на выходе уровни для сигнала "0" не более U_{0max} и для сигнала "1" не менее U_{1min} .

Если выходной сигнал усилителя лежит внутри зоны U_{0max} — U_{1min} , то следующим усилителем он может быть воспринят и как "0" и как "1".

3.15. Амплитуда сигналов на выходе усилителя выбрана минимально возможной, так как чем больше сигнал, тем больше ^{времени} требуется, чтобы перезарядить различные паразитные емкости и, значит, тем ниже быстродействие системы.

3.16. Диоды Д1 и Д2 (рис.3.5) на входе усилителя ограничивают выходной сигнал диодной схемы до минимально необходимой величины, уменьшая время перезаряда входной емкости усилителя и увеличивая его скорость переключения. Кроме того, уменьшается обратное напряжение на эмиттерном переходе закрытого триода

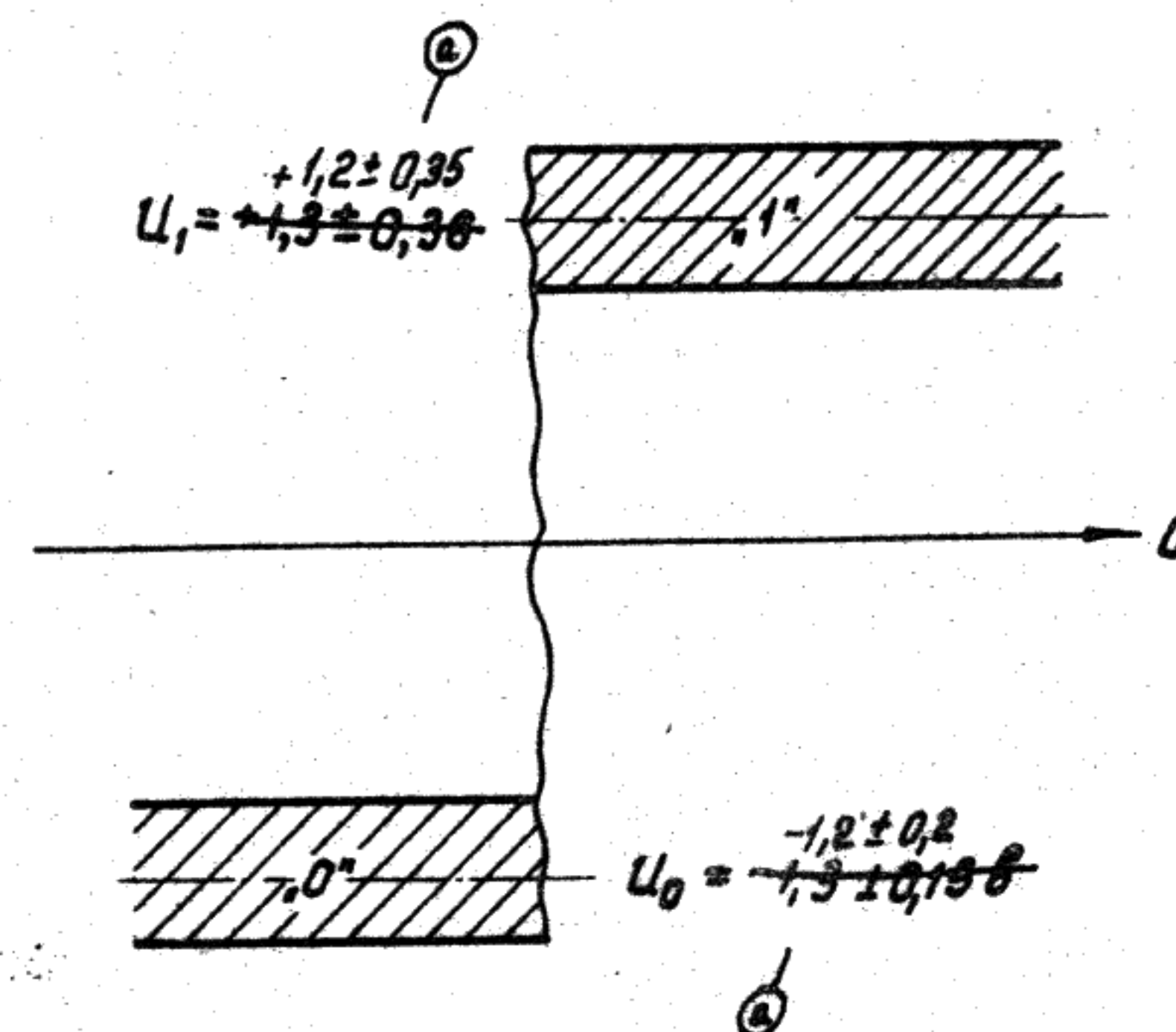


Рис. 3.7

Уровни выходных сигналов усилителя.

переключателя тока, что позволяет несколько облегчить режим работы триодов.

Запоминающая ячейка на усилителе

3.17. Поскольку выходы усилителя могут управлять переключением диодных схем, аналогичных тем, что подключены к его входу, то для организации запоминающей ячейки достаточно прямой выход усилителя подать на его собственный вход через двухходовой вентиль, как показано на рис.3.8.

Предположим, что усилитель находится в положении "0", на диод Д1 вентиля обратной связи подан положительный потенциал, а входные вентили закрыты (на управляющий вход подан отрицательный потенциал). Поскольку на выходе "I" усилителя отрицательный потенциал, то вентиль обратной связи закрыт, и на вход усилителя тока не поступает. Ясно, что в таком положении усилитель может находиться неопределенно долго.

Для установки усилителя в положение "I" достаточно на все входы одного из входных вентиля подать положительные сигналы. При этом на выходе "I" усилителя окажется положительный потенциал и включится вентиль обратной связи. Если теперь входные вентили отключить, усилитель останется в "I" и будет сохранять это состояние до тех пор, пока замкнута его обратная связь.

Для установки усилителя в "0" достаточно разомкнуть обратную связь (подать на некоторое время отрицательный потенциал на управляющий вход вентиля обратной связи).

Временные характеристики усилителя

3.18. За длительность фронта усилителя принимается время от момента t_1 (рис.3.9), определяющего начало переключения усилителя, до момента t_2 , когда его выходной сигнал достигает

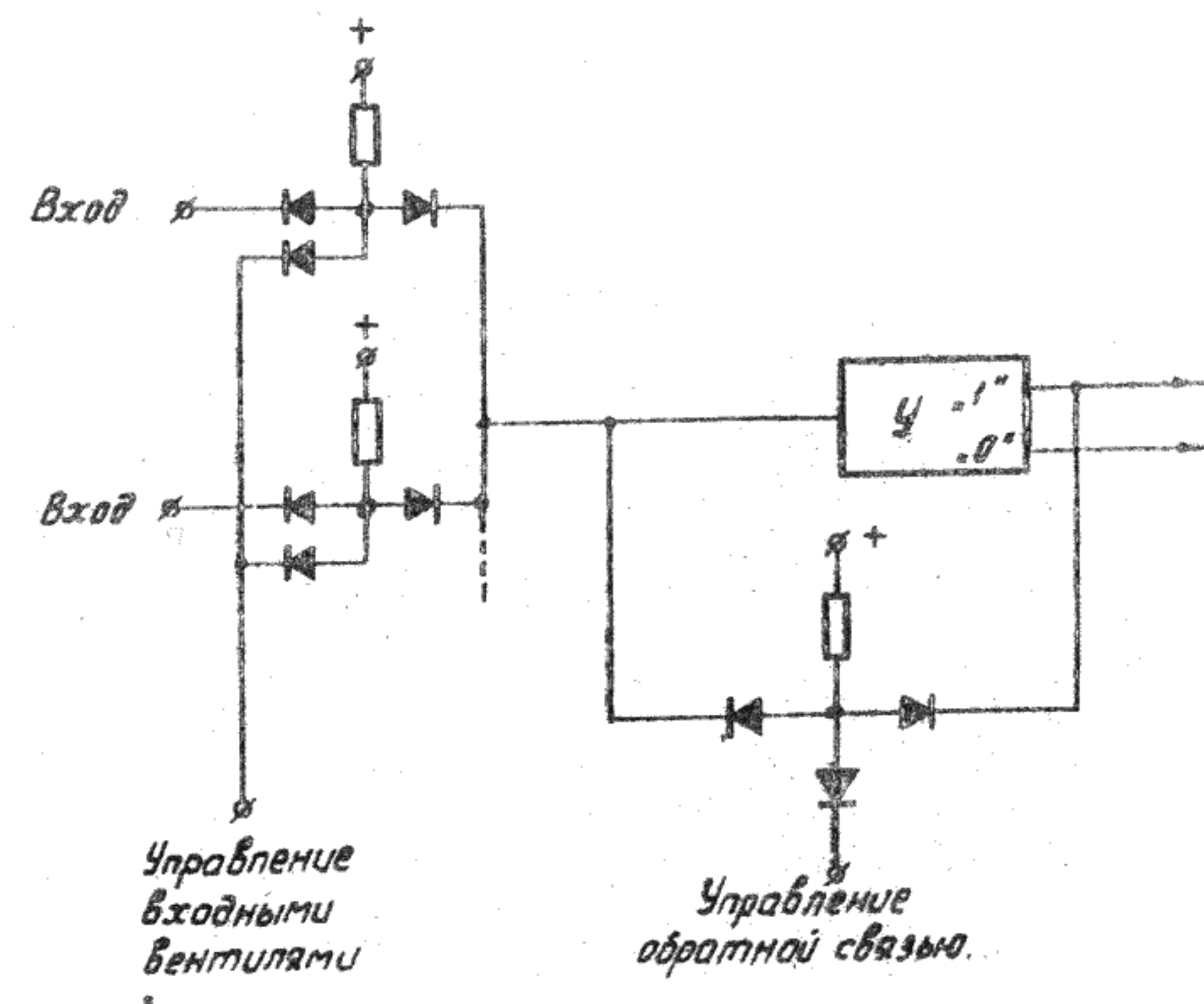


Рис.3.8.

Запоминающая ячейка на
усилителе.

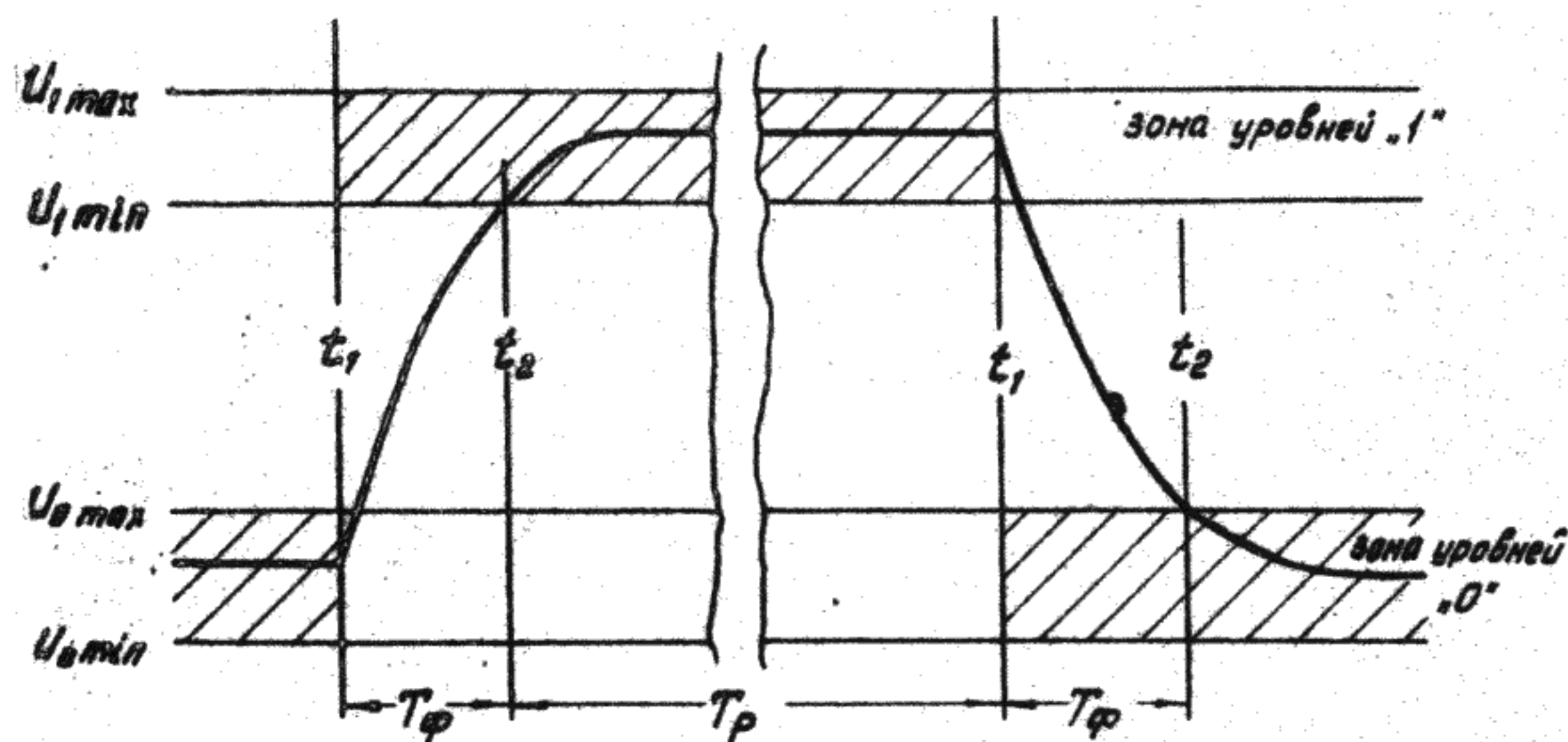


Рис.3.9

Время переключения усилителя.

уровня U_{1min} при положительном фронте или U_{0max} при отрицательном фронте, так как именно с этого момента усилитель может управлять переключением вентиляционных цепей следующего усилителя.

Часть сигнала, обеспечивающую надежное управление вентиляционными цепями, т.е. лежащую вне интервала $U_{0max}-U_{1min}$, будем называть рабочей. Момент t_2 на рис. 3.9 есть начало рабочей части сигнала.

3.19. Рассмотрим процесс переключения одного усилителя другим. Пусть в момент t_1 произошло переключение усилителя Y_1 . Уровень переключения следующего усилителя Y_2 может лежать в любом месте зоны $U_{0max}-U_{1min}$, и в зависимости от его положения, а также в зависимости от положения выходного сигнала Y_1 , переключение усилителя Y_2 может начаться в различные моменты времени, начиная от t_1 и кончая t_2 . На рис.3.10 указаны возможные положения входных и выходных сигналов переключаемого усилителя. Таким образом, задержка фронта может изменяться почти от нуля до максимальной величины, равной, как видно из рис.3.10, максимально возможной величине фронта усилителя $T_{фmax}$.

3.20. Если при прохождении сигнала через усилитель задержка положительного фронта больше, чем отрицательного (рис.3.11), то, очевидно, произойдет сужение положительной рабочей части сигнала в худшем случае на величину $T_{фmax}$.

Если длительность рабочей части сигнала на входе усилителя окажется меньше величины его фронта на выходе, то выходной сигнал может вообще не нарасти до величины, необходимой для переключения следующего усилителя (рис.3.12).

Таким образом, при необходимости передать сигнал по длинной цепочке усилителей, соединенных диодными схемами, и на выходе

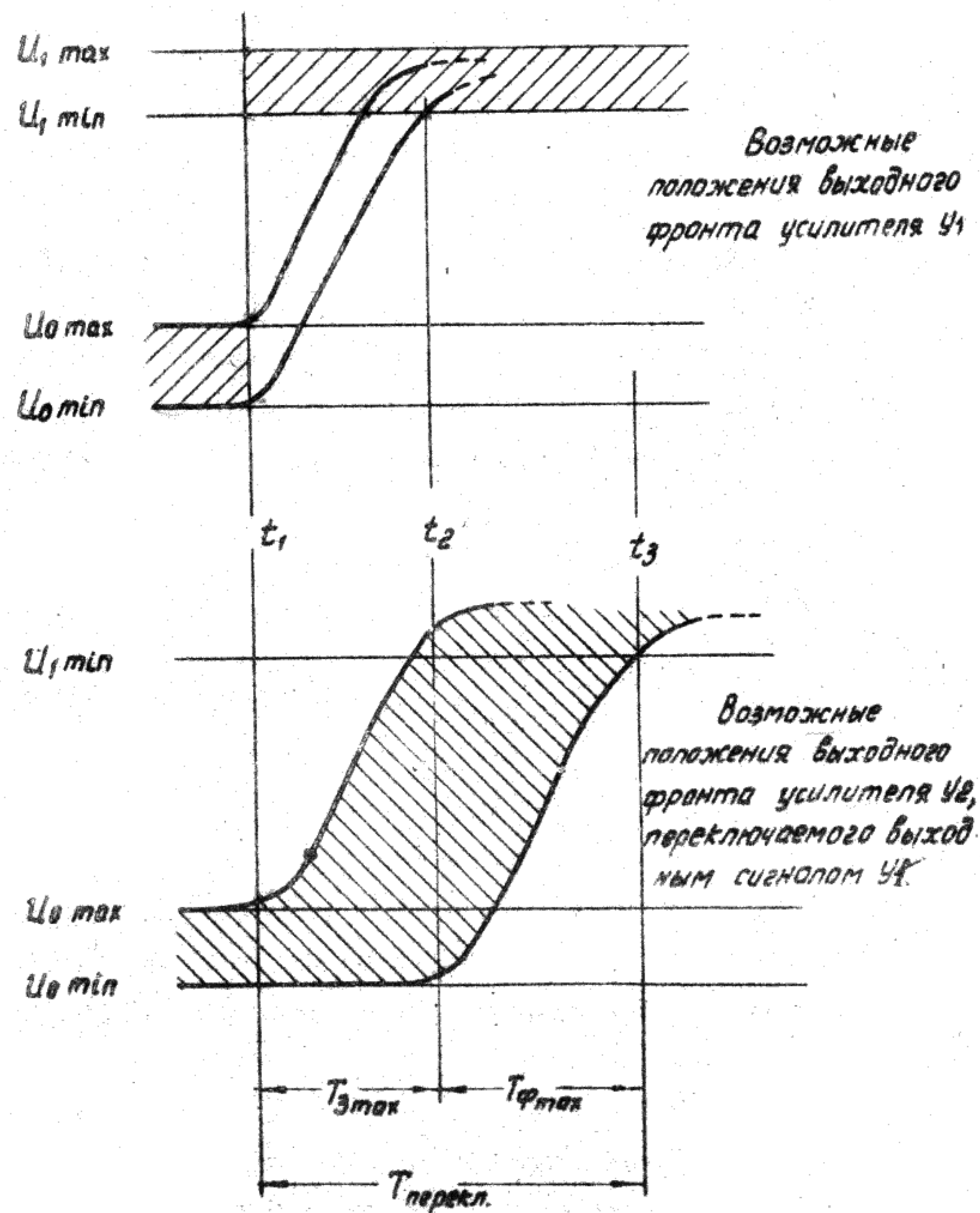


Рис. 3.10.

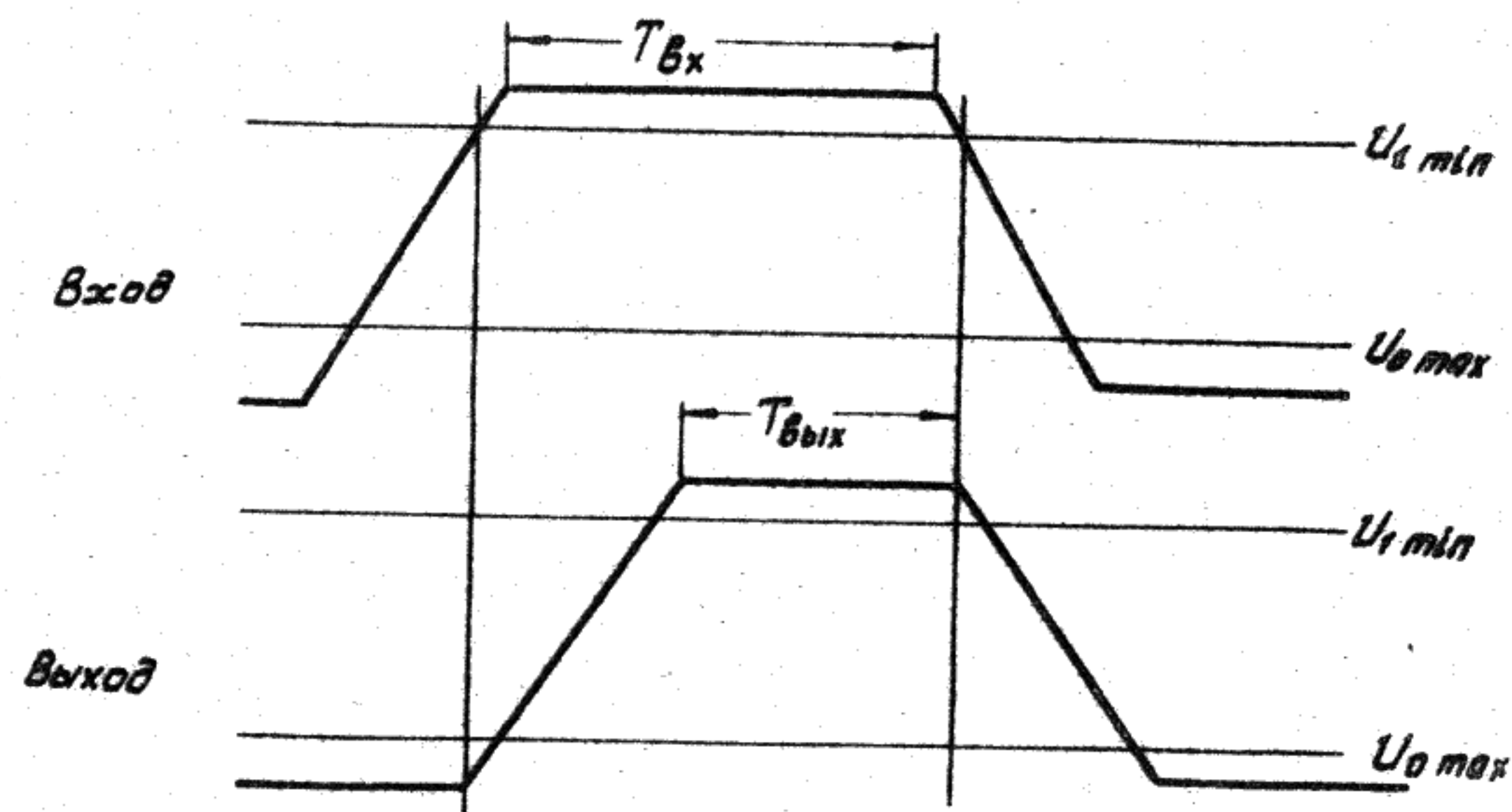


Рис. 3.11.

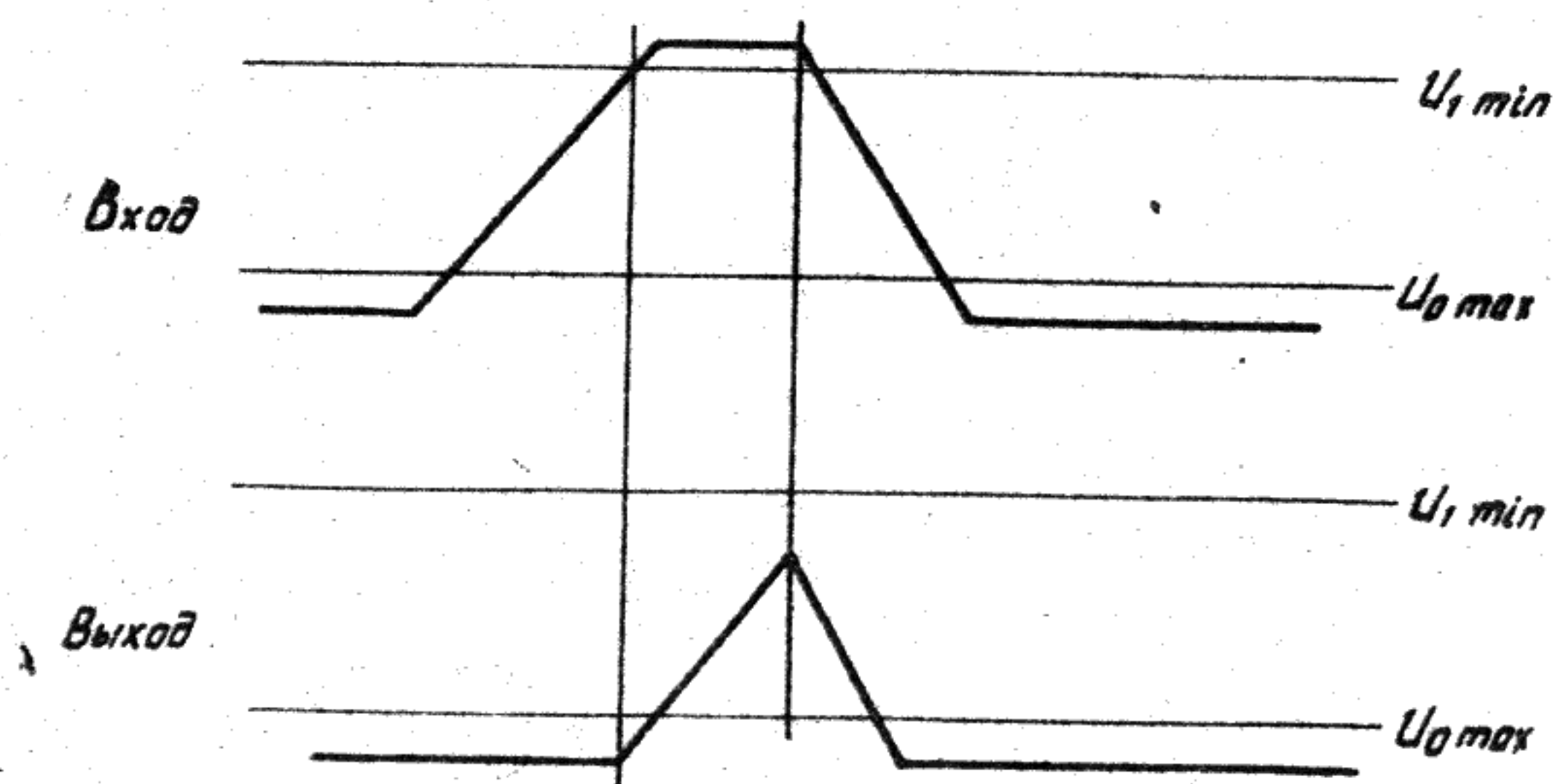


Рис. 3.12.

этой цепочки получить сигнал с рабочей частотой не менее $T_{раб}$, на вход цепочки нужно подать сигнал с рабочей частотой, большей $T_{раб}$, на возможную величину задержки в цепочке усилителей, т.е. на величину $n \cdot T_{фмакс}$, где n — число усилителей в цепочке.

В результате происходит снижение рабочей частоты устройства и тем большее, чем длиннее цепь пробега сигнала. Так, например, при передаче сигнала через 2 усилителя, если рассчитывать на максимальные задержки в каждом усилителе, рабочую частоту приходится снижать в 2 раза, а при передаче через 4 усилителя — в 3 раза по сравнению с максимально возможной частотой одного отдельного элемента.

IV. ДВУХФАЗНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

4.1. Система двухфазного управления, разработанная для машины БЭСМ-6, обеспечивает такой режим работы усилителей, при котором необходимое расширение выходного сигнала происходит не за счет соответствующего удлинения сигнала на входе цепочки элементов, а путем запоминания принятого на усилитель кода на ^{время} необходимое с помощью управляемой обратной связи.

4.2. Рассмотрим работу запоминающей ячейки на усилителе (рис. 3.8) в таком режиме.

Пусть на входной вентиль ячейки подан положительный сигнал, а вентиль обратной связи отключен (момент t_1 на рис. 4.1). Если в момент t_2 установления уровня рабочей части сигнала на выходе усилителя замкнуть его обратную связь и одновременно отключить входные вентили, то усилитель будет сохранять свое состояние в течение всего времени, пока замкнута эта обратная связь и разомкнуты входные вентили ($T_{ос}$). Следовательно, входной сигнал должен обеспечить длину переход запоминающей ячейки из одного состояния в

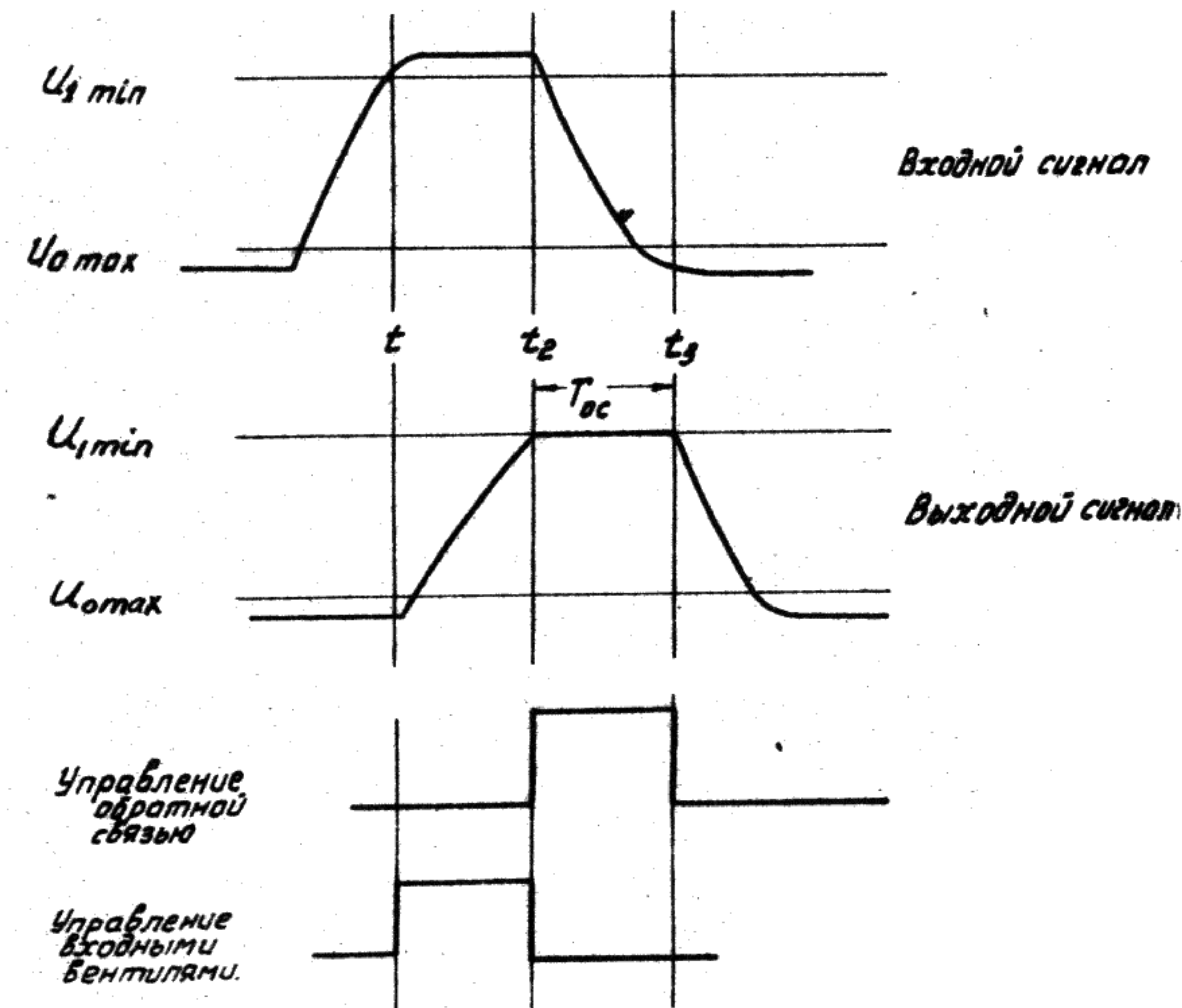


Рис. 4.1.

другое и, поэтому, должен иметь рабочую часть не менее максимально возможной длительности фронта $T_{ф\max}$.

Рабочая часть сигнала на выходе запоминающей ячейки равна $T_{ос}$, и для управления следующим усилителем также должна быть не менее $T_{ф\max}$.

При передаче сигнала на следующую ячейку одновременно с замыканием обратной связи управляющей ячейки открываются входные вентили управляемой ячейки и разрывается ее обратная связь. В течение этого интервала времени на этой ячейке происходит смена кода. В следующий интервал времени замкнется ее обратная связь, отключится вход и произойдет передача сигнала на следующую ячейку.

Таким образом, работа каждой ячейки состоит из 2 фаз, сменяющих друг друга:

а) фаза I - прием кода: ячейка получает код от предыдущей ячейки. При этом включены ее входные вентили и отключена обратная связь. На выходе усилителя происходит смена уровней (если новый код отличается от предыдущего):

б) фаза II - хранение принятого кода: ячейка запоминает полученный код: вентиль обратной связи включен, входные вентили отключены. Сигнал на выходе усилителя может управлять следующей ячейкой, входные вентили которой должны быть включены.

4.3. Рассмотрим работу цепочки ячеек с двухфазным управлением.

Всякие две соседних ячейки этой цепи должны работать как бы в противофазе, т.е., когда у первой на выходе рабочая часть сигнала, то у следующей открыта входная цепь, а когда первая ячейка меняет свое состояние, то вторая "стоит" на обратной связи,

храня только что полученный код, и управляет следующей за ней ячейкой (рис.4.2).

Работа цепочки ячеек состоит, таким образом, из двух полутактов.

В первом полутакте все четные ячейки стоят на обратной связи и происходит передача кода на нечетные.

Во втором полутакте, наоборот, нечетные ячейки, стоя на обратной связи, передают сигнал на четные.

Из этого следует, что один и тот же сигнал может управлять обратными связями четных элементов и входными цепями нечетных, а сигнал, противофазный ему - входными цепями четных элементов и обратными связями нечетных. На рис.4.3 показана цепочка ячеек с такими управляющими сигналами.

4.4. За один полный такт происходит прием кода на ячейку и хранение его в течение одного полутакта. Код за один такт проходит через два усилителя.

Поскольку при передаче кода по цепочке усилителей с двухфазным управлением (тактированных усилителей) не требуется удлинения входного сигнала на время, пока код продвигается по этим усилителям, на вход цепи могут подаваться следующие коды, причем с максимальной частотой, равной частоте следования тактов.

4.5. Длительность одного такта при двухфазном управлении складывается из времени переключения усилителя и времени, когда он стоит на обратной связи, т.е. управляет переключением другого усилителя. Поскольку тактирующие сигналы являются общими для всех усилителей системы, для надежного управления ими длительность полутакта должна выбираться достаточной для переключения самого "медленного" усилителя.

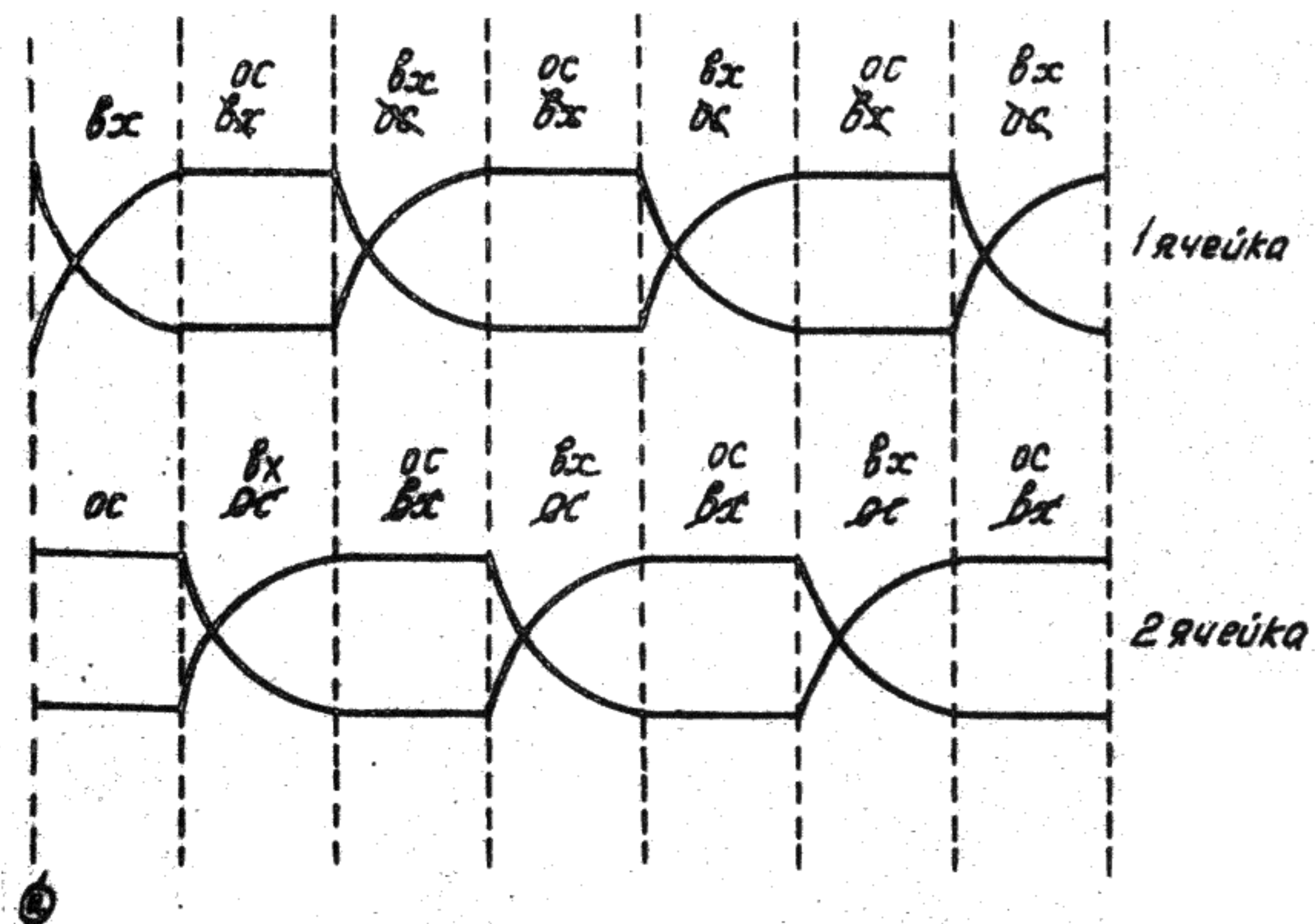


Рис. 4.2

Сигналы на выходах тактированных усилителей.

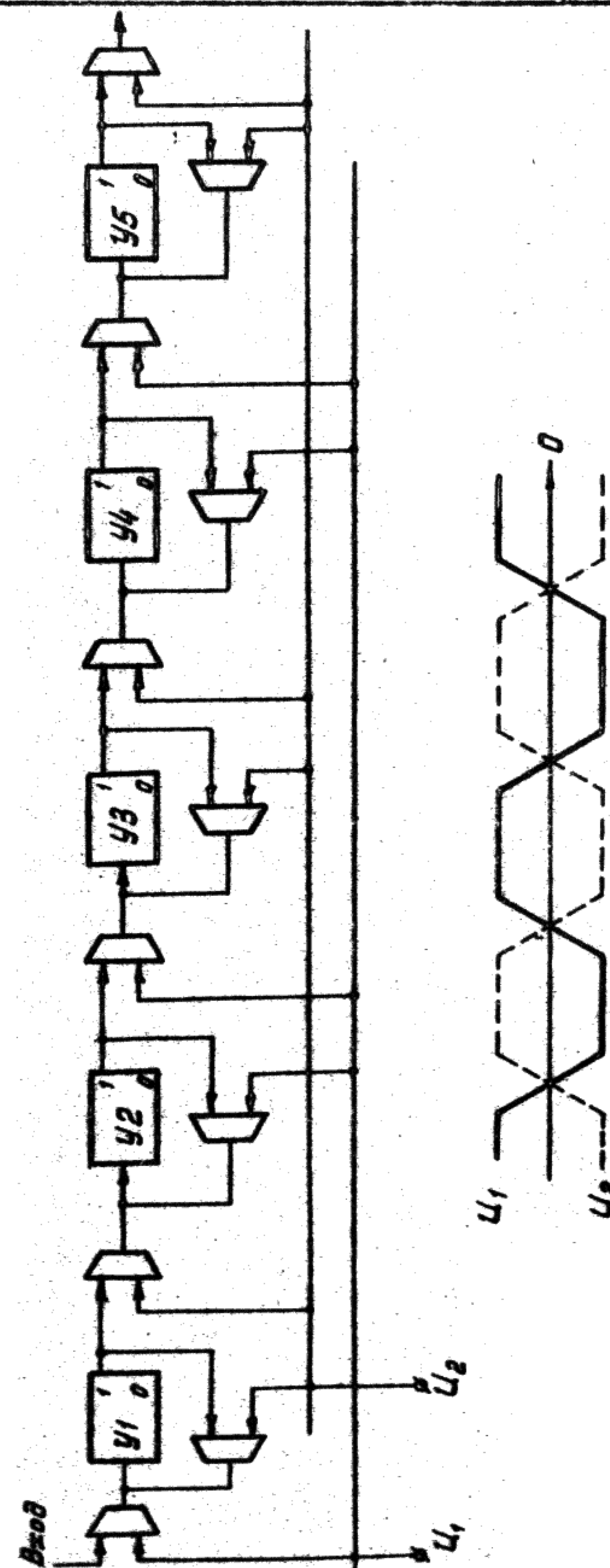


Рис. 4.3

Цепочка тактированных усилителей.

Наибольшее возможное время переключения усилителя равно, примерно, 50 нсек, т.е. длительность такта T оказывается равной 100 нсек:

$$T = T_{ос} + T_{фмах} = 2T_{фмах} = 100 \text{ нсек},$$

т.е. максимально возможная частота смены кодов на усилителе равна 10 мгц.

4.6. Сигналы, осуществляющие тактирование усилителей ($И_1$ и $И_2$ на рис. 4.3) должны иметь фронты небольшой длительности, и главное, должны быть точно в противофазе друг к другу, чтобы одновременно с пропаданием входного сигнала на входе усилителя появлялся заменяющий его сигнал обратной связи.

Если сигнал, управляющий обратной связью, будет запаздывать на время, большее времени задержки сигнала в усилителе, то к моменту его появления начнется спад высокого уровня на выходе усилителя, вызванный пропаданием входного сигнала, и запоминания "1" может не произойти.

4.7. Временная диаграмма на рис. 4.4 иллюстрирует работу цепочки тактированных усилителей (рис. 4.3), передающих некоторую последовательность кодов. Тактирующие сигналы условно приняты прямоугольными.

Предполагается, что на вход цепочки также подается тактируемый сигнал.

4.8. В качестве тактирующих сигналов в машине используются два парафазных синусоидальных сигнала (рис. 4.5), называемых далее сериями. Участок серии, лежащий внутри зоны $U_{мах} - U_{мин}$ при надлежащем выборе амплитуды сигнала имеет достаточную крутизну и обеспечивает быстрое переключение вентиля.

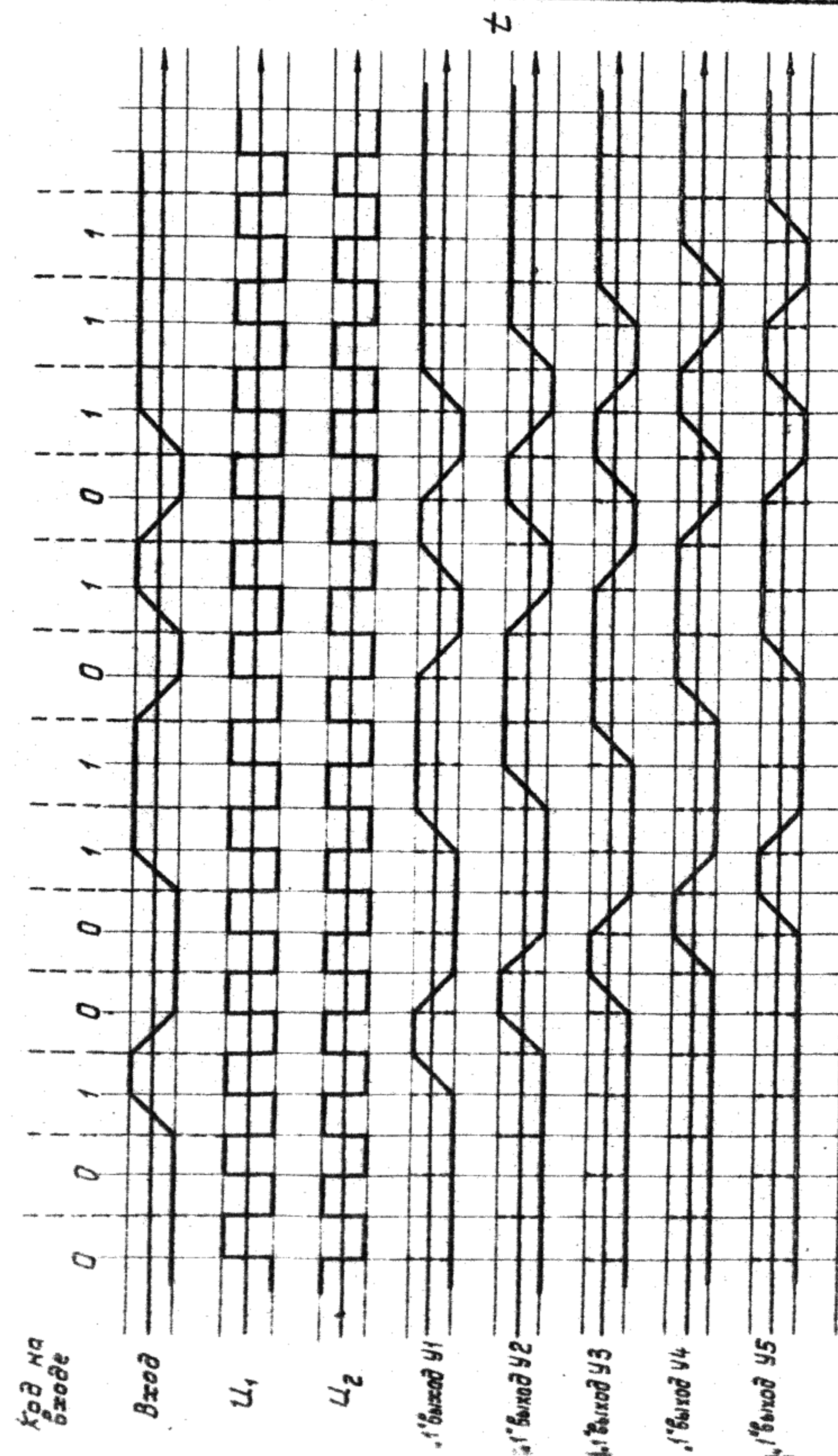


Рис. 4.4

временная диаграмма работы цепочки тактированных усилителей

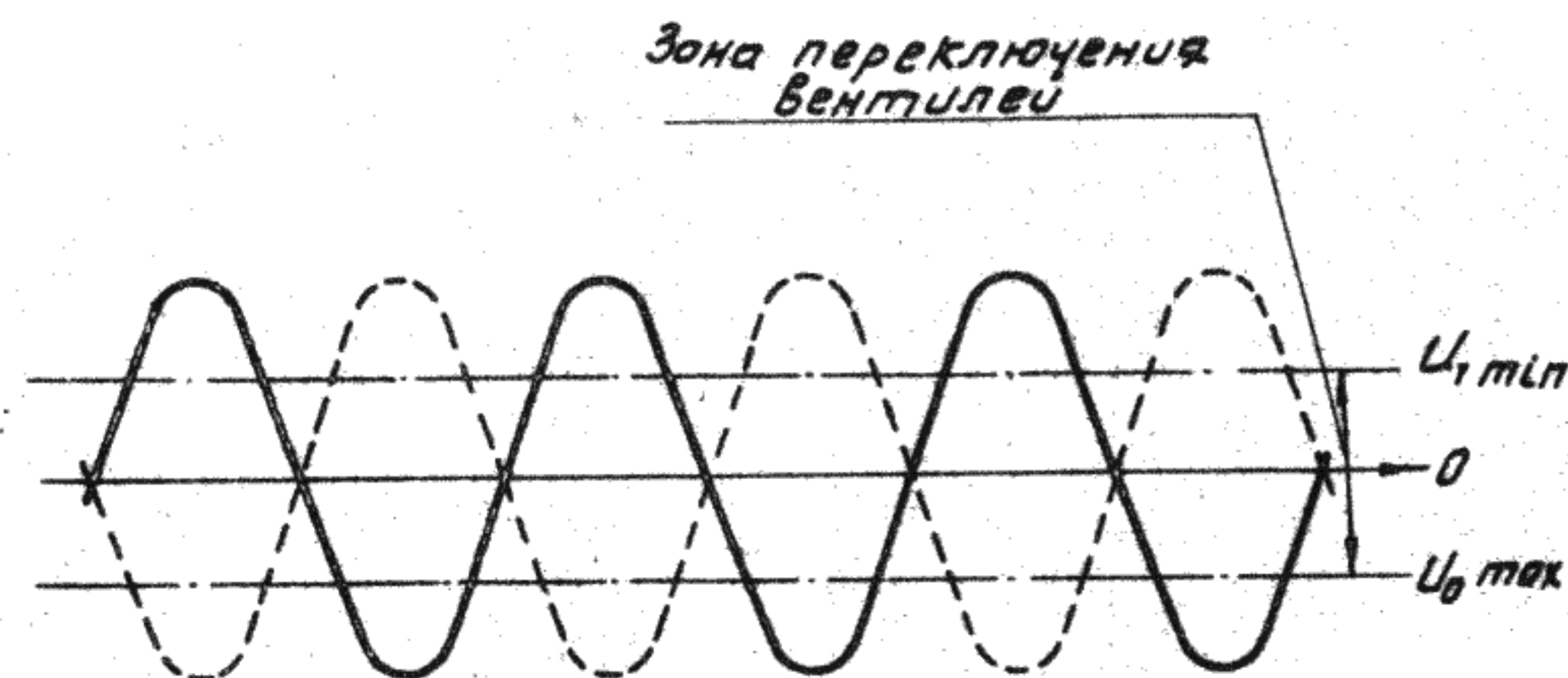


Рис. 4.5.

Тактирующие синусоидальные
сигналы (красная и синяя серии).

Использование синусоидального сигнала вместо прямоугольного значительно упрощает задачу разведения тактирующих сигналов по устройствам машины.

Описание схемы разводки дано в п.п. 6.5÷6.7.

У. ТИПОВЫЕ СХЕМЫ НА ТАКТИРОВАННЫХ УСИЛИТЕЛЯХ

5.1. В настоящем разделе рассматриваются некоторые примеры выполнения типовых узлов машины на усилителях с двухфазным управлением.

Во всех случаях предполагается, что все сигналы, поступающие на входы приводимых ниже схем, также тактированы.

Принципы организации связи между тактированными и нетактированными схемами машины изложены в п.п. 9.1÷9.7.

Ячейка долговременного хранения.

5.2. Каждый тактированный усилитель, как было показано, имеет обратную связь и сохраняет полученный код в течение одного полутакта, пока замкнута его обратная связь. Если в течение этого времени на входе усилителя произойдет смена кода, то и усилитель после отключения обратной связи изменит свое состояние.

Долговременное хранение кода можно осуществить, добавив к усилителю вторую обратную связь (рис. 5.1), которая должна поддерживать усилитель в то время, пока первая обратная связь отключена.

Для установки "0" достаточно вторую обратную связь разорвать.

Смена кода в схеме рис. 5.1 может происходить, как и у всякого тактированного усилителя, только в течение первого полутакта работы.

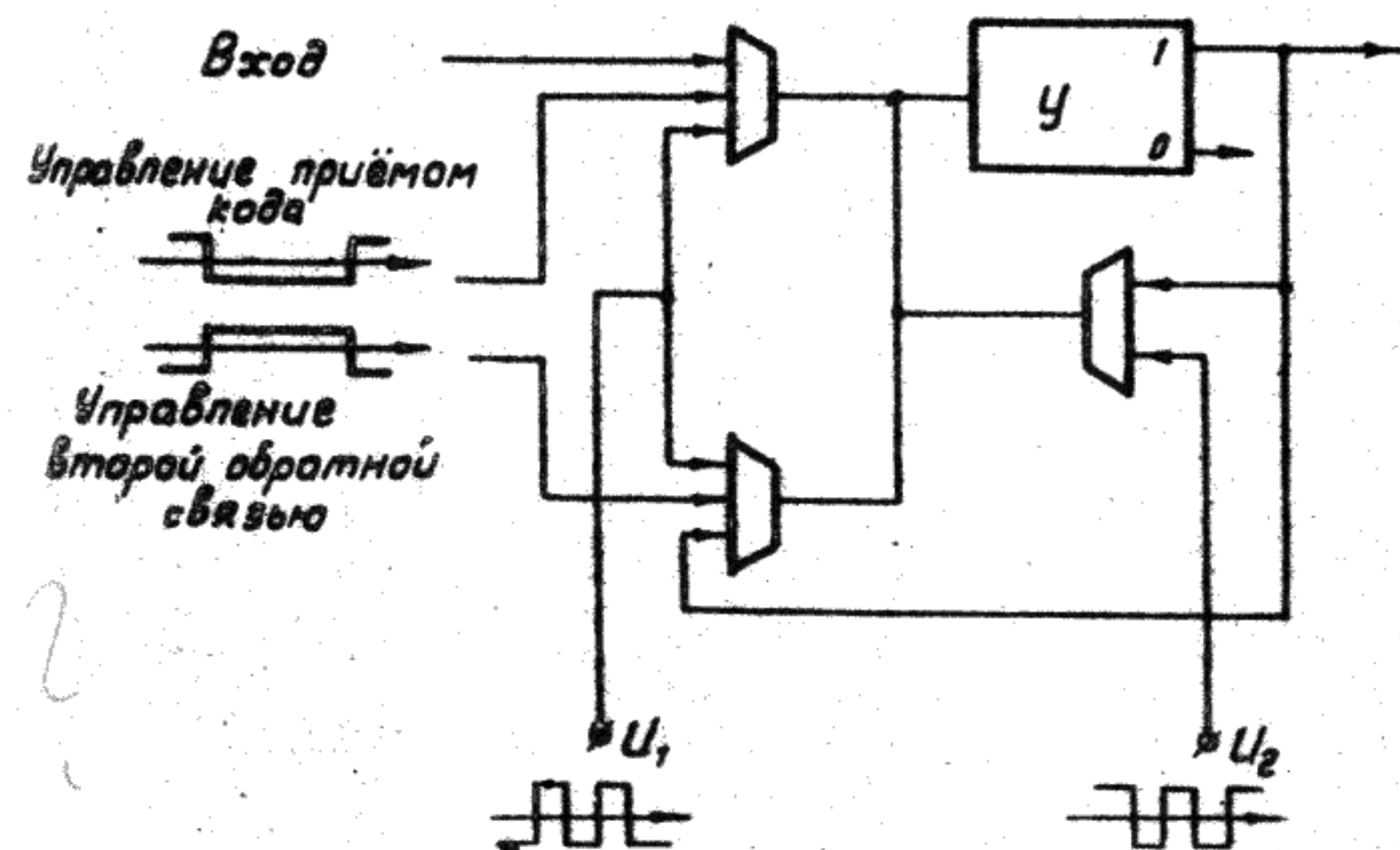


Рис. 5.1

Ячейка долговременного хранения
на тактированном усилителе.

Запоминающий регистр, использующий один усилитель на разряд

5.3. На рис.5.2 приведена схема запоминающего регистра на нескольких ячейках долговременного хранения; управление приемом и хранением кода на регистре осуществляется общими для всех ячеек усилителями (также тактированными).

Динамическое хранение кода

5.4. В ряде случаев долговременное хранение кода более удобно осуществляется с помощью двух тактированных усилителей, включенных кольцом и работающих в противофазе (рис.5.3).

В одном полутакте первый усилитель стоит на своей обратной связи и передает код второму, в другом - второй стоит на обратной связи и передает тот же код первому усилителю.

Для установки всей системы в "0" достаточно закрыть входной клапан одного из усилителей (например, на рис.5.3 на входе U_2), подав на его вход отрицательный уровень.

Для установки в "1" - подать через дополнительный входной клапан положительный сигнал на вход одного из усилителей (на рис. 5.3 - на U_1).

Регистр с динамическим хранением

5.5. По принципу, изложенному в предыдущем пункте, может быть построен регистр с динамическим хранением кода, использующий по 2 тактированных усилителя на разряд (рис.5.4).

Все усилители, стоящие в верхнем ряду, работают в противофазе с нижними.

Код, хранящийся на регистре, непрерывно передается с нижнего ряда в верхний и обратно; каждая передача происходит один

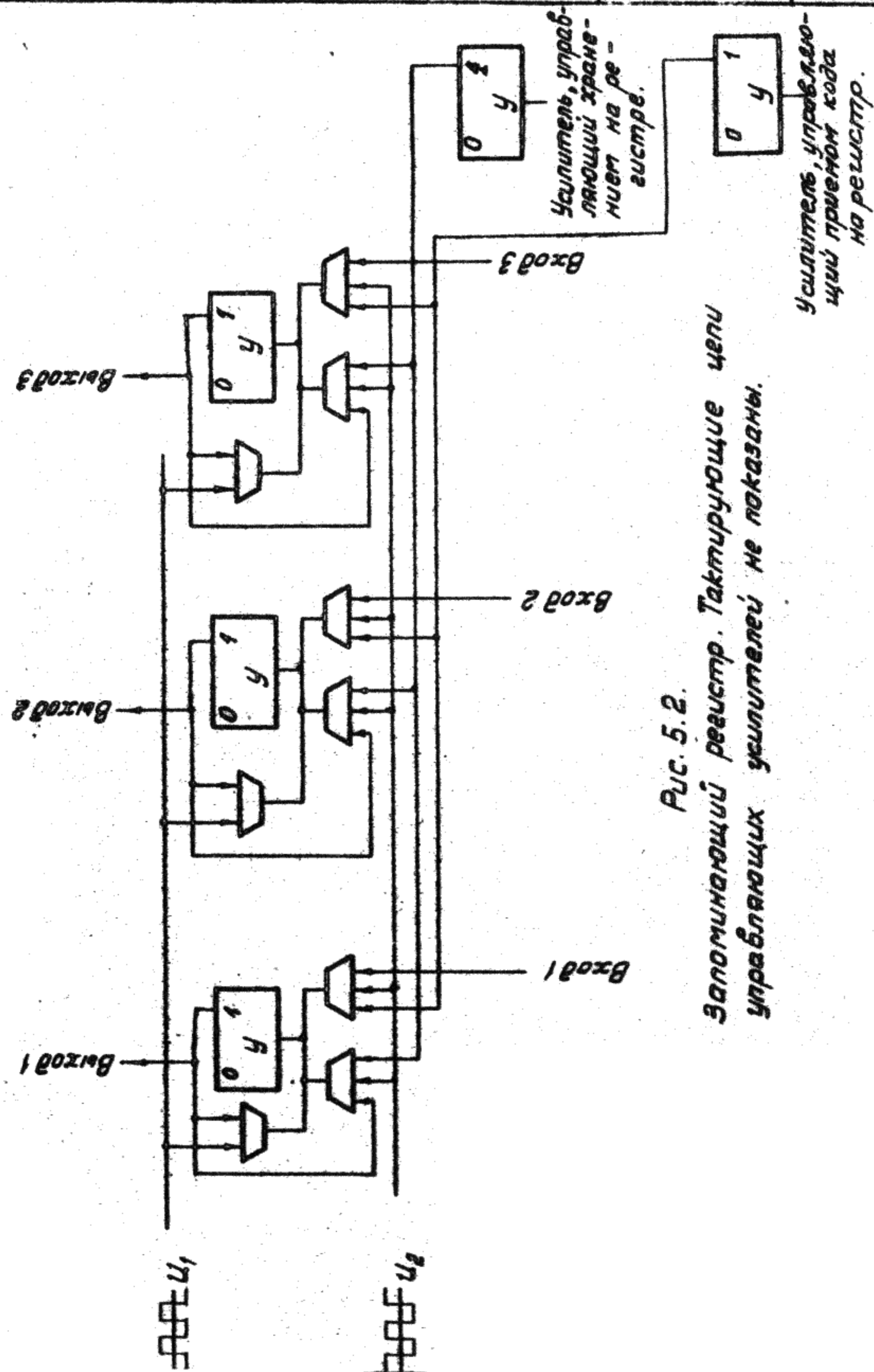


Рис. 5.2.
Запоминающий регистр. Тактирующие цепи
управляющих усилителей не показаны.

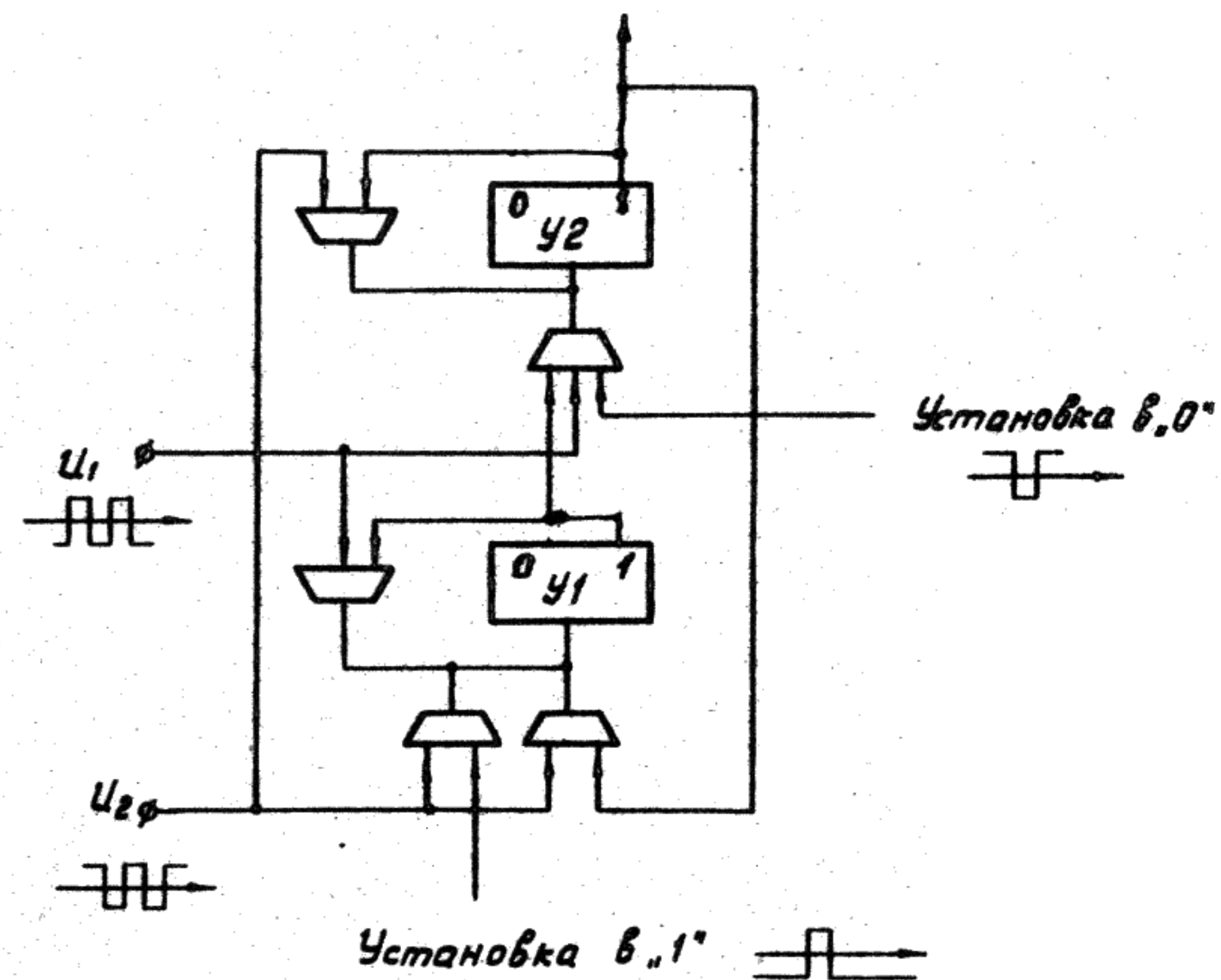
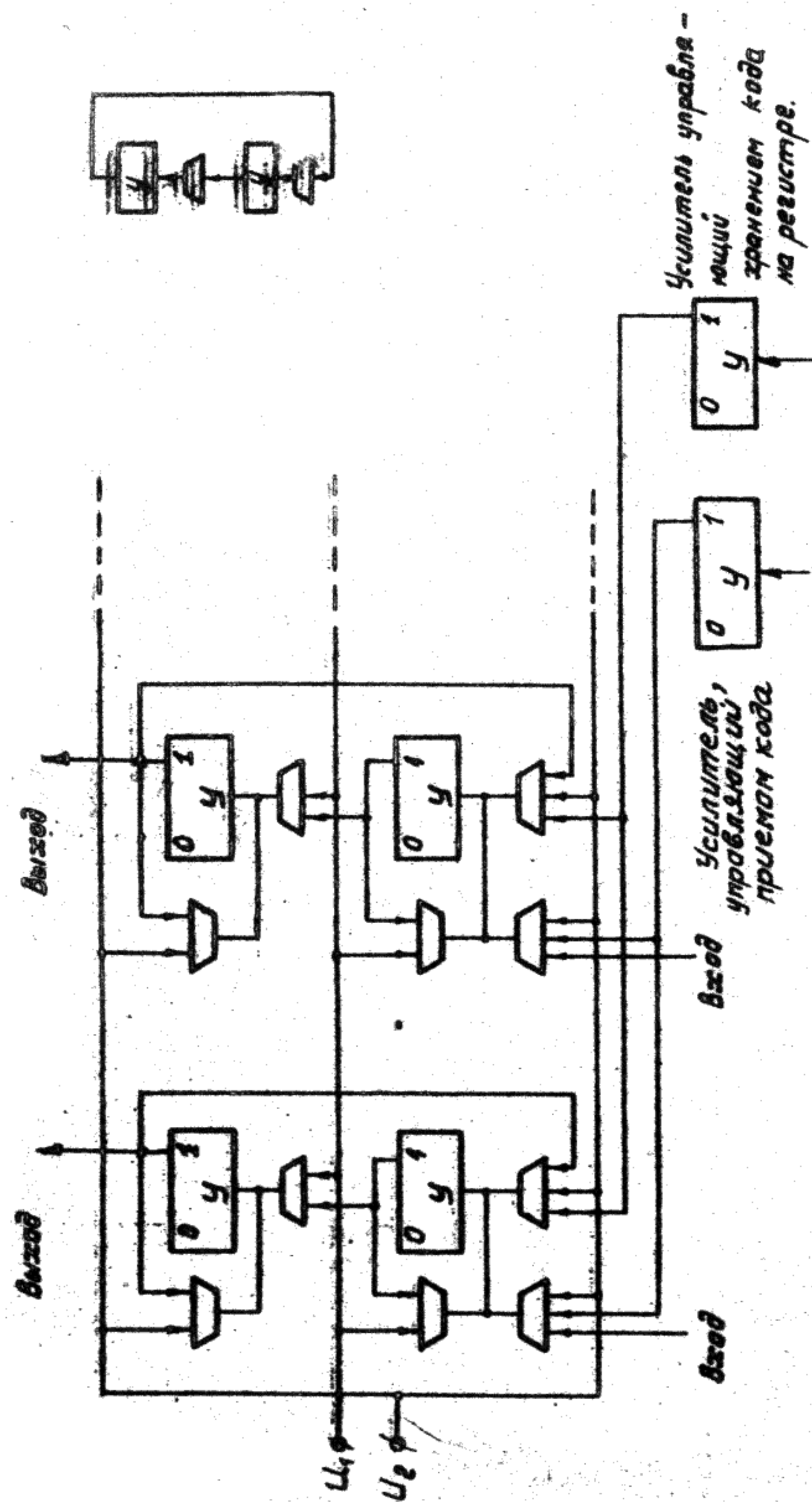


Рис. 5.3

Динамическая запоминающая ячейка.



Регистр с динамическим хранением.
Тактирующие цепи управляющих усилителей не показаны.

раз за полтакта.

Управление приемом кода и его хранением осуществляется общими для регистра сигналами.

Сдвиг кодов на регистре с динамическим хранением

5.6. Если выходы каждого усилителя нижнего ряда регистра с динамическим хранением подать через входной вентиль не на соответствующий ему усилитель верхнего ряда, а со сдвигом влево или вправо на I разряд (на рис.5.5 условно показан такой регистр), то при каждой передаче с нижнего ряда в верхний код будет сдвигаться в ту или другую сторону на I разряд, а при обратной передаче он сохранит свое новое положение.

Таким образом, будет происходить сдвиг кода на I разряд за I такт.

Очевидно, таким же образом можно осуществить сдвиг на 2, 3 и т.д. разрядов за I такт в любую сторону.

Сумматор на основе регистра с динамическим хранением кода

5.7 Если в каждый разряд регистра с динамическим хранением добавить диодный позиционный сумматор, на входы которого подавать соответствующие разряды числа с регистра и разряды слагаемого, то при каждой передаче кода с нижнего ряда усилителей на верхний произойдет суммирование чисел.

Два позиционных сумматора на разряд регистра позволяют производить суммирование чисел в каждом полутакте, т.е. получить 2 сложения за один такт.

Блок-схема такого сумматора приведена на рис.5.6.

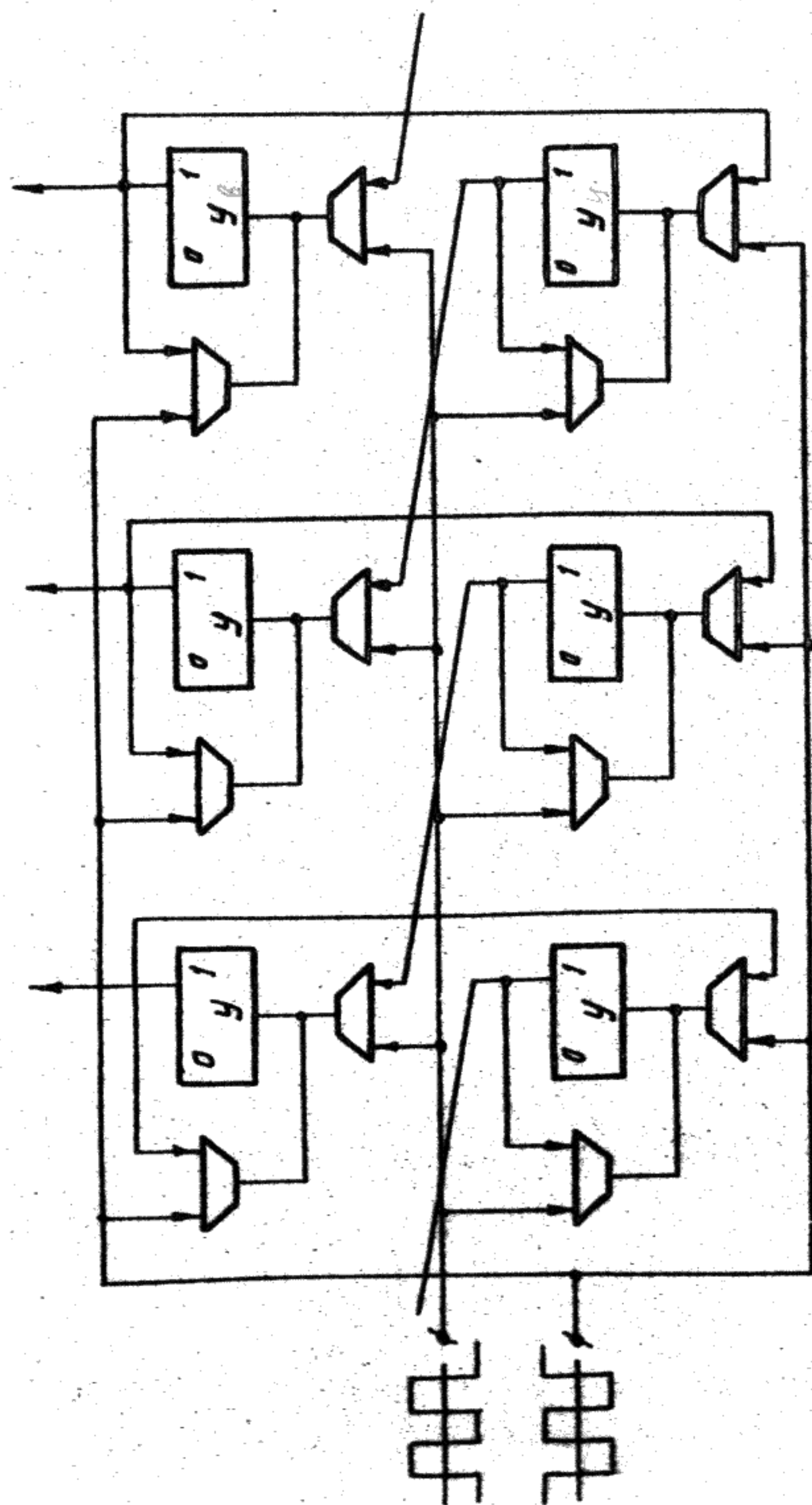


Рис. 5.5
Сдвиговой регистр с динамическим хранением.

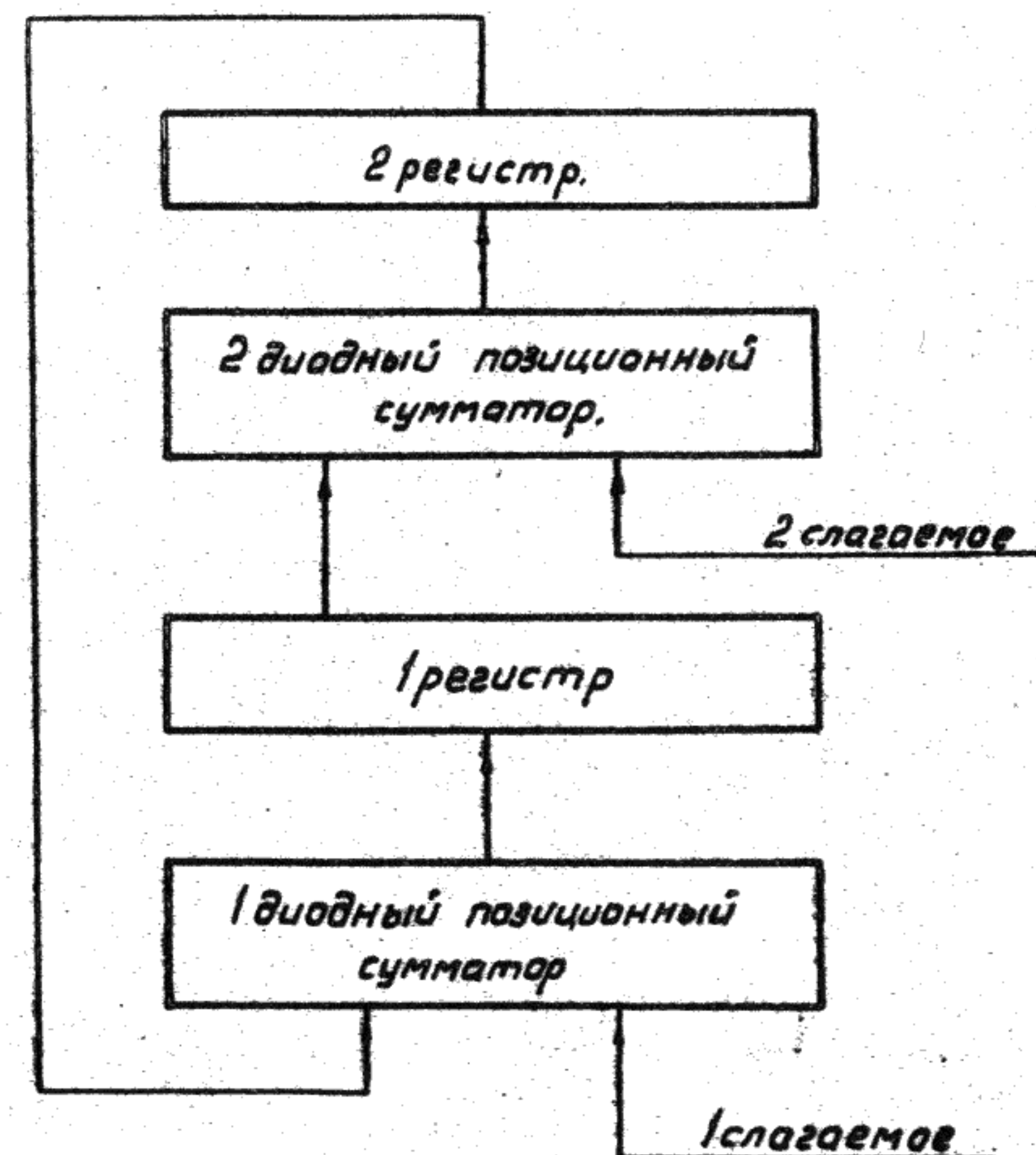


Рис. 5.6

У1. СПОСОБЫ РАЗМНОЖЕНИЯ СИГНАЛОВ

Система УР-1-ПЭМ

6.1. Каждый выходной эмиттерный повторитель стандартного усилителя может управлять не более чем 10 вентилями.

Как видно из рис.5.2 и рис.5.4, при организации регистров на тактированных усилителях необходимо обеспечить управление значительно большим числом вентилях — до 50 — со скоростью, не меньшей скорости переключения отдельного стандартного усилителя, чтобы не снижать пропускной способности регистра по сравнению с тактированным усилителем.

Для решения этой задачи, а также вообще в тех случаях, когда требуется управление большим числом вентиляхных схем, в машине используется специальная модифицированная схема усилителя (блок УР-1), позволяющая подключить к каждому ее выходу до 10 эмиттерных повторителей, каждый из которых в свою очередь обеспечивает управление 6 вентилями (рис.6.1). При этом эмиттерные повторители могут быть удалены от усилителя расстояние до 1 м.

Таким образом, эта система обеспечивает общий коэффициент размножения до 60 и работает с той же частотой, что и стандартный усилитель.

Конструктивно схемы эмиттерных повторителей отделены от схемы усилителя и выполняются в виде отдельного блока эмиттерных повторителей (блок ПЭМ).

6.2. Как видно из рис.6.2, входные цепи схемы усилителя УР-1 совершенно аналогичны цепям стандартного усилителя. Так же, как и в стандартном усилителе, режим коллекторных цепей переключателя тока (триоды П11 и П12) обеспечивается

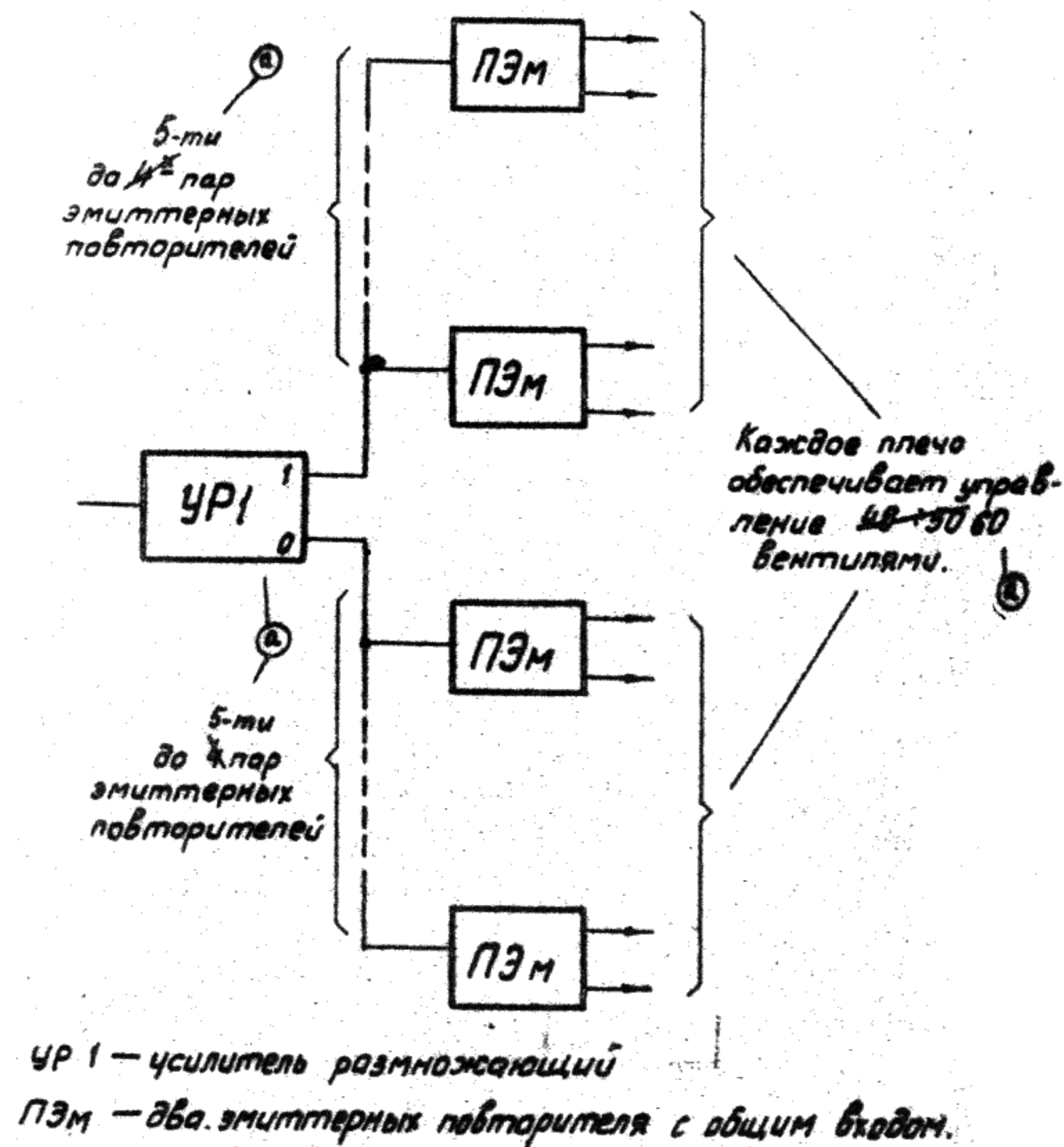


Рис. 6.1

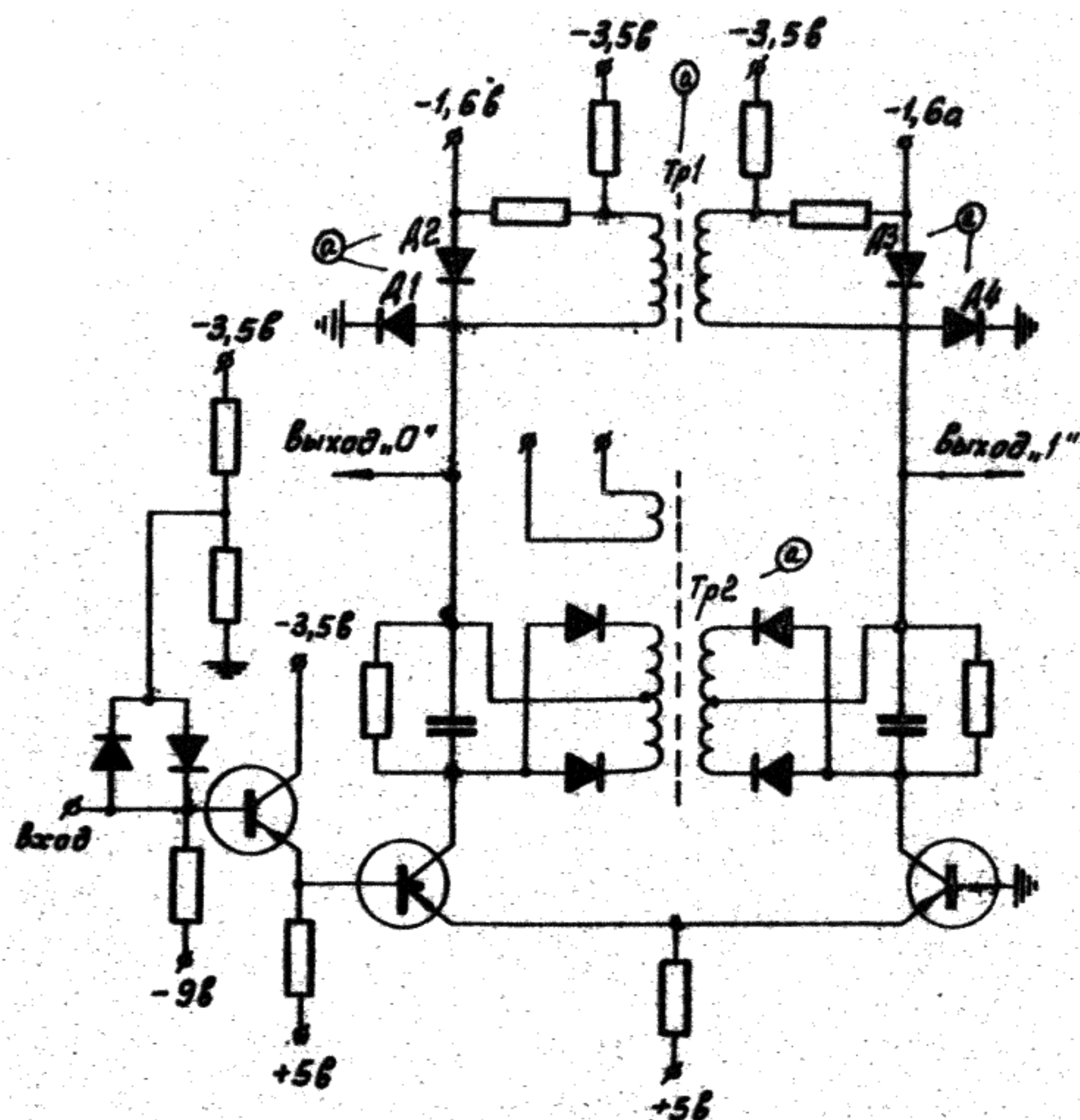


Рис. 6.2

Схема усилителя УР-1

подвешенными источниками питания.

Ток, переключаемый триодами ПП1 и ПП2, увеличен по сравнению с током переключателя в стандартном усилителе и равен 20 мА.

Это нужно для достижения необходимой скорости переключения, поскольку емкостные нагрузки на выходе УР-1 могут быть значительными; кроме того, это позволяет уменьшить влияние базовых токов большого числа эмиттерных повторителей, подключаемых к выходам УР-1.

Корректирующий трансформатор Тр1 в коллекторных цепях переключателя уменьшает фронты выходного сигнала, а диоды Д1, Д2, Д3 и Д4 (рис. 6.2) ограничивают уровни его напряжений.

6.3. Усилитель УР-1 используется в машине только совместно с эмиттерными повторителями, так как положительный уровень сигнала на выходе собственно усилителя недостаточен для управления вентилями схемами.

Схема одной пары эмиттерных повторителей, используемых совместно с УР-1, приведена на рис. 6.3. Ограничивающие диоды Д1 и Д2 и сопротивление R1 позволяют избежать ее возбуждения на высокой частоте.

Уровни напряжений на выходах эмиттерных повторителей близки к уровням стандартного усилителя и обеспечивают переключение стандартных вентиляльных схем.

6.4. Для введения управляемой обратной связи достаточно один из выходов ПЭМ, подключенных к прямому выходу УР-1, через стандартный вентиль подать на вход УР-1. Тактирование схемы УР-1-ПЭМ осуществляется также, как и стандартного усилителя.

Система тактирования

6.5. Большинство узлов центрального вычислителя машины выполнено на схемах с двухфазным управлением и потому для своей работы требует разводки по машине двух парафазных тактирующих сигналов. При этом разность фаз между одноименными тактирующими сигналами в различных точках машины должна быть минимально возможной, а сами сигналы должны быть точно противофазными.

Как уже говорилось в п.4.8, в качестве тактирующих в машине использованы синусоидальные парафазные сигналы, что значительно упрощает техническое выполнение тактирующих цепей.

Монтаж этих цепей в устройствах сделан скрученными проводами красного и синего цвета. Соответственно, сами сигналы принято называть красной серией (К) и синей серией (С).

6.6. Разводка серий по машине осуществляется следующим образом (рис.6.4).

От общего для всей машины задающего генератора через усилитель мощности и согласующий трансформатор сигнал подается на коаксиальный кабель, нагрузкой которого служит понижающий автотрансформатор с коэффициентом трансформации 3:1. В каждой стойке центрального вычислителя (кроме стойки БРУС, объединенной с УУ) имеется один такой автотрансформатор — в блоке БВС (блок ввода серии).

С выходов этого блока серия скрученными проводами подается на блоки эмиттерных повторителей (ПЭМС), расположенные в непосредственной близости от тех вентилях, которыми они должны управлять.

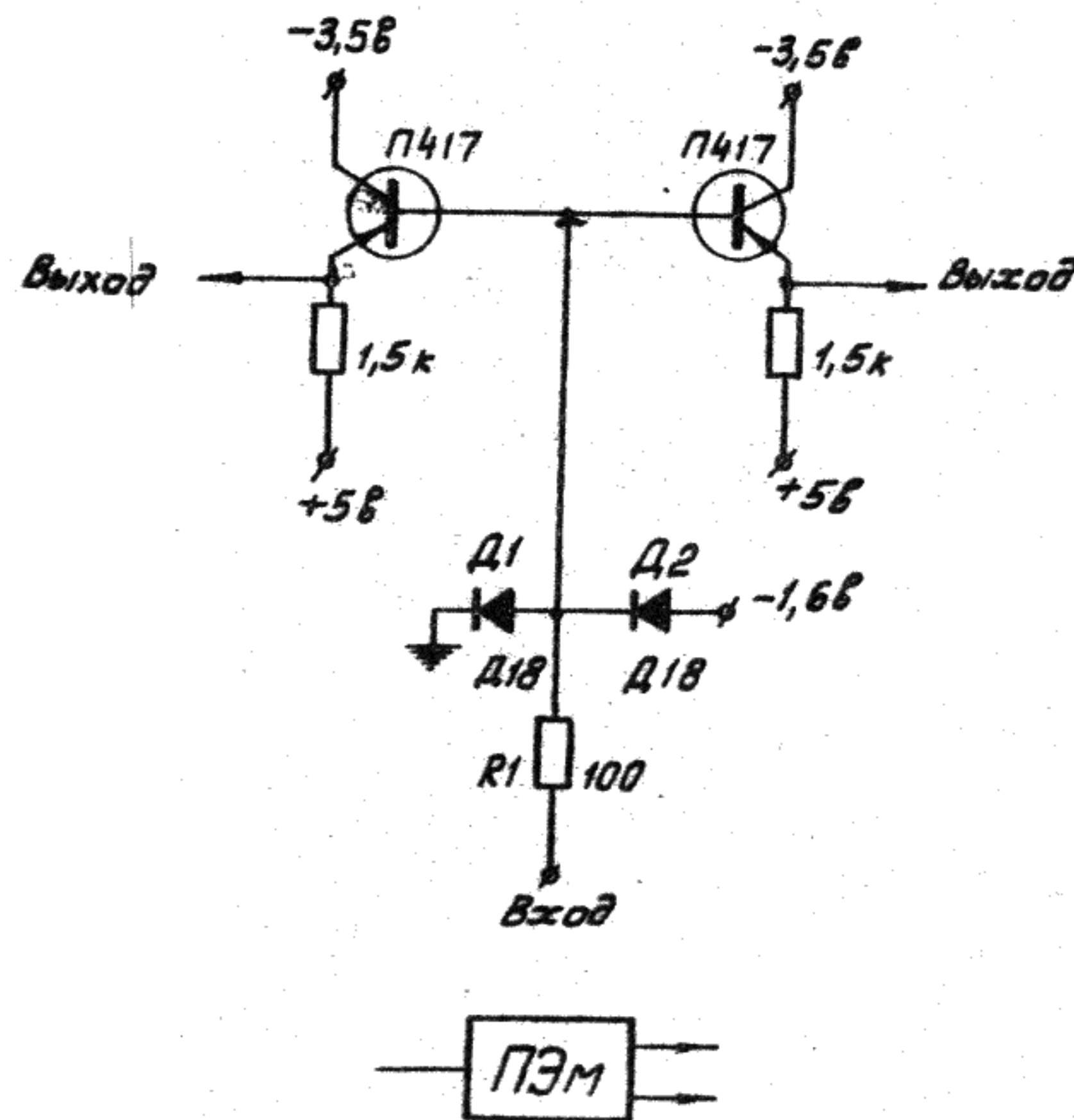


Рис. 6.3

Схема двух эмиттерных повторителей
с общим входом (ПЭМ).

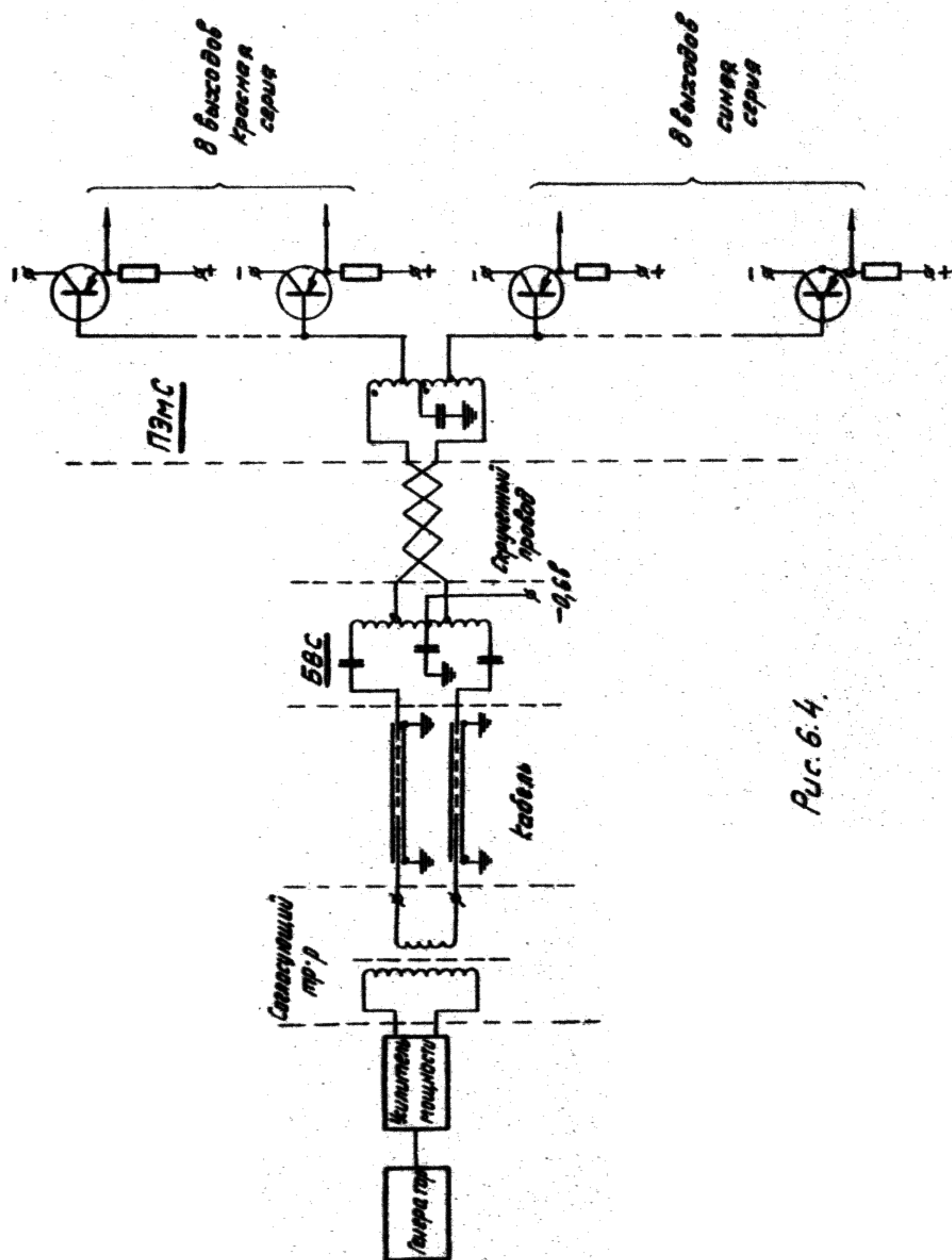


Рис. 6.4.

В каждом блоке ПЭМС имеется еще один понижающий автотрансформатор, к выходам которого уже непосредственно подключены эмиттерные повторители, к каждому выходу по восемь повторителей.

Каждый эмиттерный повторитель может управлять шестью вентилями.

На среднюю точку автотрансформатора в блоке БВС (рис. 6.4) подан потенциал $-0,6$ в и поскольку эмиттерный повторитель поднимает уровни сигналов на $0,3$ в, сигнал на его выходе оказывается симметричным относительно середины зоны срабатывания стандартного усилителя, лежащей на уровне $-0,3$ в.

6.7. Общая схема разводки серий по устройствам машины изображена на рис. 6.5.

Стойки соединяются с задающим генератором отрезками кабеля одинаковой длины; серии разводятся по машине сигналами большей амплитуды, благодаря чему уменьшается влияние индуктивности соединительных проводов.

Все это позволяет добиться неизменности амплитуды и фаз тактирующих сигналов в различных точках центрального вычислителя.

УП. КАБЕЛЬНЫЕ СВЯЗИ.

7.1. Разработанная для машины конструкция блоков и монтажных плат обеспечивает достаточно компактное выполнение узлов машины. Тем не менее часто возникает необходимость управления вентилями, расположенными на значительном расстоянии от управляющего ими усилителя.

Система "усилитель" - диодная логика" допускает, что один вентиль может быть удален от управляющего им усилителя на 60 ± 80 см, два вентиль - на 30 ± 40 см, три - на 20 ± 30 см и т.д.

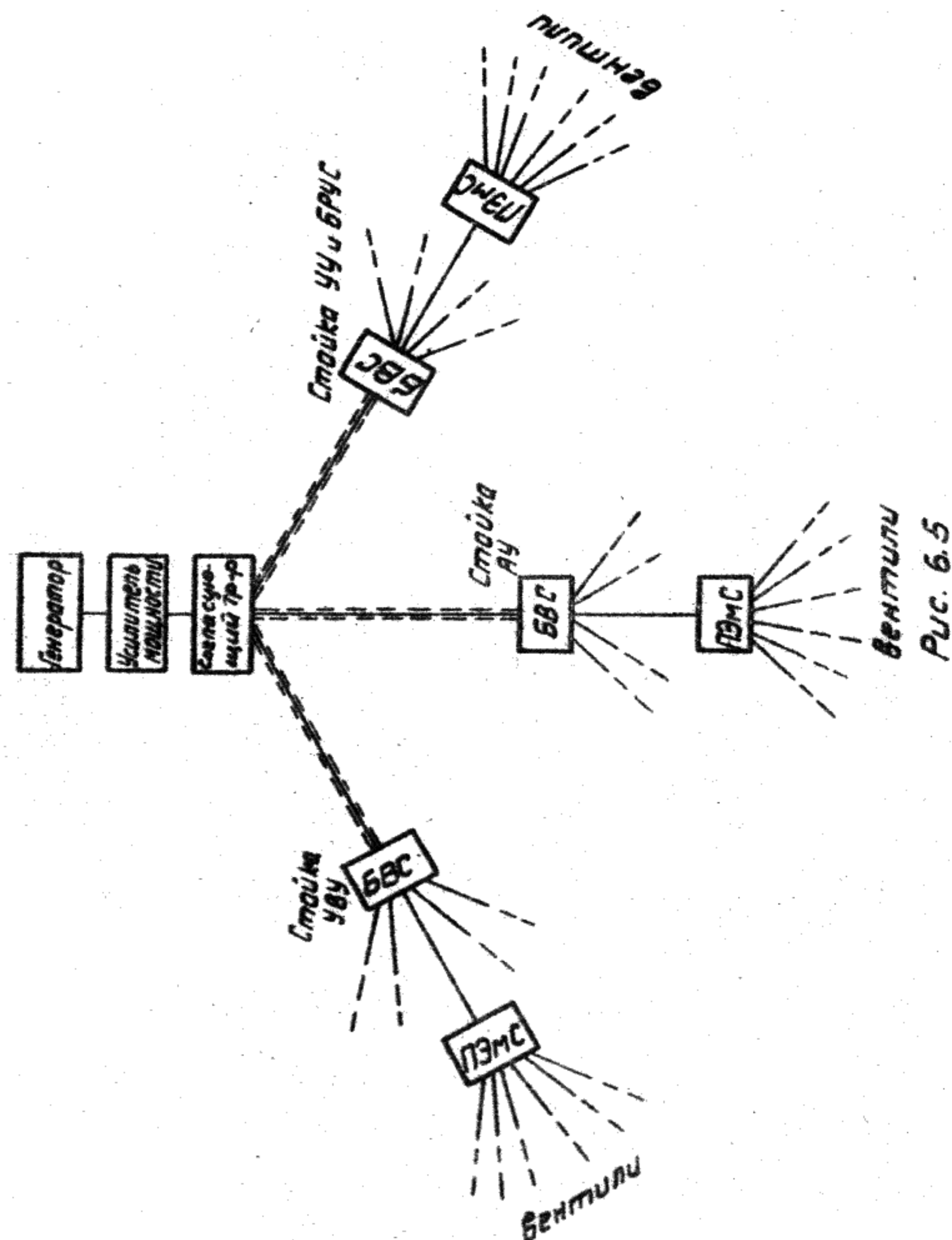


Рис. 6.5
Общая схема разводки серии в машине

Как уже указывалось выше в п.6.1, использование блока УР I и эмиттерных повторителей позволяет передавать сигнал на расстояние до 1 м, практически обеспечивая связь между любыми двумя точками внутри одной стойки машины.

7.2. Во всех случаях, когда необходима передача сигнала на расстояние больше 1 м, в машине используются кабельные связи.

Так, основная масса связей между стойками центрального вычислителя, а также все связи с другими устройствами машины выполнены кабелем.

Непосредственно со стандартных вентильных схем сигнал подается на 75-омный высокочастотный кабель типа РК-75-1,5-II, к выходу которого подключается кабельный усилитель (УК).

Входное сопротивление УК равно волновому сопротивлению кабеля, так что последний оказывается согласованным по выходу.

Кабельный усилитель состоит из усилительного каскада (схема с общей базой) и выходного эмиттерного повторителя (рис.7.1).

Если все вентили, работающие на кабель, закрыты, то по кабелю и триоду ПП1 ток не течет, и выходной уровень напряжения практически определяется напряжением питания $E_k = -1,8\text{В}$.

Если хотя бы один из вентиля открыт, то весь вентильный ток уходит в кабель, проходит через триод ПП1 и на нагрузочном сопротивлении R_2 создает необходимый перепад напряжения.

Одновременно на кабель и, тем самым, на вход УК должен быть включен не более чем один вентиль. В противном случае падение напряжения на нагрузочном сопротивлении R_2 становится настолько большим, что триод ПП1 насыщается. Это приводит к сильной задержке отрицательного фронта на выходе УК.

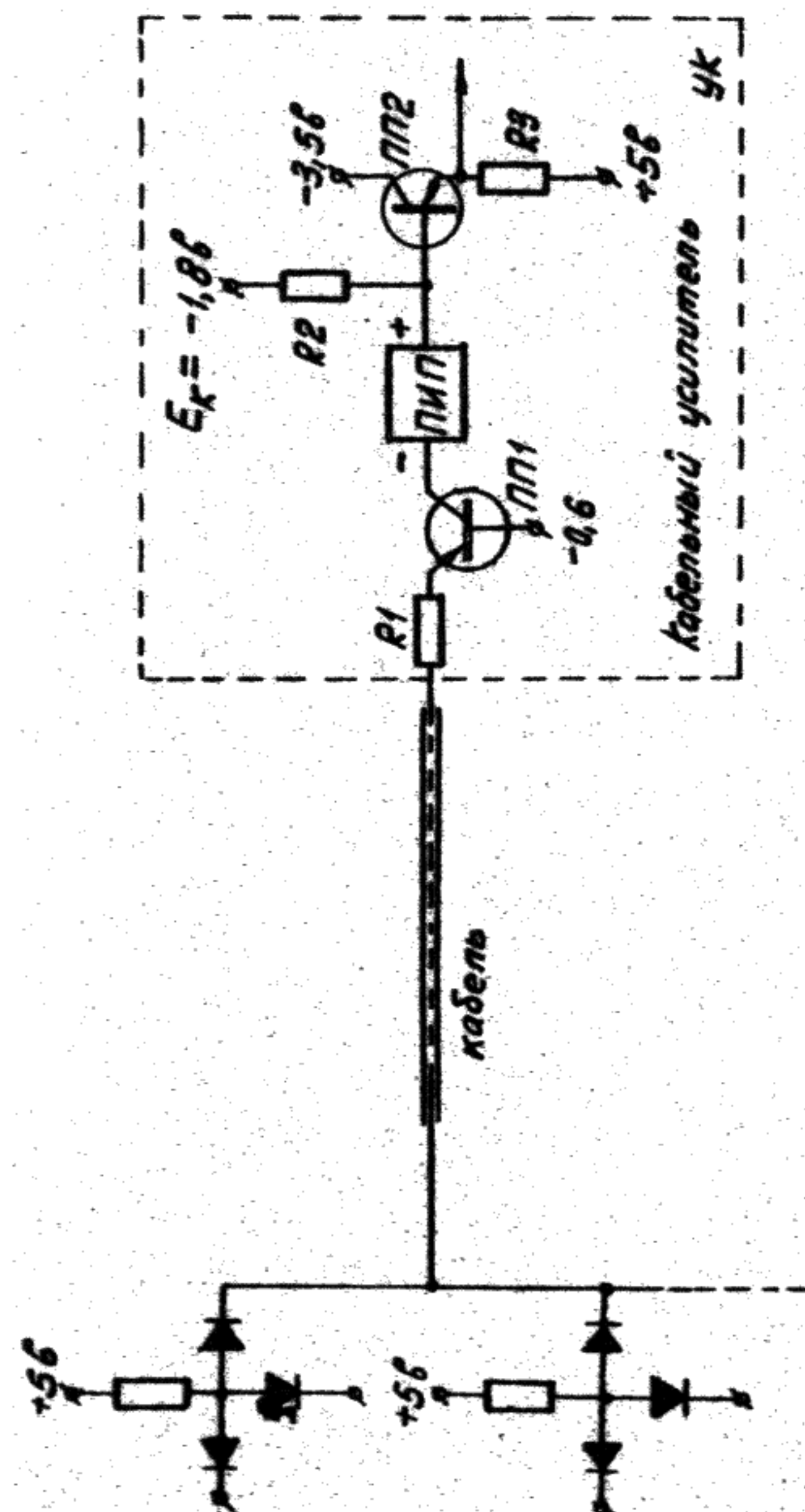


Рис. 7.1
Организация кабельных связей в машине.

Подвешенный источник питания как и в других схемах служит для обеспечения ненасыщенного режима работы ПП1.

Перепад напряжения на входе УК равен примерно 0,1в. Выходные уровни напряжения такие же как и у стандартного усилителя. База ПП1 смещена на 0,6 в, чтобы средний уровень срабатывания вентиля, работающих на УК, примерно совпадал с серединой зоны срабатывания стандартного усилителя. УК может обеспечивать переключение не более трех стандартных вентилях.

Полная схема его приведена на рис.7.2.

УШ. ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАПОМИНАЮЩИХ РЕГИСТРОВ

8.1. Значительное число запоминающих регистров машины, таких, например, как буферные и индекс-регистры, не имеют сложной входной логики и, как правило, не требуют парафазности для реализации последующих логических функций. Частота работы этих регистров может быть несколько ниже, чем у регистров на стандартных усилителях.

В целях экономии оборудования для построения таких запоминающих регистров разработан специальный запоминающий регистровый усилитель (УЗР).

8.2. Усилитель выполнен на основе уже описанной выше в п.7.4. схемы кабельного усилителя.

Поскольку эта схема не инвертирует сигнала и обеспечивает управление стандартными вентилями, для организации запоминания, как и обычно, достаточно добавить к ней вентиль обратной связи.

На рис.8.1 приведена блок-схема УЗР, а на рис.8.2 его электрическая схема.

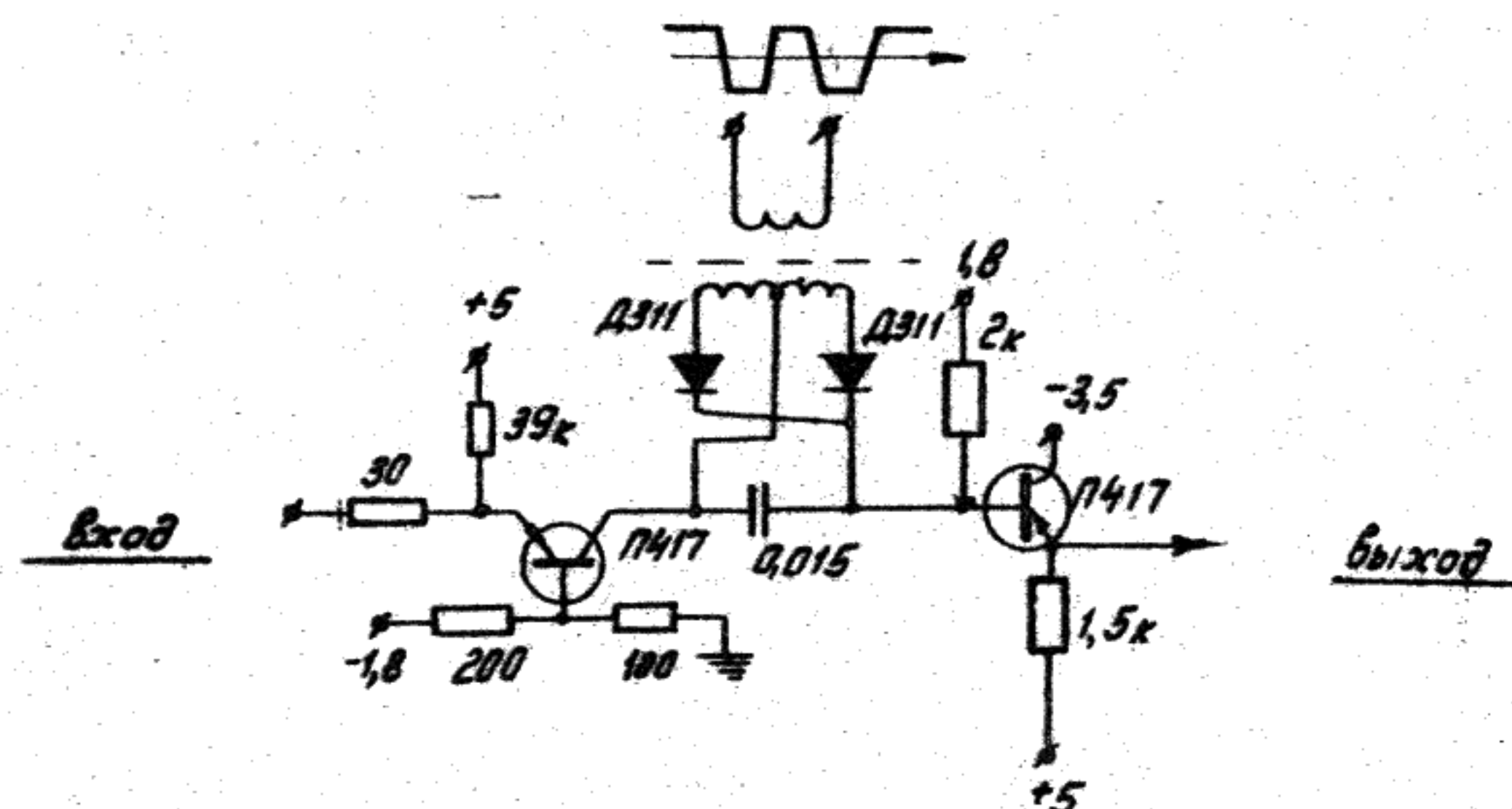


Рис. 7.2

Схема кабельного усилителя.

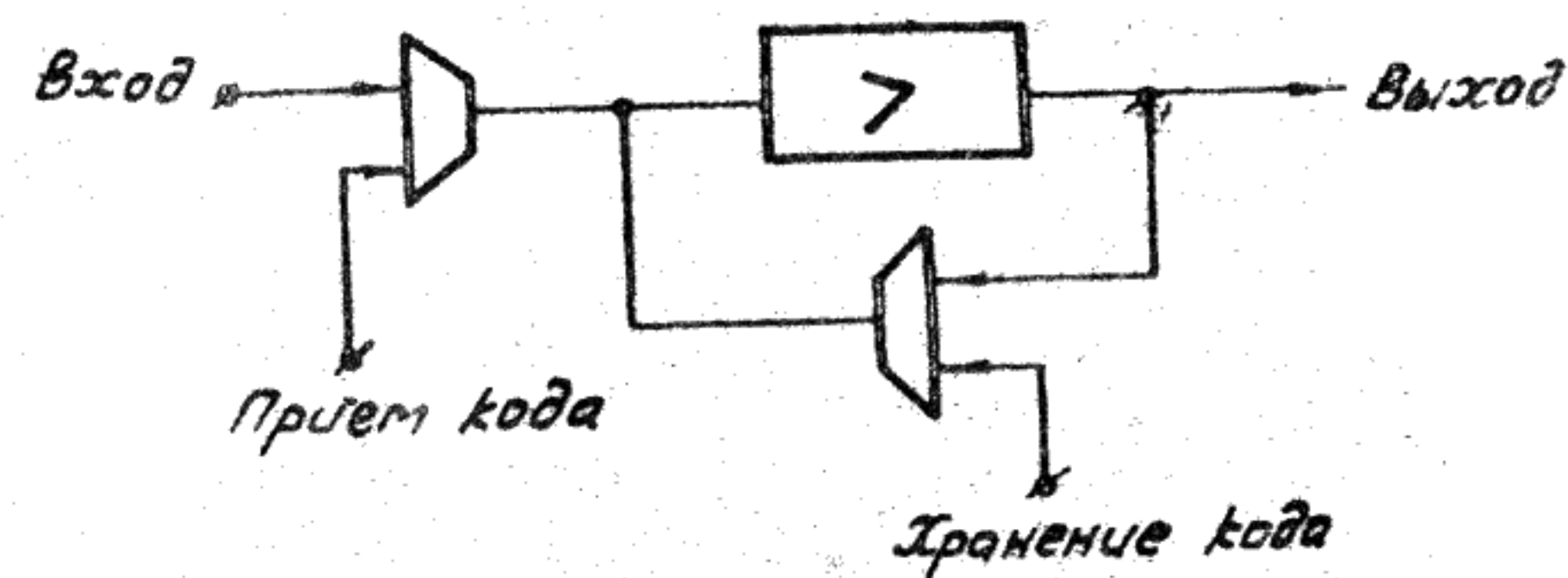


Рис. 8.1.

Блок-схема УЗР.

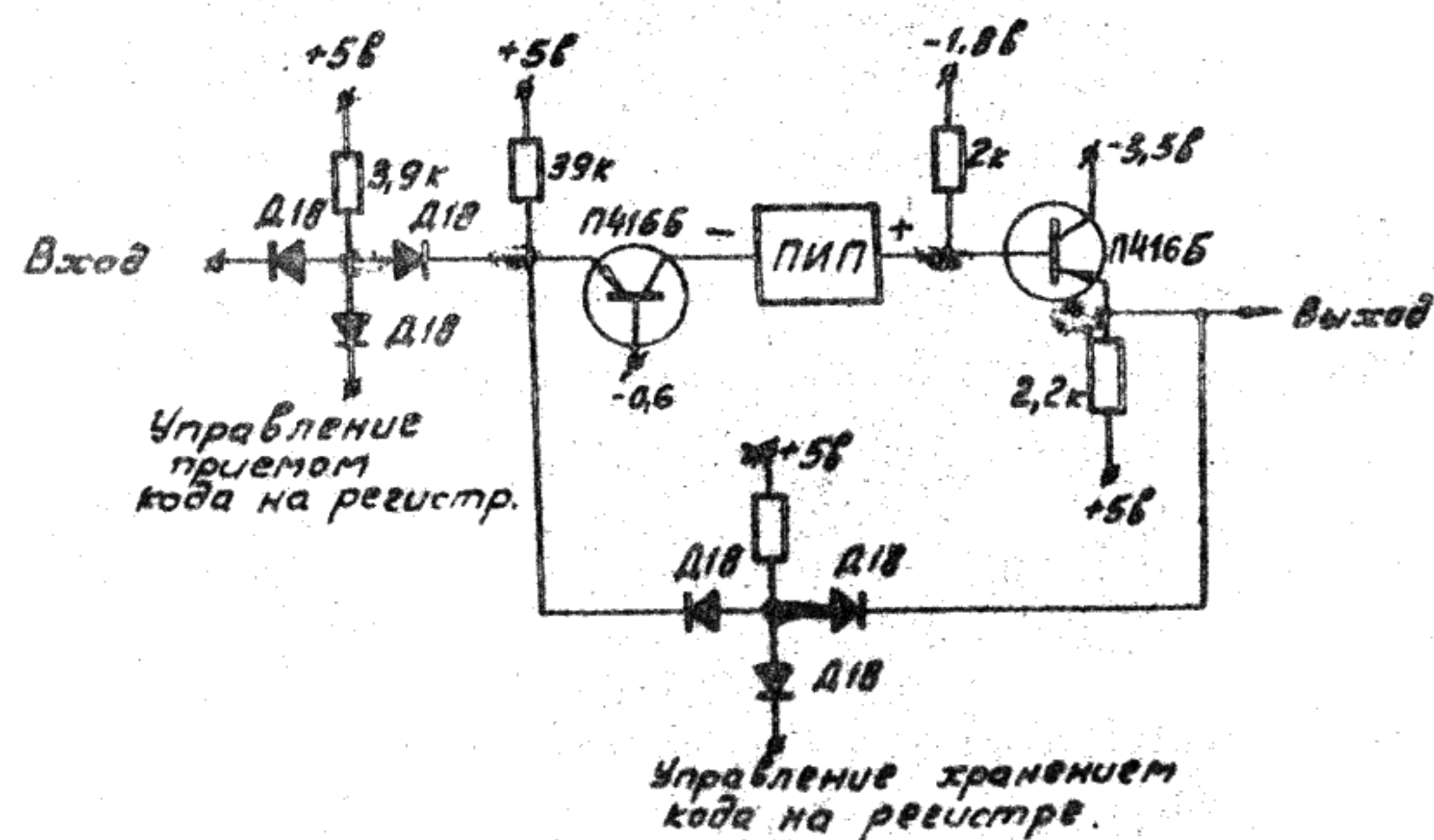


Рис. 8.2

Электрическая схема УЗР.

Запоминающая ячейка на УЗР работает точно также, как и описанная в п.3.17 запоминающая ячейка на стандартном усилителе.

Время переключения УЗР составляет примерно 60-70 нсек.

8.3. Схема регистра на УЗР изображена на рис.8.3.

Сигналы "прием на регистр" и "хранение кода на регистре" являются общими для всех разрядов регистра.

Для того, чтобы обеспечить надежное запоминание кода на регистре, необходимо вентиль обратной связи открывать несколько раньше момента записи входного вентиля сигналом "прием кода" (рис.8.4).

Задержка этого сигнала обеспечивается последовательной передачей управляющего сигнала по усилителям У1 и У2 (рис.8.3), которые обычно выполняются тактированными.

IX. ТИПЫ ВРЕМЕННЫХ СВЯЗЕЙ В МАШИНЕ

Связь между тактированными схемами

9.1. Основные узлы центрального вычислителя БЭСМ-6 выполнены на схемах с двухфазным управлением.

Как уже говорилось выше, система разводки тактированных сигналов обеспечивает строгую синфазность этих сигналов в разных точках машины.

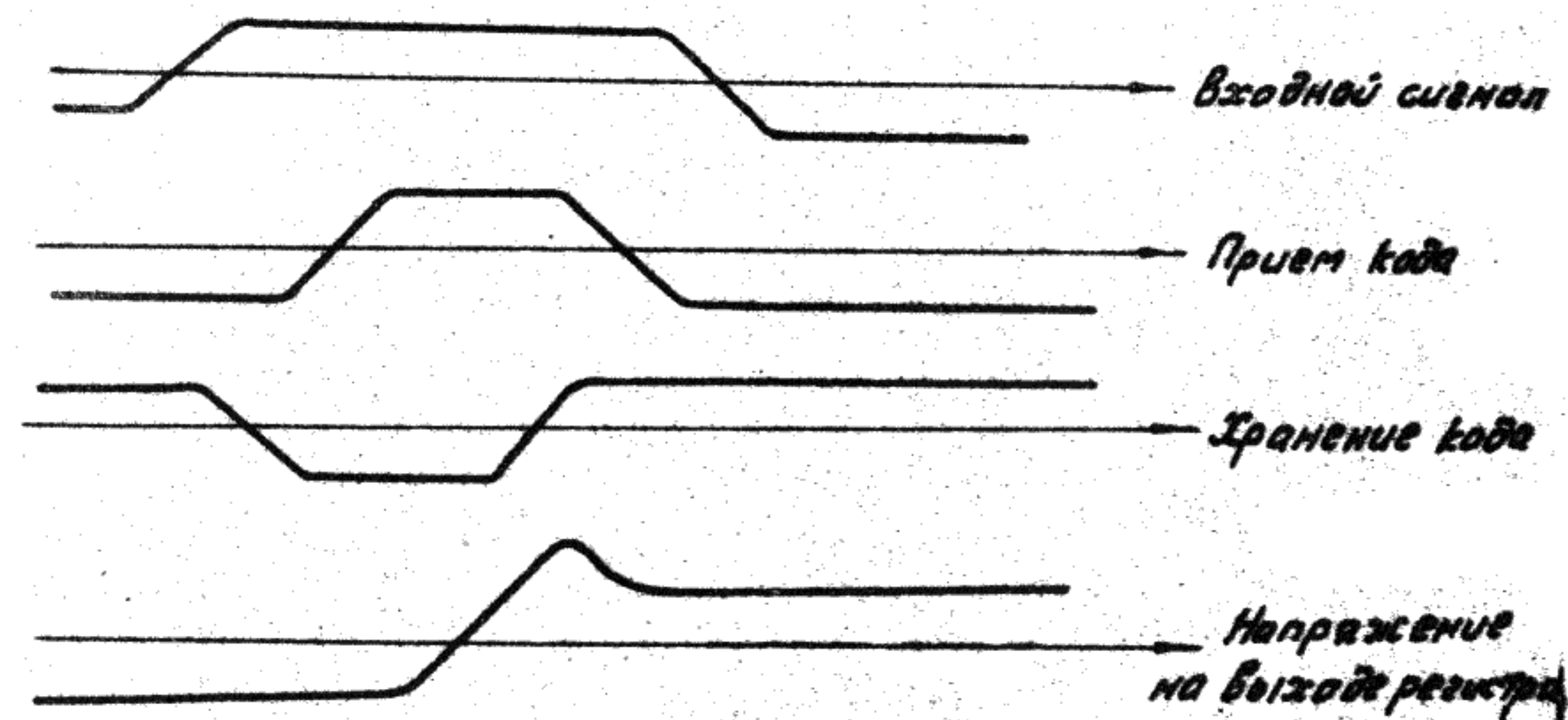


Рис. 8.4.

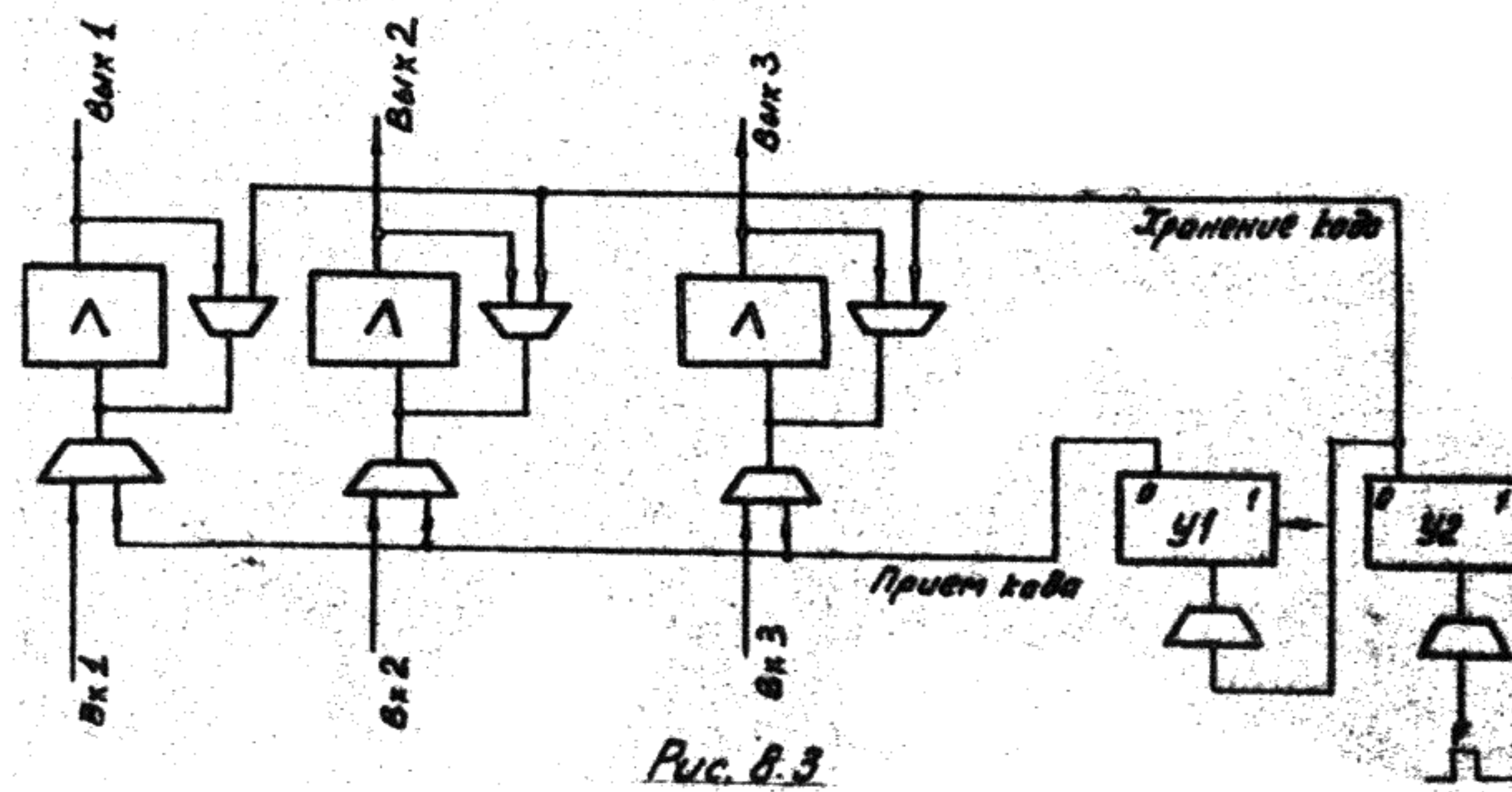


Рис. 8.3

Таким образом, для осуществления связи между тактированными узлами машины, достаточно соблюдать чередование серий при передаче сигнала с одного усилителя на другой.

Связь со схемами, для которых известен момент запуска

9.2. В тех случаях, когда от некоторой схемы не требуется максимальной пропускной способности, она может быть выполнена на нетактированных усилителях, что дает некоторую экономию оборудования.

Кроме того, для тактированной системы длительность одного полутакта выбрана исходя из наилучших условий работы усилителей, в расчете на максимально возможный при максимальных нагрузках на усилитель фронт. В некоторых схемах (например, схема сумматора адреса в устройстве управления) важно как можно быстрее получить сигнал на выходе схемы, пропускная же способность ее может быть не очень высокой. В этих случаях выгодно не вводить тактирования, так как при этом средняя задержка сигнала на один усилитель оказывается меньше — примерно 40 нсек вместо 50 нсек для тактированной системы.

9.3. Цепочки нетактированных усилителей представляют собой один из примеров, когда сигнал на выходе некоторой схемы в машине появляется хотя и с некоторым разбросом, но не позже вполне определенного времени с момента запуска этой схемы.

Связь между тактированными и нетактированными цепями осуществляется следующим образом.

Пусть на вход некоторой цепочки усилителей (нетактированной) подан тактированный сигнал. Как показано в п.3.17, сигнал на ее выходе можно опрашивать только спустя максимальное время задержки

в этой цепочке, равное $N \cdot 40$ нсек, где N — число усилителей в цепочке.

Для этого одновременно с нетактированной цепочкой запускается некоторая тактированная схема, позволяющая отсчитать это время и выработать сигнал опроса (рис.9.1).

Существенным является то, что сигнал на входе нетактированной цепочки можно снимать не ранее, чем окончится сигнал опроса.

Казалось бы, выходной сигнал можно опросить, как это видно на рис.9.1, и после окончания входного сигнала благодаря задержке в цепочке нетактированных усилителей. Но при понижении частоты тактирующих сигналов или при изменении напряжений питания машины (что необходимо при проведении профилактики) может оказаться, что величина задержки в цепи будет уже недостаточной, чтобы обеспечить правильный опрос выходного сигнала цепочки.

На рис.9.2 проиллюстрирован случай, когда опрос всего лишь на половину такта позже окончания входного сигнала приводит к ошибке.

Таким образом, при опросе сигналов на выходе нетактированных цепочек необходимо, чтобы даже при максимально высокой частоте работы машины сигнал опроса появлялся через время, достаточное для пробега сигнала по цепочке, а сигнал на входе цепочки снимался во всяком случае не ранее окончания сигнала опроса.

Связь с асинхронными устройствами.

9.4. В предыдущем пункте была рассмотрена связь с устройством, сигналы на выходе которых появляются в достаточно определенное относительно момента запроса, моменты времени, так что один правильно выбранный сигнал опроса позволяет принять информацию в тактированную схему. Таким образом, например, в машине

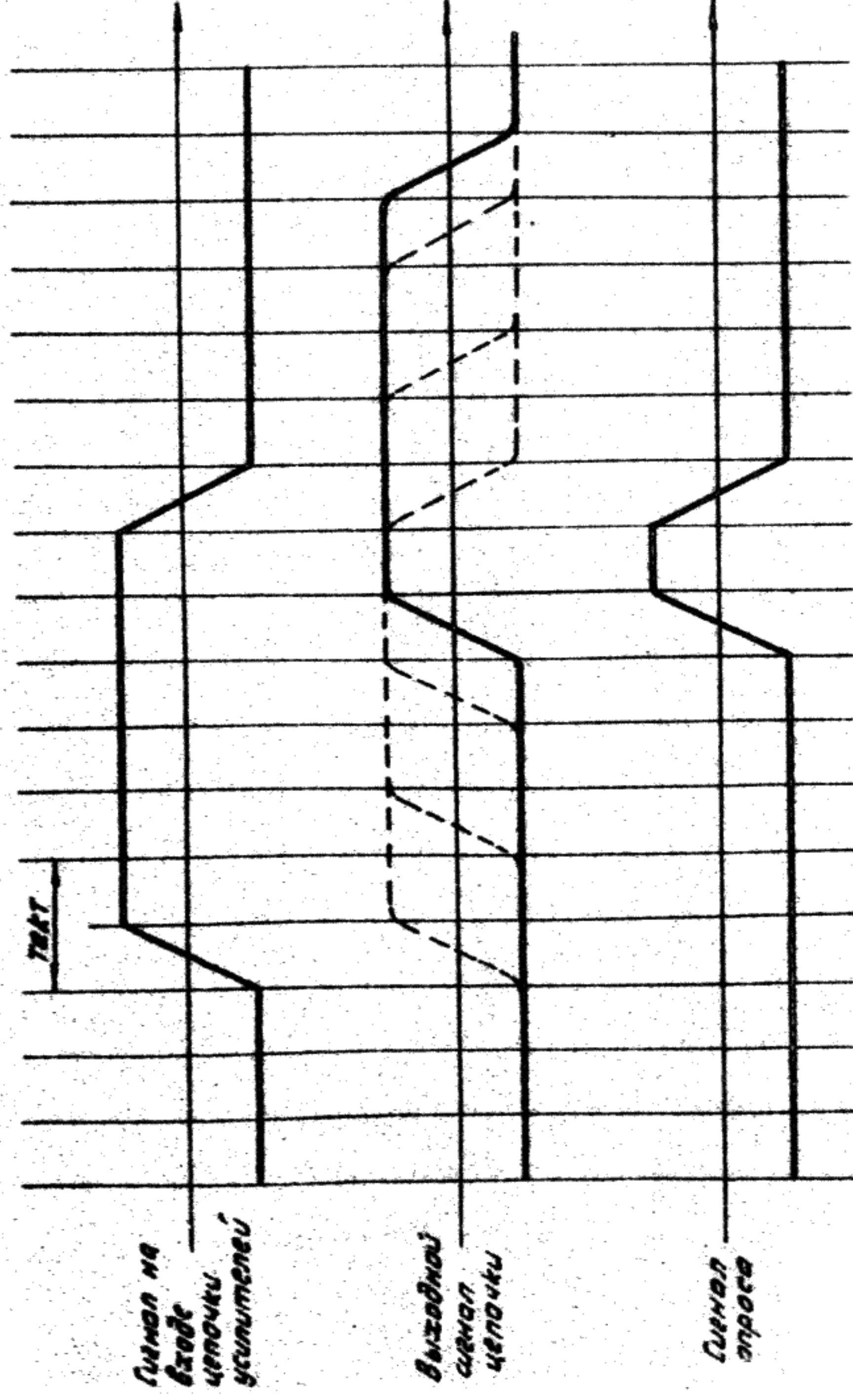


Рис. 9.1.

Временная диаграмма запроса неактивированной цепочки усилителей (момент опроса выбран правильно).

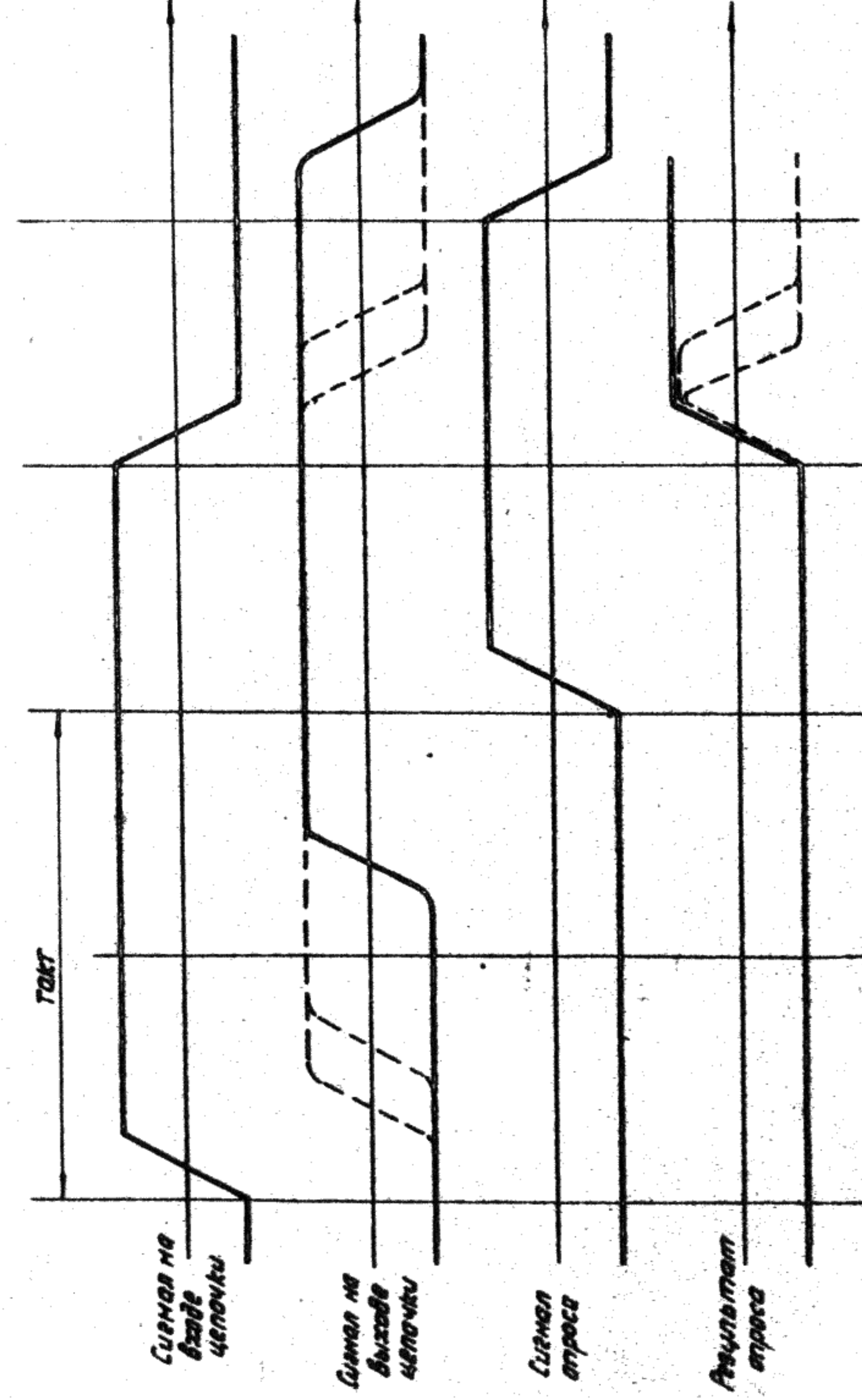


Рис. 9.2.

Временная диаграмма запроса неактивированной цепочки усилителей (момент опроса выбран неправильно).

организована связь с магнитным оперативным запоминающим устройством (МОЗУ).

9.5. Все внешние устройства машины являются по отношению к центральному вычислителю асинхронными, т.е. их сигналы могут приходить в произвольные, никак не связанные с тактирующими сигналами машины моменты времени.

Сюда относятся накопители на магнитном барабане и магнитной ленте, всевозможные устройства ввода-вывода, управление с пультов и пр.

9.6. Поскольку на выходе асинхронного устройства сигнал может появиться в неизвестный заранее момент времени, необходимо постоянно "опрашивать" выходы этого устройства.

При этом всегда есть вероятность того, что стробирующий сигнал попадет на фронт опрашиваемого сигнала. При этом усилитель, на входном вентиле которого происходит это стробирование, может оказаться в неустойчивом состоянии, причем время, в течение которого он будет находиться в этом состоянии, может быть довольно большим.

Ясно, что до тех пор, пока этот усилитель не вернется в устойчивое положение, сигнал на его выходе нельзя передавать на другие усилители, так как он может быть воспринят одними усилителями как "0", а другими как "1".

Практически для схем синхронизации на стандартных усилителях время в 3-4 полутакта (150-200 нсек) вполне достаточно для успокоения усилителя.

9.7. В силу вышесказанного, тактирование асинхронных сигналов осуществляется с помощью двух сигналов опроса (рис.9.3). Первый сигнал стробирует входные вентили усилителя, на который подан опрашиваемый сигнал; второй сигнал стробирует этот усилитель по выходу, т.е. разрешает выдачу кода с него только спустя некоторый промежуток времени, достаточный для полного успокоения усилителя.

Как следует из рис.9.3, тактированный сигнал на выходе схемы синхронизации может появляться с некоторым разбросом, называемым временем синхронизации $T_{\text{синхр}}$.

Схемы, используемые в последующем эти синхронизированные сигналы, должны учитывать, что на синхронизацию фронта асинхронного сигнала требуется некоторое время.

Х. СИСТЕМА ПИТАНИЯ ПОДВЕШЕННЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ

10.1. В схемах всех основных блоков машины (например, У. УР I, УК и др.) использованы, как уже говорилось, подвешенные источники питания. Они представляют собой (рис.10.1) два двухполупериодных выпрямителя с общим трансформатором, выполненном в ферритовом сердечнике типа Ф-1000 (8x4x2 мм).

10.2. На входную обмотку трансформатора подается прямоугольный сигнал амплитудой 6-7в, частотой около 400 кГц и длительностью фронтов примерно 200-300 нсек.

Использование такого сигнала для питания выпрямителей позволяет существенно уменьшить их габариты, но требует при этом, в силу специфики их применения, тщательной разработки конструкции ПИП'ов и соответствующих монтажных цепей в блоках, где они используются.

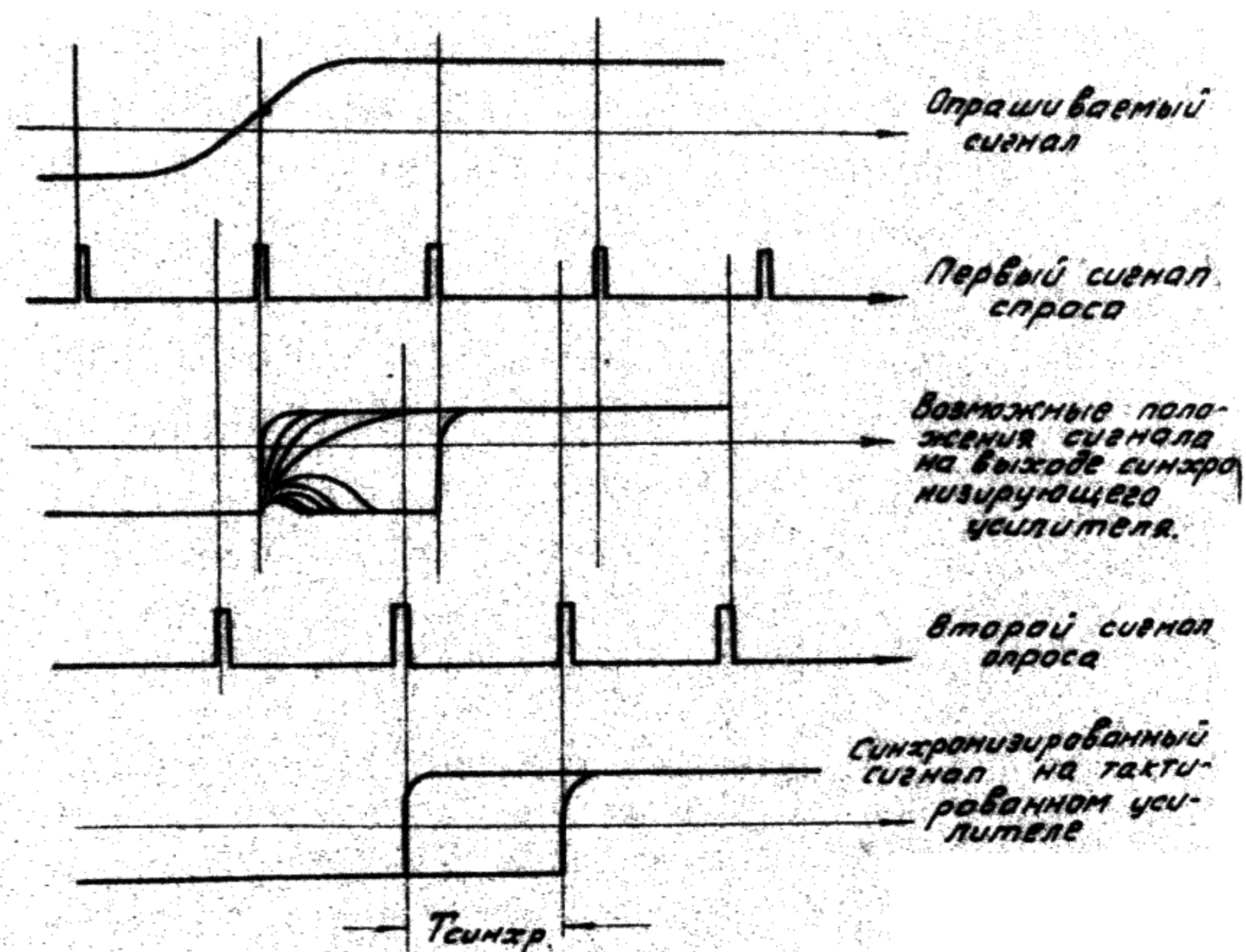


Рис. 9.3.

Временная диаграмма опроса
асинхронного сигнала

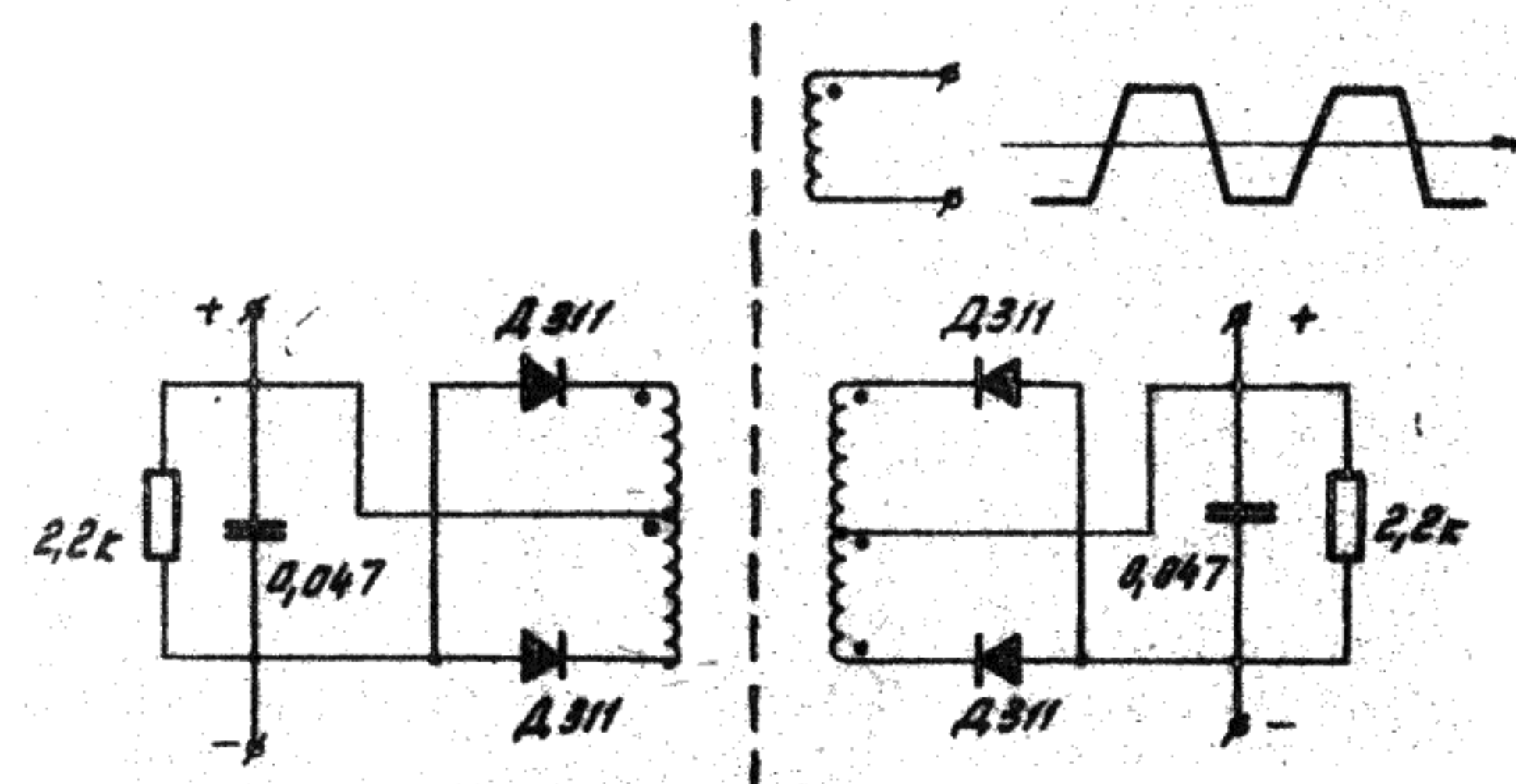


Рис. 10.1

Схема двух подвешенных источников питания,
выполненных на общем трансформаторе.

Выходное напряжение каждого из выпрямителей равно примерно 3в.

10.3. На рис.10.2 показан один из возможных способов возникновения помехи в выходном сигнале схемы, использующей "ПИП".

Паразитная емкость $C_{пар}$ приводит к появлению замкнутого по высокой частоте контура (рис.10.3).

В результате на нагрузочном сопротивлении возникает помеха, накладывающаяся на основной сигнал схемы, причем чем больше $C_{пар}$ при данной длительности фронтов питающего напряжения ПИП'а и данным R_H , тем больше помеха.

10.4. Трансформаторы, разработанные для ПИП'ов, имеют весьма малые межобмоточные и монтажные емкости - не более 1,5-2 пф - так что величина помехи в схемах не превышает 0,1в.

10.5. На рис.10.4 показана схема разводки сигнала 400 кГц по стойкам машины.

С задающего генератора (блок ГИП) сигнал подается на специальный парафазный усилитель мощности, (блок УИП).

К каждому такому усилителю может быть подключено до 80 схем "ПИП'ов" (изображенных на рис.10.1) или несколько блоков УИП.

В целом система обеспечивает разводку сети 400 кГц по всем блокам центрального вычислителя.

В удаленных от центрального вычислителя стойках (КМБ, КВУ и др.) используются автономные системы со своим задающим генератором, аналогичные описанной выше.

10.6. Схема усилителя импульсного питания приведена на рис.10.5 и представляет собой двухтактный усилитель мощности, работающий в режиме переключения.

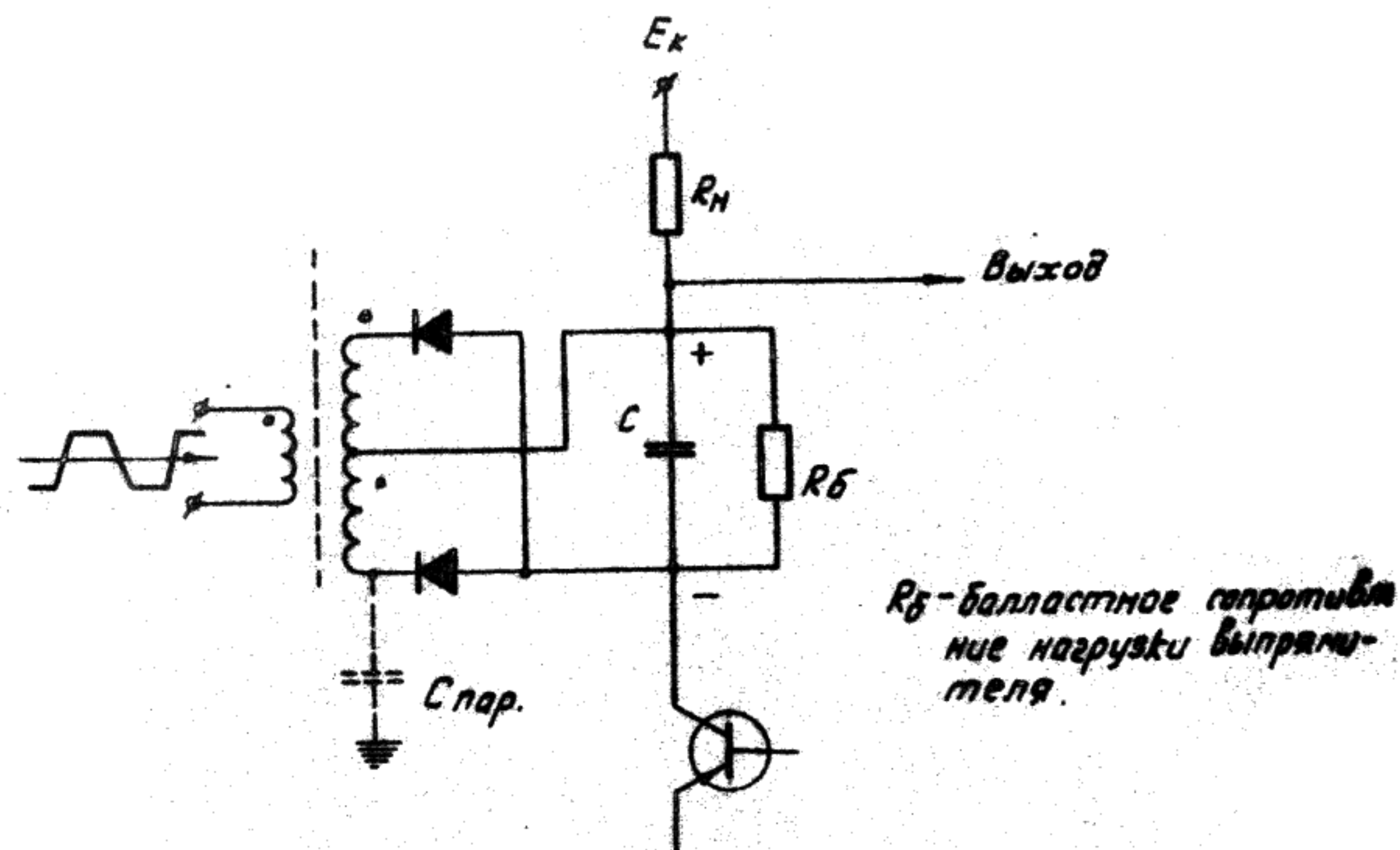
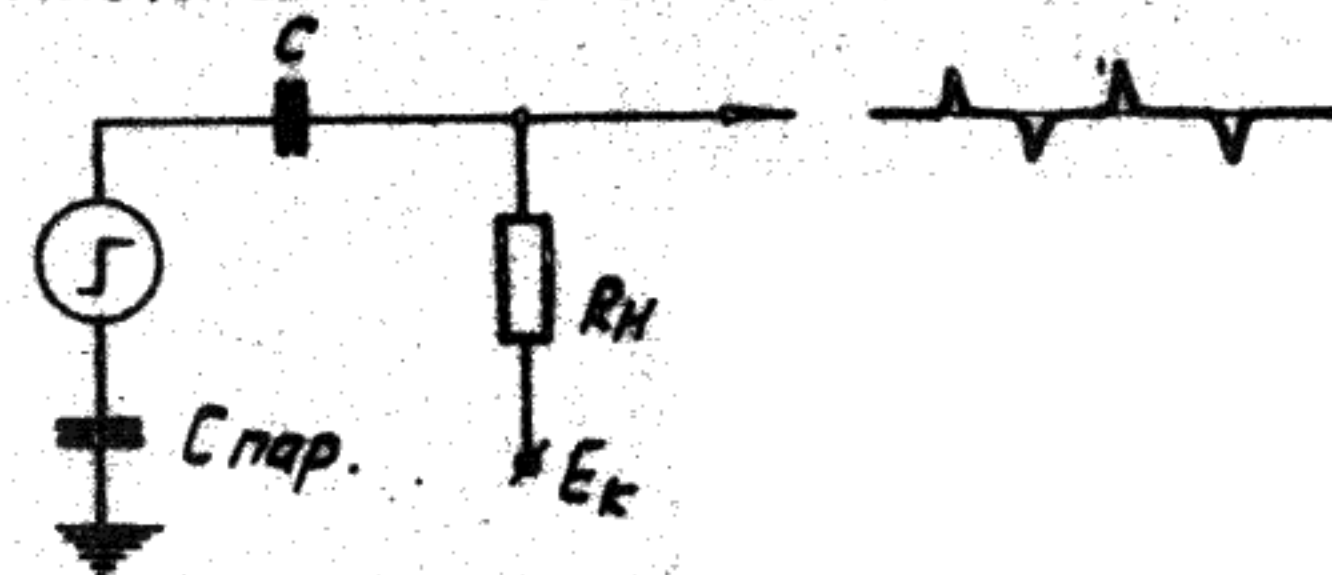


Схема включения подвешенного источника питания



Эквивалентная схема контура тока, вызывающего появление помехи на R_H .

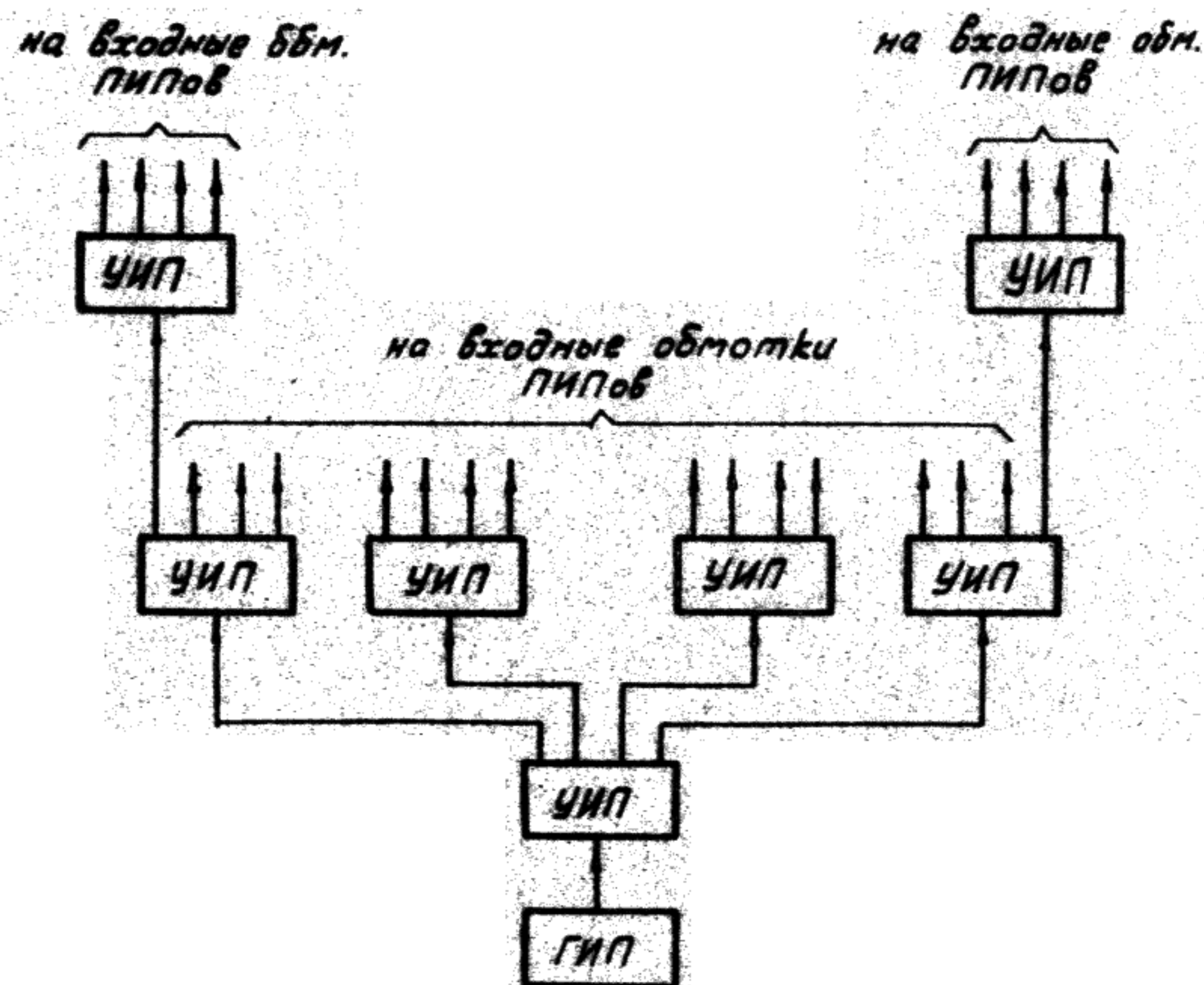
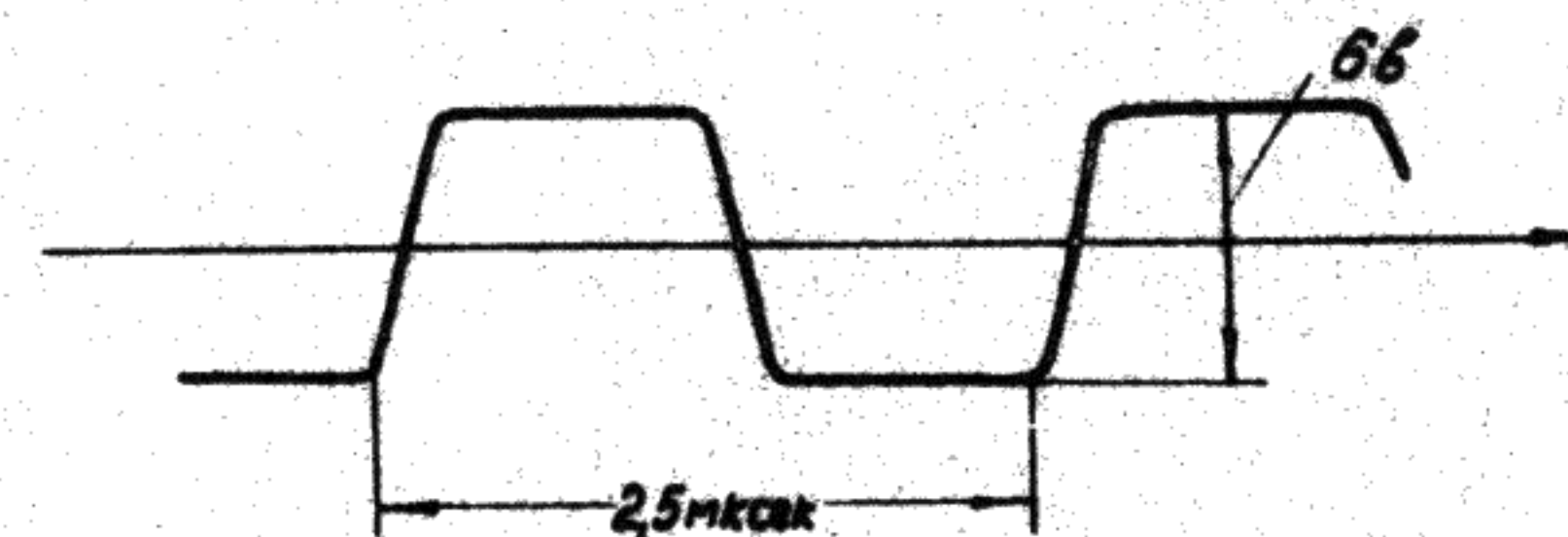


Рис. 10.4

Схема разводки сети 400 кГц

ГИП — генератор импульсного питания

УИП — усилитель импульсного питания



Примерная форма входных и выходных
сигналов схемы УИП

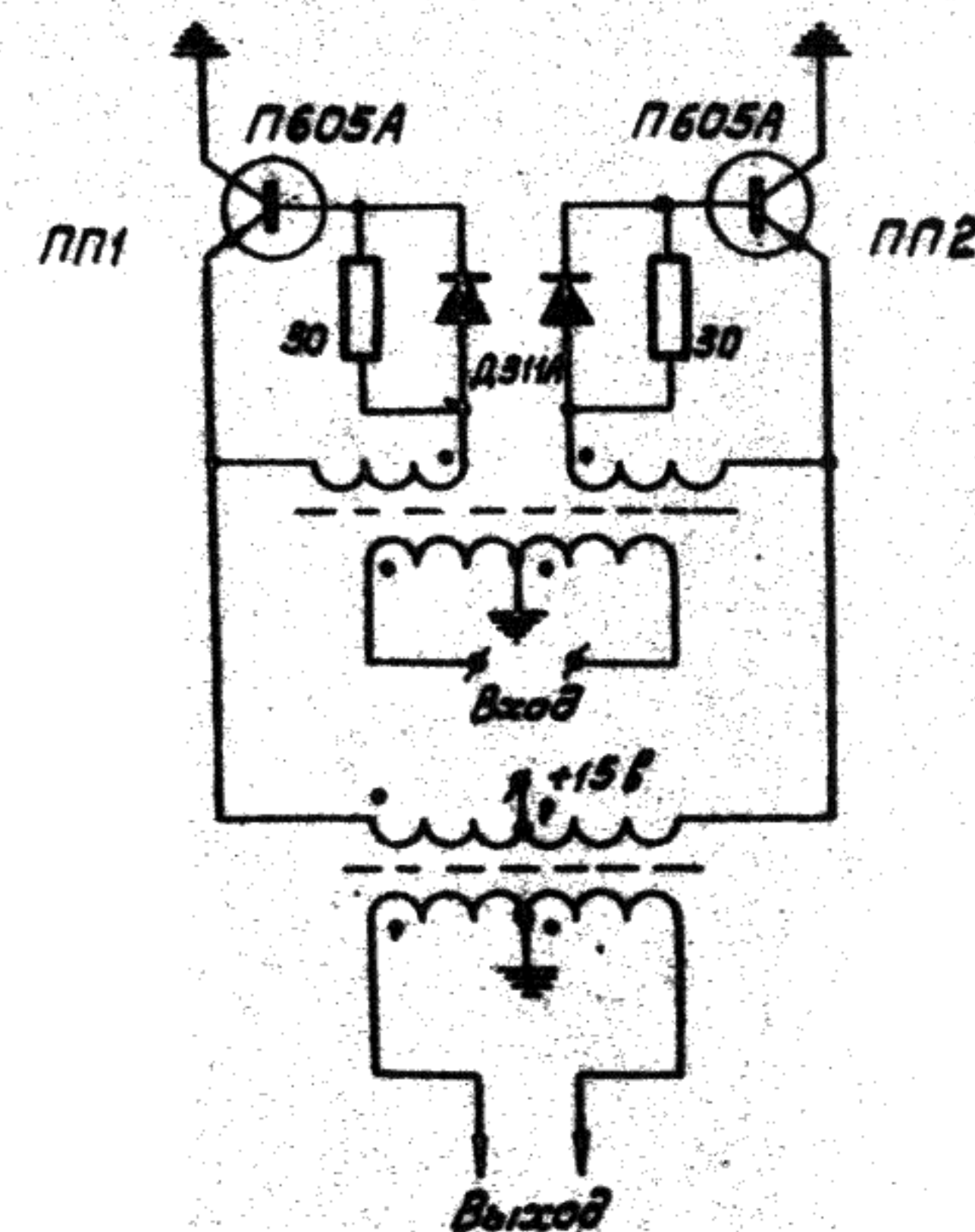


Рис. 10.5

Усилитель импульсного питания —
— УИП

Коллекторы ПП1 и ПП2 заземлены, чтобы можно было использовать общий для триодов блока радиатор.

Х1. СХЕМЫ ИНДИКАЦИИ

II.1. Для облегчения наладки и эксплуатации машины в каждый блок У, УР-1, УЗР и др. помещены схемы индикации, позволяющие визуально следить за состоянием каждого из усилителей.

При этом свечение неоновой лампы указывает не то, что данный усилитель находится в состоянии "1".

II.2. На рис. II.1 приведена схема индикации. Она состоит из инвертора на высоковольтном триоде П26Б и неоновой лампы.

Если на вход схемы подается стандартный положительный уровень напряжения, триод ПП1 запирается и неоновая лампа закигается.

При отрицательном уровне напряжения на входе схемы ПП1 насыщен и неоновая лампа не горит.

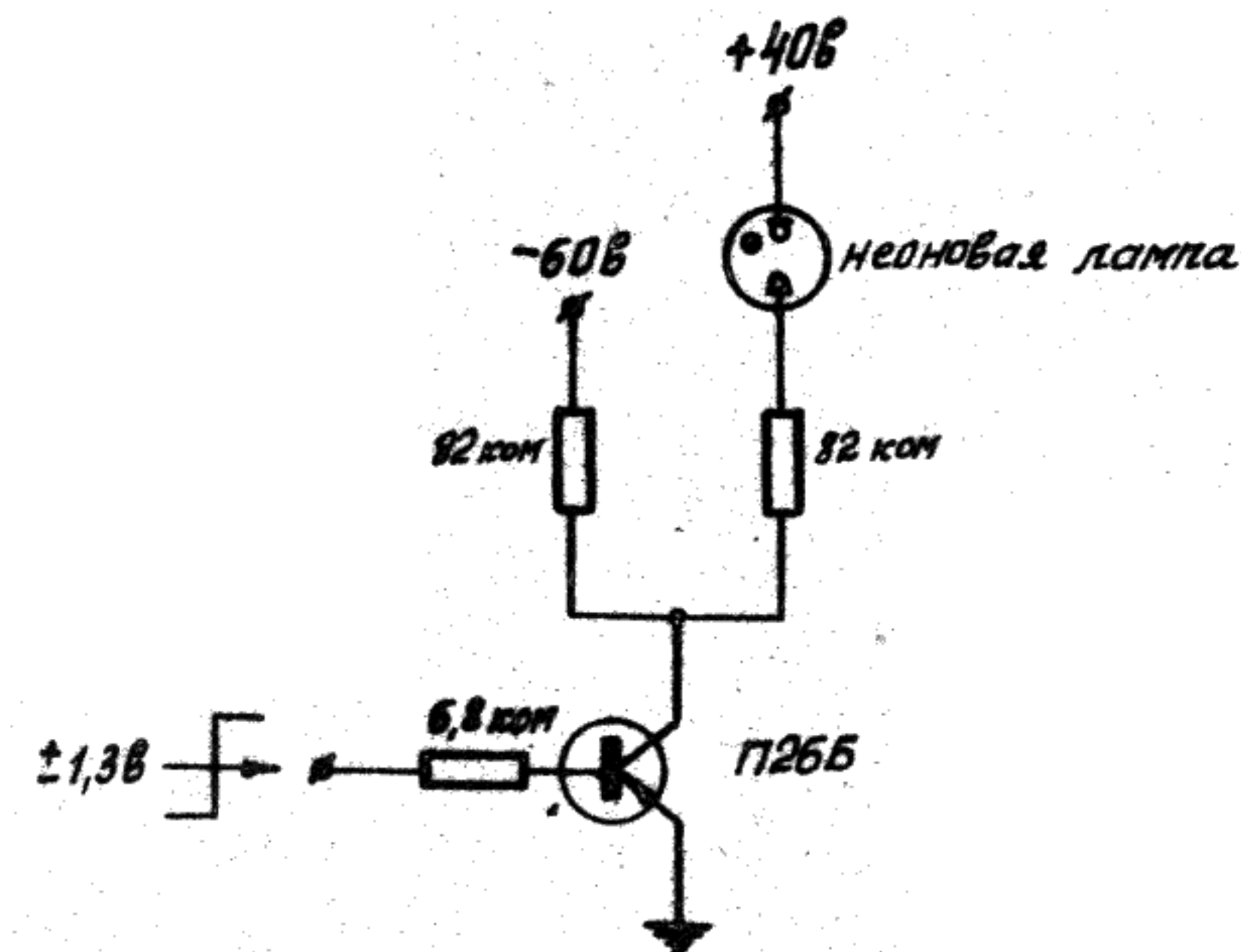


Рис. 11.1

Схема индикации.

Приложение I

ХП. ОПИСАНИЕ БЛОКОВ "УР", "УС", "ТИП"

Блок "УР"

12.1. Размножающий усилитель может быть использован в машине только совместно с эмиттерными повторителями; повторители конструктивно отделены от блока УР-I и расположены в блоке ПЭМ.

12.2. Во многих случаях удобно и экономично иметь выходные эмиттерные повторители в непосредственной близости от схемы размножающего усилителя - в одном и том же блоке.

Блок "УР" представляет собой такой вариант конструктивного расположения элементов схемы размножения УР-I-ПЭМ (рис.6.1). В блоке расположены две аналогичных схемы, каждая из которых содержит размножающий усилитель и два выходных эмиттерных повторителя.

12.3. Так же как и блок "УР-I", блок "УР" имеет выходы для подключения эмиттерных повторителей.

Блок "УС"

12.4. Блок "УС" использован в стойке "БРУС" машины и представляет собой набор стандартных вентилях, схем УК и УЗР, описанных в Т0-1. Логика работы этих схем изложена в соответствующих пунктах описания устройства управления (ИИ.700.000 Т0-2).

Кроме того, в блоке "УС" находится специальная схема кабельного усилителя (рис.12.1), к входу которой может быть подключено до восьми коаксиальных кабелей с волновым сопротивлением 75 Ом.

12.5. Основой кабельного усилителя "УС" является схема линейного усилителя с глубокой отрицательной обратной связью (триоды ПП1 и ПП2), обладающая весьма малым входным сопротивлением (в т. "а" рис.12.1). Благодаря этому кабели, подключаемые к точке "а" схемы через сопротивления, примерно равные волновому, все оказываются согласованными по выходу.

Приложение 1
(продолжение)

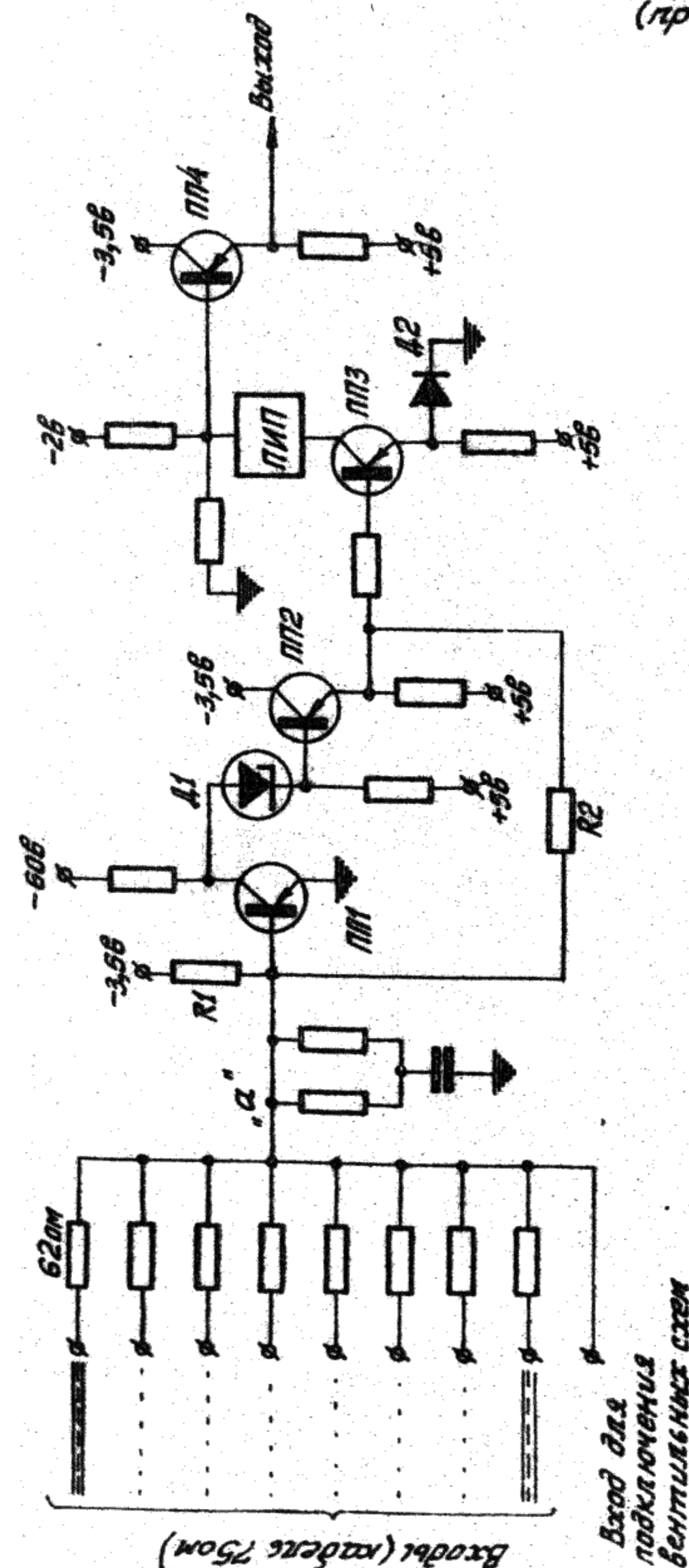


Рис 12.1. Схема кабельного усилителя "УС"

Приложение I
(продолжение)

12.6. Собственно линейный усилитель состоит из инвертора ПП1, ненасыщенный режим которого обеспечивается стабилитроном Д1 (Д808), и эмиттерного повторителя ПП2. Напряжение на выходе ПП2 определяется, в основном, падением напряжения на сопротивлении обратной связи $R2$.

Если на вход схемы (в точку "а") сигнал с кабелей не поступает (входной ток равен нулю), то выходное напряжение практически определяется делителем на сопротивлениях $R1$ и $R2$. При этом, т.к. потенциал базы ПП1 ~~всегда близок к нулю~~ ^{примерно равен -0,3 в}, можно считать, что

$$U_{\text{вых}} \approx R2 \cdot \frac{3,5}{R1}, \quad (+0,5 \text{ в})$$

Если с одного из кабелей поступает входной сигнал (ток 1,3 ма), то ток через $R2$ будет равен разности между входным током и утечкой $R1$. При этом на выходе ПП2 установится напряжение -0,5 в.

12.7. К выходу эмиттерного повторителя подключен обычный переключатель тока, в котором второй триод переключателя заменен диодом Д2.

Выходной сигнал снимается с эмиттерного повторителя ПП4.

Блок "ГИП"

12.8. Блок "ГИП" (генератор импульсного питания) вырабатывает сигнал прямоугольной формы, который затем усиливается блоками УИП и подается на подвешенные источники питания (см. рис.10.4).

12.9. Блок "ГИП" (рис.12.2) состоит из парафазного генератора на триодах ПП1, ПП2, собранного по трехточечной схеме

Приложение I
(продолжение)

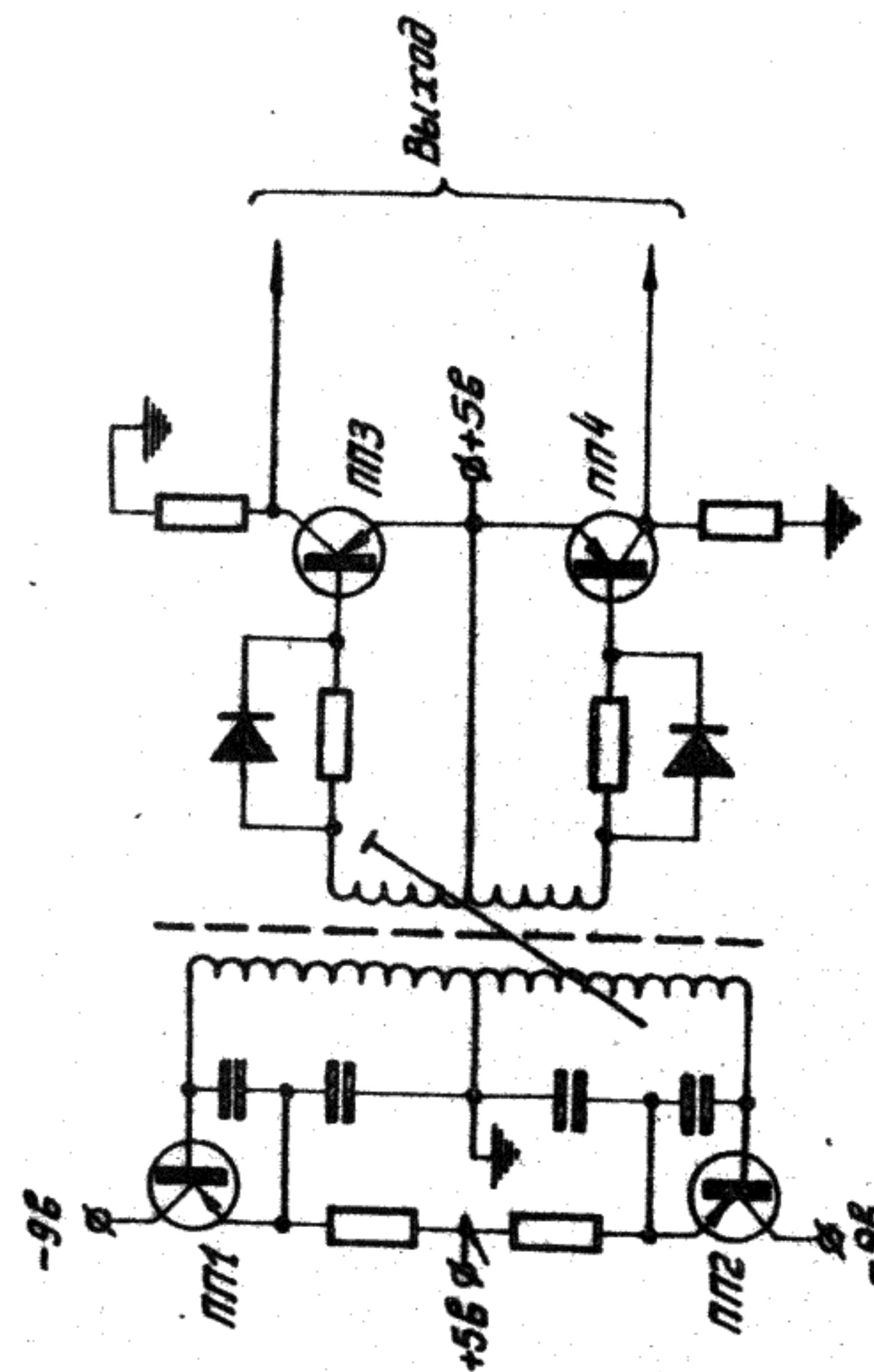


Рис 12.2. Схема генератора импульсного питания.

Приложение I
(продолжение)

и парафазного усилительного каскада (ПП3, ПП4), работающего в режиме переключения.

Выходы блока "ГИП" подключаются к входному трансформатору блока "УИП".

Частота генерации блока "ГИП" устанавливается с помощью переменной индуктивности в контуре генератора. Она должна быть равна 400кГц.

СОДЕРЖАНИЕ:

	стр.
I. Назначение и основные технические характеристики	3
II. Основные положений	3
III. Система "диодная логика-усилитель".....	6
IV. Двухфазное управление	26
У. Типовые схемы на тактированных усилителях	35
UI. Способы размножения сигналов.....	44
UP. Кабельные связи	51
UШ. Организация запоминающих регистров.....	55
IX. Типы временных связей в машине.....	58
X. Система питания подвешенных выпрямителей...	65
XI. Схемы индикации	72
XII. Приложение I. Описание блоков УР, УС, ГИП	74