

Министерство высшего и среднего специального  
образования РСФСР Куйбышевского ордена Трудового  
Красного Знамени авиационный институт имени  
С.П.Королева

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРА СТРОЧНОЙ РАЗВЕРТКИ

Лабораторная работа № I

Куйбышев 1966

УДК 621.396.6

В методических указаниях излагаются краткие теоретические основы лабораторной работы, описание принципиальной схемы генератора строчной развёртки на базе современного цветного телевизора, а также приводится методика выполнения работы.

Предназначены для студентов специальности 0701 радиотехнического факультета КуАИ.

Составитель Галина Васильевна Репина

## ВНИМАНИЕ !!!

При работе с цветным телевизором необходимо иметь в виду, что напряжение, опасное для жизни, имеется не только на первом аноде кинескопа ( 25 кВ ), но и на ламповой панельке, куда подводится 4,5...5,5 кВ для питания фокусировки и до 1 кВ для питания ускоряющих электродов, а также на деталях, установленных на шасси и связанных с выходом выпрямителя +380...400 В, конденсатором вольтодобавки (700...1000 В) и анодными цепями +250 В и +150 В.

Во избежание несчастных случаев следует пользоваться инструментами с изолированной ручкой, все регулировки производить одной рукой, оберегая другую руку от прикосновения к металлическим токоведущим предметам участков телевизора и аппаратуры.

Цель работы - изучение практической схемы строчной развертки современного цветного приемника УЛШЦТИ - 59/61; экспериментальное исследование физических процессов, происходящих в этой схеме.

### ВНИМАНИЕ СТУДЕНТОВ !

1. До выполнения лабораторной работы каждый студент должен во вне-аудиторное время изучать теоретические основы, а также произвести необходимые расчеты.
2. Полученные результаты показывать преподавателю и сдать коллегам.
3. Начало лабораторной работы и включение приборов и телевизионного оборудования производить только с разрешения преподавателя.
4. По окончании лабораторной работы показывать преподавателю результаты эксперимента и только после положительной оценки результатов выключить аппаратуру и привести рабочее место в порядок.

### 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

При проектировании генератора строчной развертки необходимо учитывать следующие его особенности (так как  $f_c > f_K$  в 312,5 раз):

1. Влияние паразитных емкостей, определяющих время обратного хода и вызывающих колебательный процесс в начале прямого хода.

2. Потери мощности в ядре отклоняющих катушек и сердечнике трансформатора быстро растут с ростом частоты, поэтому используются дорогие сердечники - ферриты.

3. Быстрые изменения отклоняющего тока во время обратного хода ( $T_2 = 7 \dots 10$  мкс) вызывает на индуктивности схемы импульсы напряжения большой величины - несколько тысяч вольт, поэтому многие элементы должны быть высококачественными, обладать хорошей изоляцией, выдерживать большие импульсы напряжения.

4. Работа на высоких частотах приводит к тому, что выходной каскад работает на индуктивную нагрузку ( $\omega L_K \gg R_K$ ).

Преимущества транзисторных разверток перед ламповыми очевидны: высокая экономичность, надёжность, большой срок службы и т.д. Однако такие недостатки как высокая стоимость хороших транзисторов, относительно сложная схема возбуждения их входной цепи затрудняет внедрение их в первую очередь в выходные каскады строчной развертки сетевых стационарных телевизоров. В связи с этим изучение работы современных ламповых строчных разверток не потеряло актуальности.

Выходная лампа генератора строчной развертки служит для переключения схемы с прямого хода на обратный, а также для создания необходимой формы пилообразного тока на прямом ходе.

При рассмотрении работы развертки остановимся только на влиянии паразитной емкости выходного трансформатора и отклоняющей катушки на формирование отклоняющего тока.

Эквивалентная схема выходного каскада представлена на рис. I. I. Эквивалентная индуктивность  $L_{2\text{эк}}$  (эквивалентная индуктивность в практических схемах, использующих выходной трансформатор, состоит из индуктивности отклоняющих катушек  $L_K$ , пресчитанных в анодную цепь лампы, и параллельно с ней соединенной индуктивности  $L_1$  первичной обмотки трансформатора) и паразитная емкость  $C_n$  образуют колебательный контур. Частота собственных колебаний определяется как  $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{C_n L_{2\text{эк}}}}$  и период  $T_0 = 2\pi\sqrt{C_n L_{2\text{эк}}}$ .

В момент резкого загорания выходной лампы в этом контуре возникают свободные колебания. Они существуют в течении обратного хода  $T_2$  и накладываются на начало следующего прямого хода  $T_1$  (рис. I. 2). Это приводит к тому, что электронный луч на отдельных участках экрана движется с неравномерной скоростью. В результате с левой стороны экрана появляются вертикальные полосы - "складки".

Для устранения таких искажений в схему развертки параллельно контуру включается демпфер в виде диода. Такое демпфирование называется активным. Сущность демпфирования заключается в том, что диод работает в первую половину прямого хода, а во второй половине -

выходная лампа. Таким образом, двухсторонний ключ в генераторе тока заменяется двумя лампами, проводящими токи в противоположных направлениях (рис. I.3).

В течение времени  $t_1 - t_0$ , выходная лампа закрыта отрицательным смещением на сетке  $E_{c_0}$ . В колебательном контуре  $C_{\text{пар}}, L_{2кв}$  возникает свободные колебания, которые существуют только во время  $t_2 - t_1$ , и равно  $T_2 = 0,5T_0 = \pi \sqrt{L_{2кв} C_{\text{пар}}}$ . В момент времени  $t_2$  демпферный диод открывается, срываются паразитные колебания и ток  $L_2$  определяемый током диода  $I_d$ , возрастает почти с постоянной скоростью. При достаточно малом сопротивлении диода можно считать, что к катушкам в это время приложено напряжение  $E_{2кв}$ , полученное в результате выпрямления  $U_L$ . В момент времени  $T_2$  открывается выходная лампа, и через катушки в интервале  $t_1 - t_2$  протекает одновременно оба тока  $I_d$  и  $I_{2кв}$ , но в противоположных направлениях. Форма отклоняющего тока определяется алгебраической суммой токов выходной лампы и демпфера:

$I_2 = |I_d| + |I_{2кв}|$ . Побором смещения выходной лампы и смещением  $R_{cm}, C_{cm}$  диода можно получить достаточно линейный отклоняющий ток, а также добиться наилучшей центровки строк равновесием средних токов анода выходной лампы и диода,  $I_{2кв} = I_{dcp}$ .

Во время обратного хода анодное напряжение выходной лампы резко возрастает, поэтому в выходных каскадах развертки применены пентоды и тетроды, у которых напряжение отсечки  $E_{c_0}$  мало зависит от  $U_a$ . Кроме того, напряжение на  $L_{2кв}$  во время  $T_2$  достигает максимальной величины, значительно превосходящей напряжения источника питания  $E_a$ . Действительно, напряжение во время прямого хода

$$U_L = I_{2кв} \cdot \frac{\partial L_2}{\partial I} = L_{2кв} \cdot \frac{2 I_m}{\pi} = E_a$$

где  $i_L = I_m \left( \frac{2t}{T_1} - 1 \right)$ .

Во время обратного хода напряжение индуктивности изменяется по синусоидальному закону и равно

$$U_{L_2} = \omega L_{2кв} \cdot I_m \cdot \sin \omega t$$

при этом  $U_m = \omega L_{2кв} \cdot I_m$  или  $U_m = \omega E_a \cdot \frac{T_1}{2}$ .

Предположим, что  $T_2 = T_0/2 = \pi \sqrt{L_{2кв} \cdot C_{пар}} = \frac{\pi}{\omega}$  и тогда получим

$$U_m = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{T_1}{T_2} E_a.$$

Если принять  $T_2/T_1 = 0,1$ , то  $U_m = 15,7 E_a$ .

Импульсы напряжения  $U_{L_2}$  после выпрямления с помощью специальных выпрямителей используют для питания второго анода кинескопа.

**В Н В О Д Н:** центровка строк обеспечивается равенством средних значений анодного тока выходной лампы и тока диода. Это равенство поддерживается подбором режимов выходной лампы и демпфирующего диода; часть энергии, запасенная в индуктивности во время первой половины  $T_1$ , рассеивается на анодной нагрузке, анодах лампы. Например, при токе демпфера  $I_d = 30$  мА и напряжении смещения  $E_{см} = 400$  В мощность, расходуемая сопротивлением  $R_{см}$ , составит 12 Вт. Таким образом, эта схема энергетически не выгодна.

Изучение вопроса сокращения мощности рассеяния привело к созданию новой схемы демпфирования, в которой энергия, запасенная в индуктивности не рассеивается бесполезно, а используется для получения дополнительного источника анодного напряжения. Эта схема, называемая с х е м о й с в о л ь т о б а в к о й (или схемой с обратной связью по питанию), нашла повсеместное распространение. Она оказалась незаменимой в ламповых телевизорах, имеющих кинескопы больших размеров экрана.

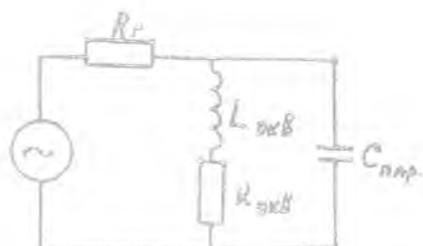


Рис. 1.1

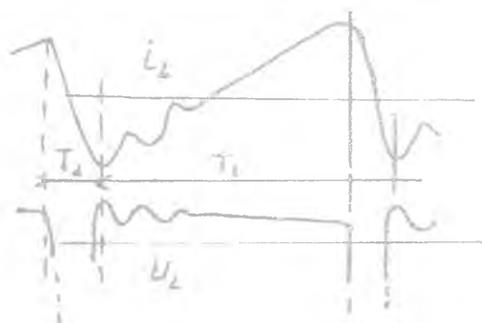


Рис. 1.2

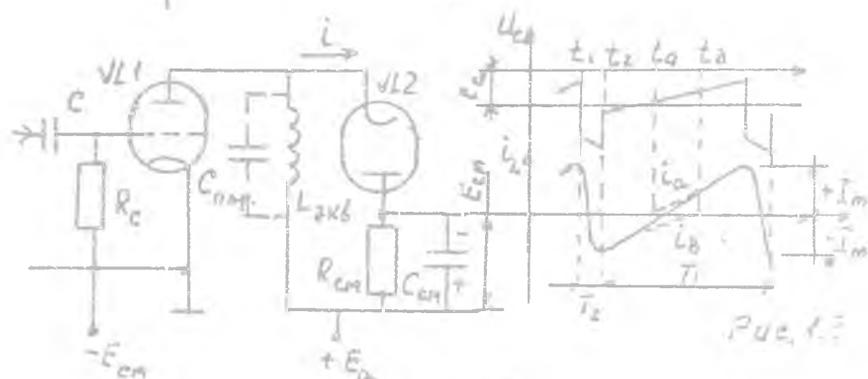


Рис. 1.3

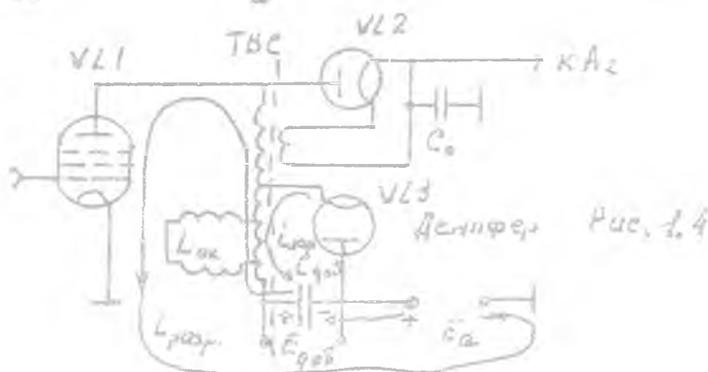


Рис. 1.4

АКТИВНОЕ ДЕМПИРОВАНИЕ С ВОЛЬТОДОБАВКОЙ. В предыдущей схеме

при правильной регулировке средние токи выходной лампы и демпферного диода равны. Это говорит о возможности замены сопротивления  $R_{см}$  в цепи демпферного автоматического смещения выходной лампой. Во время первой половины прямого хода, когда работает только демпфер (см. рис. I.3), а выходная лампа заперта, демпферный ток заряжает конденсатор вольтодобавки  $C_{доб}$  (рис. I.4) по цепи, указанному на рисунке. Во время второй половины прямого хода демпфер закрывается отрицательным напряжением на конденсаторе  $C_{доб}$ , приложенным к аноду диода. Открывается выходная лампа по сетке и конденсатор разряжается через нее по цепи: (+) обкладка конденсатора  $C_{доб}$ , индуктивность отклоняющей катушки и выходного трансформатора ТВС, выходная лампа, корпус, источник питания  $E_a$ , (-) обкладка конденсатора  $C_{доб}$ . Таким образом, во второй половине прямого хода, часть энергии запасенная в индуктивности во время первой половины  $T_1$ , возвращается вновь в источник питания  $E_a$ .

Следовательно, эта схема с энергетической точки зрения лучше, чем предыдущая.

Во второй половине прямого хода источником анодного напряжения питания оказываются последовательно соединенные выпрямитель  $E_a$  и напряжение на конденсаторе вольтодобавки  $E_{доб}$ . Эта вольтодобавка оказывается практически весьма значительной, часто даже превосходящей напряжение питания  $E_a$ .

Такое значительное повышение напряжения источника питания выходного каскада приводит :

к заметному улучшению линейности пилообразного отклоняющего тока,

к возможности снизить амплитуду анодного тока.

к существенному увеличению пика напряжения питания второго анода кинескопа;

к заметному энергетическому выигрышу.

Линейность пилообразного тока определяется по формуле

$$K_H = \frac{T_i \cdot R_{ок}}{L_{зкб}}$$

Т.е. для улучшения линейности отклоняющего тока необходимо увеличить эквивалентную индуктивность  $L_{зкб}$ . Однако при увеличении эквивалентной индуктивности растёт напряжение на нем, равное

$$U_L = L_{зкб} \cdot \frac{2 I_m}{T_i},$$

которое вычитается из питающего напряжения  $E_a$ :

$$U_a = E_a - U_L$$

Чтобы анодное напряжение не оказалось меньше допустимого, следует увеличить  $E_a$ . Это увеличение обеспечивается вольтодобавкой  $E_{доб.}$ :

$$U_a = E_a - U_L + E_{доб.}$$

Равенство средних значений токов выходной лампы и демпферного диода происходит автоматически.

## 2. ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ СТРОЧНОЙ РАЗВЕРТКИ

Блок разверток предназначен для получения отклоняющих токов строчной и кадровой частот, питания выпрямителей фокусировки и анода кинескопа, формирования импульсов строчной и кадровой частот для устройства гашения, АРУ, АПЧФ и блока цветности.

В генератор строчной развертки входят: задающий генератор, устройство АПЧФ, выходной каскад, выпрямитель питания анода и фокусирующего электрода кинескопа.

### 2.1 Задающий генератор

Задающий генератор (ЗГ) (рис.2.1) выполнен на лампе  $VL1$ , (6ФШ), экранирующая сетка которой выполняет роль анода лампы.

Реактивная дельта и задающий генератор отручной развёртки

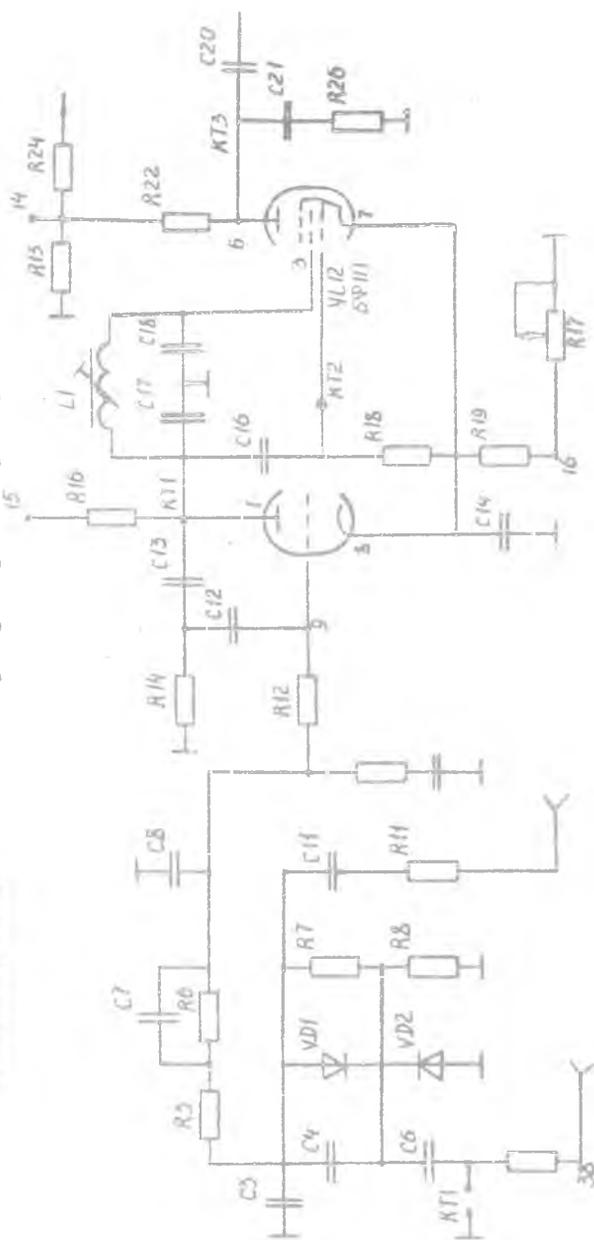


Рис. 2.1

Генератор собран по емкостной трёхточечной схеме. Контур генератора  $C17$ ,  $C18$  и  $L1$  включен между управляющей и экранирующей сетками пентода  $V4I$ . Частота строк регулируется изменением индуктивности катушки  $L1$  и сопротивлением резистора  $R17$  ("Частота строк").

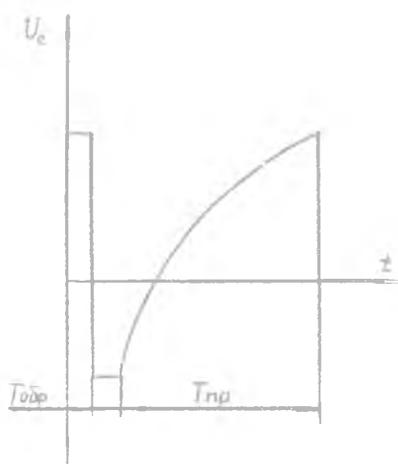
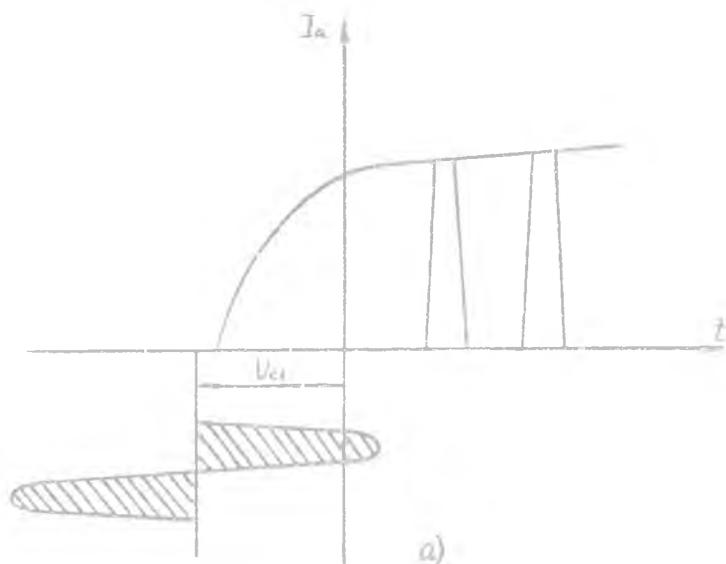
При рассмотрении работы ЗГ исключим влияние конденсатора  $C14$ , шунтирующего резисторы  $R17$  и  $R19$ , т.к. его сопротивление для частоты  $f_c = 15625$  Гц ничтожно мало.

Коэффициент связи ( $K = C18 / C17$ ) между экранной и управляющей цепями установлен таким образом, что положительные полупериоды синусоидального напряжения заходят в область сеточного тока (рис.2.2). В этом случае  $C16$  заряжается и через резистор  $R18$  протекает ток, создавший на нем отрицательное по отношению к управляющей сетке напряжение. На нагрузочном резисторе  $R22$  в анодной цепи лампы  $V4I$  возникают прямоугольные импульсы отрицательной полярности, используемые для запираания выходной лампы на время обратного хода. Длительность импульса, определяющая время обратного хода  $T_2$ , зависит от постоянной времени  $C16 R18$ .

Формирование управляющего напряжения для выходного каскада строчной развертки осуществляется с помощью зарядно-разрядной цепи  $C21 R26$ . Во время прямого хода развертки  $T_1$ , когда пентодная часть лампы закрыта отрицательным смещением на ее управляющей сетке, происходит заряд конденсатора  $C21$  от источника питания  $+320$  В (т.14) через резистор  $R22$ ,  $R26$ , корпус.

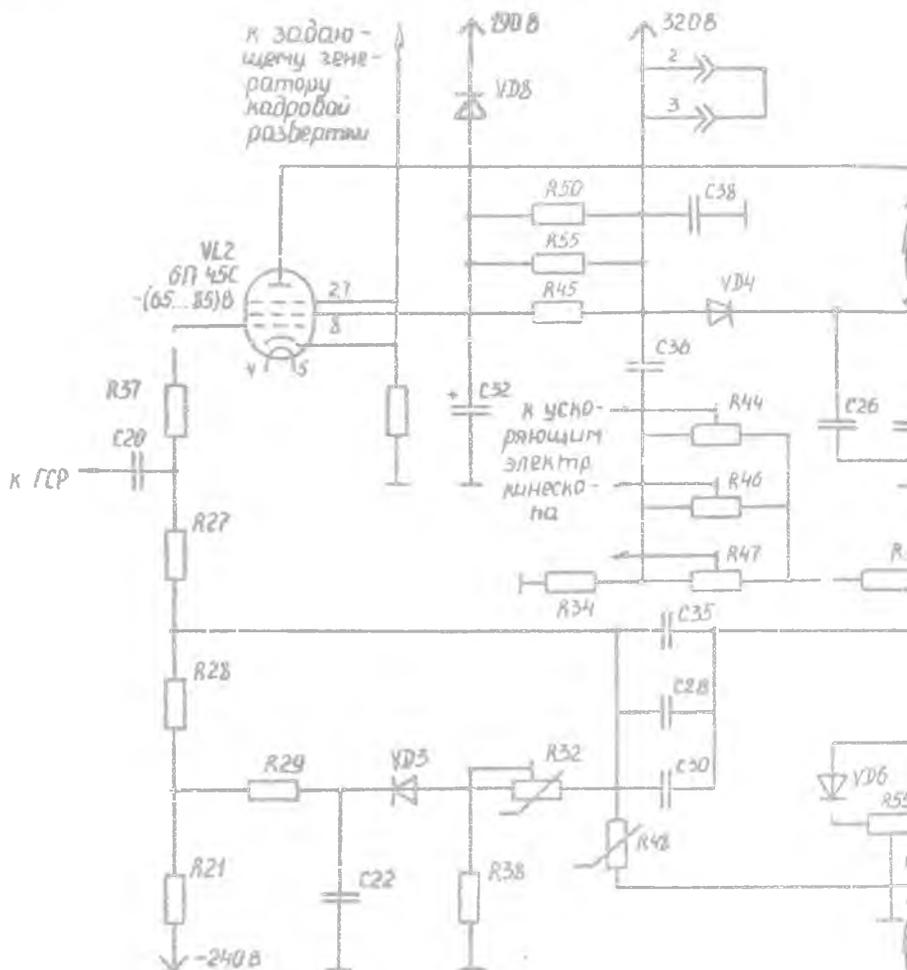
Во время обратного хода развертки, когда пентодная часть лампы открывается по управляющей сетке верхушками положительной полуволны синусоидального напряжения ЗГ, происходит заряд конденсатора  $C21$  через резистор  $R26$  и лампу. Резистор  $R26$  служит для образования импульсной составляющей в управляющем напряжении во время обратного хода развертки.

К пояснению работы задающего генератора строчной развёртки



б)

Рис. 2.2



ого

## настройка строчной развертки

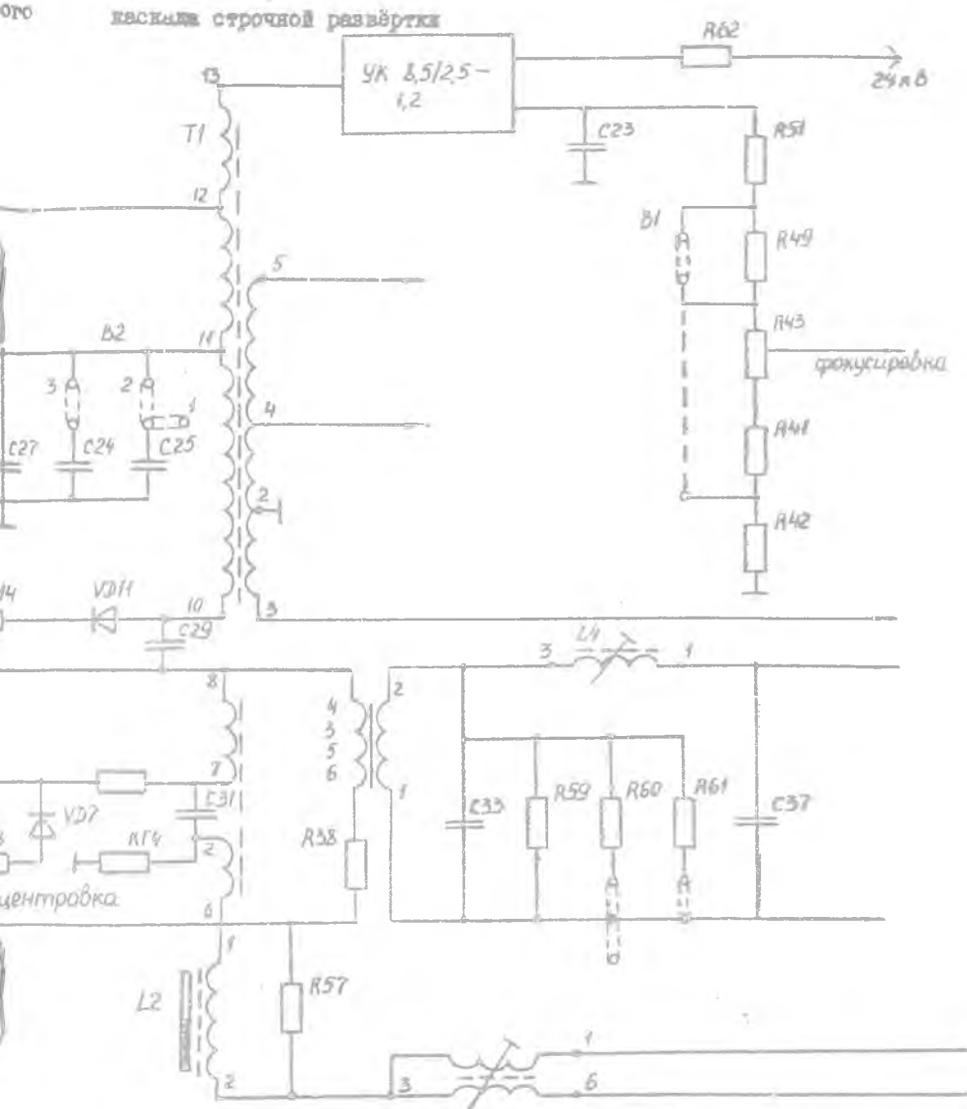


Рис. 2.3.

Таким образом, с анодной нагрузки  $V_L / I$  резистора  $R_{22}$  снимается управляющее напряжение пилообразно-импульсной формы, которое через конденсатор  $C_{20}$  подается на управляющую сетку лампы выходного каскада строчной развертки.

## 2.2 Устройство автоподстройки частоты и фазы

Автоматическая подстройка частоты и фазы (АПЧДФ) (рис. 2.1) ЗГ осуществляется несимметричным фазовым дискриминатором на диодах  $V_{D1}$ ,  $V_{D2}$ , конденсаторах  $C_4, C_6$  и резисторах  $R_7$ ,  $R_8$ . Пилообразное напряжение для схемы сравнения формируется интегрированием цепи  $R_{11}, C_{11}, C_3$  импульсов обратного хода, поступающих с дополнительной обмотки выходного трансформатора (ТВС). Через резистор  $R_4$  и конденсатор  $C_6$  на схему сравнения поступают синхронизирующие импульсы отрицательной полярности. Через ФНЧ, образуемый резисторами  $R_3$ ,  $R_6$  и конденсатором  $C_7, C_8$  напряжение выхода схемы АПЧДФ поступает на управляющую сетку реактивной лампы - триодную часть с помощью которой изменяется частота настройки контура ЗГ. Цепь  $R_9, C_9$  демпфирует колебательный процесс, возникающий при резком изменении частоты ЗГ, ускоряя вхождение его в синхронизм.

Реактивная лампа представляет собой однокаскадный усилитель с фазосдвигающей цепью  $C_{13}, R_{14}$ . Промежуток анод - катод лампы подключается параллельно колебательному контуру ЗГ. внося в него дополнительное реактивное сопротивление, которое зависит от параметров фазосдвигающей цепи и определяется смещением на управляющей сетке лампы. Напряжение смещения поступает со схемы АПЧДФ. Значение напряжения зависит от разности частот и фаз синхронизирующих импульсов и синусоидальных колебаний задающего генератора.

Разделительный резистор  $R_{12}$  препятствует замыканию на шасси переменного напряжения, поступающего в цепь управляющей сетке реактивной лампы через конденсатор  $C_{12}$ . Режим работы лампы определяется напряжением на резисторах  $R_{19}$ ,  $R_{17}$ , по которым протекают анодные токи триодной и пентодной частей лампы.

### 2.3 Выходной каскад строчной развертки

Выходной каскад (рис.2.3) выполнен по схеме с обратной связью по питанию на лампе  $V_{L2}$  и демпферном диоде  $V_{D4}$  с включенным в анодную цепь лампы выходного строчного трансформатора  $T_1$  (ТВС-90ЛДБ).

Отклоняющие катушки, соединенные параллельно, через соединитель  $X_{10}$ , симметрирующую катушку  $L_3$ , регулятор линейности строк  $L_2$  подключены к выходной обмотке ТВС (выводы 6,8).

На управляющую сетку  $V_{L2}$  через конденсатор  $C_{20}$  и ограничительный резистор  $R_{37}$  поступает пилообразно - импульсное напряжение от задающего генератора. Экранирующая сетка питается от источника +320 В через резисторы  $R_{45}$ ,  $R_{50}$ ,  $R_{55}$ . Для защиты экранирующей сетки лампы от чрезмерного рассеяния мощности при возрастании напряжения на ней в устройство введен диод  $V_{D8}$ . Диод открывается при увеличении напряжения на экранирующей сетке свыше 190 В.

Для стабилизации размера изображения по горизонтали и напряжения на аноде кинескопа при изменении напряжения сети введена отрицательная обратная связь по напряжению.

Стабилизация динамического режима осуществляется резистором  $R_{48}$ , переменным резистором  $R_{32}$  и конденсатором  $C_{28}$  и  $C_{35}$ . Как известно, вольт-амперная характеристика варистора СН-I-1500 В состоит из относительно пологого участка напряжения свыше 1000 В и участка с большей крутизной для напряжения ниже 1000 В. Через

конденсаторы С28 и С35 с вывода 8 обмотки Т1 на варистор поступают импульсы обратного хода положительной полярности, а с вывода 6 - отрицательной. Иногда вершины этих импульсов выходят за пределы пологого участка вольт-амперной характеристики, сопротивление резко падает и происходит их детектирование. В результате на обкладках конденсаторов С28 и С35 возникают отрицательные напряжения, пропорциональные размаху импульсов обратного хода. Это напряжение через резистор R27 поступает на управляющую сетку лампы. Таким образом, отрицательное напряжение на управляющей сетке лампы оказывается связанным с размахом импульсов обратного хода: при увеличении или уменьшении импульсов обратного хода соответственно возрастает или снижается отрицательное напряжение на управляющей сетке выходной лампы. Поэтому при колебаниях питающих напряжений, старении ламп и деталях размер изображения по горизонтали и напряжение на аноде кинескопа не выходят за пределы установленных значений.

Для плавной регулировки размера изображения и напряжения на аноде кинескопа на варистор R48 через резисторы R28 и R29 поступает положительное напряжение с конденсатора С22. Оно создается выпрямлением диодом VD3 импульсов обратного хода, поступающих на него с делителя, образованного цепью С30, R35, R32, R38. Напряжение устанавливается переменным резистором R32. Через резистор R21 делитель напряжения подсоединен к нестабилизированному источнику напряжения -240 В, что позволяет защитить лампу от перегрузки. Перегрузка лампы возникает в результате неисправности задающего генератора, когда отрицательное напряжение смещения отсутствует и анодный ток и соответственно рассеяние мощности на аноде лампы возрастает до опасных значений. Для предотвращения этого используется источник напряжения -240 В, от которого в момент включения телевизора через делитель R21, R29, VD3, R38 на управляющую сетку подается отрицательное напряжение 70...80 В.

Поскольку при этом лампа закрывается не полностью, то при исправности ЗГ в ее анодной цепи возникают импульсы обратного хода. Эти импульсы выпрямляются диодом VD3, и поступая через резисторы R29, R28 и R27. При выходе из строя ЗГ, когда отсутствуют импульсы обратного хода, отрицательное напряжение не компенсируется положительным и лампа закрывается.

Напряжение вольтодобавки образуется на конденсаторе C29 за счёт его заряда током демпферного диода VD4 по цепи: источник питания с напряжением +320 В, демпферный диод VD4, обмотка II-IO трансформатора Т1, конденсатор C29, обмотка 8-7 трансформатора Т1, резистор R52, диод VD6, часть резистора R53, корпус. Конденсатор разряжается током, протекающим через лампу в период прямого хода. Диод VDII создает дополнительное постоянное напряжение, которое складывается с напряжением на конденсаторе C29, с помощью переменных резисторов R44, R46, R47. Оно используется для питания ускоряющих электродов кинескопа.

В широкоугольных кинескопах из-за нарушения пропорциональности между отклоняющим током  $I_{откл}$  и углом отклонения  $\alpha$  (рис.2.4а) возникают подушкообразные искажения, которые приводят к тому, что изображение сжимается в центре и растягивается по краям, отчего их называют симметричными.

Для коррекции искажений в горизонтальном направлении необходимо увеличить длину строк в средней части кадра (стрелки б-б на рис. 2.4б). Это достигается модуляцией тока строчной частоты током кадровой частоты, изменяющимся по параболическому закону. При этом развертывающий ток каждой из строк возрастал по мере приближения к центру и уменьшался до некоторого постоянного значения по мере приближения к краям раstra (рис.2.4г).

Модуляция отклоняющих токов осуществляется с помощью специального корректирующего трансформатора Т2 (ТК-90ЛП2), собранном на

Полученообразные искажения раstra

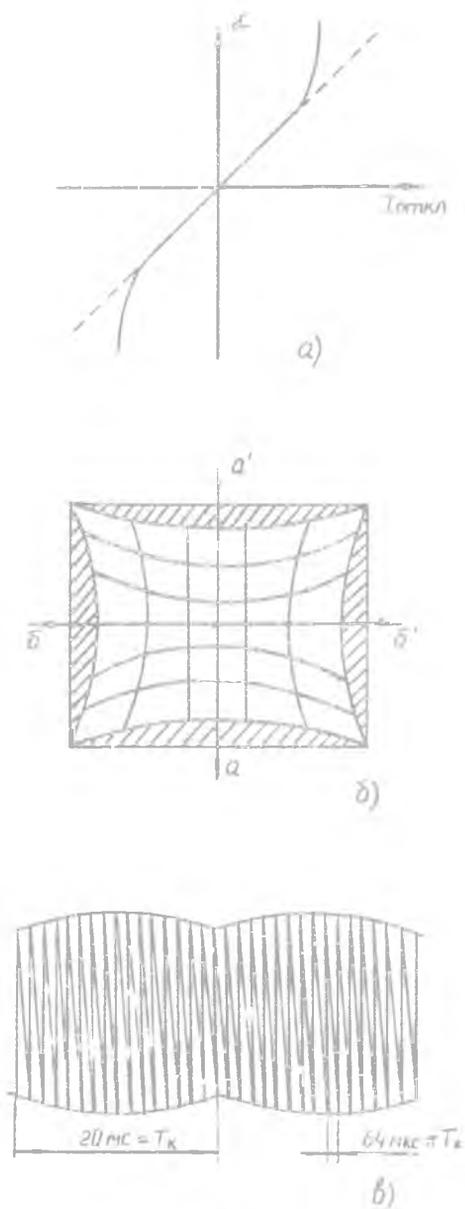


Рис. 2.4

на ферритовом  $\Pi$ -образном сердечнике с нелинейной зависимостью между магнитной проницаемостью и напряженностью магнитного поля.

Для дополнительной коррекции подушкообразных искажений в направлении строк последовательно с выходной обмоткой (выводы 7\_8 и 2-6) Т1 и строчными отклоняющими катушками включен конденсатор С31. Конденсатор образует с катушками колебательный контур. Емкость конденсатора определяет частоту, амплитуду и фазу синусоидальных колебаний, которые складываясь с пилообразным отклоняющим током, приводят к образованию суммарного тока  $S$ -образной формы. В этом случае скорость электронного луча убывает по мере отклонения от центра экрана.

Центровка изображения по горизонтали производится диодами  $V$  Д6 и  $V$  Д7 и резисторами  $R$  52 и  $R$  53 (рис.2.6) путем регулирования величины и направления постоянного тока, протекающего через строчные отклоняющие катушки.

#### 2.4 Выпрямитель питания анода и фокусирующего электрода кинескопа.

Напряжение для питания анода и фокусирующего электрода кинескопа создается умножителем напряжения (УН) (рис.2.5).

На вход умножителя с анодной обмотки ТВС, включенной по автотрансформаторной схеме, поступают импульсы напряжения  $U_1$  обратного хода строчной развертки. Импульсы образуются преобразуются в постоянное напряжение пятью селеновыми выпрямителями и четырьмя конденсаторами, размещенными внутри корпуса УН, и конденсатором С23, подсоединенным к его выводу (+).

Для простоты рассмотрения принципов умножения напряжения на рис.2.5а предполагаем, что УН нагружен на бесконечно большое сопротивление  $R_M = \infty$ , а обмотка ТВС, создающая вольтодобавочное

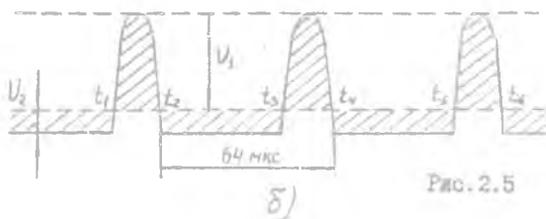
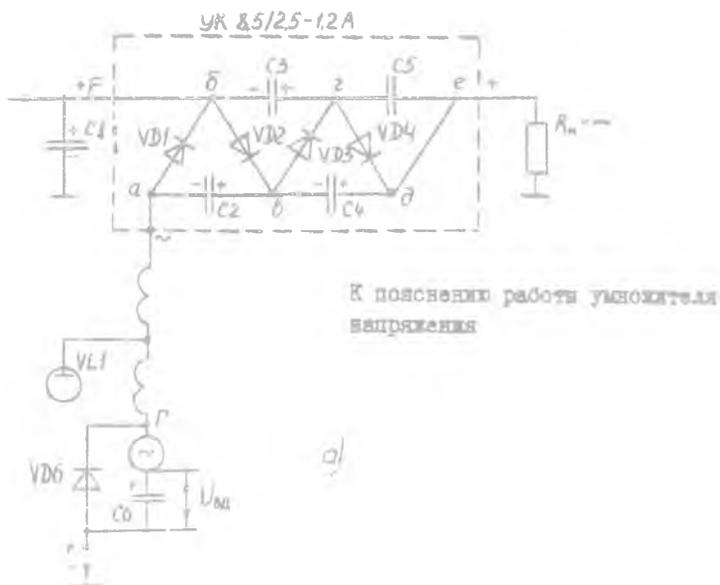


Рис. 2.5

Принципиальная схема центровки раstra по горизонтали

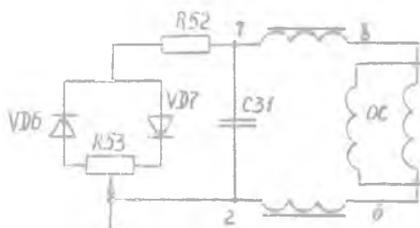


Рис. 2.6

напряжение за счёт заряда конденсатора вольтодобавки С29 через диод  $\sqrt{Д4}$ , представлена генератором Г.

Импульсы обратного хода поступают на вход УН без постоянной составляющей, так как в цепи стоит конденсатор С29. В период времени  $t_1 - t_2$  (см. рис. 2.5б), когда на входе положительный импульс напряжения  $U_1$ , конденсатор С29 быстро заряжается током открытого диода  $\sqrt{Д1}$  до значения  $U_{c1} = U_1 + U_{вд}$ , где  $U_{вд}$  - напряжение вольтодобавки. В момент времени  $t_2$  напряжение в точке "а" меняет свой знак на обратный, достигая значения  $U_2$ . В этом случае открыва-ется диод  $\sqrt{Д2}$  и в период времени  $t_2 - t_3$  заряжается конденсатор С2 до значения  $U_{c2} = U_1 + U_{вд} + U_2$ . В момент времени в точке "а" напряжение вновь достигает скачком положительного значения, равного  $U_1$ . Открывается диод  $\sqrt{Д3}$  и конденсатор С3 заряжается в течении времени  $t_3 - t_4$ , поскольку к левой его обкладке приложено напряжение  $U_1 + U_{вд}$ , а к правой - сумма напряжений на конденсаторе С2  $U_{c2}$  и на входе умножителя  $U_1$ .

Так как напряжения, приложенное к обкладкам конденсатора С3 направлены встречно, конденсатор заряжается до напряжения

$$U_{c3} = U_1 + (U_1 - U_{вд} + U_2) - (U_1 + U_{вд}) = U_1 + U_2$$

В период времени  $t_4 - t_5$  при отрицательном напряжении в точке "а", равным  $U_2$ , открывается диод  $\sqrt{Д4}$  и к конденсатору С4 к его правой обкладке будет приложено суммарное напряжение  $U_{c1}$  и  $U_{c3}$ , а к левой - суммарное напряжение на входе УН, равное  $U_2$  и на конденсаторе  $U_{c2}$ , которое теперь действуют навстречу. Оба суммарные напряжения включены встречно. Конденсатор С4 заряжается до значения

$$U_{c4} = U_1 + U_{вд} + U_1 + U_2 - (U_1 + U_{вд} + U_2 - U_2) = U_1 + U_2$$

Наконец, напряжение на конденсаторе С5 при появлении в момент положительного скачка напряжения на входе  $U_1$ , определяется разностью между  $U_1 + U_{C2} + U_{C4}$  и  $U_{C1} + U_{C3}$ , т.е.

$$U_{C5} = U_1 + U_2 + U_{82} + U_2 + U_1 - (U_1 + U_{82} + U_1 + U_2) = U_1 + U_2$$

Напряжение на выходе будет равно сумме напряжений на конденсаторах С1, С3, С5, т.к. по отношению к нагрузке они включены последовательно, т.е.  $U_{вых} = 3U_1 + 2U_2 + U_{82}$ .

Как известно,  $U_2$  составляет лишь 0,1...0,2  $U_1$ , поэтому такую схему рассматривают как утроитель напряжения. Умножитель позволяет получить напряжение 24,5 кВ при токе нагрузки 1мА и размахе импульса на входе 8,5 кВ.

С конденсатора С23, который с одним из диодов образует первую секцию умножителя, через переменный резистор R 43 снимается напряжение на фокусирующий электрод кинескопа.

Центровка изображения по горизонтали производится диодами V36 и V37 и резисторами R 52 и R 53. Диоды подсоединены параллельно конденсатору С31 и выпрямляют образующееся на нем параболлическое напряжение. В среднем положении движка переменного резистора R 53 постоянные токи через диоды V Д6 и V Д7 равны и противоположны по направлению, а при изменении положения движка соответственно меняется напряжение и значение тока, протекающего через обмотки ТВС и строчные отклоняющие катушки.

### 3. Домашняя подготовка к работе

3.1 Рассчитать частоту генерации задающего генератора строчной развёртки по формуле:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

где  $L = 17,25 \dots 20,05$  мкГн,

$C17 = 680$  пФ,

$C18 = 1800$  пФ

3.2 Рассчитать коэффициент нелинейных искажений для трёх значений времязадающего конденсатора  $C21$  и двух значений сопротивлений отрицательного выброса  $R26$  по формуле:

$$K_{\text{НИ}} = \frac{T_1}{R \cdot C}$$

где  $T_1$  — время прямого хода развёртки,

$C21 = 120$  пФ,  $C21 = 5.1$  пФ,  $C21 = 0.1$  мкФ,  $R26 = 100$  Ом.

3.3 Подготовить бланк отчёта с расчётами и таблицами предполагаемых результатов эксперимента.

### 4. Порядок выполнения работы

4.1. Ознакомиться на назначением ручек регулировки и контрольных гнезд.

4.2. С разрешения преподавателя включить осциллограф, цветной телевизор и генератор испытательных сигналов (ГИС). Добиться наилучшей яркости и контрастности изображения.

4.3. Исследовать работу задающего генератора (см. рис. 2.1) :

а) зарисовать форму и измерить амплитуду напряжения на электронной аноде выходной лампы в точке КТ1; при этом выключить синхронизацию тумблером "СИНХР";

б) с помощью осциллографа определить характер изменения собственной частоты задающего генератора при изменении сопротивления резистора R17. Определить диапазон изменения частоты строк; сделать вывод;

в) зарисовать форму напряжения в точке КТ3. Определить зависимость времени обратного хода развертки  $T_2$  от сопротивления резистора R18; дать физическое объяснение; сделать вывод;

г) включить синхронизацию тумблером "СИНХР". Зарисовать форму и измерить длительность, амплитуду управляющего напряжения в точке КТ3 для трех значений емкости C21 (резистор R26 в среднем положении). Одновременно измерить коэффициент нелинейных искажений изображения на экране телевизора по формуле:

$$K_{\text{н}} = \frac{2(d_{\text{max}} - d_{\text{min}})}{d_{\text{max}} + d_{\text{min}}} \cdot 100\%$$

Для этого необходимо измерить с помощью линейки наибольшую и наименьшую стороны квадратов сетчатого (или шахматного) поля вдоль строки; данные занести в таблицу и сделать сравнение с расчетными значениями; сделать вывод;

д) зарисовать форму и измерить длительность, амплитуду управляющего напряжения в точке КТ3 для трех значений емкости C21 в зависимости от резистора R26; сделать вывод;

е) выключить синхронизацию, резистор R17 поставить в крайнее правое положение. Затем включить синхронизацию и, изменяя сопротивление резистора R17 добиться устойчивого изображения на экране приемника; дать физическое объяснение.

5. Исследовать работу выходного каскада (см. рис. 2.3) : зарисовать форму отклоняющего тока в точке КТ4 в зависимости от сопротивления резистора  $R_{53}$ . Одновременно наблюдать изображение на экране телевизора; определить размах отклоняющего тока; сделать вывод.

## 5. Содержание отчета

Отчет должен содержать:

1. Принципиальную схему выходного каскада строчной развертки.
2. Расчёты, выполненные при домашней подготовке.
3. Результаты эксперимента, занесенные в таблицу.
4. Осциллограммы с необходимыми пояснениями и выводами.

Отчет должен быть выполнен по ЕСКД.

## 6. Контрольные вопросы

1. Каковы характерные особенности выходного каскада строчной развертки ?
2. Каково влияние паразитной емкости выходного трансформатора и отклоняющих катушек на работу выходного каскада и качество изображения ?
3. Для чего служит демпфер в блоке строчной развертки ?
4. Объяснить принцип работы выходного каскада строчной развертки с активным демпфером (  $R_C$ - цепью и вольтодобавкой ).
5. Дать сравнительную оценку схемам демпфирования по размаху отклоняющего тока, коэффициенту нелинейных искажений, мощности потребления от сети.

6. Какова форма напряжения на отклоняющих катушках ?
  7. Какова форма управляющего напряжения, подводимая к отклоняющим катушкам ?
  8. Объяснить принцип работы схемы задающего генератора строчной развёртки.
  9. Каким образом работает схема выходного каскада строчной развёртки ?
- Ю. Каким образом работает умножитель напряжения ?
- II. Объяснить принцип работы АПЧФ.

#### 7. Источник информации

1. Под редакцией П.В.Шамова. Телевидение. М. : Связь, 1979 с. 145...151.

Подписано в печать 12.06.86г. Формат 60x84 1/16.  
Бумага оберточная белая. Печать офсетная. Усл.печ.л. I,39.  
Уч.-изд.л. I,3. Т. 50 экз. Заказ 390. Бесплатно.  
Офсетный участок Куйбышевского авиационного института,  
г.Куйбышев, ул.Дьяновская, 18.