

Государственный комитет РСФСР  
по делам науки и высшей школы

Самарский ордена Трудового Красного Знамени  
авиационный институт имени академика С.п.Королева

ИССЛЕДОВАНИЕ СЧЕТЧИКОВ ИМПУЛЬСОВ  
И ДЕШИФРАТОРОВ

Методические указания  
к лабораторным работам  
(УМ-12-2/3)

Самара 1991

Составитель доц. Л.М.Л о г в и н о в

УДК 621.376.5

Исследование счетчиков импульсов и дешифраторов:  
Метод. указания к лаб. работам /Самар. авиац. ин-т;  
Сост. Л.М.Л о г в и н о в. Самара, 1991. 20 с.

Приведены краткие теоретические сведения о работе различных интегральных схем счетчиков импульсов и дешифраторов; дано описание промышленной лабораторной установки типа УМ-12 ПС (в дальнейшем УМ-12), позволяющей проводить исследования основных функциональных узлов цифровых интегральных схем (регистров, счетчиков и дешифраторов).

Методические указания предназначены для студентов дневного и вечернего отделений специальности 23.03, изучающих курс "Основы радиоэлектроники". Данные методические указания разработаны на кафедре радиотехнических устройств.

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Самарского ордена Трудового Красного Знамени авиационного института им. академика С.П.Королева

Рецензент доц. В.В.М о т о в

## ИССЛЕДОВАНИЕ СЧЕТЧИКОВ ИМПУЛЬСОВ

Ц е л ь р а б о т ы: ознакомление с основными принципами действия и схемами запуска счетчиков импульсов; освоение методики исследования счетчиков и определение их основных параметров при различных схемах переноса информации (последовательных, сквозных и групповых).

### I. Краткие сведения из теории

С ч е т ч и к о м называют функциональный узел цифровых устройств, предназначенный для подсчета числа импульсов, поступивших на его вход, в интервале между которыми он должен хранить информацию об их количестве.

Наибольшее распространение получили двоичные счетчики [I...4]. Счетчик состоит из запоминающих ячеек, собранных на основе триггеров. Между собой ячейки счетчика соединяются таким образом, чтобы каждому числу импульсов соответствовали единичные состояния определенных ячеек. При этом совокупность нулей и единиц на выходах "  $n$  " ячеек счетчика представляет собой  $n$ -разрядное двоичное число, которое однозначно определяет количество прошедших на входе импульсов. Поэтому ячейки счетчика называют его разрядами.

Каждый разряд счетчика может находиться в двух состояниях. Число устойчивых состояний, которое может принимать данный счетчик, называют его емкостью или коэффициентом пересчета.

Если с каждым входным импульсом зарегистрированное (записанное) в счетчике число увеличивается, то такой счетчик является суммирующим, если же оно уменьшается, то - вычитающим. Счетчик, работающий как на сложение, так и на вычитание, называется реверсивным.

Счетчик, у которого под воздействием входного импульса переключение соответствующих разрядов происходит последовательно друг за другом, называют асинхронным, а счетчик, у которого переключение происходит одновременно (или почти одновременно), — синхронным.

Недвоичные счетчики. Как уже отмечалось, двоичные счетчики работают следующим образом. После поступления на вход двоичного счетчика  $2^n$  импульсов он обнуляется, т.е. емкость такого счетчика  $K_{СТ} = 2^n$ , где  $n$  — число разрядов счетчика. Недвоичный счетчик имеет емкость, которая меньше  $2^n$ , т.е. он обнуляется серией импульсов, число которых меньше  $2^n$ .

При проектировании недвоичного счетчика вначале определяют количество его разрядов  $n$  таким образом, чтобы  $2^n$  было большим, чем  $K_{СТ}$ , и ближайшим к нему числом. Затем тем или иным методом исключают избыточные состояния счетчика, число которых равно  $2^n - K_{СТ}$ . Так, для построения делителя частоты с  $K_{СТ} = 5$  нужно взять три триггера:  $2^2 < 5 < 2^3$ . При этом количество избыточных состояний равно:  $8 - 5 = 3$ .

Один из методов исключения избыточных состояний предусматривает принудительную установку некоторых разрядов счетчика в единичное состояние (1).

Кроме того, используются схемы недвоичных счетчиков с принудительным обнулением и удержанием разрядов от переключения.

Особое место среди недвоичных счетчиков занимают десятичные (декадные) счетчики, имеющие коэффициент пересчета  $K_{СТ} = 10$ . Десятичный счетчик позволяет представить число поступающих импульсов в привычном десятичном коде. Для получения указанного значения ( $K_{СТ} = 10$ ) такой счетчик содержит четыре триггера, избыточные состояния которых исключаются тем или иным образом.

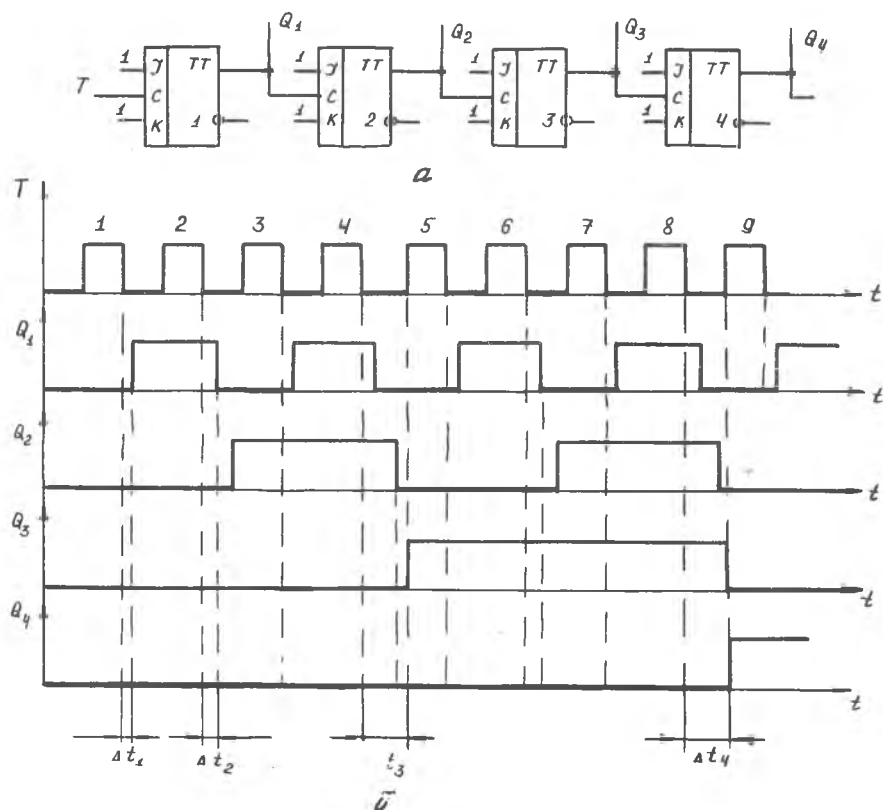
Наиболее широко используется работа декад в натуральном двоичном коде, т.е. с весами двоичных разрядов (начиная со старшего), соответственно равными 8, 4, 2, 1. В этом случае говорят, что декада работает в коде 8 - 4 - 2 - 1. Десятичные счетчики могут выполняться и с другими весами разрядов (могут работать в других кодах). Например, в двоично-десятичной системе при работе декады в коде 8 - 4 - 2 - 1 числа будут представляться следующим образом: двоичное число  $(0010)_2$  соответствует десятичному числу  $0 \cdot 8 + 0 \cdot 4 + 1 \cdot 2 + 0 \cdot 1 = (2)_{10}$ ,  $(0011)_2 = 3_{10}$ , т.к.  $0 \cdot 8 + 0 \cdot 4 + 1 \cdot 2 + 1 \cdot 1 = 3_{10}$  и т.д.

Рассмотрим подробнее различные схемы счетчиков импульсов.

## 1.1. Счетчик с последовательным переносом

Как уже отмечалось, максимально возможный код числа (по модулю), который может быть зафиксирован при последовательном соединении  $n$  - триггеров, составит  $2^n - 1$ , т.е. все триггеры счетчика окажутся в единичном состоянии после подачи  $2^n - 1$  входных импульсов (при  $2^n$  импульсах на входе счетчика, состоящего из триггеров, произойдет их обнуление, т.е. возврат всех их в исходное состояние).

Рассмотрим, как работает четырехразрядный счетчик с последовательным переносом, собранный на  $JK$  - триггерах (рис. 1). В первом триггере фиксируется младший разряд кода числа. Другими словами, в



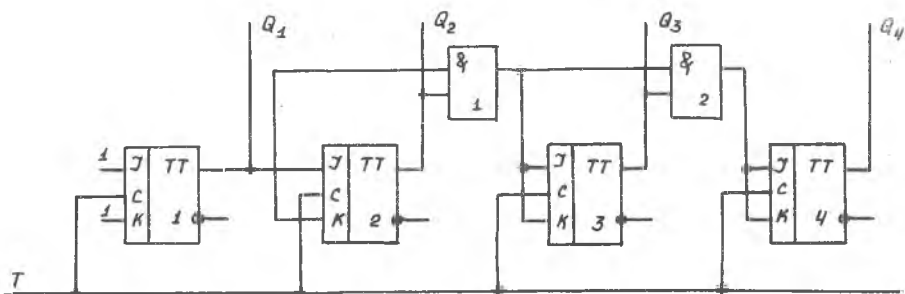
Р и с. 1. Счетчики с последовательным переносом (а) и временная диаграмма его работы (б)

этом триггере осуществляется подсчет импульсов по модулю  $2^1 = 2$ , во втором - по  $2^2 = 4$ , в третьем - по  $2^3 = 8$ , в четвертом - по  $2^4 = 16$ . При максимальном заполнении счетчика единицами хранимое в нем число равно  $2^4 - 1$ , т.е.  $(1111)_2 = (15)_{10}$ . Допустим, что во всех разрядах счетчика были записаны нули (установочные входы  $R$  и  $S$  триггеров на рис. 1 не показаны). Тогда, как из временной диаграммы (рис. 1, б), в первом такте (при действии первого импульса на  $T$  - входе) произойдет изменение состояния вспомогательного триггера, а затем в паузе между импульсами 1 и 2 изменит свое состояние и основной триггер, на выходе  $A_1$ , которого появится единичный уровень. Под действием второго импульса (на  $T$  - входе) первый триггер сбросится в нулевое состояние, а в паузе между сигналами на входе 2 и 3 будет установлен в единичное состояние основной триггер второго разряда и т.д. В связи с конечным временем срабатывания триггеров на каждом шаге передачи единицы от разряда к разряду будет происходить задержка переключения триггеров, и с увеличением числа разрядов она будет возрастать ( $\Delta t_1 < \Delta t_2 < \Delta t_3 < \Delta t_4$ ). В наихудшем случае, когда перенос должен распространяться по всем разрядам счетчика (от младшего к старшему), полное время переключения счетчика составит  $n \Delta t_3$ , где  $\Delta t_3$  - время задержки переключения одного триггера. Из рис. 1, б видно, что на последнем (четвертом) триггере время его переключения будет зафиксировано не в паузе между 8 и 9 импульсами, а в момент действия по входу девятого сигнала, что может привести к искажению информации. Эта временная задержка, обусловленная переходными процессами в триггере, задает предел увеличения частоты входных импульсов.

Одним из способов повышения частоты (надежности) срабатывания триггера является использование сквозного переноса.

## 1.2. Счетчики со сквозным (параллельным) переносом

Идея сквозного (параллельного) переноса состоит в том, что переключение любого триггера осуществляется только после того, как завершились переходные процессы в триггерах предшествующих младших разрядов и все триггеры находятся в единичном состоянии (рис. 2). Рассмотрим распространение переноса при переходе счетчика из состояния 0111 в состояние 1000 (триггер 4 фиксирует старший разряд). Сигналы на входах  $T$  и  $R$ , разрешающие переключение любого триггера, могут быть сформированы в паузе между синхросигналами на  $T$  - входе. С этой целью образована цепь из последовательно включенных схем "И" (1 и 2).



Р и с. 2. Счетчик со сквозным (параллельным) переносом

Так, триггер 3 может переключаться в новое состояние при единичном состоянии триггеров 1 и 2 (т.к. только в этом случае на  $J$  и  $K$  входах триггера 3 будут логические 1), триггер 4 – при единичных состояниях триггеров 1, 2 и 3 и т.д. Следовательно, при поступлении на  $T$  – вход схемы сигнала триггер 4 сразу переключится в единичное состояние и зафиксирует его, а все остальные триггеры (1–3) сбрасываются в нулевое состояние. В этих схемах счетчика полное время переключения равно  $m\Delta t_3^a + \Delta t_3^r$ , где  $m$  – число схем совпадения в цепях переноса;  $\Delta t_3^a$ ,  $\Delta t_3^r$  – время задержки сигнала в одной схеме "И" и переключения одного триггера соответственно. Недостаток рассмотренной схемы счетчика заключается в том, что возможно появление ложных сигналов (помех) в цепях переноса из-за разброса характеристик триггеров. Более эффективными являются счетчики, в которых цепи переноса имеют минимальное число элементов задержки при значительной их разрядности.

### 1.3. Счетчики с групповым переносом

При построении схем многоразрядных (более четырех) счетчиков прибегают к следующему приему. Весь счетчик разбивают на группы по четыре разряда, в каждой группе организуют параллельный перенос, а между группами – сквозной. Такие счетчики называют групповыми (с групповым переносом) или счетчиками с последовательно-параллельным переносом. Упомянутые счетчики целесообразно строить на основе  $JK$  – триггеров, имеющих встроенные на входах  $J$  и  $K$  схемы совпадения.

В заключение отметим, что при одном и том же коэффициенте пересчета счетчики с последовательным переносом имеют самую

простую схему и являются наиболее низкочастотными по частоте счетных импульсов по Т - входу. Счетчики с параллельным переносом имеют самую сложную схему и являются наиболее высокочастотными, а счетчики с групповым переносом занимают промежуточное положение и по сложности, и по допустимой частоте входных тактовых импульсов.

#### 1.4. О возможности суммирования и вычитания входных импульсов с помощью счетчиков

Все счетчики, которые были рассмотрены в предыдущих разделах, являются суммирующими. Часто возникает необходимость вести счет импульсов в обратном порядке - порядке уменьшения числа. Для этого счетчик строится таким образом, чтобы переключение триггера следующего разряда происходило не при смене значения предыдущего разряда с единицы на ноль, а наоборот, с нуля на единицу. Это можно обеспечить следующим образом. В схеме на рис. 1,а необходимо соединить входы триггеров не с прямыми входами  $\bar{Q}$ , а с инверсными выходами  $\bar{Q}$  предыдущих триггеров, в этом случае мы получаем вычитающий асинхронный счетчик.

Кроме рассмотренных счетчиков в ЭВМ используются счетчики, работающие в других системах счисления (например, шестнадцатиричные и восьмиричные).

### 2. Особенности установки УМ-12

Установка УМ-12 серийного производства предназначена для изучения в статическом и динамическом режимах регистров ( $RC$ ), счетчиков ( $CT$ ) и дешифраторов ( $DC$ ), выполненных на интегральных микросхемах 155-й серии. На переднюю панель установки выведены входы и выходы логических элементов:  $RC$ ,  $CT$ ,  $DC$  и других.

В установке имеются исследуемые устройства: регистр, счетчик, дешифратор, вспомогательные логические схемы типа И - НЕ, И - ИЛИ - НЕ, расширяющие возможности исследуемых устройств.

Входы и выходы исследуемых и вспомогательных устройств (155ЛР1, 155ЛА1, 155ЛА3, 155ТВ1 и др.) выведены на коммутационные и контрольные гнезда лицевой панели установки УМ-12 (рис.3, вкладка). Кроме того, в установке смонтирован ряд генераторов и формирователей, обеспечивших установку УМ-12 импульсами различной частоты, длительности и временного сдвига. Все сигналы генераторов и формирователей выведены



на гнезда лицевой панели; запуск исследуемых устройств сигнала различной частоты производится с помощью внешней коммутации соединительными проводниками, входящими в комплект установки.

Без внешней коммутации на установке можно производить следующие операции:

набирать с помощью кнопок (на лицевой панели) произвольный восьмиразрядный двоичный код;  
записывать этот цифровой код в сдвигающий регистр (*RG*);  
переписывать цифровой код из *RG* в счетчик (*CT*);  
устанавливать *RG* и *CT* по отдельности в нулевое состояние, т.е. осуществлять очистку "СБРОС" *RG* и *CT*.

Установка позволяет измерять время установления цифровых кодов в *RG*, *CT* и *ДС*, дает возможность сравнивать время задержки переключения *CT* при различных видах переноса, а также позволяет собирать различные схемы для изменения цикла счета *CT*.

Наблюдение процессов и оценка входных и выходных параметров *RG*, *CT* и *ДС* осуществляются с помощью осциллографа.

На лицевой панели УМ-12 расположены: кнопки переключения времени задержки; кнопки управления формирователем; выходные гнезда; кнопки набора цифрового кода для записи в регистр и кнопки управления регистром и счетчиком; элементы индикации *RG*, *CT* и *ДС*; выходные гнезда логических элементов.

Блок питания УМ-12 выполнен в виде отдельной платы, которая крепится внутри корпуса УМ-12 и имеет гнезда на лицевой панели для подключения к источнику.

Генератор собран по схеме симметричного мультивибратора и обеспечивает получение на выходе следующих частот: 4; 2; 1; 0,5 МГц. Нестабильность частоты генератора составляет  $\pm 20\%$ . Нагрузочная способность генератора по выходу равна 10 элементам.

Генератор одиночного импульса (ГОИ) срабатывает от нажатия кнопки "ПУСК" при наличии на входе синхронизации (Гн.4) импульса; это нагрузочная способность (Гн.10) - 10 логических элементов.

Формирователь импульсов внешнего генератора *ВГН* представляет собой ограничительную цепочку; выходное сопротивление формирователя (430 Ом) - Гн.15, амплитуда входного сигнала может достигать (4...5)В.

Распределитель импульсов на три канала выполнен на основе двоичного счетчика, селекторов и других элементов. Вход распределителя выведен на гнездо (Гн.1) на лицевой панели, а импульсы с частотой  $F \ll 1$  МГц подаются внешней коммутацией. Запуск распределителя можно осуществить любыми синхрои́мпульсами установки УМ-12.

Формирователь задержанных импульсов осуществляет задержку второго импульса распределителя относительно первого импульса распределителя с помощью двух последовательно включенных линий задержки ("ЗАДЕРЖКА" - 0,25 мкс и 2,0 мкс); верхний переключатель обеспечивает 10 интервалов задержки, а нижний - 5 интервалов с погрешностью  $\pm$  (10...20)%. Задержанный импульс выводится на Гн.8, расположенное на лицевой панели установки УМ-12.

Схема формирователя сдвоенных импульсов с изменяемой длительностью паузы между импульсами за счет кнопочного переключателя "ЗАДЕРЖКА" имеет выход на Гн.6 лицевой панели УМ-12. И, наконец, схема формирователя импульсов регулируемой длительности, которая изменяется переключателем "ЗАДЕРЖКА" имеет выход на Гн.7 лицевой панели установки УМ-12.

Временные диаграммы работы описанного формирователя приведены на рис. 4.

В Н И М А Н И Е! I. Для получения импульсов синхронизации осциллографа имеется специальный выход схемы делителя частоты ( $f/2^9$ ) и выход "СИНХРОНИЗАЦИЯ" (см.рис.3).

2. При осуществлении коммутации необходимо следить за правильностью подключения элементов. **З А П Р Е Щ А Е Т С Я** соединять выходы логических элементов между собой, а также подключать их к гнездам "+" и "I".

#### П о д г о т о в к а и п о р я д о к р а б о т ы с у с т а н о в к о й т и п а У М - 1 2

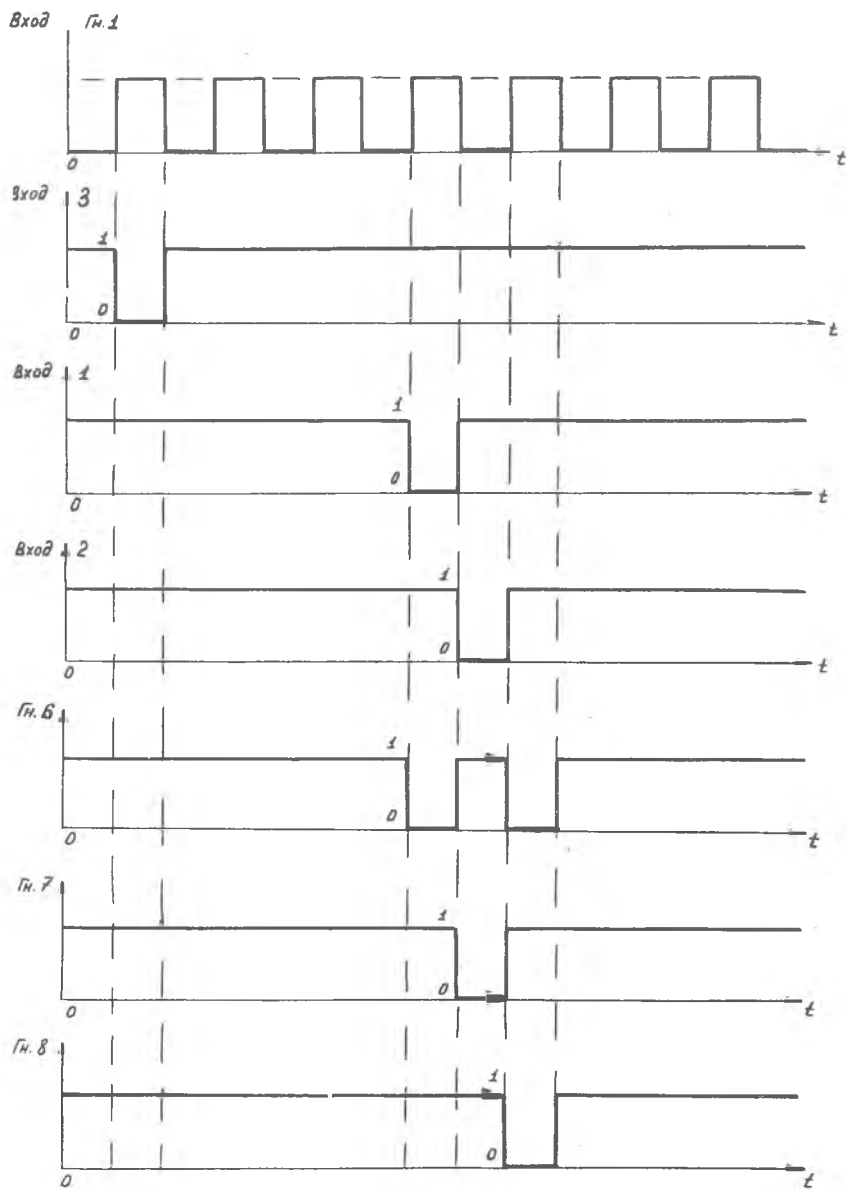
1. При работе с установкой следует применять приборы класса точности не ниже 2,5.

2. Рекомендуются типы осциллографов: С1-49; С1-55; С1-70 и др.

3. Вставить вилку в сеть (220 В, 50 Гц), включить тумблер "СЕТЬ" на лицевой панели установки. При этом должны загореться индикаторы "СЕТЬ" и "+5В" на лицевой панели.

4. Выключить тумблер "СЕТЬ". Произвести необходимые соединения логических элементов в соответствии с заданием на выполнение лабораторной работы и описанием установки УМ-12.

5. Предъявить собранную схему преподавателю и получить разрешение на включение, а также на проведение исследований.



Р и с. 4. Временные диаграммы на выходах распределителя импульсов

### 3. Задания и порядок выполнения работы

Задание 1. Исследовать логику работы счетчика при записи кода двоичного числа из регистра сдвига ( $RG$ ) в счетчик ( $CT$ ).

П о р я д о к   в ы п о л н е н и я   з а д а н и я

1. Путем нажатия кнопок  $S_{28} \dots S_{35}$ , расположенных на лицевой панели установки, осуществить набор параллельного восьмиразрядного кода для записи его в сдвиговый регистр  $RG$ .

Нажатием кнопки  $S_{27}$  "СБРОС  $RG$ " очистить регистр и затем нажатием кнопки  $S_{26}$  "ЗАП.  $RG$ " осуществить запись набранного цифрового кода в регистр. С помощью индикаторов Л1...Л8 осуществить индикацию записанного цифрового кода в  $RG$  и проверить соответствие его набранному.

2. С помощью кнопки  $S_{22}$  "СБРОС  $CT$ " очистить разряды счетчика и путем нажатия кнопки "ЗАПИСЬ  $CT$ " переписать цифровой код, хранящийся в регистре ( $RG$ ), в счетчик ( $CT$ ), с помощью индикаторов Л9...Л16 проверить соответствие цифровых кодов на входе и выходе счетчика.

3. Исследовать логику работы счетчика при записи кода, хранящегося в сдвиговом регистре ( $RG$ ).

Задание 2. Исследовать время установления цифрового кода в счетчике ( $CT$ ) при различных видах переноса.

П о р я д о к   в ы п о л н е н и я   з а д а н и я

1. К первому выходу счетчика I подключить сигнальный вход осциллографа, а вход синхронизации - к гнездам установки УМ-12 "Осциллограф".

2. Гнездо Гн.14 генератора  $G$  соединить с гнездом Гн.1, распределителя, а гнездо Гн.7 распределителя - с Г - входом "СЧЕТ" счетчика ( $CT$ ), установить требуемую длительность импульса. Нажать кнопку  $S_{21}$  "ЗАПИСЬ  $CT$ ". Отрегулировать с помощью ручек регулировок (синхронизация, развертка, усиление и др.) устойчивое изображение на экране осциллографа, зарисовать эпюру напряжения с выхода первого разряда счетчика I, определить время переключения разряда счетчика из нулевого состояния в единичное и наоборот.

3. Повторить п.2 настоящего задания для других выходов счетчика при различных видах переноса (последовательном, сквозном и групповом).

Задание 3. Исследовать и определить максимальную частоту (время) переключения счетчика при различных видах переноса.

П о р я д о к   в ы п о л н е н и я   з а д а н и я

1. Т - вход счетчика "СЧЕТ" подключить к Гн.5 распределителя, сохранив остальные соединения согласно п.2 задания 2.

2. Изменяя величину задержки между спаренными импульсами (кнопки "ЗАДЕРЖКА"), добиться устойчивого изображения импульсов с восьмого выхода счетчика. Максимальная величина задержки между импульсами будет соответствовать предельному времени переключения счетчика (СТ).

3. Задание по п.2 выполнить для различных видов переноса (последовательного, сквозного и группового) СТ.

Задание 4. Исследовать различные схемы изменения цикла счета СТ.

П о р я д о к   в ы п о л н е н и я   з а д а н и я

1. Соединить Гн.14 и Гн.4 между собой, выход генератора  $\mathcal{A}$  (Гн.10) соединить с Т - входом счетчика. Нажать кнопку  $\mathcal{S}_{2I}$  "ЗАМЕСЬ СТ" и "ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ".

2. Согласно схеме СТ сделать дополнительные соединения выходов и входов счетчика для изменения цикла счета (например, счетчик до 5,7 или 10).

3. Нажатием кнопки  $\mathcal{S}_3$  "ПУСК" отсчитать нужное число входных импульсов и убедиться в правильности функционирования счетчика по индикаторам Л9...Л16.

4. Выполнить это задание для различных значений цикла счета.

#### 4. Содержание отчета

1. В отчете привести схему установки для проведения эксперимента в соответствии с заданиями.

2. Применительно к заданиям лабораторной работы дать временные диаграммы работы регистра и таблицы его состояний.

3. Применительно к заданиям лабораторной работы построить осциллограммы в соответствующих точках исследуемого регистра.

## 5. Порядок работы с макетом установки УМ-12

1. Подключить осциллограф.
2. Объединить клеммы "Земля" макета и осциллографа.
3. Осуществить коммутацию входов, выходов, напряжений питания, синхронизации и клеммы "Земля".
4. Включить тумблер "СЕТЬ".
5. Исследовать схему счетчика (дешифратора) в соответствии с заданиями.

### Контрольные вопросы

1. Объяснить назначение и принцип действия двоичного счетчика.
2. Объяснить назначение и принцип действия недвоичного счетчика.
3. Объяснить назначение и принцип действия суммирующего и вычитающего счетчиков.
4. Пояснить принцип действия счетчика с последовательным переносом.
5. Пояснить принцип действия счетчиков со сквозным и групповым переносами.
6. Объяснить результаты исследований, полученные при выполнении заданий данной лабораторной работы.
7. Объяснить порядок работы с макетом установки типа УМ-12.
8. Пояснить принцип изменения цикла счета исследуемого счетчика.

### Домашнее задание

1. Изучить материал раздела "Краткие сведения из теории".
2. Ознакомиться с соответствующими разделами лекций и рекомендованной литературой.
3. Подготовить отчетную документацию.

### Библиографический список

1. С о л о м а т и н И.М. Элементы ЦЕМ: Лабораторный практикум. М.: Высшая школа, 1984. 143 с.
2. Г р и ч е с к и й П.М., М а м ч е н к о Е.А., С т е п е н - с к и й Б.М. Основы автоматики, импульсной и вычислительной техники. М.: Сов.радио, 1979. 392 с.

3. Б р а м м е р Ю.А., П а щ у к И.Н. Импульсная техника. М.:  
Высшая школа, 1985. 320 с.

4. Л о г в и н о в Л.М. Исследование регистров сдвига: Метод.  
указания /Куйбышев. авиац. ин-т; Куйбышев, 1989.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕШИФРАТОРОВ

**Ц е л ь р а б о т ы:** ознакомление с основными принципами действия дешифраторов; освоение методики исследования и основных характеристик дешифраторов.

### I. Краткие сведения из теории

Д е ш и ф р а т о р о м называют функциональный узел цифровых устройств, имеющий  $n$  входов и  $m$  выходов и преобразующий комбинацию входных сигналов (код числа) в выходной сигнал на отдельной шине. Другими словами, дешифратор (или декодер) - это узел, в котором каждому предусмотренному набору входных сигналов соответствует один вполне определенный возбужденный выход.

Таким образом, каждому цифровому сигналу на входах дешифратора соответствует логическая "1" или логический "0" на определенном выходе [1,2].

Дешифраторы широко применяются в устройствах управления ЭВМ, при преобразовании кодов из параллельного в последовательный, для построения распределителей импульсов по различным цепям и т.д.

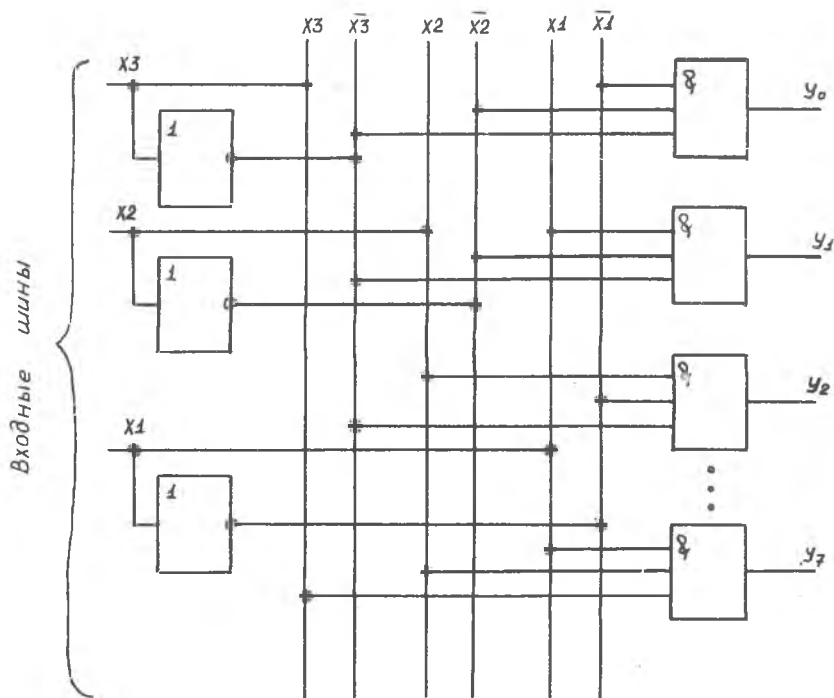
Число входов дешифратора равно количеству разрядов поступающих двоичных чисел, а число его выходов - полному количеству различных двоичных чисел этой разрядности. Так как каждый разряд двоичного кода принимает два значения, то полное количество  $n$  - разрядных комбинаций ( $n$  - разрядных двоичных чисел) равно  $2^n$ . Такое число выходов имеет любой полный дешифратор.

Рассмотрим подробнее принцип, который лежит в основе построения дешифратора.

Чтобы выяснить, является ли данное двоичное число ожидаемым, надо инвертировать цифры в определенных разрядах данного числа (где в ожидаемом числе записаны нули), а затем перемножить цифры всех



разрядов преобразованного таким образом числа. Если результатом перемножения будет единица, то данное число является ожидаемым. Если в результате указанных действий появится нуль, то это означает, что нули находятся не только в тех разделах, где они стоят в ожидаемом числе; поэтому после инверсии цифр в определенных разрядах не все цифры преобразованного числа оказались единицами и их перемножение дало нуль. В соответствии с изложенным дешифратор можно построить на инверторах и конъюнкторах (схемах "И"), выходы которых являются выходами дешифратора. Изложенный принцип положен в основу построения схемы, приведенной на рис. 1.

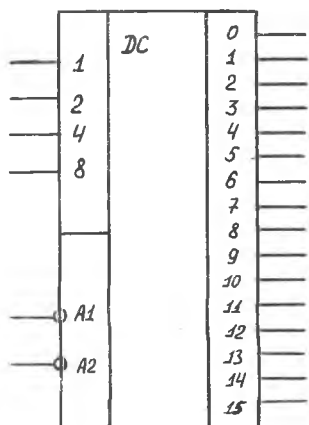


Р и с. 1. Схема дешифратора на три входа

Логическая "1" на выходе  $y_0$  должна фиксировать присутствие на входных шинах  $x_3$ ,  $x_2$  и  $x_1$  двоичного кода 000 десятичного числа 0; поэтому входы верхнего конъюнктора должны быть соединены с шинами  $x_3$ ,

$X_2$  и  $X_1$ , на каждой из которых присутствует логическая "1", когда на входных шинах  $X_3 = X_2 = X_1 = 0$ . Логическая "1", к примеру, на выходе фиксирует появление на входных шинах  $X_3, X_2$  и  $X_1$  кода десятичного числа  $2(010)_2$ ; поэтому входы соответствующего конъюнктора должны быть соединены с шинами  $X_3, X_2, X_1$ , на каждой из которых имеется логическая "1", когда  $X_3 = X_1 = 0, X_2 = 1$ . Аналогично соединяются с шинами входы других конъюнкторов.

Приведенный дешифратор называется линейным (матричным, одноступенчатым). В нем каждый конъюнктор получает информацию о всех  $n$  - разрядах кода; поэтому число его входов равно  $n$  (в данном случае - трем). Кроме того, применяются пирамидальные дешифраторы 1,2, в которых используются двухвходовые конъюнкторы. Количество их на входе дешифратора равно четырем, следующее "сечение" имеет восемь конъюнкторов, а число их на выходе дешифратора такое же, как и в схеме рис.1, т.е. в общем случае равно  $2^n$ .



Условное изображение дешифратора приведено на рис.2. В данном случае он имеет четыре информационных входа, на которые поступают разряды входного кода с весами 8, 4, 2, 1, и шестнадцать выходов и два входа стробирования  $A_1$  и  $A_2$ . Для нормального функционирования дешифраторов на их входы необходимо подавать уровни логических нулей. Если на одном из входов стробирования будет уровень логической единицы, дешифратор блокируется и на его выходах устанавливаются уровни логических нулей. Наличие входов стробирования расширяет функциональные возможности дешифраторов.

Рис.2. Условное обозначение дешифратора на четыре входа

## 2. Особенности установки УМ-12

Установка УМ-12 серийного производства предназначена для исследования регистров, счетчиков и дешифраторов в статическом и динамическом режимах. Более подробно особенности описываемой установки приведены в разд. 2 лабораторной работы УМ-12-2 настоящих методических указаний.

### 3. Задания и порядок проведения работы

Задание I. Исследовать логику работы дешифратора на четыре входа.

#### П о р я д о к   в ы п о л н е н и я   р а б о т ы

1. Соединить гнезда Гн.14 и Гн.4 между собой, а гнезда Гн.10 с гнездом "СЧЕТ" счетчика (СТ).

2. Нажатием кнопки  $S_{22}$  "СБРОС" обнулить СТ. Установить последовательный вид переноса в счетчике с помощью соответствующей кнопки.

3. Нажимая последовательно кнопку  $S_3$  "ПУСК", добиваться появления уровня логической "1" на соответствующих выходах дешифратора ЛС (лампы Л17...Л32). Составить таблицу логики работы дешифратора.

Задание 2. Исследование времени установления дешифратора.

#### П о р я д о к   в ы п о л н е н и я   з а д а н и я

1. Соединить Гн.14 и Гн.1, а выход Гн.7 распределителя соединить со счетным Т - входом счетчика.

2. Нажать кнопки: "ЗАПИСЬ СТ", "Последовательный перенос". Обнулить с помощью кнопки  $S_{22}$  счетчик (СТ).

3. К одному из выходов дешифратора подключить осциллограф и засинхронизировать его работу от установки.

4. Добиться устойчивого изображения на экране осциллографа и определить время установления сигнала на выходе дешифратора.

### 4. Содержание отчета

Смотри соответствующий раздел лабораторной работы УМ-12-2 в настоящих методических указаниях.

### 5. Порядок работы с макетом установки УМ-12

Смотри соответствующий раздел лабораторной работы УМ-12-2 в настоящих методических указаниях.

### Контрольные вопросы к защите лабораторной работы

1. Назначение и принцип действия линейного дешифратора.
2. Назначение и принцип действия шифратора.
3. Принцип действия пирамидального дешифратора.
4. Пояснить порядок работы с макетом установки УМ-12.
5. Пояснить использование счетчиков и дешифраторов в распределителях и коммутаторах.

### Домашнее задание

1. Изучить материал раздела "Краткие сведения из теории".
2. Ознакомиться с соответствующими разделами лекций и рекомендуемой литературы.
3. Подготовить отчетную документацию.

### Библиографический список

1. Грический П.М., Мамченко А.Е., Степенский Б.М. Основы автоматики, импульсной и вычислительной техники. М.: Сов.радио, 1979. 373 с.
2. Браммер Ю.Л., Пашук И.Н. Импульсная техника. М.: Высшая школа, 1985. 320 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СЧЕТЧИКОВ ИМПУЛЬСОВ  
И ДЕШИФРАТОРОВ

Составитель Л о г в и н о в Леонид Митрофанович

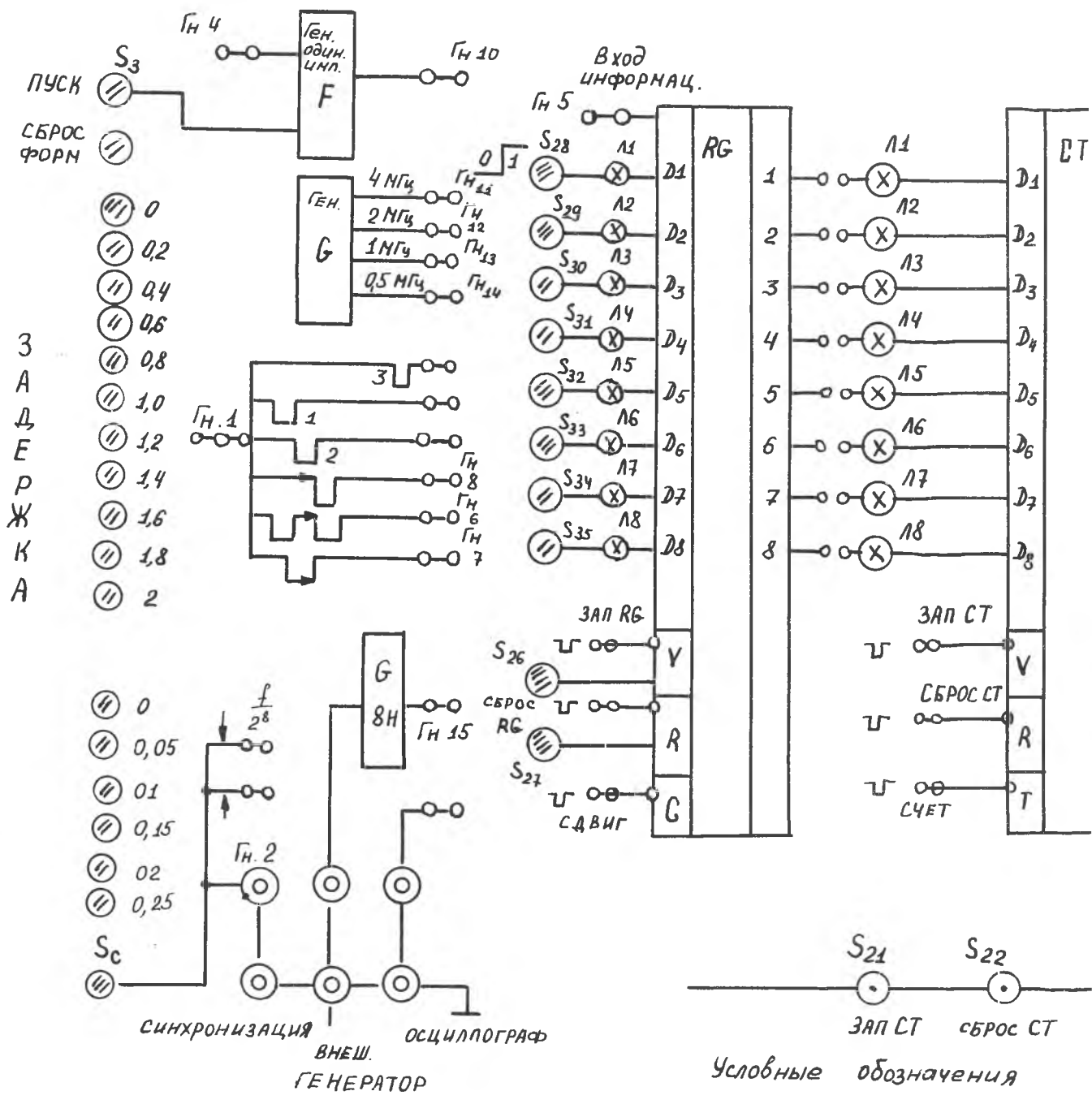
Редактор Т.К.К р е т и н и н а  
Техн.редактор Н.М.К а л е н ю к  
Корректор Л.Я.Ч е г о д а е в а

Подписано в печать 23.09.91. Формат 60x84<sup>I</sup>/16.  
Бумага оберточная. Печать офсетная. Усл.п.л. 1,2+0,18 вкл.  
Усл.кр.-отт. 1,5. Уч.-изд.л. 1,35. Тираж 250 экз.  
Заказ 4045 Бесплатно.

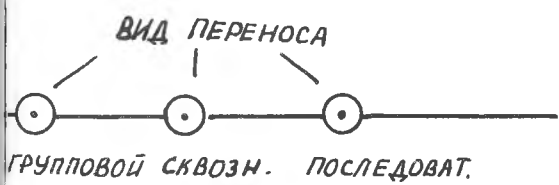
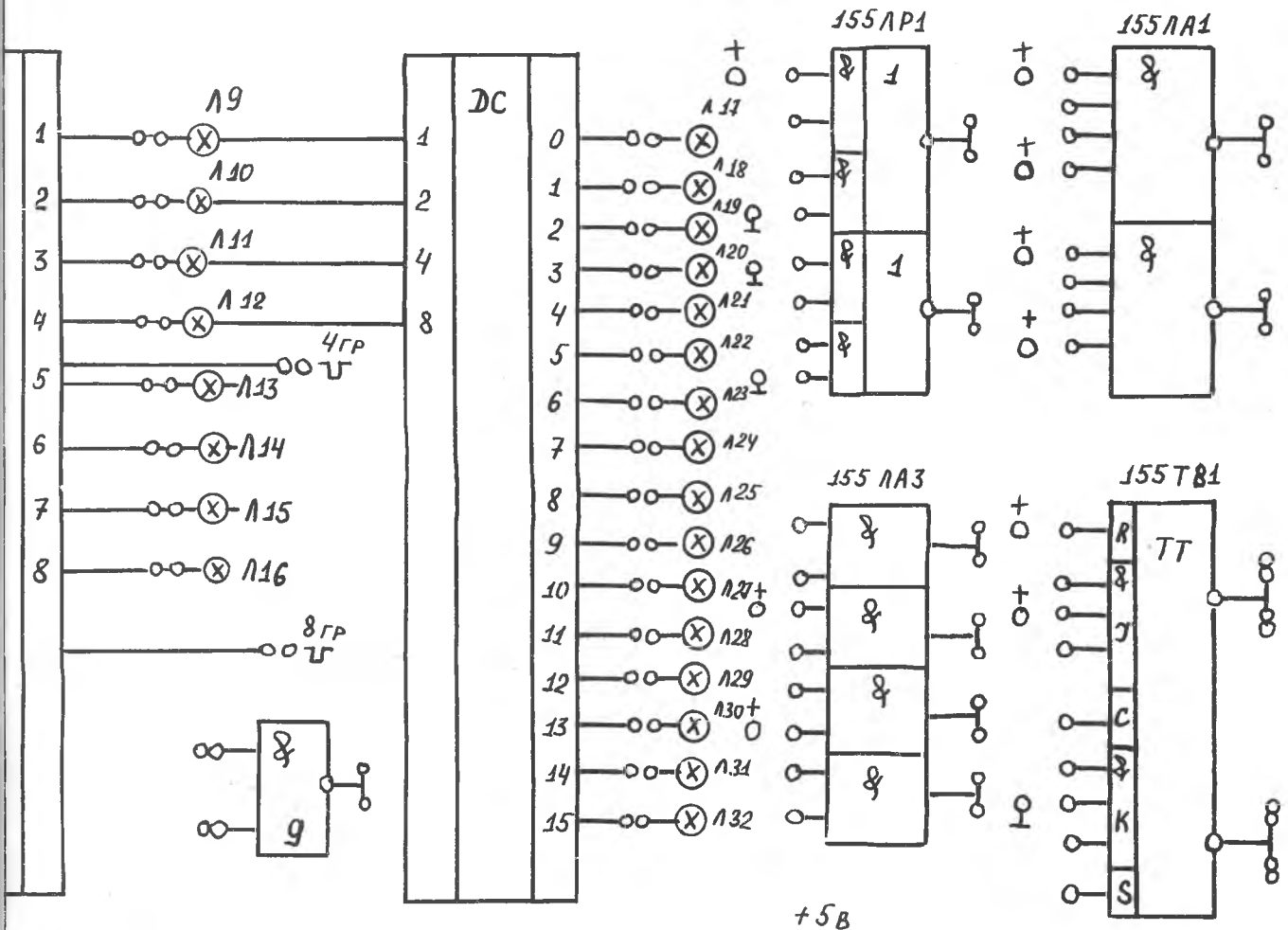
Самарский ордена Трудового Красного Знамени  
авиационный институт имени академика С.П.Королева.  
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

---

Тип.им.В.П.Мяги Самарского полиграфического  
объединения. 443099 Самара, ул.Венцека,60.



Рш



Ⓜ - кнопки ( $S_1$ ); ⊗ - индикаторы ( $A_1, \dots$ ); -○- - гнезда контактные ( $\Gamma_1, \dots$ );

р. 3.