



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

Б.Ю. Семенов, Н.С. Фролов

1982

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ЦИФРОПЕЧАТАЮЩЕЕ
УСТРОЙСТВО

Дубна 1983

Б.Ю.Семенов, Н.С.Фролов

1382

2069/2 48

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ЦИФРОПЕЧАТАЮЩЕЕ
УСТРОЙСТВО

Направлено в журнал "Передовой
научно-технический и производ-
ственный опыт"

Дубна 1983

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

В в е д е н и е

В экспериментальной ядерной физике находят широкое применение различные многоканальные временные, амплитудные и многомерные анализаторы. Выходные устройства, предназначенные для вывода информации из запоминающих устройств и представления ее в форме, удобной для последующей работы, являются важной частью любого современного анализатора. Большое распространение получили выходные устройства с цифропечатающими аппаратами. Эти устройства позволяют получать информацию в виде таблицы десятичных цифр, отпечатанных на бумажной ленте.

Любое выходное устройство должно содержать:

схему выбора адреса, обеспечивающую вывод информации из всех адресов (каналов) системы;

схему считывания, обеспечивающую прием кода числа, относящегося к данному каналу;

схему преобразования кода числа, если это необходимо (например, двоичного в десятичный);

цифропечатающий аппарат;

схему управления.

При разработке выходного устройства определяющими факторами как выбора общей функциональной схемы, так и решения отдельных блоков являются:

тип запоминающего устройства: параллельного действия (ферритовые сердечники и др.) или последовательного действия (потенциалоскопы, магнитные барабаны, линии задержки и др.);

способ кодирования, используемый в запоминающем устройстве анализатора (обычно используется двоичный код, реже — двоично-десятичный);

число каналов системы;

требуемая скорость вывода информации;

требуемая автономия выходного устройства;

тип выбранной цифропечатающей машины.

В работе описывается выходное цифропечатающее устройство для анализатора с памятью последовательного типа на потенциалоскопе с двоичным кодированием числа, имеющего 256 каналов^{1/1}. Для преобразования из двоичной системы счисления в десятичную используется метод одновременного пересчета числа в двоичной и десятичной системах счисления (метод одноканального пере-

счета или "перекачки"). Этот метод реализуется весьма просто, но обладает меньшим быстродействием в отличие от используемых в некоторых работах (см., например, /2/). Так как в разработанном устройстве применен цифроречитывающий аппарат на базе машины типа СДУ-138 (сравнительно медленнодействующий), применение методов преобразования, обладающих большим быстродействием, но требующих большого количества элементов, не оправдано. Отличительными особенностями разработанного устройства являются применение аналоговых схем в блоке выбора адреса и полная автономия выходного устройства.

Кроме основной задачи, устройство может выполнять целый ряд других работ как пересчетный прибор с записью информации в виде цифр, переводить двоичные числа в десятичные с последующей печатью и т.п.

Работа устройства

Упрощенная блок-схема автоматического цифроречитывающего устройства изображена на рис. 1. От многоканальной системы по двум коаксиальным кабелям поступают последовательности импульсов на блок адреса и блок считывания. Временная диаграмма этих импульсов показана на рис. 2^{/3/}. По первому кабелю подаются положительный маркерный импульс, который отмечает начало прохождения информации, относящейся к первому каналу (адресу), и отрицательные импульсы каналов, отмечающие начало прохождения информации с соответствующего канала. По второму кабелю поступают отрицательные импульсы, отмечающие положение разрядов числа, и положительные импульсы кода числа, означающие, что в данном разряде записана единица (отсутствие импульса означает запись нуля). Разряды числа следуют, начиная с младшего. Предполагается, что в каждом канале может быть записано 16-разрядное число в двоичной системе счисления.

Запуск устройства осуществляется командой с панели управления. После запуска блок адреса выдает в блок считывания импульс ("начало считывания"), соответствующий по времени началу прохождения кода числа определенного выбираемого канала. Блок считывания при поступлении импульса от блока адреса воспринимает информацию, содержащуюся в соответствующем канале, преобразует ее вместе с блоком печати из двоичной системы счисления в десятичную, а также выполняет некоторые функции управления, в частности, выдает через блок печати команду на запуск печатающей машины. Печатающая машина при получении этой команды начинает вырабатывать импульсы считывания (синхронизации), с помощью которых осуществляется считывание информации с регистров номера канала и числа, находящихся соответственно в блоке адреса и блоке печати, на внутреннее запоминающее устройство печатающей машины (электромагниты печати). В конце рабочего хода печатающая машина отпечатывает на бумажной ленте номер канала и относящееся к нему число; она выдает также некоторые управляющие и блокирующие импульсы.

Затем цикл повторяется для следующего по порядку номера канала. Период следования командных импульсов, поступающих от блока адреса к блоку считывания ("начало считывания") должен быть больше, чем время, необходимое для обработки одного числа всеми блоками системы. Номер первого из выбираемых каналов может быть задан любым и определяется оператором.

Более подробно работу устройства можно проследить по функциональной схеме, изображенной на рис. 3.

Блок адреса

Как уже отмечалось, особенностью описываемого выходного устройства является использование в блоке адреса аналоговой схемы вместо обычно применяемых схем со счетными устройствами^{/4,5,6/}. Известно^{/3,7/} использование аналоговых схем в адресных блоках устройств вывода информации на самопишущие автоматизированные потенциометры, где можно производить многократную перезапись информации, относящейся к данному каналу. Разработанный блок адреса, благодаря введению схемы селекции, производит однократную выдачу адресного импульса для данного адреса, что позволяет использовать его в устройстве вывода информации на цифроречитывающую печать.

Блок адреса содержит схемы получения адресного импульса, селекции адресного импульса, управления счетчиком номера канала и счетчик номера канала. Надо отметить, что счетчик номера канала со схемой управления выполняют вспомогательные операции и поэтому не являются обязательными элементами блока адреса.

Рассмотрим подробнее работу схем блока по функциональной схеме устройства (см. рис. 3). После перевода тумблера "В2", расположенного на панели управления, из положения "пуск" в положение "работа" начинает работать схема формирования линейно-изменяющегося напряжения. Период ее работы должен быть несколько больше времени записи всего спектра (для 256 каналов при затрате 1,5 сек на канал это время получается равным примерно 7 мин.). Медленно меняющееся линейное напряжение подается на вход схемы сравнения. На другой вход ее поступает сигнал со схемы формирования пилообразного напряжения. Запуск этой схемы осуществляется маркерным импульсом, поэтому каждому каналу будет соответствовать определенный уровень напряжения. При равенстве напряжений на входах схемы сравнения на ее выходе возникает адресный импульс, который будет перемещаться по временной оси относительно маркерного импульса со скоростью, определяемой схемой линейно-изменяющегося напряжения. При совпадении во времени (схема "И6") адресного импульса с импульсом канала триггер "Тр4" перебросится в положение "1", выдавая в блок считывания импульс "начало считывания". Все последующие

совпадающие импульсы не произведут никакого действия, так как не смогут изменить состояния триггера до тех пор, пока триггер не будет предварительно переброшен в состояние "0". Это осуществляется тем же адресным импульсом при условии его совпадения (схема "ИЗ") с импульсом, задержанным относительно импульса канала на половину периода ($T/2$). После этого триггер "Тр1" оказывается подготовленным к выдаче очередного командного импульса, относящегося к следующему по порядку номеру канала. На счетчике номера канала фиксируется номер избираемого в данный момент канала. Наличие счетчика позволяет производить установку первого из опрашиваемых каналов (установка производится потенциометром "П1"), а также осуществлять печать номеров каналов.

В отличие от некоторых систем, описанных в литературе (см., например, ^{4,8/}), счетчик работает с перезаписью, т.е. после окончания каждого рабочего цикла устройства к предыдущим показаниям счетчика не прибавляется 1, а следующий номер канала набирается заново. Это позволяет избежать повторения ошибки в результате случайного сбоя.

Работу схемы управления счетчиком номера канала можно проследить по функциональной схеме (рис. 3).

Интересно сравнить разработанную схему с описанными в литературе схемами, использующими счетные устройства. Так, например, блок адреса, выполненный по принципу, описанному в ^{4,5,6/}, для 256 каналов должен был бы содержать, как минимум, 11 триггеров, 3 схемы пропускания и ряд других элементов, обеспечивающих его функционирование.

Разработанный блок с использованием аналоговых схем содержит всего лишь 1 триггер, 2 схемы пропускания, 1 мультивибратор, 2 схемы пилообразного напряжения и схему сравнения (как указывалось ранее, схема цифровой индикации имеет вспомогательное значение и в обоих случаях не учитывается).

Адресная система выходного устройства, описанного в литературе ^{8/}, примерно равноценна по количеству используемых элементов, но применяемый там принцип приводит к изменению режима работы потенциалоскопа, что в ряде случаев неудобно. Кроме того, выходное устройство более жестко связано с анализатором.

Разработанная схема, благодаря своей простоте и надежности, может быть с успехом использована для систем с числом каналов до 300.

Принципиальная электронная схема получения адресного импульса приведена на рис. 4. Для формирования линейно изменяющегося и пилообразного напряжения используется разряд (заряд) конденсатора постоянным током. Схемы содержат составные эмиттерные повторители (соответственно транзисторы "Т2", "Т3", "Т4" и "Т15", "Т16", "Т17"), обладающие большим входным и малым выходным сопротив-

лениями. Постоянство разрядного тока достигается введением цепей обратной связи, содержащих кремниевые стабилитроны и сопротивления. Для компенсации нелинейности, обусловленной изменением токов утечки конденсаторов и входных токов транзисторов "Т2" и "Т5", применены каскады соответственно на транзисторах "Т1" и "Т14", включенные по схеме с общей базой. Начальный разряд конденсатора в схеме пилообразного напряжения происходит через ключ на транзисторе "Т13" (при отсутствии импульса ключ закрыт) импульсом блокинг-генератора на транзисторе "Т12". Запуск блокинг-генератора осуществляется маркерным импульсом через транзистор "Т11".

Схема сравнения с формирователем собрана на транзисторах "Т5" - "Т10". Роль сравнивающего элемента выполняет $p-n$ переход эмиттер-база транзистора "Т10". Сигнал сравнения возникает при появлении тока через этот переход. В дальнейшем импульс сравнения, проходя каскады предварительного усиления и формирования (транзисторы "Т9" - "Т6"), запускает ждущий блокинг-генератор, собранный на транзисторе "Т5". Большой общий коэффициент усиления схемы по напряжению (транзисторы "Т10" - "Т8") обеспечивает высокую точность регистрации момента сравнения. Малое время восстановления достигается отсутствием реактивностей в цепях связи первых каскадов.

Схема селекции адресного импульса, приведенная на рис. 5, состоит из формирователей, схем совпадения, триггера и мультивибратора задержки. Триггер "Тр4" выполнен на туннельном диоде. При этом он получается весьма простым. Для индикации использована обычная схема на неоновой лампочке, содержащая усилитель на транзисторе "Т9".

Блок считывания

Блок считывания (см. рис. 3) состоит из 19 триггеров, 16 из которых ($2^0 - 2^{15}$) являются значащими, т.е. служат для записи кода числа, а триггеры "Тр1", "Тр2" и "Тр3" являются управляющими. Кроме того, в блок входит ряд схем пропускания, формирователей, элементов задержки и др., которые позволяют реализовать необходимые логические функции.

Регистр, образованный триггерами, работает в режиме сдвига при приеме кода числа, а также в режиме двоичного пересчета при поступлении соответствующей команды. Таким образом, обеспечивается прием кода числа в последовательной форме, а также преобразование из двоичной системы счисления в десятичную (в преобразовании участвует также десятичный регистр блока печати).

В первоначальном состоянии триггеры "Тр1" и "Тр2" находятся в положении "1", а остальные триггеры - в положении "0". Единицу, записанную в триггере "Тр2", будем называть служебной единицей.

Импульс "начало считывания", поступающий от блока адреса, устанавливает триггер "Тр1" в положение "0". Схемы пропускания "И1" и "И2" открываются. При этом через схему пропускания "И2" и формирователь импульсы кода подаются на триггер "Тр2", а через схему пропускания "И1" начинают проходить импульсы разрядов, которые после формирования поступают на шину "сдвиг". При поступлении 17-го сдвигающего импульса, когда заканчивается прием кода числа, служебная единица поступает в триггер "Тр1", он переходит в положение "1", схемы пропускания "И1" и "И2" закрываются, поступление импульсов сдвига и кода прекращается. На значащих триггерах будет записано в обратном коде то же число, что и в соответствующем канале многоканальной системы. Задний фронт с триггера "Тр1" через переключатель "В1" устанавливает на "1" триггер "Тр3", который, в свою очередь, открывает соответствующие схемы пропускания, обеспечивающие работу регистра и генератора пересчета при преобразовании двоичного кода в десятичный. При этом импульсы генератора пересчета идут на счетный вход регистра (триггер "2°") и на вход десятичных пересчетных схем блока печати. При заполнении регистра формируется импульс "конец пересчета", который устанавливает триггер "Тр3" в положение "0". Схемы пропускания, открытые ранее, закрываются, и на декадах блока печати оказывается записанным в прямом десятичном коде число, на единицу большее находившегося ранее в соответствующем канале запоминающего устройства анализатора. Триггер "Тр3" при перебресе выдает также импульс "печать", который проходит через переключатель "В1" в блок печати, где формируется и затем поступает на соленоид включения электродвигателя печатающей машины.

Основным элементом блока считывания, принципиальная схема которого изображена на рис. 6, является симметричный триггер на лампе 6НЗП (см. триггер "2°"). Триггер имеет два симметричных потенциальных выхода и один импульсный выход. Потенциальные выходы триггера используются для управления схемами пропускания предыдущей ячейки при работе регистра в режиме сдвига. Наличие емкостей 24 пф на потенциальном выходе позволяет иметь необходимую задержку управляющего потенциала. Кроме того, через эти же емкости подается сдвигающий импульс.

Запуск триггера осуществляется по сеткам через ключевые элементы, в качестве которых использованы полупроводниковые диоды. Диоды, обеспечивающие работу в режиме сдвига, соединены с потенциальным выходом соответствующей ячейки, а диоды, обеспечивающие работу в режиме пересчета, подсоединены к импульсному выходу предыдущего триггера. Счетный вход является управляемым. Управляющий сигнал подается на "минус" диодов через сопротивление 30 ком.

Так как регистр выполнен с потенциальными связями между триггерами, схема критична к параметрам элементов. В связи с этим необходимо произво-

дить предварительный отбор их. Установка триггера в первоначальное положение осуществляется отсоединением соответствующих сеточных сопротивлений от земли. Конструктивно триггер представляет собой отдельную ячейку. Такое выполнение значительно облегчает наладку блока, а также весьма удобно в эксплуатации.

Схемы пропускания "И1" и "И2" (см. рис. 3 и рис. 6) диодно-трансформаторные. Импульсы, поступающие с этих схем, формируются на блокинг-генераторах (лампы "Л22" и "Л24"). Генератор пересчета представляет собой управляемый блокинг-генератор (лампа "Л21а"). Частота импульсов пересчета - 60 кГц.

Блок печати и печатающая машина

Блок печати содержит пересчетные декады, клапаны для управления электромагнитами печатающей машины, формирователи и два управляющих реле. Печатающая машина имеет 8 электромагнитов печати, электродвигатель с соленоидом включения, датчик импульсов считывания и два управляющих контакта "К1" и "К2".

Импульс печати, проходя через формирователь, включает реле "Р2". В результате срабатывания реле, которое самоблокируется через контакты "1Р2", подается питание на соленоид включения электродвигателя машины ("3Р2"), и выдается разрешение работы клапанов электромагнитов печати ("2Р2"). При включении двигателя печатающей машины начинает работать датчик импульсов считывания, а также размыкается контакт "К2". Импульсы считывания после формирования поступают на декады, осуществляя перенос информации на промежуточное запоминающее устройство машины (электромагниты печати машины). В конце рабочего хода производится печать числа, а также размыкается контакт "К1". Питание с обмоток реле "Р1" и "Р2" снимается. Триггеры блока считывания возвращаются в первоначальное состояние и удерживаются в этом состоянии до конца работы машины, так как контакт "2Р1" отсоединяет соответствующие сеточные сопротивления от земли. В результате этого импульсы помех, возникающие при включении электродвигателя, не могут изменить состояние триггеров блока считывания. В конце цикла работы машины замыкается контакт "К2". Обмотка реле "Р1" включается под напряжение, группа контактов "1Р1" выдает импульс, который, пройдя формирователь, производит сброс декад блока печати. А в результате замыкания контакта "2Р1" схема блока считывания оказывается подготовленной к следующему циклу работы. Импульс с группы контактов "3Р1" используется в режиме ручного ввода числа для установки триггера "Тр1" в положение "0" в конце цикла работы устройства.

Принципиальная схема группы клапанов изображена на рис. 7. Клапан состоит из схемы пропускания на диоде типа Д9Б, одновибратора (транзисторы "Т1" и "Т2"), формирующего импульс необходимой длительности, и усилителя тока (на транзисторах "Т4" и "Т5"). Максимальный выходной ток - 0,8а, длительность импульса - 40 мсек.

Все пересчетные декады, кроме первой, выполнены на декатронах с полупроводниковой схемой привода. Первая декада выполнена на транзисторах.

Блок выпрямителей

Блок выпрямителей имеет несколько стабилизированных и нестабилизированных каналов. Как в низковольтных, так и в высоковольтных каналах использованы полупроводниковые приборы. Мощность, потребляемая устройством при печати - 285 ва, при холостом ходе - 160 ва.

Конструкция

Конструктивно устройства представляет собой шкаф размером 700 x 860 x 400 мм³, соединенный кабелями с машиной и с многоканальной системой. При разработке устройства был применен принцип блочной конструкции, обеспечивающий максимальное удобство и наибольшую надежность при работе. Большинство субблоков выполнено на стандартных рамках с 30-контактными разъемами. Для примера на рис. 8 показан внешний вид ячейки с четырьмя клапанами электромагнитов печати (принципиальная схема приведена на рис. 7). Внешний вид всего устройства показан на рис. 9.

Заключение

Описанное автоматическое цифроречатающее устройство работает в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ с 1962 года. Оно достаточно просто в обслуживании, надежно в работе.

В заключение авторы благодарят А.Н.Синаева за постоянный интерес к работе и большую помощь при подготовке рукописи к печати, а также И.В.Цымбулова, В.Т.Шевченко и В.Н.Громова за изготовление устройства.

Литература

1. А.Н.Синаев. Труды пятой научно-технической конференции по ядерной радиоэлектронике, т. II . Многоканальные импульсные анализаторы, ч.1, стр.87. Госатомиздат, Москва, 1963.
2. Л.П.Бубекова, В.Н.Замрий, Б.Юхас. Препринт ОИЯИ 1259, Дубна, 1963.
3. Б.Ю.Семенов, А.Н.Синаев, В.А.Яковлев. Препринт ОИЯИ 747, Дубна, 1961.
4. А.П.Цитович и др. Труды пятой научно-технической конференции по ядерной радиоэлектронике, т. II . Многоканальные импульсные анализаторы, ч.2, стр.72, Госатомиздат, Москва, 1963.
5. Ю.М.Грашин и др. Труды пятой научно-технической конференции по ядерной радиоэлектронике, т. II . Многоканальные импульсные анализаторы, ч.2, стр.163. Госатомиздат, Москва, 1963.
6. И.А.Радкевич и др. Конференция по ядерной электронике. Белград, 1961. Nuclear Electronics, II, p.205, IAEA, Vienna (1962).
7. В.О.Вяземский и др. 128-канальный амплитудный анализатор с автоматической записью спектров на бумажной ленте. ЦИТЭИН, тема 21, № Р-21-103/13. Москва, 1961.
8. Ю.А.Глухов и др. ПТЭ № 2, 70 (1962).

Рукопись поступила в издательский отдел
1 августа 1963 г.

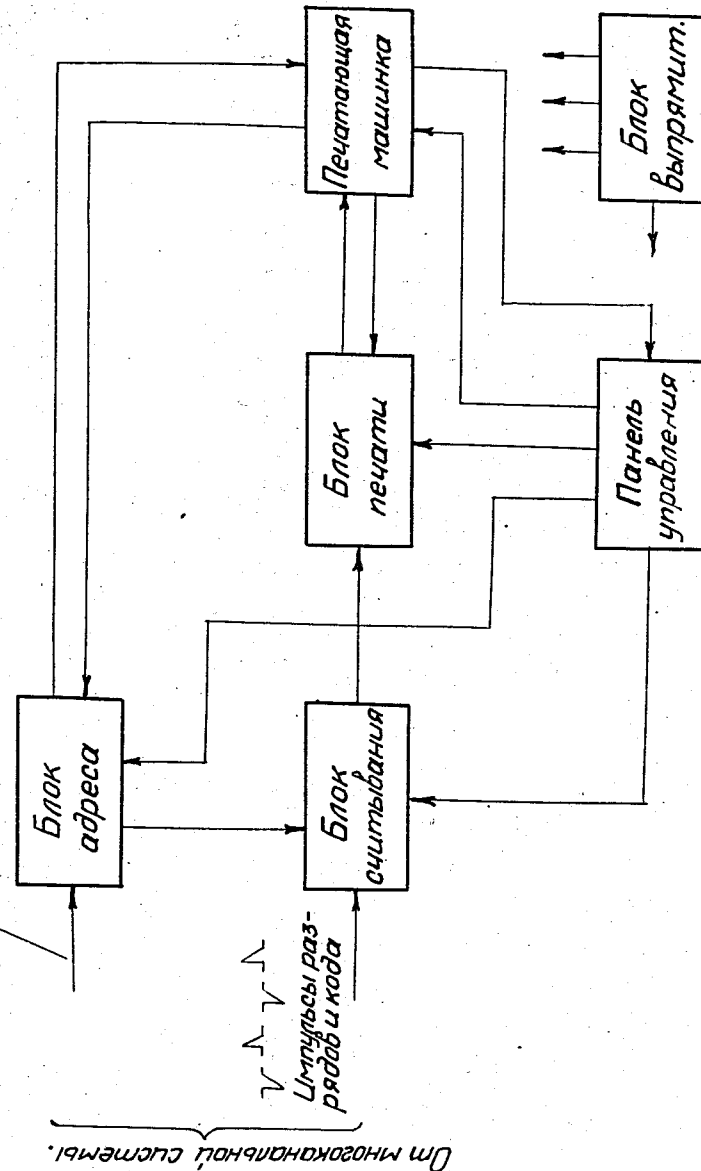


Рис. 1. Блок-схема автоматического цифроречатающего устройства.

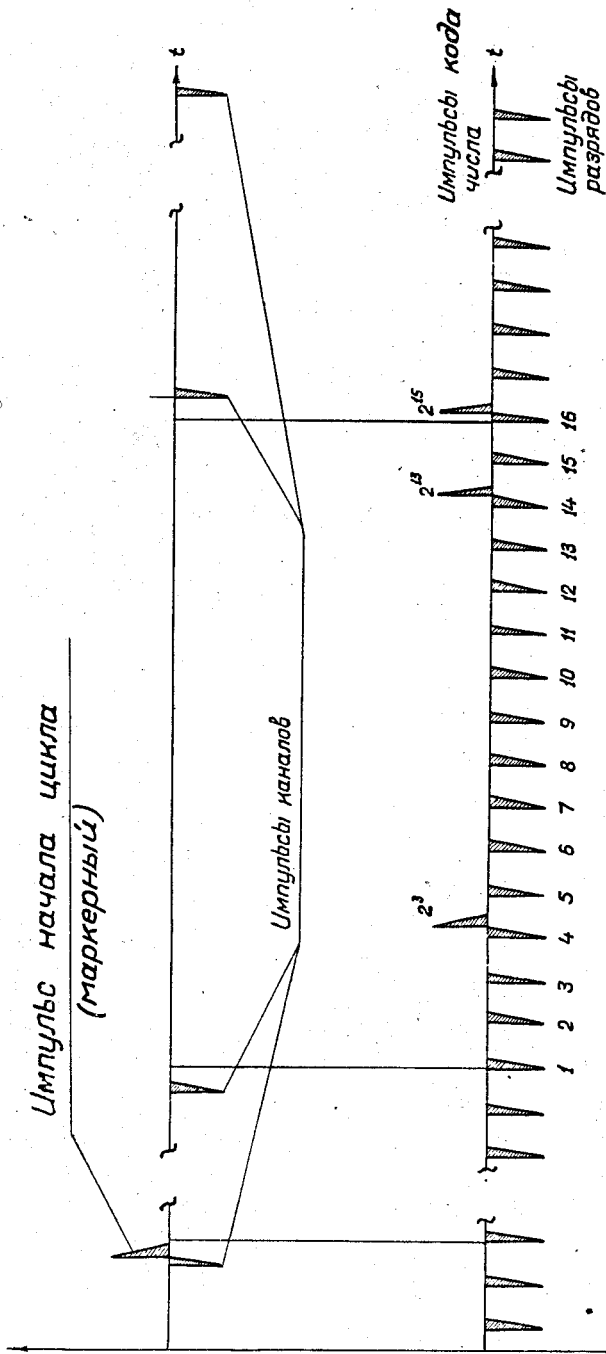


Рис. 2. Временная диаграмма импульсов, поступающих от многоканальной системы в АЦУ.

Функциональная схема автоматического цифропечатающего устройства.

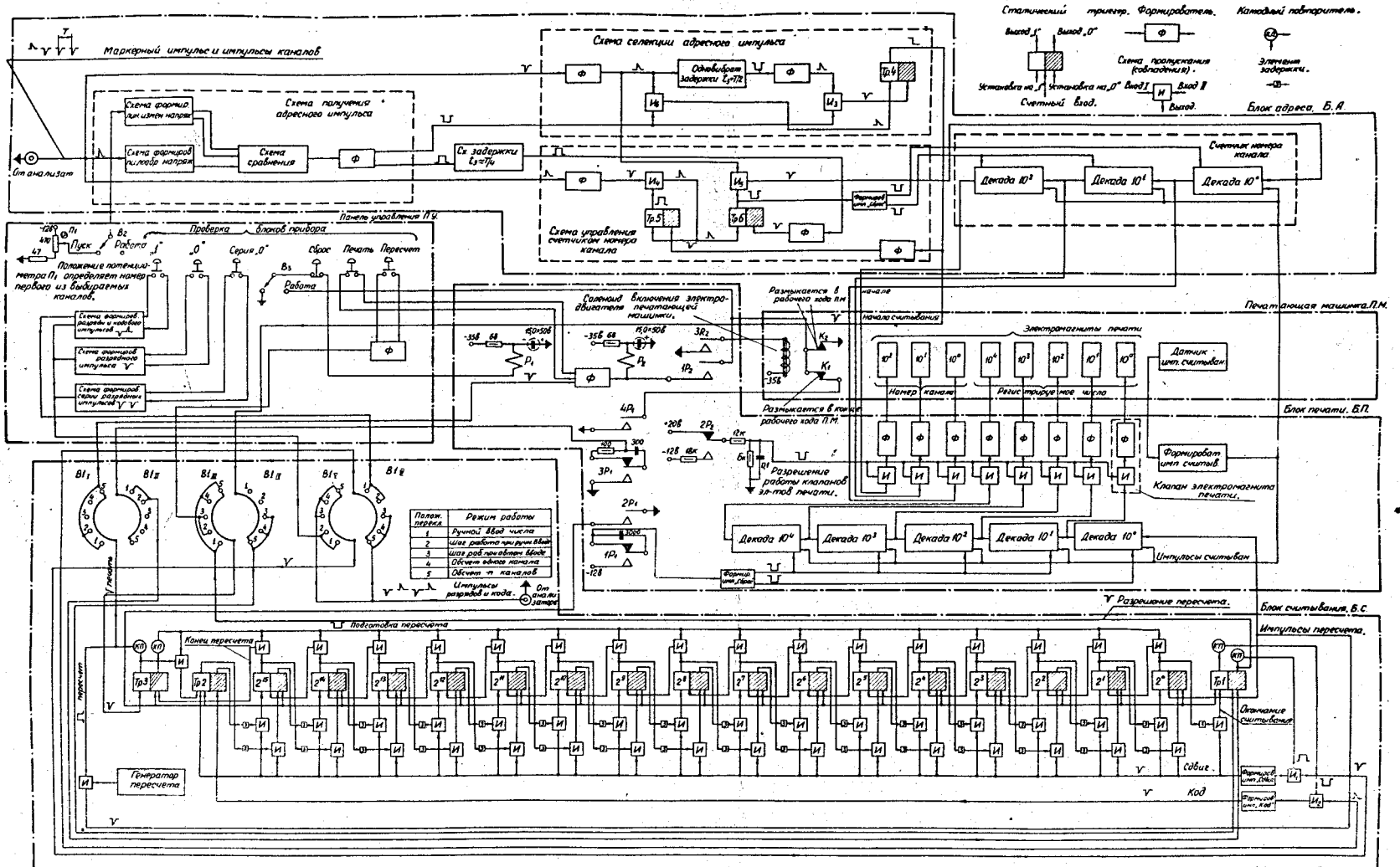


Рис. 3. Функциональная схема устройства.

Схема получения адресного импульса

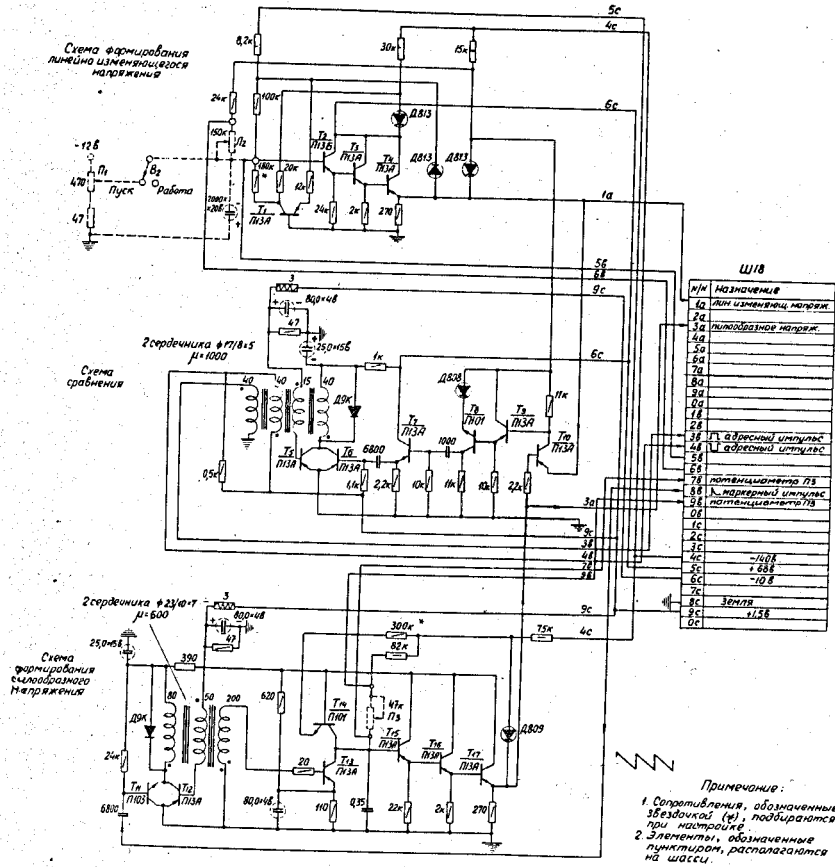
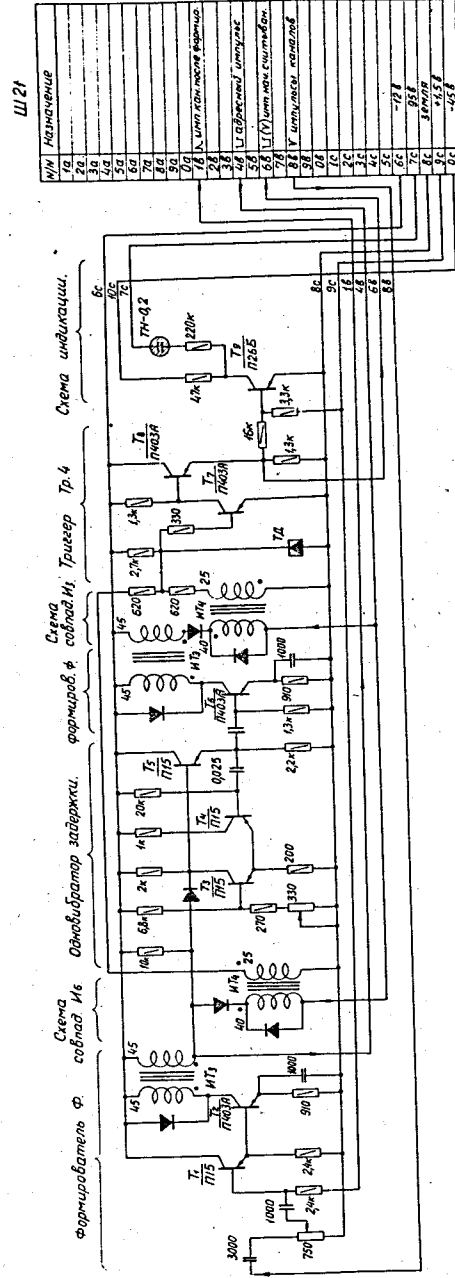


Рис. 4. Принципиальная схема получения адресного импульса.

Схема селекции адресного импульса.



Примечание:
 1 Все диоды Д95.
 2 Трансформаторы М6, М7 на ферритах М-1000.
 3 Сопротивления $\neq 0,68\Omega$; $\neq 100\Omega$.
 4 Обмотки на трансформаторах М7, катушки разделены.

Рис. 5. Принципиальная схема селекции адресного импульса.

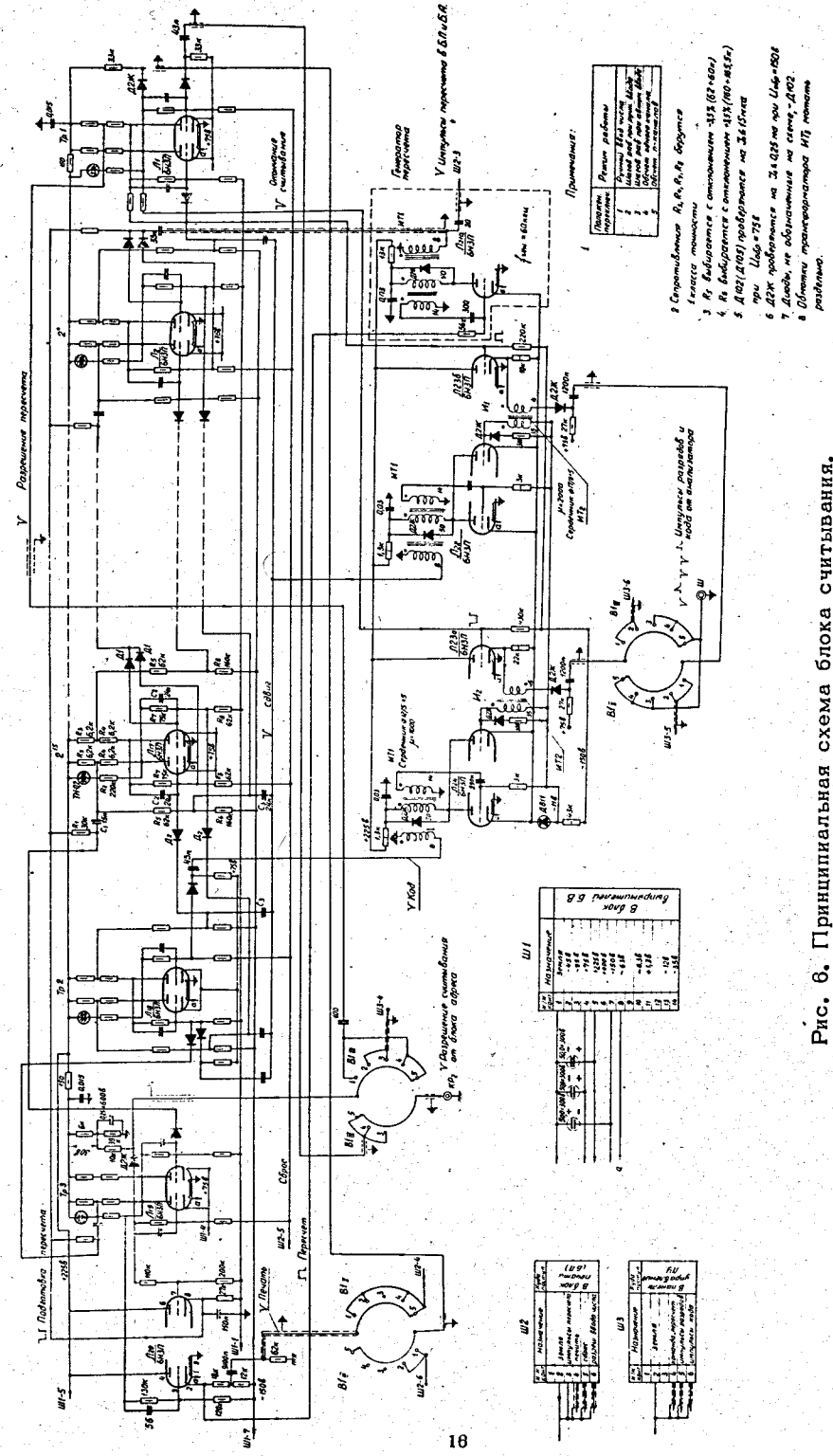


Рис. 6. Принципиальная схема блока считывания.

Клапаны электромагнитов печати.

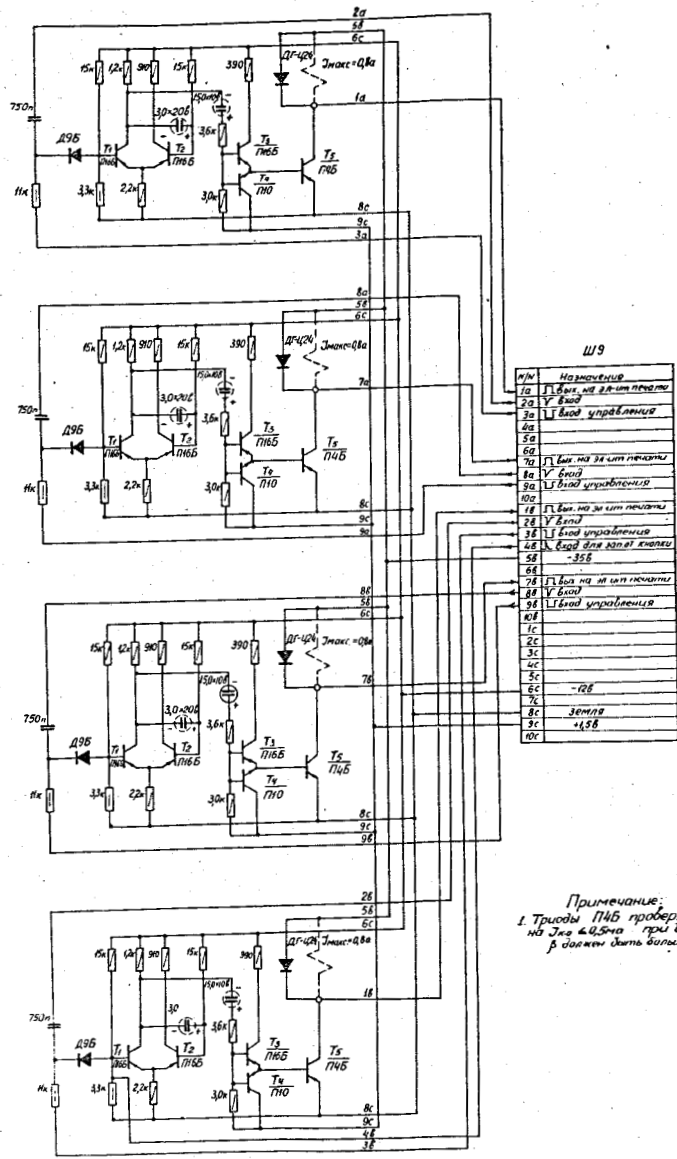


Рис. 7. Клапаны электромагнитов печати.

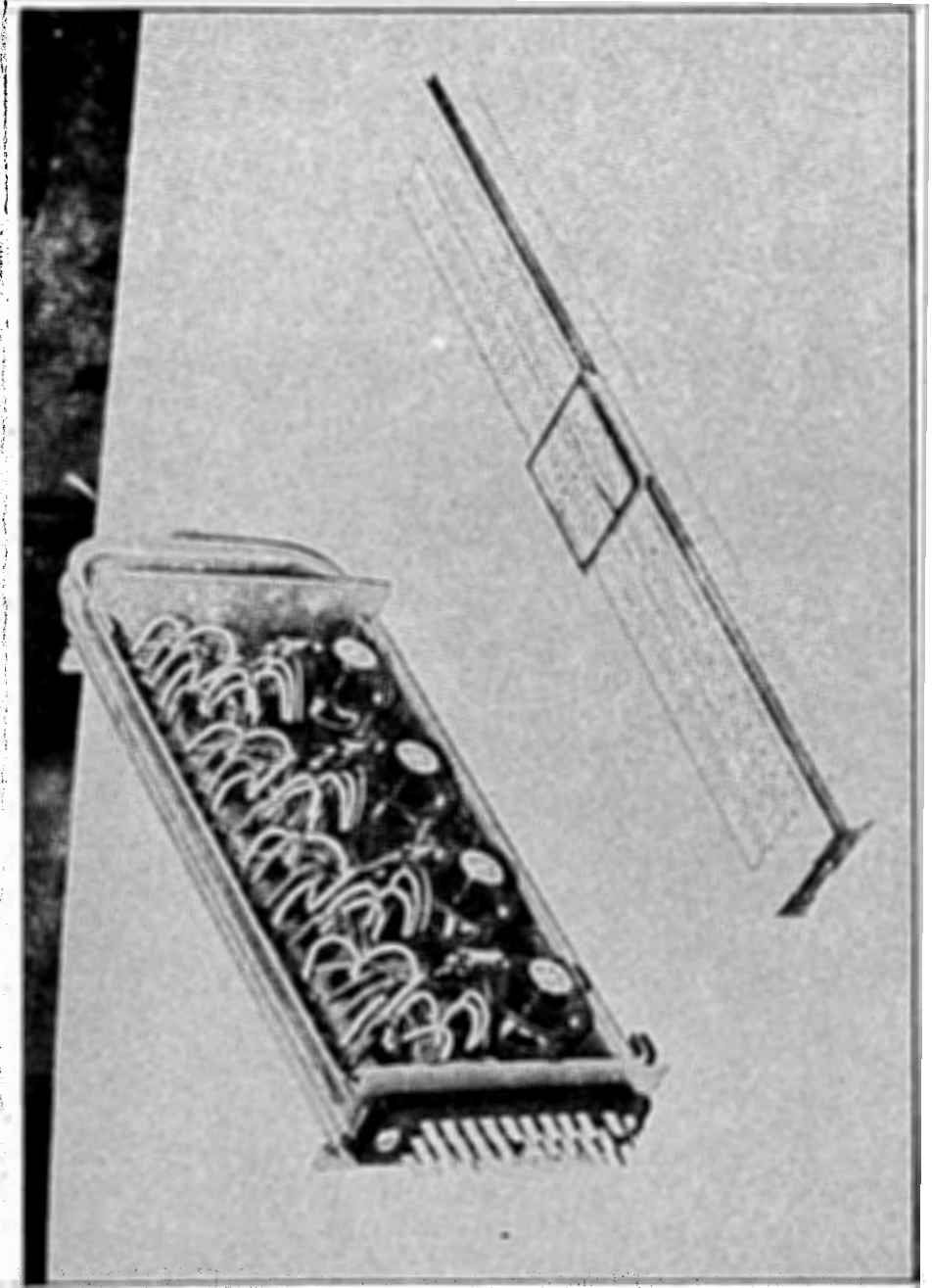


Рис. 8. Внешний вид ячеек клапанов электромагнитов печати.

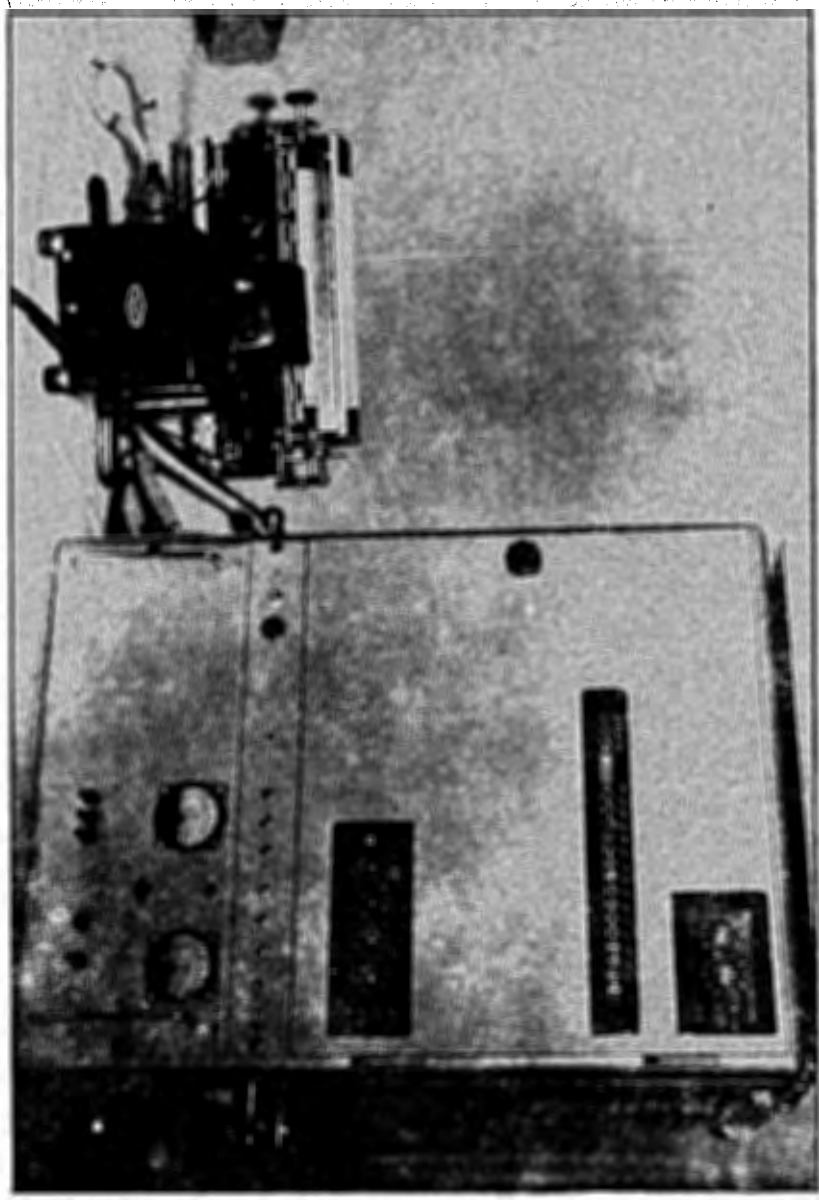


Рис. 8. Общий вид ракетного двигателя.