

15
~~23~~
Ж-91
0
487

✓

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. П.Н. ЛЕБЕДЕВА АН СССР

Б.Е. Журавлев, Г.И. Забиякин, И.В. Штраних

P-487

АМПЛИТУДНЫЙ КОНВЕРТОР
ДЛЯ СНЯТИЯ МНОГОМЕРНЫХ СПЕКТРОВ

Дубна 1980 год

Б.Е. Журавлев, Г.И. Забиякин, И.В. Штраних

P-487

АМПЛИТУДНЫЙ КОНВЕРТОР
ДЛЯ СНЯТИЯ МНОГОМЕРНЫХ СПЕКТРОВ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

5/695

А н н о т а ц и я

Описывается принцип работы установки для снятия многомерных спектров /амплитуда - время/, состоящей из 20-ти канального селектора, быстрого конвертора, преобразующего амплитуду исследуемых импульсов на время, и 128-ми канального анализатора.

Приводятся схемы быстрого конвертора. Мертвое время при амплитудном анализе 0,1-0,2 мксек /при регистрации не более 6 импульсов за цикл/.

Работа выполнена совместно сотрудниками ФИАН и ОИЯИ и доложена на конференции по радиоэлектронике в Москве в марте 1959 года.

В создании 20-ти канального временного селектора принимали участие Воронов А.Е. и Мурин И.В.

1. Принцип работы

Успешное решение некоторых физических задач, связанных с циклическим протеканием какого-либо процесса, как например, измерениями при периодическом облучении радиаторов при работе с ускорителями, становится возможным при знании временной зависимости амплитудного спектра на выходе регистрирующего устройства. Такие данные находят все большее применение и имеют как многомерные спектры, либо как регистрация спектра в двух измерениях. Умеренно быстрое получение выходных данных при таких измерениях может быть достигнуто только при большой интенсивности исходного счета, так как теперь в каждый временной интервал приходят импульсы, которые в свою очередь должны распределяться по многоканальной системе очередного амплитудного анализатора.

Для быстрой однократной регистрации полного спектра должно быть не менее нескольких сотен стандартных многоканальных амплитудных анализаторов, каждый канал которого должен иметь емкость не менее, чем на 10^3-10^4 импульсов, т.е. для удержания всей информации нужно иметь при двоичной канальной системе памяти в амплитудных анализаторах до 100 тысяч элементов памяти.

Вполне очевидно, что построенная так система будет весьма громоздкой, с низким использованием отдельных ее элементов.

Простое измерение спектров отдельным стандартным амплитудным анализатором может потребовать как массу времени, так и вызвать трудности сопоставления отдельных измерений, что эквивалентно снятию обычного амплитудного спектра одноканальным дифференциальным анализатором.

Значительное ускорение проведения регистрации спектра в двух измерениях могло бы быть осуществлено при наличии амплитудного анализатора с весьма малым мертвым временем /порядка 0,1 мксек/ так, что за каждый цикл для такого анализатора отводилось бы сразу полное время регистрации амплитудного спектра в заданном временном интервале. Для построения такого анализатора рационально применить косвенные методы. Одним из таких методов является применение принципа электронной памяти, предложенного

для этих целей в 1953-1954 г. 1,2 . Суть принципа заключается в возможности быстрой записи исследуемых сигналов с последующей медленной расшифровкой полученных данных.

Из всех возможных вариантов применения этого принципа был сделан выбор на схеме, упрощенное представление о которой дает фиг. 1.

Исследуемые импульсы поступают на отклоняющие пластины обычной электронно-лучевой трубки, смещая загашенный луч по вертикали. Величина смещения пропорциональна амплитуде входных импульсов. Специальная схема подсветки открывает луч трубки на 10-30 нсек в момент его максимального отклонения, оставляя тем самым на экране область с более положительным потенциалом.

После подсветки луч опускается и одновременно исходная точка ожидания сдвигается на 5-10 мм по экрану. С приходом последующих исследуемых импульсов цикл записи повторяется.

Таким путем можно записать на трубке с диаметром экрана 100 мм до 10-20 импульсов. При уменьшении сдвига до 2-3 мм число регистрируемых импульсов можно увеличить до 30.

Считывание записанной информации производится открытым лучом трубки. При этом растровая развертка проходит по тем же вертикалям, где происходила запись /фиг.1/. Сигналы памяти снимаются с антенны, укрепленной у экрана трубки.

Интервалы времени, отсчитываемые от начала очередной развертки до сигнала памяти, пропорциональны амплитудам исследуемых сигналов.

Полная схема разработанной установки, предназначенная для снятия многомерных спектров, включает в себя:

а/ устройство^{x/} для одновременной регистрации вспомогательного временного спектра импульсов, поступающих от отдельного датчика с относительно малой скоростью счета. Эта регистрация осуществляется временным

^{x/} Временной селектор на 20 каналов разработан Штрайхом И.В., Воронковым А.Е., Забиякиным Г.И., Муриным И.Д.

селектором на 20 каналах, длительность работы которых может меняться от 10 до 80 мксек. Начало работы первого канала может быть установлено по отношению к пусковому импульсу на величину от 0 до 16 000 мксек с градациями через 10 мксек.

Регистрация временного спектра в двадцатиканальном селекторе ведется на декатронных счетных схемах, при этом отсутствуют какие-либо щели или наложения между каналами.

б/ Конвертора, преобразующего амплитуду исследуемых сигналов во временной интервал.

Конвертор способен записать до 6 импульсов при мертвом времени 0,15 - 0,2 мксек. Интервал времени, в котором происходит регистрация исследуемых импульсов соответствует во времени избранным каналам 20-канального временного селектора. Минимальный интервал регистрации равен 10 мксек. Выбор ширины интервала регистрации производится путем включения тумблеров.

Цикличность работы конвертора - не менее 100 в секунду. Эта величина выбрана с учетом работы аппаратуры в комплексе с быстрым импульсным реактором Лаборатории нейтронной физики Объединенного института ядерных исследований, цикличность работы которого не выше 100 импульсов в сек.

в/ 128-канального временного анализатора, который измеряет длительность импульсов с выхода конвертора. Спектр длительности импульсов, соответствующий амплитудному спектру импульсов поступивших на вход конвертора, разбивается на 128 каналов. Емкость каждого канала $2^{16} - 1$. Информация о числе импульсов, поступивших в каналы, хранится в запоминающем устройстве. В качестве запоминающего устройства используется матрица из ферритовых сердечников, работающая по принципу совпадения полутоков. Информация о числе импульсов в каналах печатается на бумаге с помощью рулонного буквопечатающего телеграфного аппарата РТА-50. Поканальный отсчет может быть произведен по неоновым индикаторам в двоичной системе. Наблюдение спектра как в процессе набора информации так и после набора осуществляется на электронно-лучевой трубке. Предусмотрена возможность использовать вместо 128-канального временного анализатора амплитудный анализатор АИ-100

"Радуга", который в этом случае работает по несколько иной программе /вводятся небольшие переделки анализатора, не исключющие его основного назначения/.

Ниже описывается лишь часть установки, относящаяся непосредственно к конвертору.

2. Блок-схема конвертора

Блок-схема конвертора приведена на фиг. 2, эпюры напряжений, поясняющие работу схемы, - на фиг. 3.

Входные положительной полярности импульсы, поступившие на "Вход" конвертора, проходят в последующую часть схемы лишь тогда, когда на блок пропускания 1 /фиг. 2/ поступает селекторный импульс от 20-канального временного селектора. Выделенные таким образом входные импульсы формируются схемой уплощения в импульсы с плоской вершиной и амплитудой, равной половине амплитуды входных импульсов.

После усиления усилителем "У" импульсы поступают на пластины вертикального отклонения электронно-лучевой трубки.

Одновременно с этим срабатывает генератор подсвета, импульс с которого открывает ранее запертый луч трубки / ∂ , фиг.3/. Момент подсветки регулируется так, чтобы импульс подсвета приходился на уплощенную вершину входного импульса.

Образовавшийся в результате подсвета потенциальный рельеф на экране трубки является информацией об амплитуде входного импульса.

После записи первого импульса на горизонтальные "Х" пластины трубки от блока генератора развертки III подается "ступенька" напряжения / e , фиг. 3/, этим обеспечивается смещение луча на соседнюю вертикаль /фиг.1/.

С приходом второго и последующих импульсов процесс записи повторяется.

По окончании селекторного импульса происходит "запирание" схемы пропускания и начинаются циклы считывания и стирания.

Цикл считывания заключается в последовательной развертке луча трубки по вертикалям, на которых проводилась запись информации. Подсветка луча производится импульсами, вырабатываемыми в блоке 1У генератора списывания. Растровая развертка луча по экрану трубки осуществляется пилообразными импульсами, генерируемыми в блоке 1У /г, фиг.3/ и ступенчатообразными импульсами от блока III генератора развертки /е, фиг.3/.

Интервал времени, пропорциональный амплитуде входного импульса, от начала вертикальной развертки до появления сигнала на антенне трубки фиксируется триггером 1 блока 1У. Триггер 1 опрокидывается спустя 10 мксек от начала вертикальной развертки и возвращается в первоначальное состояние импульсом с антенны. Импульсы с триггера 1 /з, фиг.3/ являющиеся выходными импульсами конвертора, измеряются 128-ми канальным анализатором.

Если импульсная нагрузка невелика, так что запись происходит не на всех вертикалях, то при считывании триггер 1 возвращается очередной раз в исходное состояние концом импульса подсветки. В этом случае выходной импульс конвертора имеет длительность, превышающую последний канал анализатора и поэтому не регистрируется последним.

Для полного стирания информации с экрана трубки и подготовки условий для лучшей последующей записи за циклом считывания, являющимся одновременно стирающим, следует цикл стирания, который заключается в повторной растровой развертке луча по экрану. При этом луч проходит по 0,5-1 мм в стороне от развертки цикла считывания, последнее достигается дополнительным смещением всего раstra на время цикла стирания /ж, фиг.3/.

3. Блок пропускания

Блок пропускания /фиг.4/ включает в себя собственно схему пропускания /лампы $L_1 - L_4, L_7$ /, триггер управления / L_{14}, L_{15} / со вспомогательными лампами / L_8, L_{16}, L_{17} /, усилитель на лампе L_{10} , схему уплощения / L_5, L_6, D_1, D_2 /, и выходной катодный повторитель / L_{11}, L_{12} .

Между катодными повторителями L_1 и L_4 находится схема ограничения: сопротивление R_1 , диод L_2 и пентод L_3 .

Лампа L_3 в нормальном состоянии проводит. Благодаря этому положительный входной импульс гасится на сопротивлении R_1 .

Чтобы входные импульсы с большой амплитудой /до 100 вольт/ не проходили на выход схемы пропускания, через лампу L_7 осуществляется самогашение этих импульсов, которое заключается в импульсном увеличении тока L_3 за счет подачи части входного сигнала на сетку лампы L_3 .

Селектирующий импульс, сфазированный с основной серией 100 кгц, задающей все временные соотношения в установке, опрокидывает триггер L_{14} , импульсы с которого через повторитель L_8 и лампу L_{9a} запирают L_3 . В этом случае все импульсы со входа конвертора через L_1 и сопротивление R_1 проходят на катодный повторитель L_4 .

По окончании селекторного импульса L_3 отпирается, тем самым блокирует вход конвертора.

Схема уплощения включает два катодных повторителя L_4 и L_5 , L_6 и два диода D_1 , D_2 .

Работа схемы уплощения заключается в заряде через диод L_1 емкости 39 пф до 1/2 амплитуды входного импульса. Управление зарядом и разрядом емкости осуществляется тем же входным импульсом через L_4 и диод L_2 . Уплощенный импульс усиливается усилителем "У" и подается на пластины вертикального отклонения луча трубки. Входные импульсы после схемы пропускания поступают также на усилитель L_{10} и далее на блок генератора подсвета. Назначение ламп L_9 , L_{13} будет описано в разделе 5.

4. Генератор подсвета

Блок генератора подсветки, показанный на фиг. 5А, предназначен для работы с импульсами длительностью более 0,2 мксек. При этом схема формирует импульсы подсветки длительностью 0,07 мксек.

На L_1 , L_2 выполнена спусковая схема, импульсы которой поступают на сетку нормально открытой лампы L_3 . В аноде L_3 включена короткозамкнутая линия задержки, положительный импульс, сформированный на линии открывает выходную лампу L_4 .

Отрицательный импульс с анода L_4 служил для подсвета луча трубки при записи, положительный с динода - запускает блок генератора развертки.

При работе с входными импульсами длительностью менее 0,2 мксек используется блок подсветки фиг. 5Б.

Он состоит из двух ламп типа 6В1П схваченных обратной связью через цепочки RC с весьма малыми постоянными времени $R = 470$ ом, $C =$ пф и 20 пф/. Это позволило в отличие от известных схем, создать генератор с мертвым временем менее 0,1 мксек и развивающем на выходном сопротивлении R импульсы длительностью 10-20 есек с амплитудой до 30 в.

5. Генератор развертки

Блок генератора развертки /фиг. 6/ включает: цепочку из 6-ти триггерных схем с ключевыми лампами между ними L_5, L_6, \dots, L_{16} и лампу сброса L_{17}

Ступенчатая развертка в циклах считывания и стирания осуществляется 5-ю первыми триггерными схемами. Выходное напряжение с анодных нагрузок левых плеч триггеров суммируется на общем сопротивлении R_1 .

Импульсы, поступающие через диоды D_1 и D_2 от генератора подсвета в цикле записи или от генератора списывания - циклах считывания и стирания, последовательно переводят триггерную цепочку во взведенное состояние /правые половины ламп L_6, L_8, \dots, L_{14} проводят/.

Последовательность перевода обеспечивается ключевыми схемами, управление которыми осуществляется по третьим сеткам ламп с предыдущего триггера.

Шестая триггерная схема L_{15} в создании ступенчатой развертки не участвует, она осуществляет сброс пяти первых триггеров по окончании цикла считывания /е, физ.3/. Импульс "сброс" от 6-го триггера через схему антисовпадений /лампа L_{13} фиг.4/ блока пропускания и лампу сброса L_{17} /фиг. 6/ осуществляет сброс. Сброс происходит только при считывании, при записи на схему антисовпадений L_{13} фиг. 4/ подается импульс, по длительности равный селекторному импульсу, L_{13} запрещающий сброс.

Напряжение с 6-го триггера /ж, фиг. 3/ обеспечивает также сдвиг раstra на экране трубки в цикле стирания. Кроме того, импульс с 6-го триггера дополнительно блокирует схему пропускания в случае, если при записи на вход конвертора поступило более 6-ти импульсов. Осуществляется это отпиранием лампы L_9 в блоке пропускания /фиг.4/, в результате чего отпирается L_3 и блокируется вход конвертора.

Лампы $L_1 - L_4$ на схеме фиг.6 являются парофазными усилителями горизонтального "X" / L_1, L_2 / и вертикального "У" / L_3, L_4 / отклонения луча трубки. Последовательность и форма импульсов, поступающих на вход усилителей X и У могут быть легко прослежены по эякурам фиг. 3.

6. Генератор списывания

Блок генератора списывания /фиг. 7/ функционирует в циклах "считывания" и "стирания".

Период работы блока /в, фиг.2/ определяет одновибратор L_2 , который запускается импульсом конца цикла записи от 20-ти канального селектора.

В течение этого времени генератор опроса L_5 вырабатывает серию из 12 прямоугольных импульсов. Из этой серии формируются пилообразные импульсы вертикальной развертки / L_{11}, L_{12} и L_{96} / / г, фиг.2/ и импульсы подсвета луча трубки / L_3 / при списывании /д, фиг.2/.

Одновибратор L_{14} с временем выдержки 10 мксек задерживает запуск основного триггера / L_{16} / относительно начала пилообразной развертки, чтобы исключить ложные сигналы памяти в начале развертки считывания. Запуск одновибратора осуществляется задними фронтами импульсов серии /с L_{9a} /.

Триггер L_{16} возвращается в исходное состояние сигналом с антенны трубки через ограничитель L_{21} и стоповую лампу L_{17} . Если сигнала с трубки памяти не поступает, то триггер / L_{16} / возвращается в первоначальное состояние задним фронтом импульса серии / /через L_{18} /.

Прямоугольный импульс с триггера L_{16} , длительность которого пропорциональна амплитуде входного импульса конвертора, через катодный повторитель L_{19}, L_{20} поступает на выходную фишку "а".

Одновибратор L_8 служит для удлинения пилообразной развертки на 5 мксек после окончания подсветки. Это предотвращает возможное стирание информации на экране трубки при обратном ходе пилообразной развертки. Одновибратор L_8 запускается задним фронтом импульсов серии. Импульс с одновибратора суммируется с импульсом серии на общей нагрузке L_{76} и L_{4a} .

На тиратроне L_6 собран генератор импульсов, управляющих сдвигом цепочки триггеров генератора развертки.

В случае работы конвертора на 100-канальный анализатор АИ-100 "Радуга" для пуска последнего используется импульс, сформированный из передних фронтов серии считывания. Этот импульс усиливается L_{22} и через катодный повторитель L_{13} поступает на выходную фишку. "6".

7. Трубка памяти

Как указывалось, элементом быстрой памяти является стандартная осциллографическая трубка типа 13ЛО38. При диаметре пятна на экране около 1 мм его емкость по отношению к сигнальному электроду /струнам/ составляет около 10^{-14} . Так как потенциал поверхности под пятном на экране достигает 10-20 вольт /1/, то при емкости сигнального электрода и входной емкости усилителя 20 ммф полный сигнал может достигать 5-10 мв.

При принятой скорости списывающего луча по экрану равной 1 мм/мксек и постоянной времени входа усилителя около 10^{-6} сек, сигнал памяти может иметь величину 5-10 мв. Обычно практически достигаемая величина составляет 0,5-0,3 от приведенной. Это говорит за то, что при списывании, за счет вторичных электронов, поверхность экрана под строкой вслед за лучем имеет в районе точки предыдущей записи потенциал, отличный от потенциала записи на величину, меньшую чем на 10-20 вольт. Хотя предыдущий заряд от записи точки снимается при списывании полностью и при значительно меньших токах, имеет место остаточный положительный потенциал вдоль строки по отношению к остальной поверхности экрана /обратный ход луча идет при загашенном луче/.

Отношение сигнал-фон, имеющее обычно величину 5-10, может быть увеличено примерно в 2 раза путем приведения потенциала под строкой к потенциалу остальной поверхности экрана /или даже более низкой/ путем нанесения параллельной, смещенной на 1-1,5 мм, строки, вторичные электроны с которой опускают потенциал строки записи.

При работе с трубкой для целей памяти необходимо соблюдать усиленные меры экранировки и фильтрации питающих напряжений.

Импульсы с антенны усиливаются предусилителем /фиг. 8/, расположенным непосредственно у трубки. Коэффициент усиления предусилителя равен 45.

8. Входной блок 128-ми канального анализатора

Прямоугольные импульсы с выхода конвертора /фишка "а" блока списывания/, пропорциональные амплитуде исследуемых импульсов, преобразуются в канальную серию /и, фиг. 3/ 128-ми канального анализатора.

Отрицательный входной импульс через L_1 и L_2 поступает /фиг.9/ на линию задержки L_3 . L мксек/. Передний фронт положительного импульса с катода L_2 дифференцируется трансформаторным усилителем L_{3a} и подается на сброс адресного устройства. 128-ми канального анализатора. Задержанный отрицательный импульс закрывает лампу L_{4a} ударного генератора L_4 . Импульсы с ударного генератора запускают блокинг-генератор L_5 , L_6 . Отрицательные импульсы блокинг-генератора с частотой следования 1 мГц подаются на счетный вход адресного счетчика. Генерация прекращается с окончанием импульса на сетке L_{4a} .

Таким образом, число импульсов в серии будет пропорционально длительности импульса на входе L_1 .

Задний фронт задержанного входного отрицательного импульса после дифференцирования и усиления L_{3b} служит командой для начала работы запоминающего устройства.

Если число импульсов в серии превышает 128, то цикла регистрации не происходит.

Правая половина L_1 служит для блокировки входа 128-ми канального анализатора /с помощью тумблера K_1 /.

З а к л ю ч е н и е

Конструктивно установка выполнена в виде 2-х радиотехнических стоек-шкафов с двумя дверьми, на которых укреплены отдельные блоки. Блоки питания вынесены в отдельную тумбу, на верхней крышке которой установлен шифропечатающий аппарат.

Работа аппаратуры в полном комплексе проверялась в лабораторных условиях с источником Cs^{137} .

Амплитудные спектры, снятые с помощью конвертора практически ничем не отличались от спектров, снятых обычным путем /фиг.10/. Общая линейность амплитудного тракта лучше 3% в диапазоне 5-50 вольт.

Мертвое время анализатора оценивается 0,1-0,2 мксек.

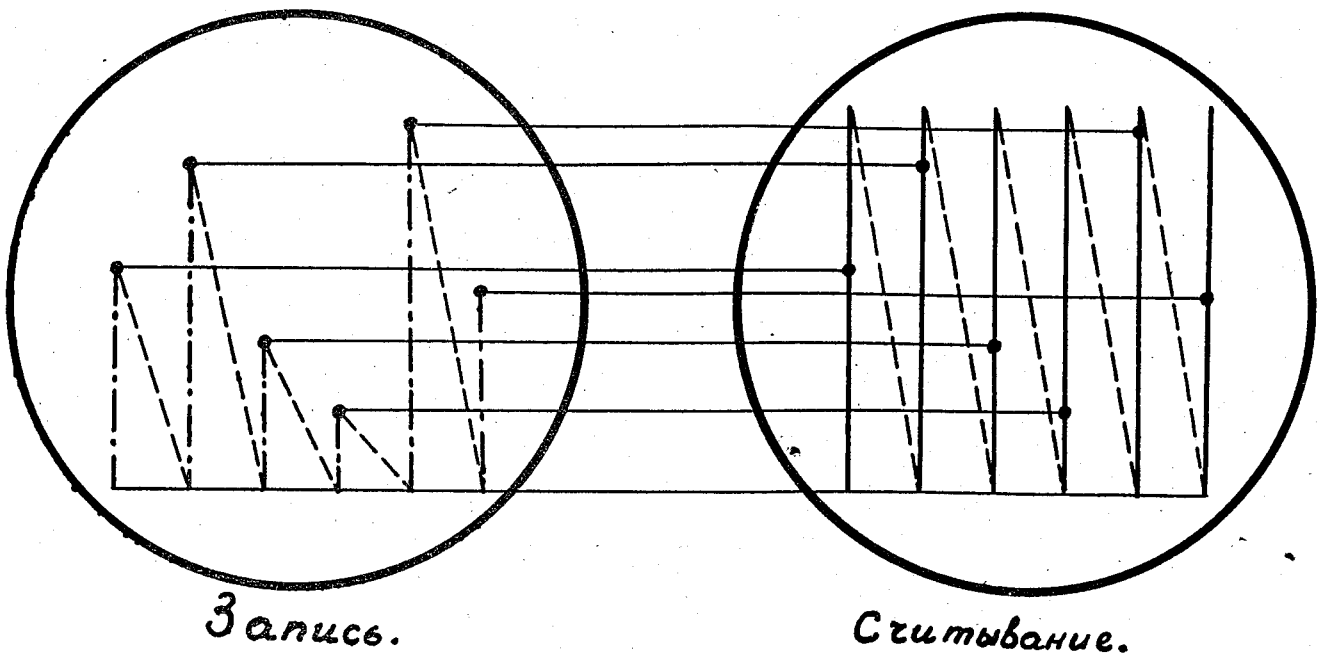
Авторы благодарны И.М.Франку и Ф.Л.Шапиро за интерес, проявленный к настоящей работе.

Рукопись поступила в издательский отдел
13 февраля 1960 года.

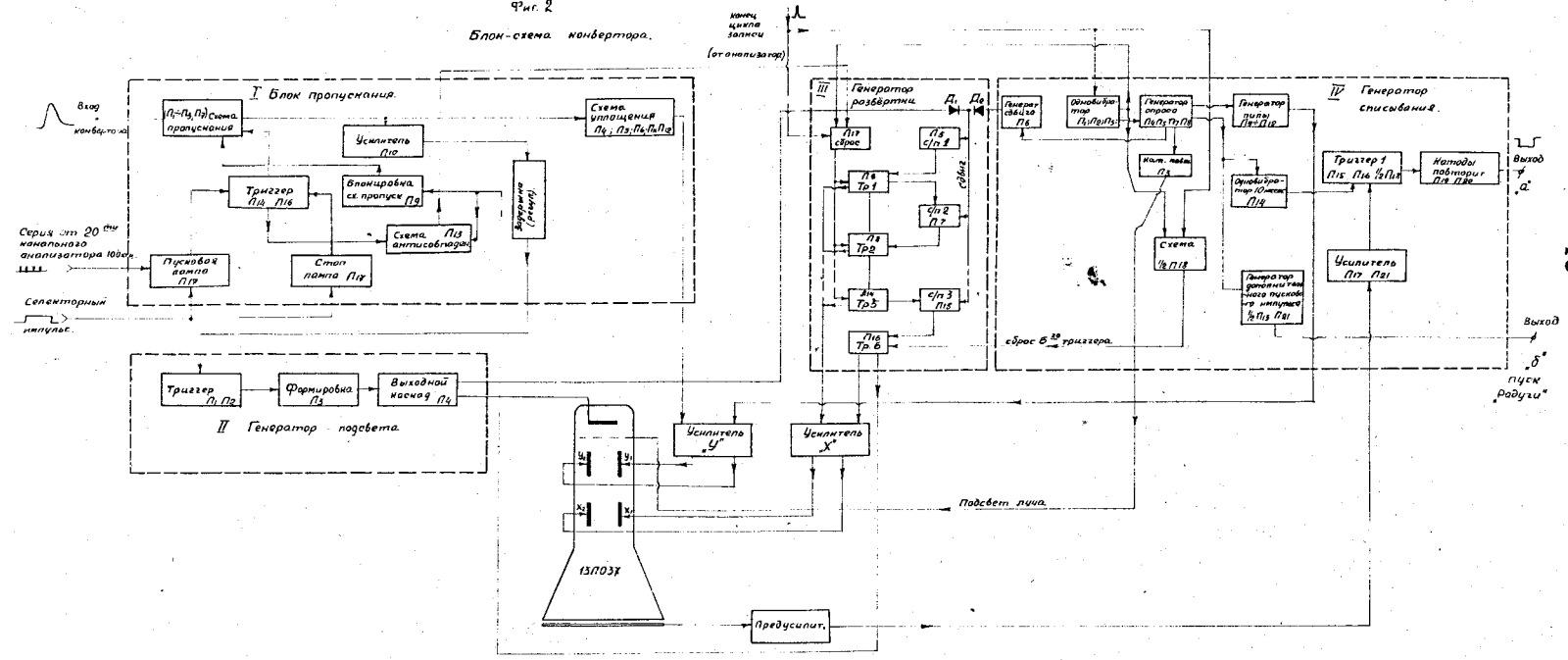
Л и т е р а т у р а

1. Штраних И.В. Диссертация, ФИАН 1954 г.
2. Генерирование электрических колебаний специальной формы. ч.11. Издательство Советское радио, Москва, 1952г.

Фиг. 1



Фиг. 2
Блок-схема конвертера.



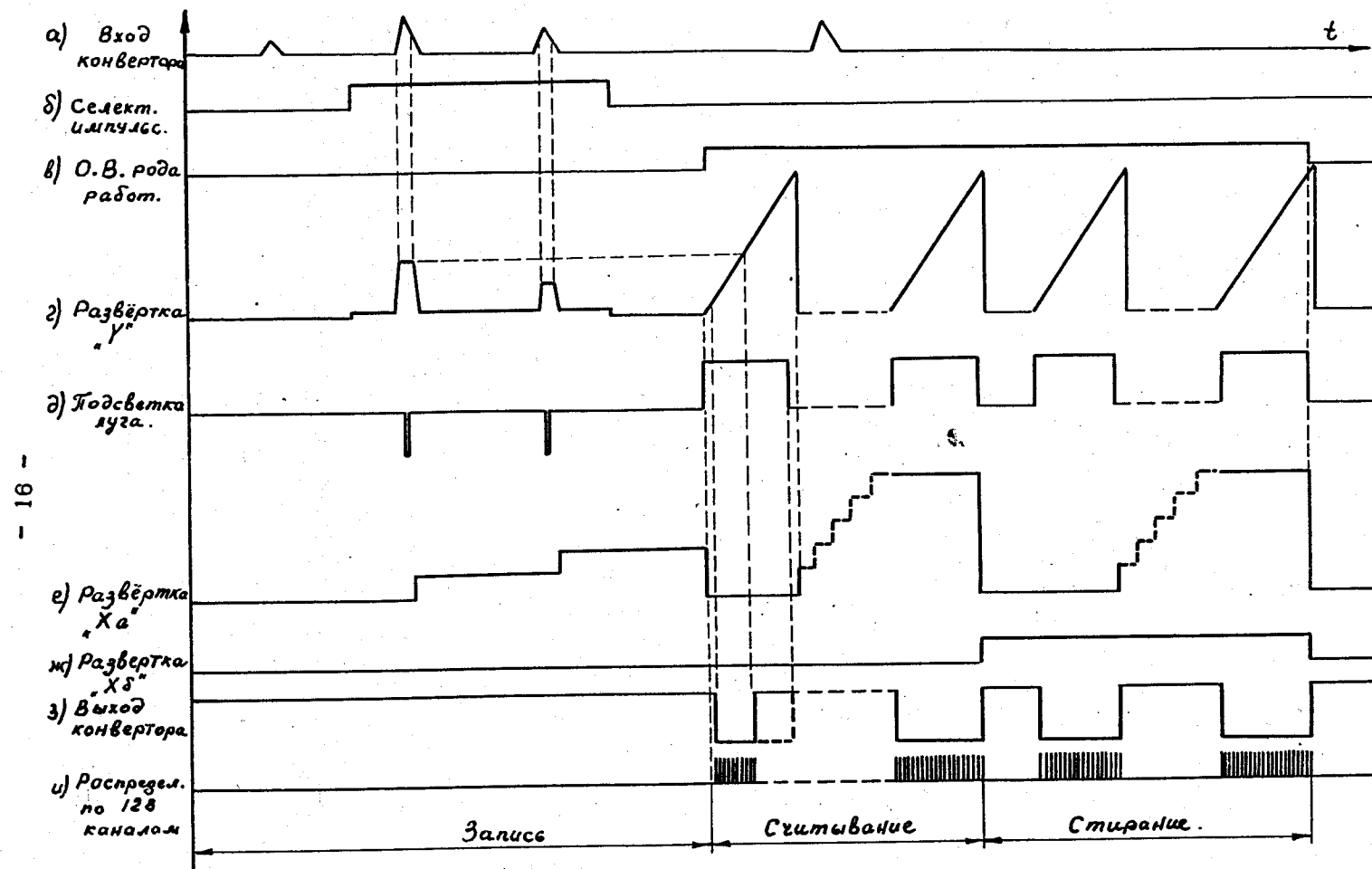
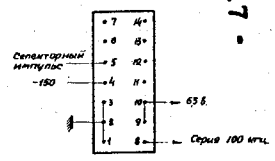
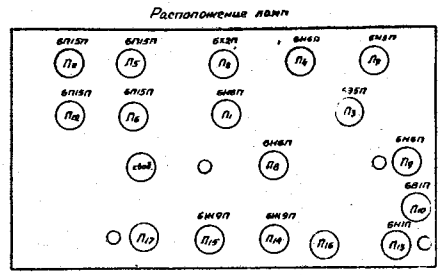
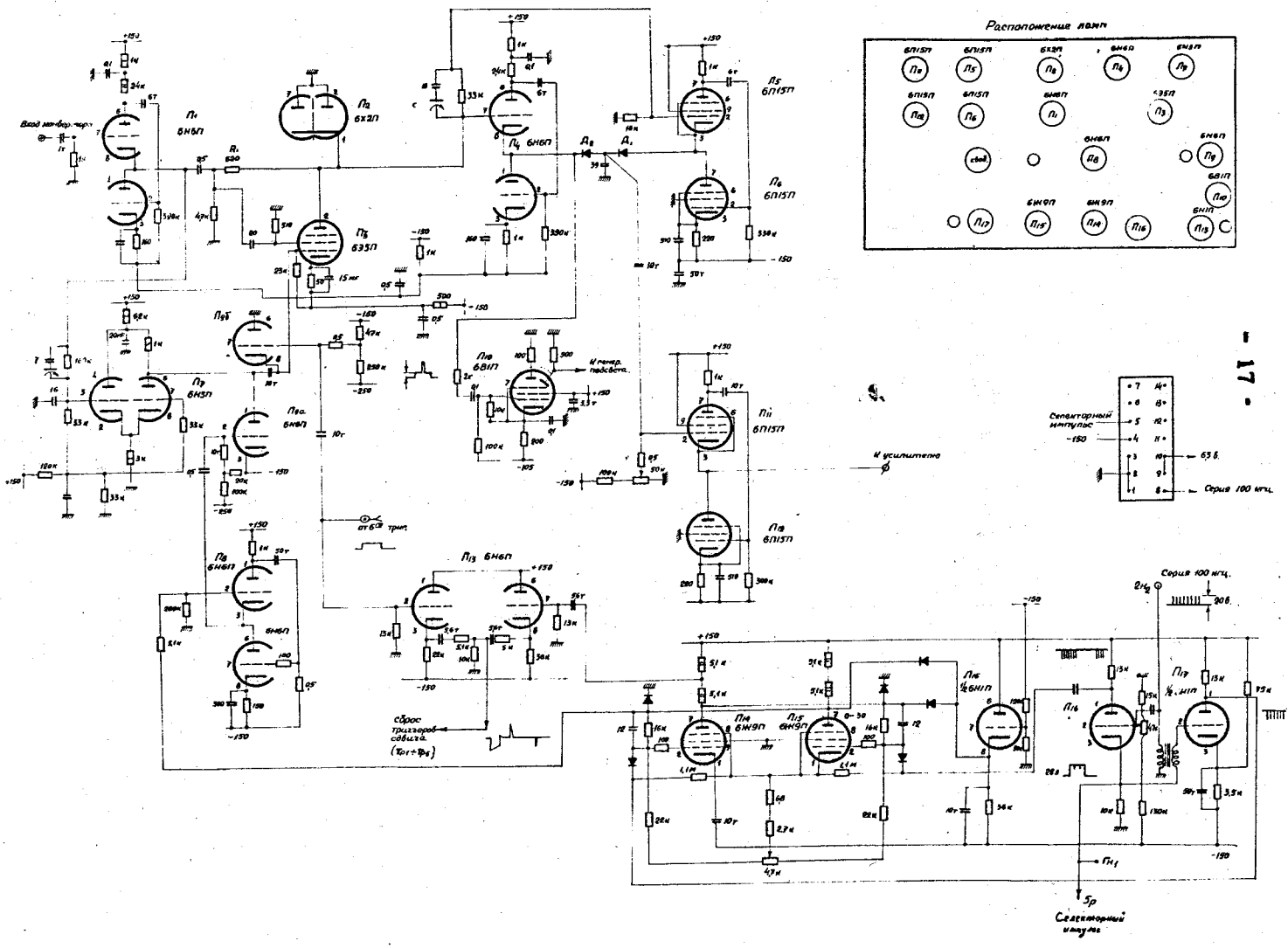


Рис. 3

569/5 чр.

Рис. 4 Блок пропециализации

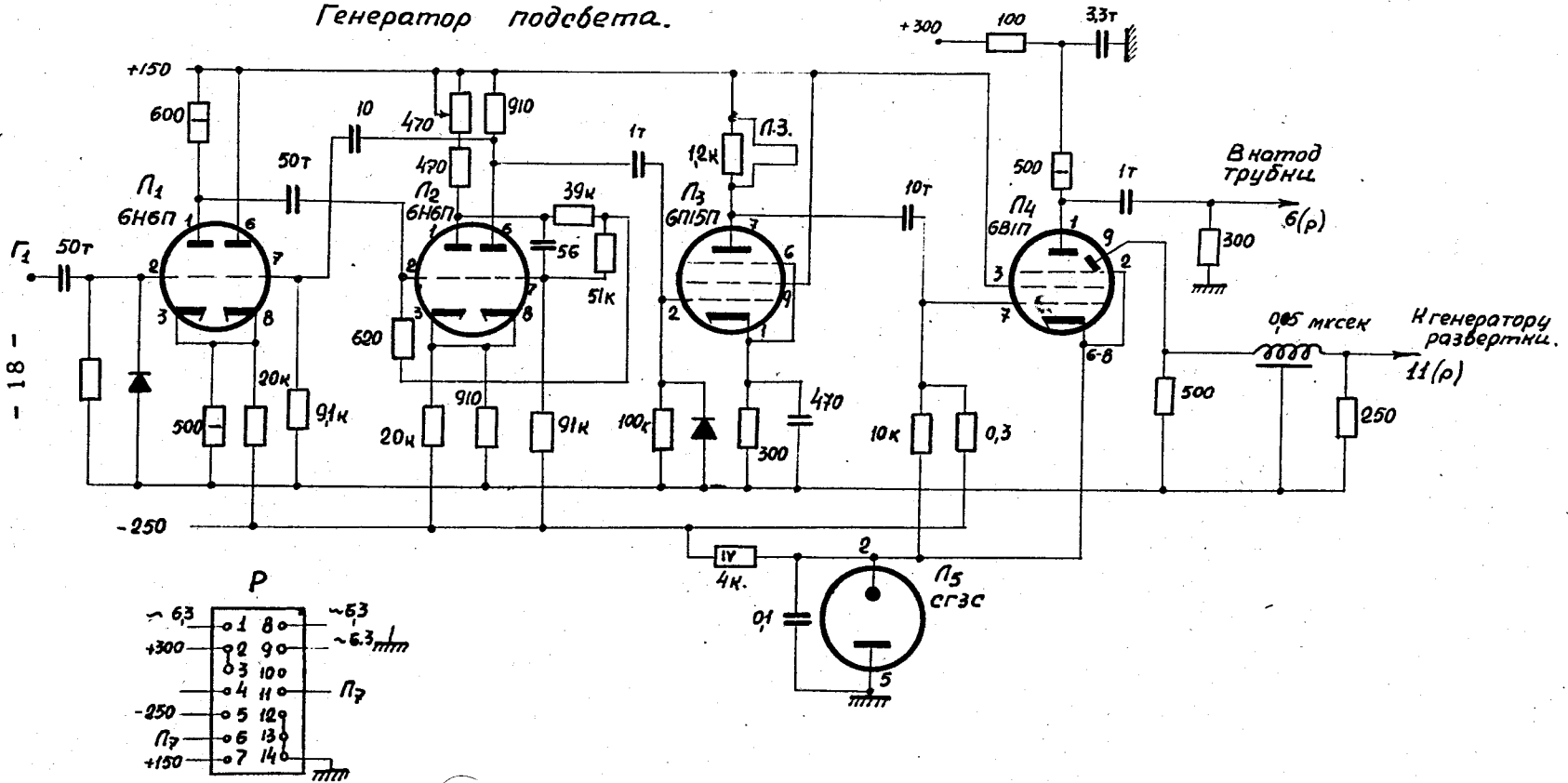


ОСНОВНОЙ ИСТОЧНИК
ЭНЕРГИИ ИССЛЕДОВАНИЯ
БИОФИЗИКА

- 17 -

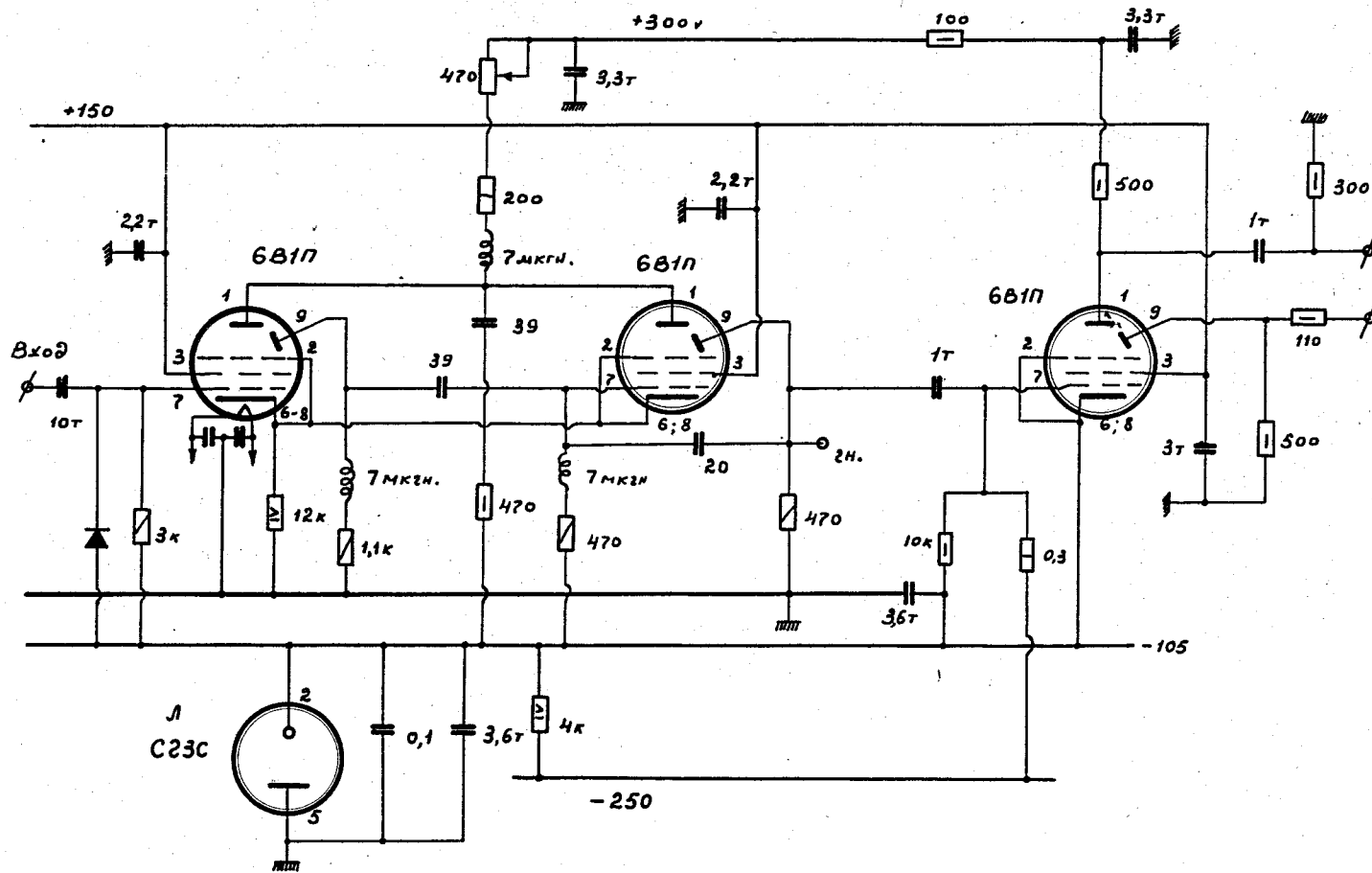
Фиг. 5А

Генератор подсветки.



- 18 -

Фиг. 5Б
 Генератор подсвета.



на трубку
 в катод
 6р.
 К генератору
 развёртки.
 11р.

Рис. 6.
ГЕНЕРАТОР разбёртки.

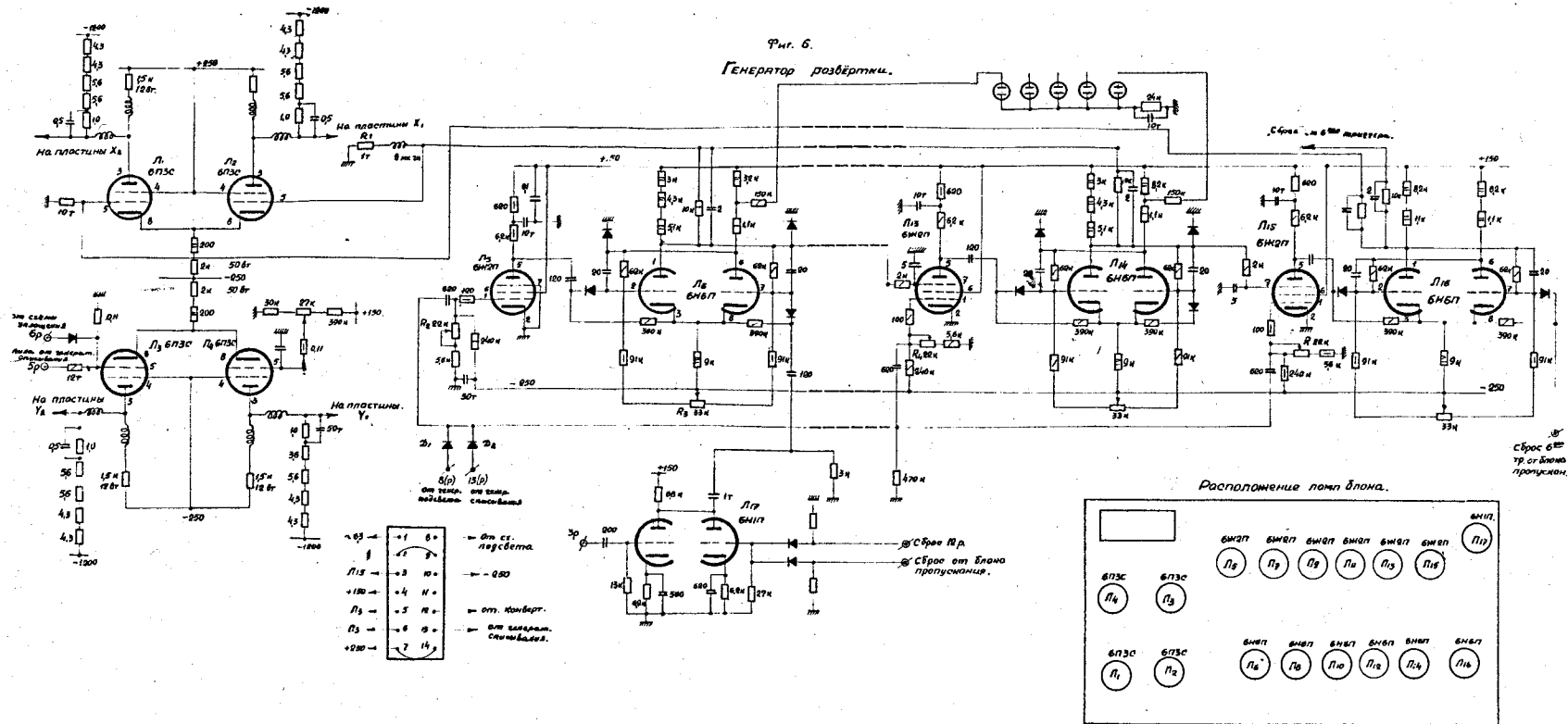
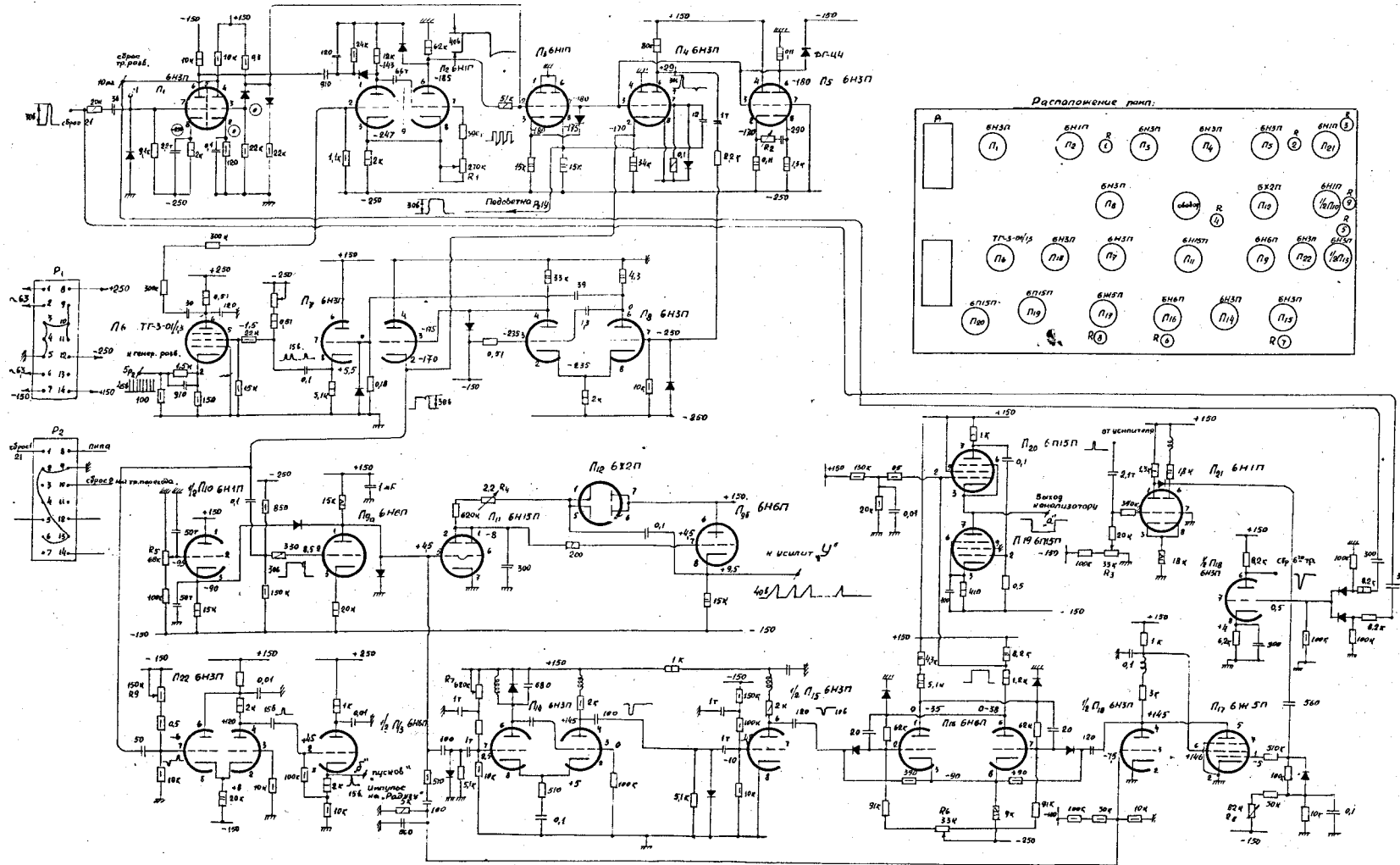
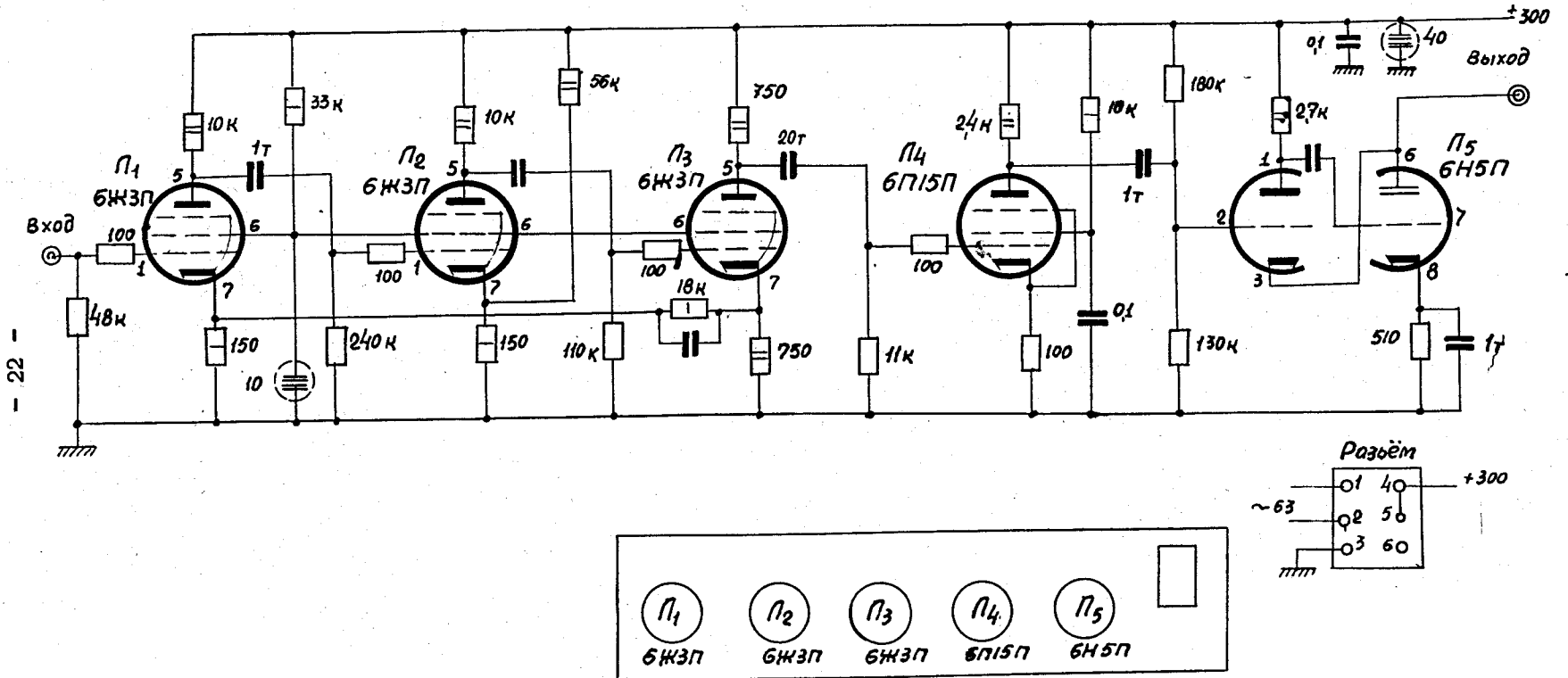


Рис. 7.
ГЕНЕРАТОР СПИСЫВАНИЯ



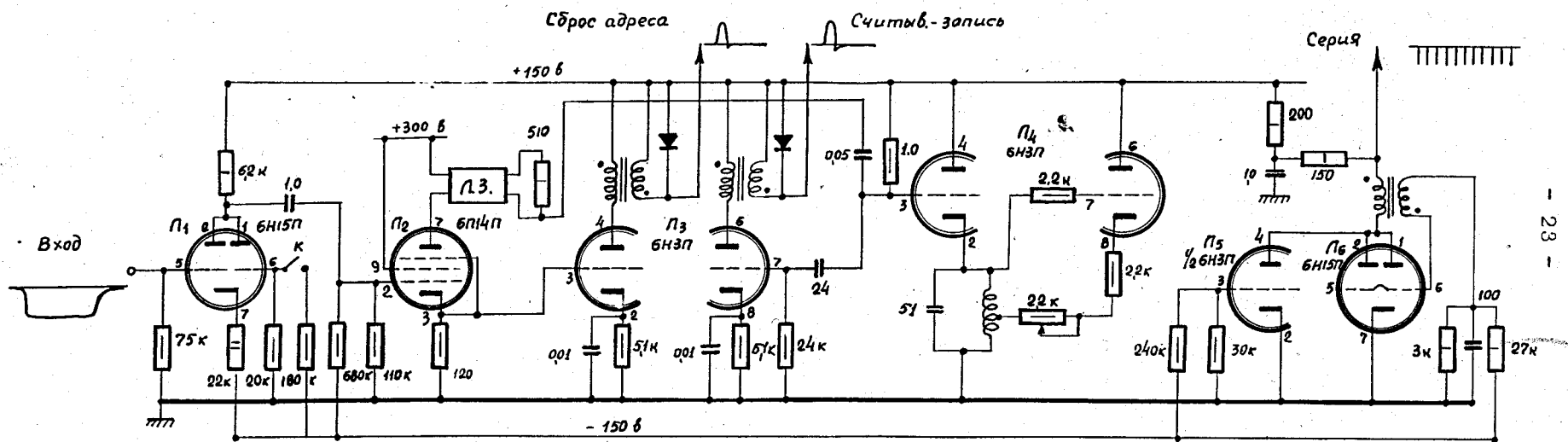
Фиг. 8.

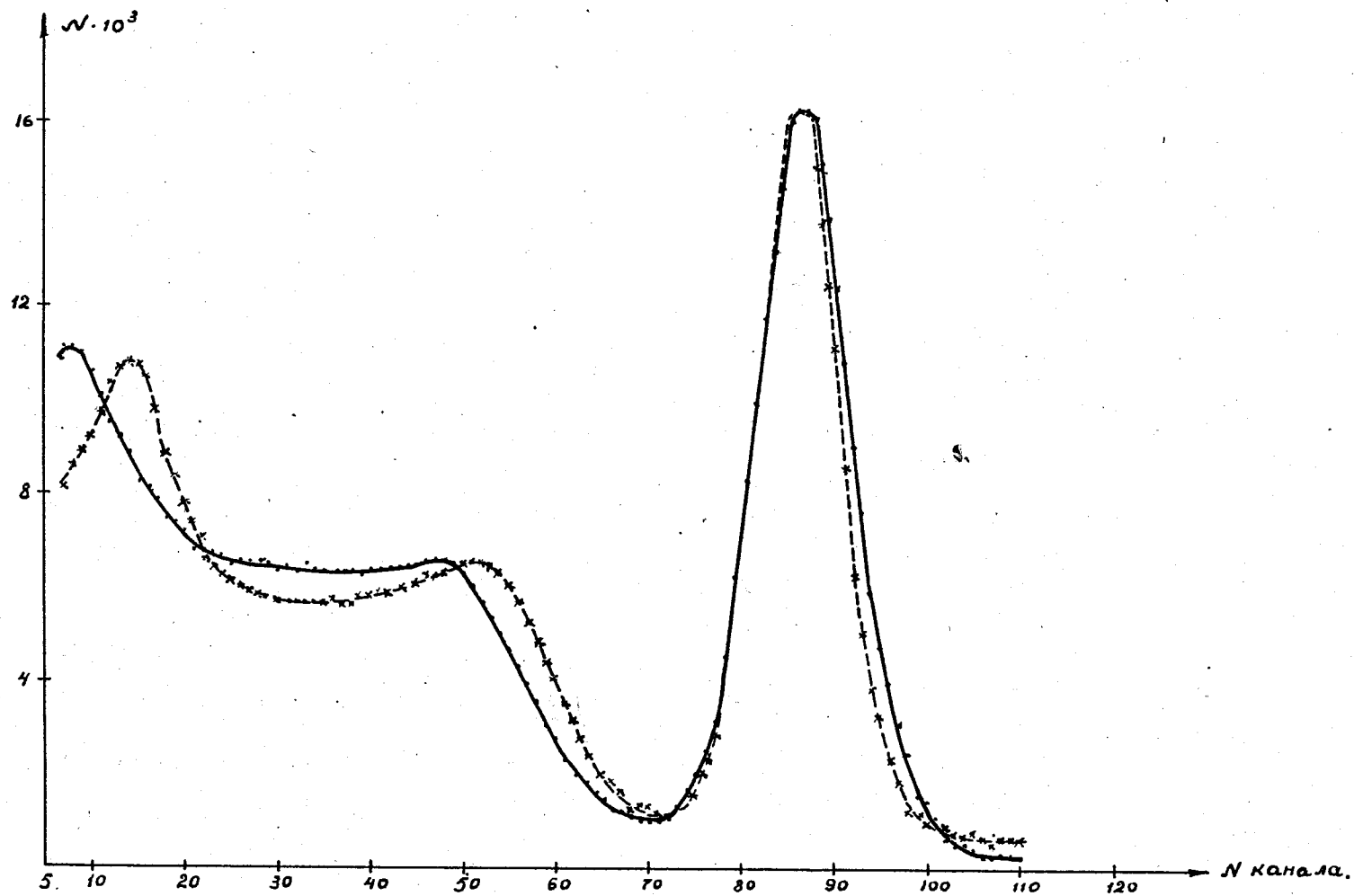
Предусилитель.



Фиг. 9.

Входной блок 128-канального анализатора.





Фиг. 10