

28

АКАДЕМИЯ НАУК СССР СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

препринт 222

И.С.Фишман, Н.П.Мухортов

ПАНОРАМНЫЕ ПРИСТАВКИ ДЛЯ АНАЛИЗА
ШИРОКОПОЛОСНЫХ СПЕКТРОВ В ДИАПАЗОНАХ
ВЫСОКИХ И СВЕРХВЫСОКИХ ЧАСТОТ

Новосибирск
1968

И.С.Фишман, Н.П.Мухортов

ПАНОРАМНЫЕ ПРИСТАВКИ ДЛЯ АНАЛИЗА ШИРОКО -
ПОЛОСНЫХ СПЕКТРОВ В ДИАПАЗОНАХ ВЫСОКИХ И
СВЕРХВЫСОКИХ ЧАСТОТ

А Н Н О Т А Ц И Я

Описываются панорамные приставки, позволяющие сов -
местно с измерительными приемниками типа П5-4 и П5-5 произ -
водить измерения широкополосных спектров шумов в диапазонах
40 - 400 мгц, 250 - 1200 мгц и 800 - 2100 мгц, имеющие чувст -
вительность 200 мкв при времени обзора диапазона $5 \div 10$ мсек.

Для исследования высокочастотных электрических флуктуаций (шумов) необходим спектральный анализатор, позволяющий определять величину спектральной плотности мощности шума в широком диапазоне частот. Промышленность выпускает прибор для анализа высокочастотных спектров типа С4-5 на диапазон 30 - 11500 мгц, но имеющий очень маленькую полосу обзора (30 мгц) и небольшую чувствительность (~ 2 мв).

В данной статье описываются сравнительно простые панорамные приставки, позволяющие измерять спектры шумов в диапазонах 40 - 400 мгц (ПАС-1), 250 - 1200 мгц (ПАС-2) и 800-2100 мгц (ПАС-3), имеющие чувствительность 200 мкв при времени обзора всего диапазона $5 \div 10$ мсек. В приставках использован принцип последовательного анализа с преобразованием спектра /1/. Схемы приставок во многом аналогичны схеме обычного супергетеродинного приемника. Блок-схема панорамных приставок показана на рис.1. Измеряемый спектр частот f_c подается через апериодическую входную цепь на кристаллический смеситель. На этот же смеситель подается высокочастотная мощность линейно свинуемого гетеродина f_2 . Промежуточная частота:

$$f_{np} = f_2 - f_c \quad (1)$$

или

$$f_{np} = f_2 + f_c$$

выделяется в фильтре-резонаторе промежуточной частоты и подается на вход измерительного приемника ПБ-4 в приставках ПАС-1 и ПАС-2 или ПБ-5 в приставке ПАС-3, настроенных на соответствующую промежуточную частоту. Приемник ПБ-4 или ПБ-5 применяются в качестве усилителя промежуточной частоты, детектора и видеоусилителя. С выхода видеоусилителя измерительного приемника огибающая промежуточной частоты подается на осциллограф, горизонтальная развертка которого соответствует оси частот f_c .

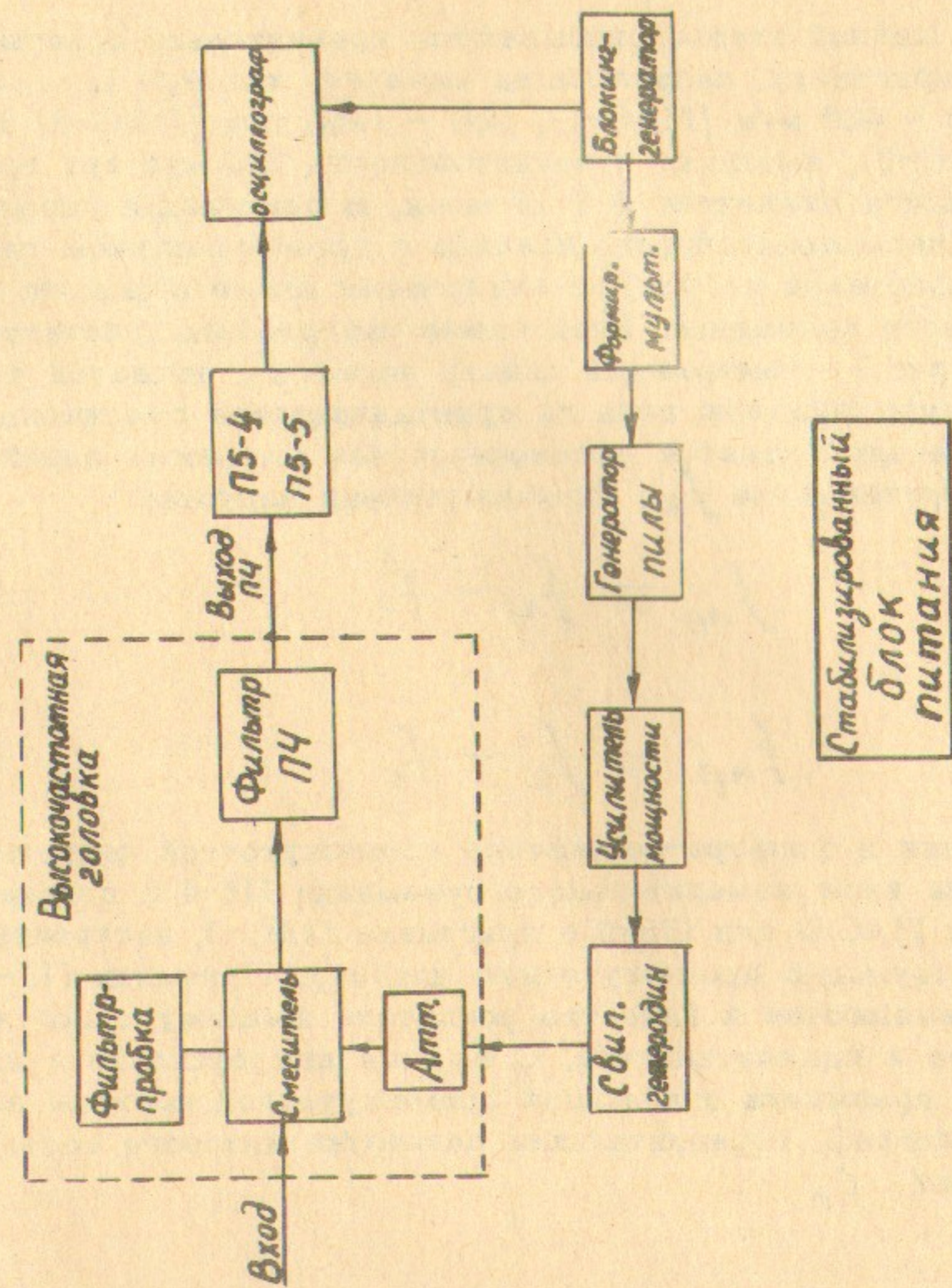


Рис. 1. Блок-схема панорамных приставок.

Как и в обычном супергетеродинном приемнике в панорамной приставке возможно появление помех типа зеркальный канал, сквозная промежуточная частота и перекрестные помехи, возникающие в результате взаимодействия гармоник сигнала с гармониками гетеродина. В результате на выходе видеосигнала могут появляться паразитные сигналы, несущие ложную информацию о спектре. Перекрестную помеху можно подавить, выбрав специальным образом промежуточную частоту /2/, /3/. Необходимо, чтобы промежуточная частота удовлетворяла условию:

$$f_{\text{пр}} \gg 1,5 \div 2F \quad (2)$$

где F - полоса обзора панорамной приставки.

Так как промежуточная частота выбрана достаточно большой (2), то помеха типа зеркальный канал

$$f_{\text{зер}} = f_c + 2f_{\text{пр}} \quad (3)$$

достаточно далеко отстоит от полосы обзора.

Подавление помехи типа сквозная промежуточная частота осуществляется в панорамных приставках с помощью фильтров - пробок, настроенных на промежуточную частоту.

Соотношение между скоростью свипирования и шириной полосы пропускания имеет большое значение в панорамных устройствах. Когда частота "настройки" панорамной приставки становится равной частоте присутствующей спектральной компоненты (т.е. когда выполняется условие (1), на выходе узкополосного тракта промежуточной частоты появляется импульс напряжения, амплитуда которого пропорциональна амплитуде соответствующей компоненты спектра входного сигнала. Длительность этого импульса зависит от ширины полосы узкополосного тракта и скорости свипирования панорамного анализатора. Для получения возможно большей разрешающей способности нужно, чтобы этот импульс был как можно короче. Однако, если скорость свипирования очень велика, амплитуда импульса будет уменьшаться, так как в узкополосном тракте не успеет развиться полное напряжение. В работах /1/, /4/ подробно рассмотрен вопрос о динамической характеристике резонатора при последовательном анализе спектра. Задаваясь допустимой величиной относительной ошибки отсчета частоты

$M = 0,1$ (10%) и полосой пропускания узкополосного тракта, можно определить максимально допустимую скорость анализа (минимальное время свипирования гетеродина, соответствующее времени обзора.)

$$T = \frac{2F}{\pi M (\Delta f)^2} \quad (4)$$

где F - полоса обзора,

Δf - полоса узкополосного тракта,

T - время обзора.

В панорамных приставках при полосе обзора 1000 мгц и полосе узкополосного тракта приемников П5-4, П5-5 $\Delta f = 3,5$ мгц $T_{мин} = 5,2$ мсек. Время обзора в приставках выполнено регулируемым в пределах 5 ÷ 10 мсек.

Принципиальная схема (рис.2)

Основным узлом панорамных приставок является высокочастотная смесительная головка (рис.3), которая состоит из широкополосной входной цепи, фильтра-пробки устранения помехи типа сквозной промежуточной частоты, кристаллического смесителя, аттенюатора, регулирующего связь гетеродина со смесителем и резонатора промежуточной частоты. Входная цепь панорамных приставок выполнена в виде коаксиальной линии, согласованной в широкой полосе частот. Широкополосность достигнута за счёт выполнения всей линии достаточно малых размеров.

Для подавления помехи типа сквозной промежуточной частоты применен фильтр-пробка, выполненный в виде полуволнового отрезка коаксиальной линии, закороченного на конце. Такой отрезок представляет короткое замыкание для промежуточной частоты. Подвижный закорачивающий плунжер позволяет подстраивать фильтр-пробку на промежуточную частоту. Фильтр обеспечивает подавление помехи 34 дб.

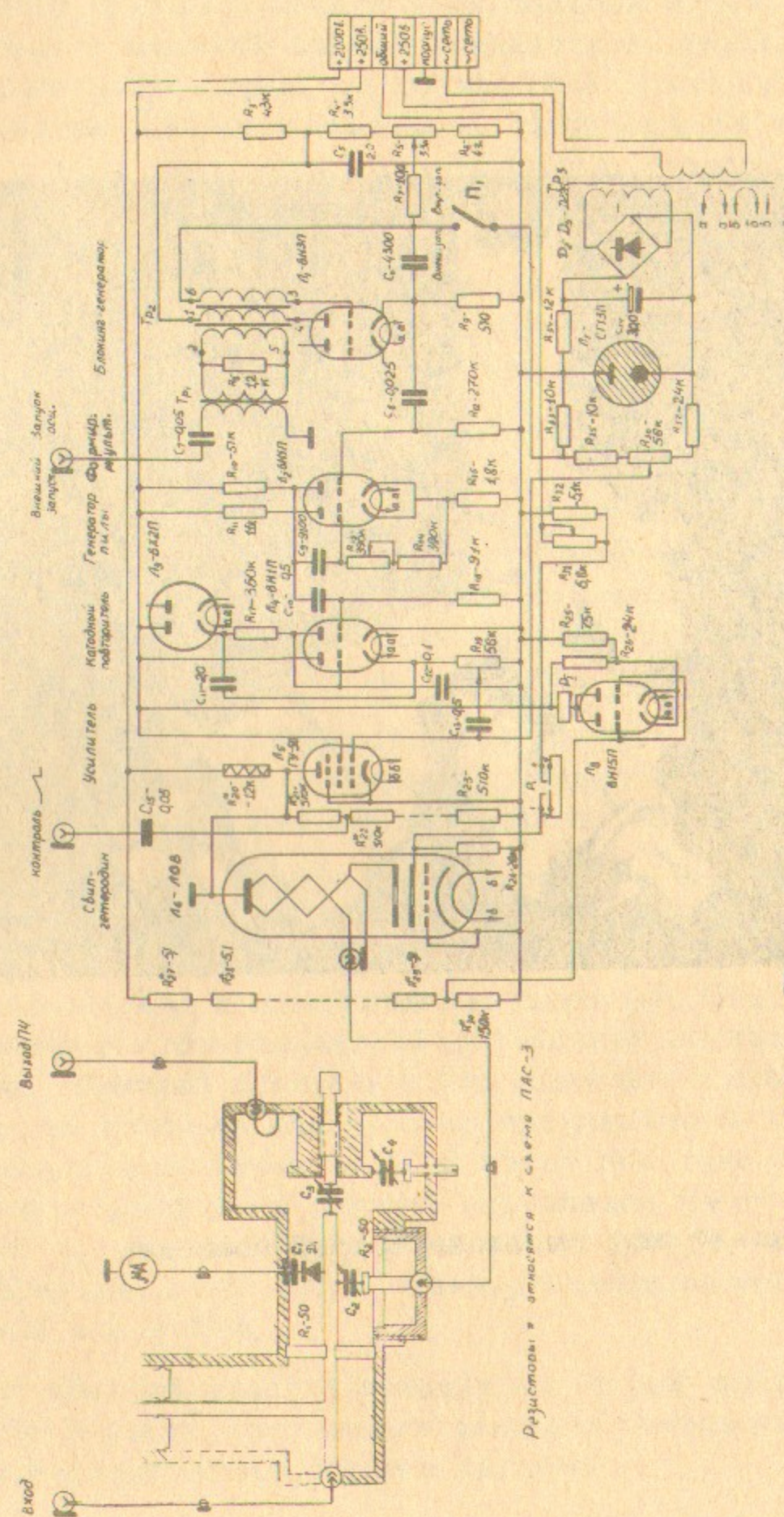


Рис 2 Принципиальная схема

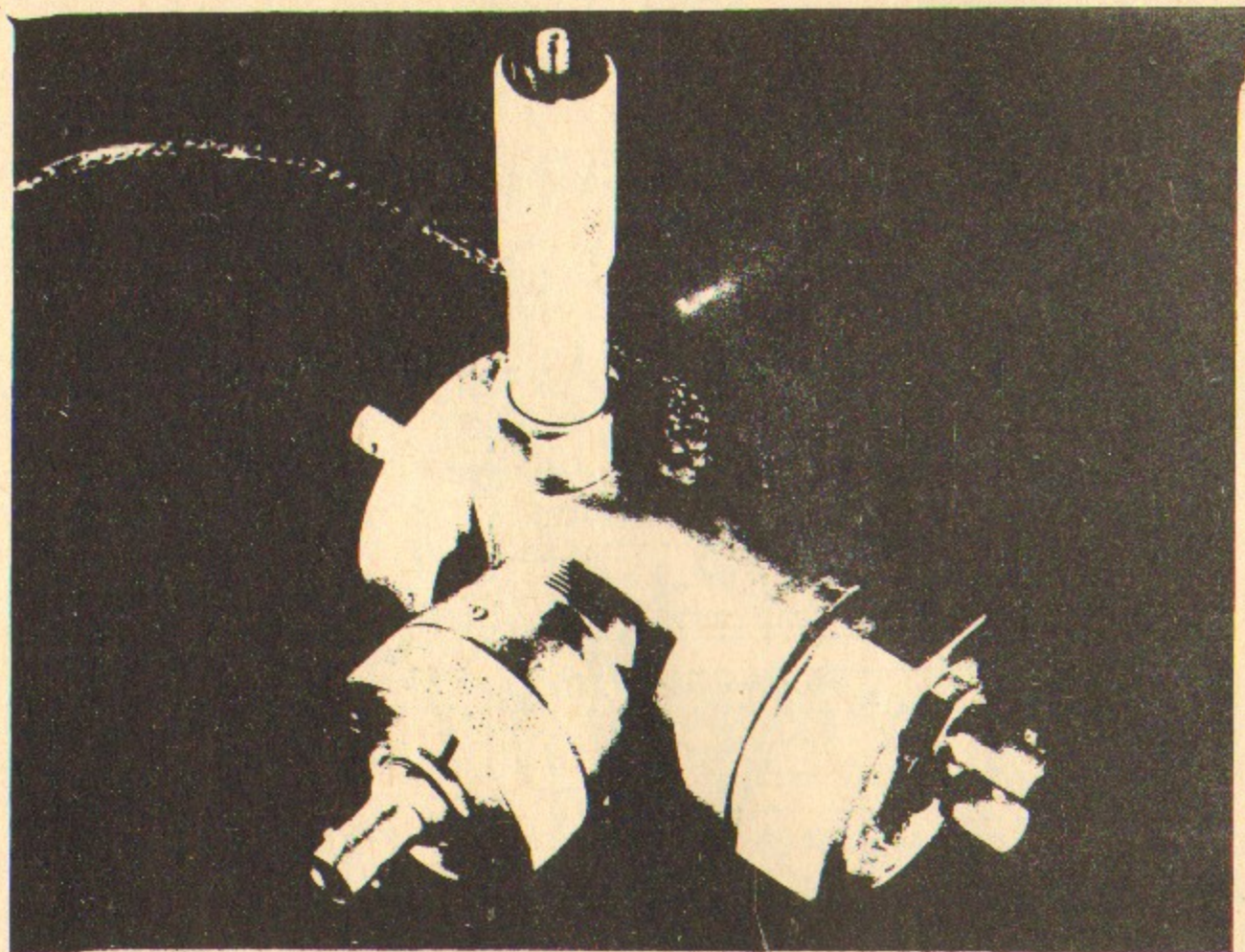


Рис.3. Внешний вид высокочастотной головки.

Смеситель выполнен на высокочастотном кристаллическом диоде Д403Б, размещенном в коаксиальной линии. Конструктивно он объединен с входной цепью, резонатором промежуточной частоты и аттенюатором мощности гетеродина. Контроль тока диода осуществляется микроамперметром. Необходимое смещение рабочей точки диода определяется мощностью гетеродина, которую с помощью коаксиального аттенюатора C_2 можно изменять. Коэффициента передачи преобразователя по мощности 0,13. С помощью аттенюатора ток диода устанавливается 8-10 ма. Это обеспечивает нормальную работу панорамных приставок при изменении мощности гетеродина во время перестройки на 7 дб.

В качестве фильтра, выделяющего промежуточную частоту, используется горшкообразный резонатор. Связь резонатора с преобразователем осуществляется с помощью конструктивной емкости связи C_3 . Для точной подстройки резонатора введена подстроечная емкость C_4 . Вывод промежуточной частоты из резонатора осуществляется с помощью индуктивной петли, выведенной на высокочастотный разъем на переднюю панель блока.

Конструкция высокочастотных головок для всех 3-х приставок одинакова. Головки отличаются только геометрическими размерами, определяемыми диапазоном рабочих частот.

Гетеродины в панорамных приставках выполнены на лампах обратной волны типа М ОВ-5, ОВ-4, ОВ-3. Перестройка частот этих ламп осуществляется автоматически пилообразным напряжением, приложенным к замедляющей системе. Стабильность частоты обеспечивается стабилизацией источников питания. Для перестройки ламп обратной волны в столь широком диапазоне частот к замедляющей системе необходимо прикладывать пилообразное напряжение с перепадом ~ 1000 вольт при токе ~ 50 ма. Это напряжение формируется схемой управления частотой гетеродина, состоящей из запускающего блокинггенератора, формирующего мультивибратора, генератора линейно-изменяющегося напряжения и усилителя мощности.

Для предотвращения выхода из строя лампы обратной волны введена защита, снимающая анодное напряжение при исчезновении напряжения замедляющей системы.

Достаточно высокая чувствительность и большая полоса обзора (рис.4) позволили использовать панорамные приставки в

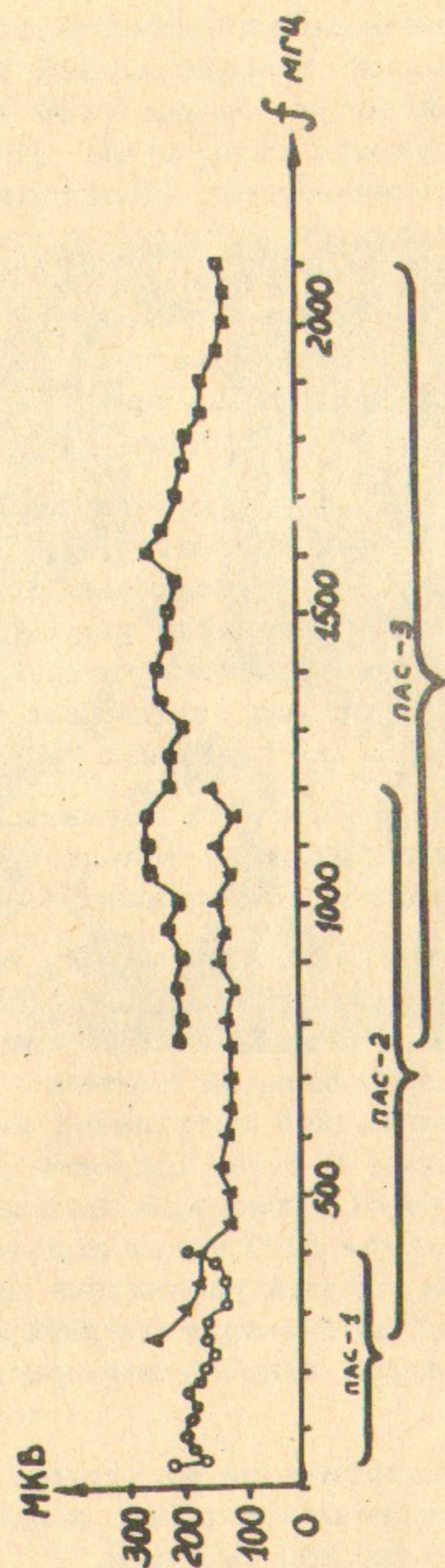


Рис. 4. Чувствительность панорамных приставок.

экспериментах по взаимодействию электронного пучка с плазмой для анализа спектров высокочастотных колебаний. На рис. 5 изображена фотография спектра высокочастотных колебаний при взаимодействии пучка с плазмой в Q-машине, снятая с помощью панорамной приставки ПАС-1, с экрана осциллографа С1-16.

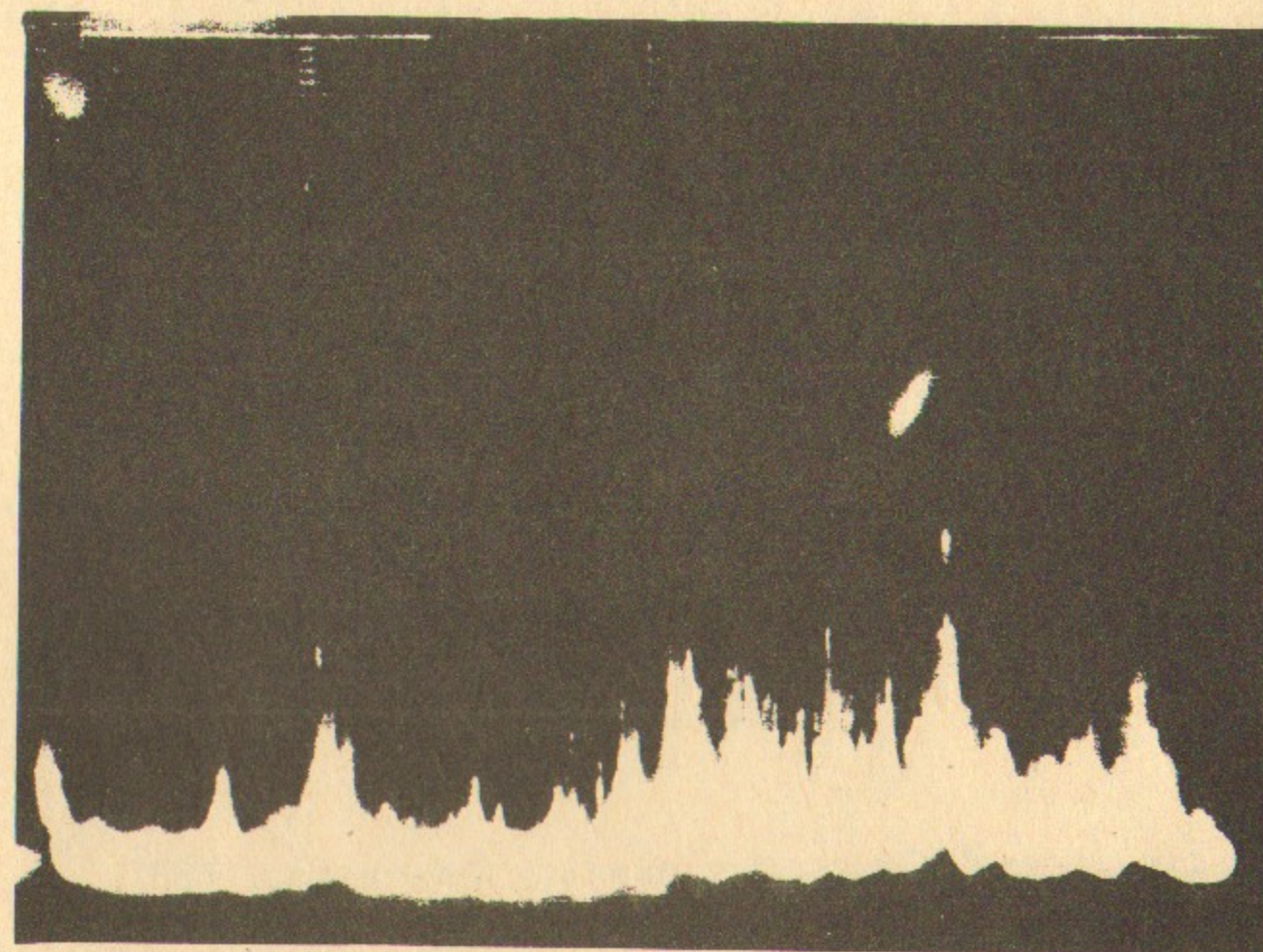


Рис. 5. Спектр высокочастотных колебаний при взаимодействии пучка с плазмой в Q-машине, полученный с помощью панорамной приставки ПАС-1.

В заключение авторы благодарят Н.С.Бучельникову и А.М.Кудрявцева за постоянное внимание к работе, В.С.Панасюка и В.И.Пильского за полезные обсуждения, а также А.К.Щенникова за помощь в изготовлении прибора.

Л и т е р а т у р а

1. А.А.Харкевич. Спектры и анализ. Физматгиз, 1962.
2. Н.И.Светлов. Выбор промежуточной частоты панорамного приемника. Радиотехника, № 10, 1956.
3. И.М.Жлобинский, Л.Г.Содин. Метод расчёта и устранения комбинационных помех, возникающих при преобразовании частоты. Радиотехника, № 12, 1958.
4. Н.И.Расчет нелинейных искажений и динамического диапазона панорамного приемника. Радиотехника, № 12, 1958.

Ответственный за выпуск И.С. Фишман

Подписано к печати 18.VI.-1968 г.

Усл. 0,7 печ.л., тираж 300 экз.

Заказ № 222, бесплатно

Отпечатано на ротапринтере в ИЯР СО АН СССР