

## АППАРАТУРА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДВИЖЕНИЙ В ИОНОСФЕРЕ МЕТОДОМ РАЗНЕСЕННОГО ПРИЕМА С МАЛОЙ БАЗОЙ

Л. В. Гришкевич, Н. А. Митяков

Кратко описаны основные блоки аппаратуры, которая может быть использована для изучения движений в ионосфере, а также для измерения коэффициента отражения радиоволн от ионосферы.

### ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ

Для изучения движений в ионосфере использовалась ионосферная станция ручного управления. Мощность излучения в импульсе порядка 2 квт, длительность импульса 50 мксек, рабочий диапазон частот 2-10 мгц. Вертикальное зондирование ионосферы осуществлялось с помощью антенны типа „дельта“ ( $\Delta$ ) [1]. Вся аппаратура была размещена на центральном пункте.

На рис. 1 приведена блок-схема установки. Сигналы, отраженные от ионосферы, принимались на три антенны, расположенные по вершинам прямоугольного треугольника с катетами по 130 м,

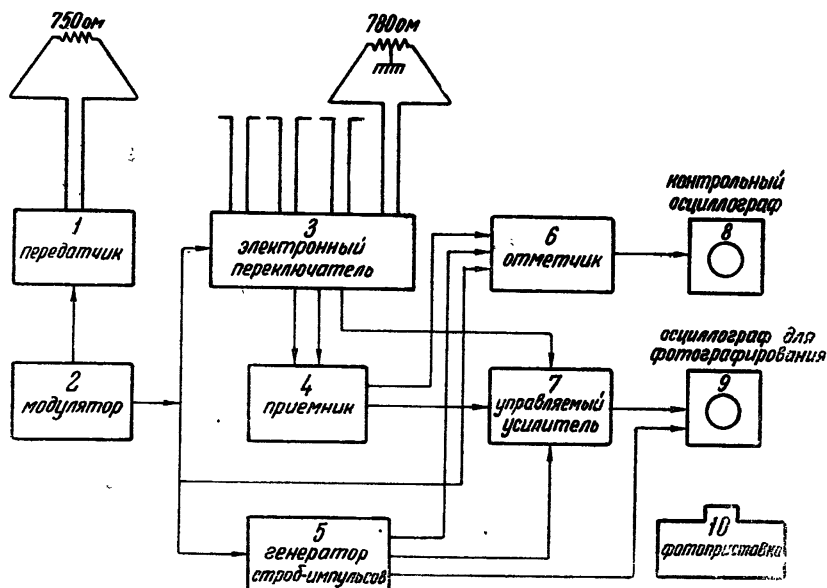


Рис. 1. Блок-схема установки.

ориентированными в направлениях С.—Ю. и В.—З. (рис. 2). Приемные антенны—симметричные горизонтальные диполи длиной 20 м были подвешены на высоте 10 м. Снижение выполнялось двухпроводным экранированным кабелем типа РД—17.

Электронный переключатель (3) последовательно подключал каждую из антенн на общий вход приемника (4). Генератор строб-импульсов (5) в определенный момент времени отпирал управляе-

мый усилитель (7), в который поступали все принимаемые приемником сигналы. Тем самым осуществлялась селекция сигналов, отраженных от ионосферы. Осциллограммы амплитуд соответствующих сигналов в каждой из антенн одновременно фотографировались фотоприставкой с экрана однолучевого осциллографа (9)

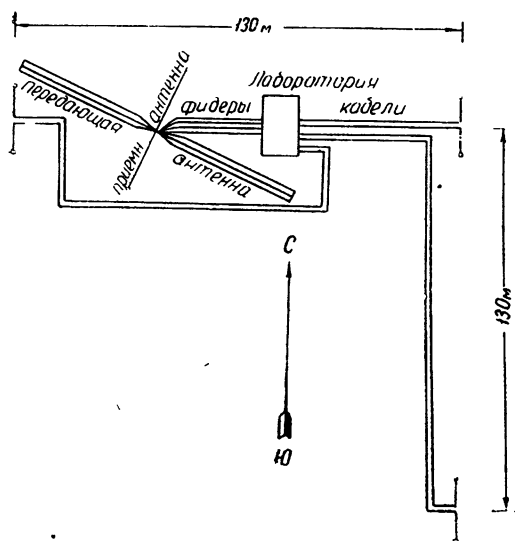


Рис. 2. Схема расположения антенн.

осциллографу отметчика (8). Работа всех элементов установки синхронизировалась импульсами модулятора станции (2).

на три дорожки киноленты, непрерывно движущейся со скоростью  $1,82 \text{ мм} \cdot \text{сек}^{-1}$ . Это достигалось применением трехступенчатой развертки, которая формировалась в электронном переключателе и управляемом усилителе: луч осциллографа смещался в одно из трех положений в зависимости от того, какая из антенн подключалась на вход приемника. При приеме сигналов на экране получались три ярких линии, длина которых была пропорциональна амплитуде соответствующей антенной. На рис. 3 приведен образец такой фотозаписи. Качество съемки контролировалось визуально по

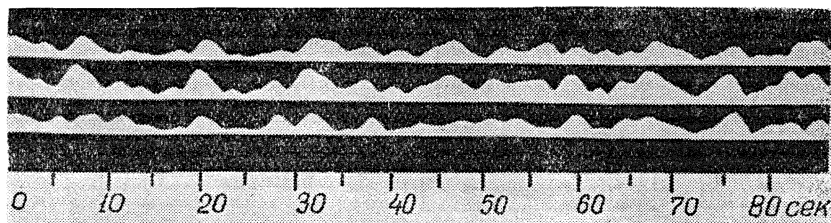


Рис. 3. Образец фотозаписи сигналов с трех антенн.

Наблюдения за движениями в ионосфере могут быть проведены на любой ионосферной станции ручного управления. Поэтому ниже будут рассмотрены лишь дополнительные блоки, необходимые для осуществления пространственно-разнесенного приема.

### ЭЛЕКТРОННЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ

Основным элементом электронного переключателя (рис. 4) является трехзвенный кольцевой триггерный счетчик [2]. Счетчик запускается отрицательными импульсами с анода кипп-реле, синхронизированного импульсами модулятора. Каждое звено счетчика вырабатывает положительные импульсы со скважностью  $1/3$  и частотой  $50/3 \text{ гц}$ , которые последовательно отпирают соответствующие входные усилители, так что в каждый момент времени работает только один из усилителей. Усилители собраны по двухтактной схеме, которая обеспечивает последовательное подключение каждой

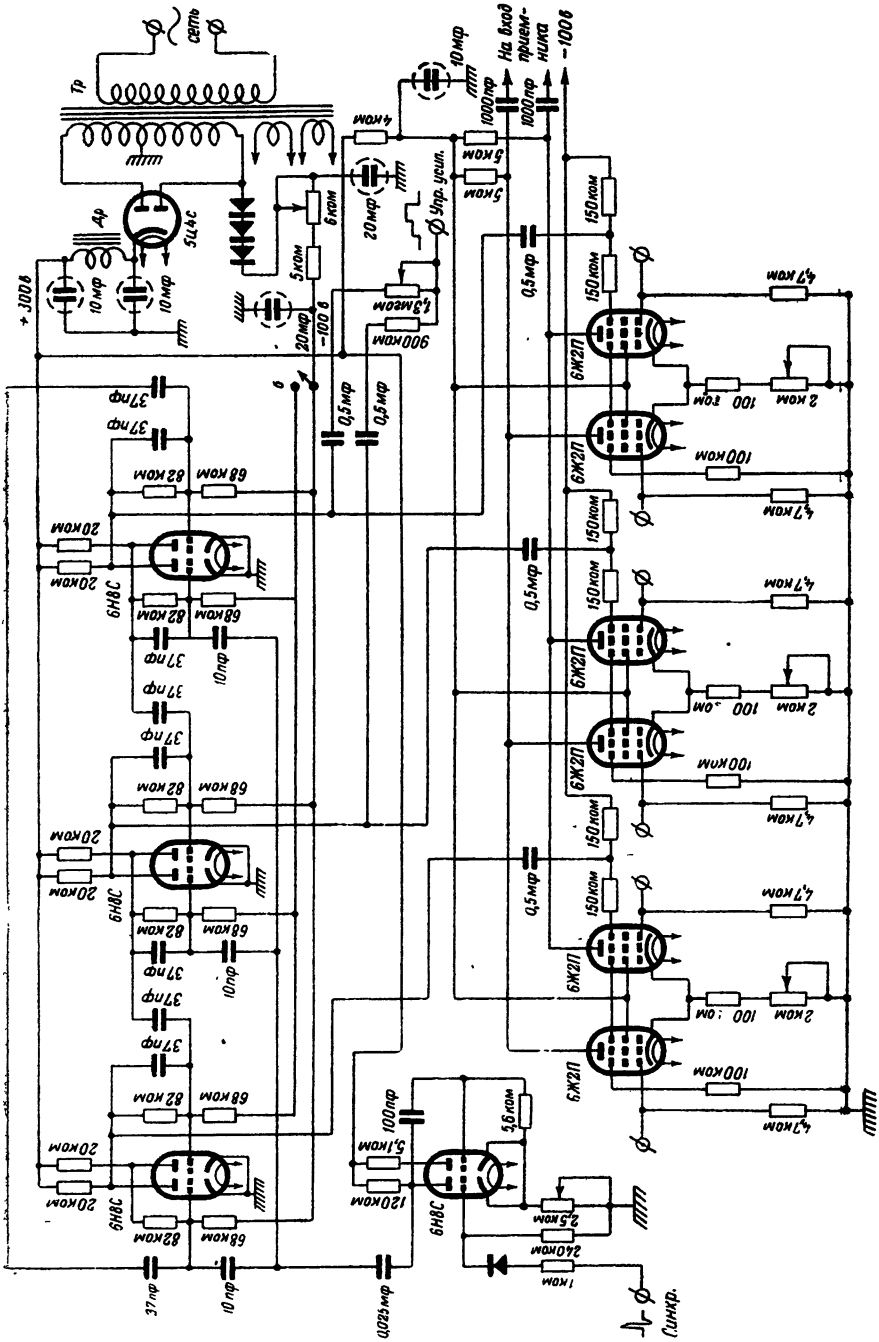


Рис. 4. Схема электронного переключателя.

из антенн. Для исключения взаимного влияния антенн на входе сеточные цепи усилителей экранированы. С анодной нагрузки, общей для всех усилителей, сигналы поступают на симметричный вход приемника. Переменные сопротивления в катодах усилителей позволяют регулировать усиление каждого из каналов. С анодной нагрузки, общей для всех усилителей, сигналы поступают на симметричный вход приемника. Переменные сопротивления в катодах усилителей позволяют регулировать усиление каждого из каналов. Для формирования скачущей развертки используются импульсы различной амплитуды, снимаемые с двух звеньев счетчика через сопротивления  $900 \text{ ком}$  и  $1,3 \text{ мгом}$ . Эти импульсы усиливаются в блоке управляемого усилителя. Переменное сопротивление  $1,3 \text{ мгом}$  используется для смещения соответствующего сигнала на экране осциллографа в среднее положение. Для устойчивой работы электронного переключателя необходимо тщательное выполнение монтажа с минимальными паразитными связями.

Предлагаемая схема может быть использована для последовательного подключения на общий вход приемника большего количества антенн при добавлении необходимого числа звеньев счетчика.

### ГЕНЕРАТОР СТРОБИРУЮЩИХ ИМПУЛЬСОВ

Генератор вырабатывает стробирующие импульсы с отставанием во времени относительно синхронизирующего импульса модулятора. Основными элементами генератора (рис. 5) является кипп-реле задержки и кипп-реле стробирующих импульсов. Синхронизи-

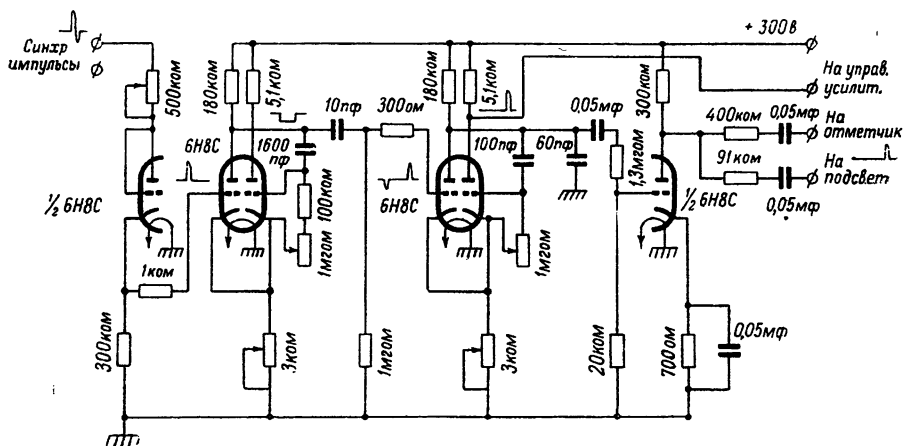


Рис. 5. Схема генератора стробирующих импульсов.

рующий импульс модулятора запускает кипп-реле задержки, вырабатывающее импульс, длительность которого можно изменять в интервале  $0,3-10 \text{ мсек}$ . Задний фронт этого импульса открывает кипп-реле стробирующих импульсов. В нем формируется импульс длительностью от  $20$  до  $100 \text{ мксек}$ . Этот импульс подается на управляемый усилитель. На половине лампы  $6Н8$  собран развязывающий усилитель, с выхода которого стробирующие импульсы поступают на подсвет луча осциллографа для фотографирования и на вертикальные пластины осциллографа отметчика для визуального контроля. Вторая половина лампы является ограничителем амплитуды синхронизирующих импульсов.

### УПРАВЛЯЕМЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

Усилитель (рис. 6) имеет два независимых канала: один—для избирательного усиления принимаемых сигналов, другой—для усиления скачущей развертки. Входным каскадом первого канала является усилитель промежуточной частоты, в обычном состоянии запертый по третьей сетке отрицательным напряжением 100 вольт и отпираемый лишь на время прихода стробирующего импульса.

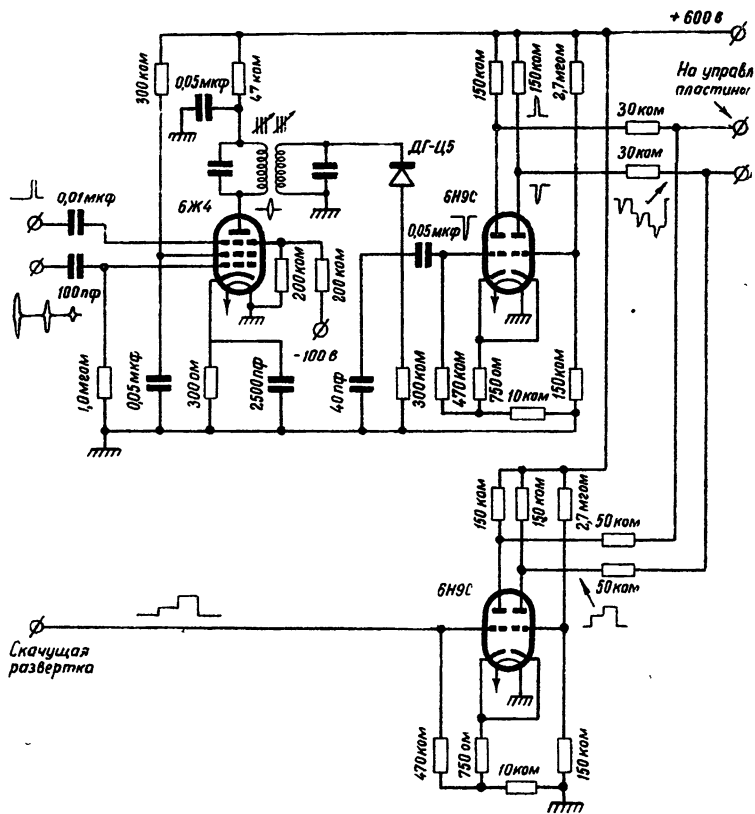


Рис. 6. Схема управляемого усилителя.

Второй контур фильтра промежуточной частоты нагружен на детектор, в качестве которого может быть использован любой германиевый диод с линейной характеристикой. Продетектированный сигнал с выхода двухтактного усилителя с катодной связью [3] через сопротивление 30 ком подается на вертикальные пластины осциллографа для фотографирования. Скачущая развертка, сформированная в электронном переключателе, усиливается вторым двухтактным усилителем и через развязывающее сопротивление 50 ком поступает на вертикальные пластины того же осциллографа.

Для получения одинаковой формы сигналов на контрольном осциллографе и осциллографе для фотографирования необходимо иметь одинаковые полосы пропускания в обоих трактах. Это достигается подключением входа управляемого усилителя к предпоследнему каскаду УПЧ приемника с последующей настройкой УПЧ управляемого усилителя. При настройке аппаратуры можно использовать немодулированный сигнал от ГСС—6, который модулируется стробирующими импульсами во входном каскаде управляемого усилителя.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АППАРАТУРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ

Коэффициент отражения можно определить из измерений отношения амплитуд двухкратно и однократно отраженных от ионосферы сигналов. Такая методика измерений требует одновременной записи амплитуд обоих сигналов, что легко осуществить с помощью только что рассмотренной аппаратуры. Для этого электронный переключатель отключается, и на вход приемника присоединяется основная приемная антенна станции. Генератор стробирующих импульсов и управляемый усилитель в этом случае содержат два канала для независимой селекции первого и второго отражений. Это осуществляется простым дублированием соответствующих элементов схемы каждого блока. Калиброванный аттенюатор в одном из каналов управляемого усилителя используется для уменьшения усиления первого отражения. Для фотозаписи применяется двухступенчатая скачущая развертка, которая формируется отдельным кипп-реле, запускаемым синхронизирующим импульсом модулятора, и усиливается ранее упомянутым двухтактным усилителем развертки.

Описанная аппаратура была разработана в ГИФТИ при Горьковском государственном университете и используется для изучения движений в ионосфере и измерения поглощения радиоволн в ионосфере. Некоторые результаты изучения движений в ионосфере доложены на Всесоюзной конференции по радиофизическим методам исследования ионосферы в г. Томске (октябрь 1956 г.) и будут опубликованы в трудах конференции.

### ЛИТЕРАТУРА

1. H. N. Coles, J. Res. Nat. Bureau Stand., 56, 521 (1951).
2. Технические применения электронно-ламповых схем, ИЛ, М., 1954.
3. М. А. Бонч-Бруевич, Применение электронных ламп в экспериментальной физике, ГИТТЛ, М., 1956.

Исследовательский радиофизический институт  
при Горьковском университете

Поступила в редакцию  
17 февраля 1958 г.