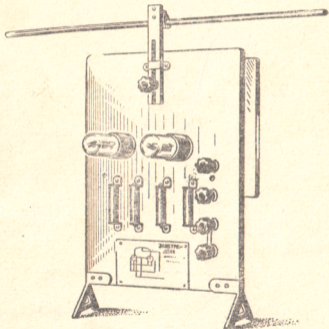


ГЕНЕРАТОР

УЛЬТРАВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ



Из собрания всяких интересныхей skachkov.su/museum/

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР

ГЛАВУЧТЕХПРОМ

ГЕНЕРАТОР УЛЬТРАВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ¹

1. Назначение и устройство

Генератор электрических колебаний ультравысокой частоты является демонстрационным учебным пособием для изучения темы «Электромагнитные колебания и волны» по программе физики старших классов средней школы.

В комплект генератора УВЧ входят излучающий и приемный диполи и резонирующий контур².

¹ Прибор изготавливается заводом «Электродело», Ленинград, 68, пр. Майорова, д. 39.

² В свою очередь генератор УВЧ с перечисленными принадлежностями является частью комплекта приборов по теме «Электромагнитные колебания и волны», выпускаемого заводом «Электродело» Главучтехпрома МП РСФСР. В этот комплект входят следующие приборы, выпускаемые заводом: детекторный приемник, усилитель низкой частоты, электродинамический репродуктор, ламповая панель (демонстрационная), батарея конденсаторов, реле поляризованное, работающее от радиосигналов, и выпрямитель на полупроводниках—источник питания для всех перечисленных приборов.

Этот комплект дает возможность демонстрировать резонанс электрических колебательных контуров, излучение электромагнитных волн и структуру электромагнитного поля, свечение трубок с разряженным газом в электрическом поле высокой частоты, свойства токов высокой частоты. При наличии

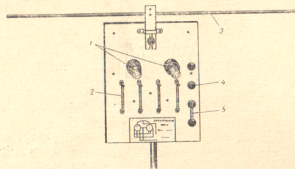


Рис. 1.

дополнительных специальных приборов и принадлежностей генератор УВЧ позволяет демонстрировать опыты со стоячими волнами, передачу и прием модулированных колебаний, а также знакомит учащихся с принципом управления по радио различными электромеханическими устройствами.

Основными частями прибора являются (рис. 1 и 2):

- радиолампы 6Н7С (1),
- высокочастотные дроссели (2),
- излучающий диполь фиксированной длины (3),

контактные клеммы для подключения к источнику питания (4),
съемная перемычка (5),
контурный виток (6),

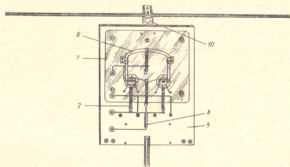


Рис. 2.

защитная прозрачная пластина (7),
сопротивления в цепи сеток лампы (8),
монтажная панель, установленная в вертикальном положении (9),

планка с зажимом для диполя (10).
Радиолампа 6Н7С представляет собой двойной триод с общим катодом. Основные параметры радиолампы.

- катод — оксидный, косвенного накала,
- напряжение накала — 6,3 в,
- ток накала — 0,81 а,
- напряжение анода — 300 в,
- коэффициент усиления — 35,
- выходная мощность триода — 4,2 вт.

Высокочастотный дроссель выполнен в виде небольшого цилиндрика из эбонита, на котором по винтовой канавке намотана медная проволока.

Дроссель крепится к панели на угольниках, соединенных со схемой заклепками.

Излучающий диполь (прямолинейный вибратор) состоит из двух стержней или трубок общей длиной 100 см, укрепленных на передвижной изолирующей планке (10). Перемещением этой планки по вертикали можно изменять положение излучающего диполя по отношению к контрольному винту и тем самым менять величину индуктивной связи между ними с целью получения максимального эффекта излучения.

Контурный виток изготовлен из латунной трубки. Форма витка и его размеры подобраны соответственно заданной частоте.

Положение витка по отношению к элементам схемы зафиксировано пайкой к держателю после настройки генератора на заданную частоту.

Съемная перемычка предназначена для размыкания цепи сеток в тех случаях, когда в цепь сеток необходимо включить телеграфный ключ или модуляторную обмотку выходного трансформатора усилителя низкой частоты при проведении опытов с модулированными колебаниями.

Монтажная панель представляет собой пластину из электроизоляционного материала (гетинакс или пластическая масса), на которой крепятся все указанные выше части генератора УВЧ, а также панели для радиоламп, клеммы для подключения прибора к источнику питания, монтажные провода, табличка с электрической схемой генератора

и стержень для установки прибора в вертикальном положении. Элементы схемы, находящиеся под высоким напряжением, с одной стороны панели защищены от касания прозрачной пластиной, а с противоположной стороны головки заклепок, также находящиеся под высоким напряжением, утоплены в панель и закрыты изоляционной мастикой.

Электрическая схема прибора и принцип работы:

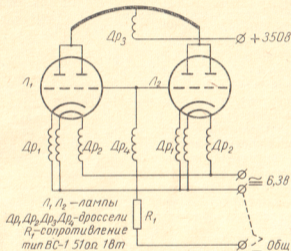


Рис. 3.

Генератор УВЧ (рис. 3) собран по двухтактной симметричной схеме на двух лампах 6Н7С (двойной триод). Оба триода в каждой лампе соединены параллельно. Колебательный контур генера-

тора состоит из трубчатого витка П-образной формы и межэлектродных (анод-сетка) емкостей обеих ламп. Генератор работает в режиме колебаний второго рода (колебания с отсечкой анодного тока). Для этого в цепи сеток включено постоянное сопротивление $R=510 \text{ ом} \pm 20\%$, понижающее среднее значение потенциала сетки.

При подключении генератора к источнику тока через две параллельные ветви, т. е. через обе лампы (см. рис. 3), пойдет постоянный ток. Вследствие даже ничтожной асимметрии схемы в контуре возникают колебания, и сетка одной из ламп получает отрицательный заряд. В этой ветви контура, где сетка получила отрицательный заряд, происходит уменьшение анодного тока, что в свою очередь вызывает э. д. с. индукции, направленной по току, и анод лампы этой ветви заряжается положительно. Это еще больше усиливает отрицательный заряд сетки, и процесс нарастает до момента, пока лампа не окажется запертой, а ток в другой ветви достигнет максимума. В следующий момент, когда потенциалы сеток начнут выравниваться, ослабление тока в одной ветви контура вызывает появление э. д. с. индукции в этой же ветви, рост положительного заряда анода и отрицательного заряда сетки лампы до тех пор, пока эта лампа в свою очередь окажется запертой. Благодаря этим периодическим импульсам анодного тока аноды ламп каждый раз заряжаются до одного и того же потенциала, вследствие чего возникшие колебания не затухают, получая энергию от источника питания.

Частота колебаний определяется параметрами колебательного контура: величиной межэлектрод-

ных емкостей лампы и величиной индуктивности контурного витка. В данном генераторе она составляет 150 Мгц . Настройка на эту частоту производится на заводе и фиксируется припайкой контурного витка к держателю.

Чтобы высокочастотные колебания в контуре генератора не возбудили вынужденных колебаний в других частях схемы, что привело бы к большим потерям энергии, колебательный контур отделен от остальных частей генератора дросселями, оказывающими значительное реактивное сопротивление токам высокой частоты и свободно пропускающими постоянный ток и переменный ток низкой частоты.

Расположение клемм на панели соответствует расположению обозначений цепей, указанных в электрической схеме (рис. 3) и на табличке, прикрепленной к панели.

Источником питания генератора УВЧ служит универсальный выпрямитель на полупроводниках ВУП-1, выпускаемый заводом «Электродело» Главцехпрома МП РСФСР.

Технические данные генератора УВЧ

Частота излучаемых колебаний — $150—155 \text{ Мгц}$, что соответствует длине волны в 2 м .

Излучаемая мощность — около 5 вт .

Постоянное сопротивление в цепи сетки (тип (ВС-1) $510 \text{ ом} \pm 20\%$, мощность рассеивания 1 вт .

Габаритные размеры при установленном излучающем диполе: по площади — $1000 \times 130 \text{ мм}$; по высоте — 375 мм .

Комплектность прибора: генератор с двумя лампами 6Н7С, излучающий диполь, приемный диполь со штепсельной колодкой, лампочкой в 1 в и двумя выдвижными стержнями, резонирующий контур с лампочкой в 3,5 в.

Приложения к прибору, их краткое описание и назначение

Резонирующий контур

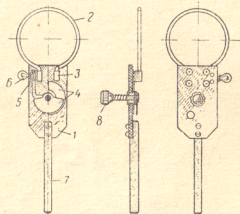


Рис. 4.

Резонирующий контур (рис. 4) смонтирован на панели 1 из изоляционного материала (гетинакс, пластмасса) и состоит из проволочного витка 2 диаметром около 80 мм, укрепленного в спе-

циальных зажимах 3, конденсатора переменной емкости 4 и патрона 5 с лампочкой 6 в 3,5 в, 0,28 а. Панель резонирующего контура снабжена металлической рукояткой 7, которая при необходимости может быть укреплена в зажимах штатива.

Резонирующий контур служит для демонстрации явления резонанса электрических колебательных контуров. Изменение собственной частоты колебательного контура достигается изменением емкости конденсатора путем изменения взаимного расположения его пластин, при вращении ручки 8.

Момент наступления резонанса определится максимальной яркостью свечения лампочки.

Приемный диполь

Приемный диполь (рис. 5) также смонтирован на панели 1 из изоляционного материала и состо-

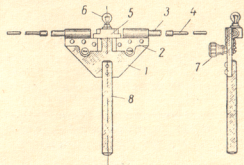


Рис. 5.

ит из двух фигурных контактных пластин 2, имеющих гнезда для закрепления в них двух трубок 3

с выдвижными стержнями 4 и гнезда для штепсельной колодки 5 с лампочкой 6 в 1 в, 0,075 а. На панели установлены клеммы 7 для подключения гальванометра или репродуктора и укреплен металлическая ручка 8.

Приемный диполь позволяет демонстрировать увеличение дальности действия генератора или применение развернутых контуров, а также явление изменения собственной частоты прямолинейного вибратора в зависимости от его линейных размеров. Эти размеры могут меняться за счет выдвижных стержней.

Работа с прибором и правила эксплуатации

Генератор УВЧ подключается к источнику питания — выпрямителю согласно обозначениям, указанным в схеме, помещенной на табличке, и обозначениям, указанным на выходном щитке выпрямителя, а именно: к верхней клемме генератора подводится от выпрямителя анодное напряжение «+350 в», к двум средним клеммам подается напряжение «6,3 в» на накал ламп, а к нижней клемме «—общ.».

Подключив выпрямитель к питающей сети, через 10—20 сек., необходимых для нагрева ламп, можно приступать к демонстрации опытов.

¹ Подробное методическое изложение демонстрационных экспериментов с прибором дано в работе Зворыкина Б. С. «Электромагнитные колебания и волны в курсе физики средней школы», изданной Академией педагогических наук РСФСР, Москва, 1955 г. В данном руководстве приводятся только некоторые примеры работы с прибором.

Опыт 1. Свечение разряженного газа в электрическом поле высокой частоты. Подносят к основанию витка генератора или к цоколям ламп 6Н7С неоновую лампу или люминесцентную лампу дневного света (можно пользоваться люминесцентной лампой с перегоревшей нитью) и наблюдают свечение разряженного газа или состава, нанесенного на стенки люминесцентной лампы.

Перемещая баллон лампы, можно по интенсивности свечения судить о величине напряженности электрического поля высокой частоты.

Амплитуда напряженности электрического поля имеет наибольшую величину у электродов ламп.

Опыт 2. Электрический резонанс. Резонирующий контур устанавливают перед генератором на расстоянии 15—20 мм так, чтобы плоскости витков генератора и резонирующего контура были параллельны.

Включив генератор, медленно поворачивают ручку конденсатора, при этом лампочка постепенно загорается, а при дальнейшем вращении вновь гаснет. Если яркость горения лампочки слишком велика, резонирующий контур надо отодвинуть от генератора во избежание перегорания лампочки.

Опыт 3. Излучение электромагнитных волн. Над витком генератора при помощи планки с зажимом закрепляют в горизонтальном положении стержень длиной в 1 м. При такой длине стержень является диполем, настроенным в резонанс с генератором. Включив генератор, приставляют баллон неоновой лампочки к различным точ-

кам диполя. Лампочка ярко светится у концов диполя.

При укорачивании или удлинении диполя резонанс нарушается и лампочка не загорается.

Приемный диполь с лампочкой на 1 в, 0,075 а устанавливают на подставке на расстоянии 3—4 м от генератора так, чтобы приемный и излучающий диполи были параллельны. Точную настройку производят регулированием величины связи излучающего диполя с контуром генератора. Для этого передвигают в вертикальном направлении планку с диполем, добываясь наиболее яркого горения лампочки в приемном диполе.

При проведении опытов необходимо учитывать сильное влияние на работу генератора посторонних расположенных вблизи металлических стержней, балок, водопроводных и газовых труб. В зависимости от своего положения в результате интерференции они или ослабляют эффект, или усиливают его.

Расположение приемного диполя параллельно излучающему является наиболее выгодным, обеспечивающим наиболее яркое горение лампочки.

Чтобы убедиться в этом, ставят приемный диполь сначала параллельно излучающему диполю, а затем перпендикулярно к нему. Яркость горения лампочки будет наибольшей, когда приемный диполь установлен по касательной к силовой линии электрического поля. При обходе с диполем в руках вокруг генератора диполь приходится поворачивать. Такое исследование приводит к выводу, что наиболее интенсивное излучение происходит в плоскости, проходящей через середину излучающего диполя и перпендикулярной к нему.

При необходимости лампочка в диполе может быть заменена более чувствительным индикатором — демонстрационным гальванометром.

В этом случае лампочка заменяется полупроводниковым точечным диодом, а параллельно ему к имеющимся на панели диполя клеммам присоединяют гальванометр.

Для демонстрации отражения электромагнитных волн и их интерференции берут какой-либо металлический стержень длиной около 110 см, располагают его горизонтально далеко за приемным диполем и, перемещая по направлению к диполю, заставляют лампочку попеременно гаснуть и загораться. Затем подбирают такое наименьшее расстояние от стержня до лампочки, при котором она горит наиболее ярко. Сохраняя это расстояние, удаляют диполь вместе со стержнем от генератора. В этом случае лампочка продолжает гореть на значительно большем расстоянии, чем раньше.

Второй стержень такой же длины располагают позади генератора. Если поместить его параллельно диполю на расстоянии, приблизительно равном четверти длины волны (50 см), то лампочка приемного диполя загорается ярче.

Опыт 4. Радиопередачи и прием модулированных колебаний.

Применяя генератор УВЧ вместе с некоторыми другими приборами, можно продемонстрировать действие приемной и передающей радиостанции.

Передающей радиостанцией служит генератор УВЧ с диполем и электропроигрыватель для грам-

пластинок, например, с пьезоэлектрическим звукоснимателем и усилителем низкой частоты в качестве модулирующего устройства.

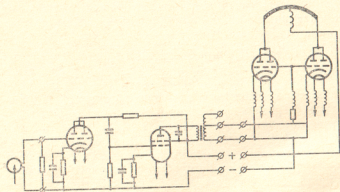


Рис. 6.

На рисунке 6 показана схема всей установки. В этой схеме применена сеточная модуляция, при которой вторичная обмотка модуляционного трансформатора включена в цепь сеток генераторных ламп.

Для осуществления анодной модуляции вторичная обмотка модуляционного трансформатора включается в анодную цепь генератора. Схема такого включения показана на рисунке 7.

Собирая установку по любой из указанных схем, необходимо так включать вторичную обмотку модуляционного трансформатора, чтобы постоянные со-

ставляющие магнитных потоков, создаваемых в сердечнике трансформатора токами обеих обмоток, имели противоположные направления и ослабляли

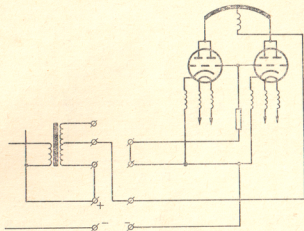


Рис. 7.

друг друга. Проще всего это сделать опытным путем: при правильном включении радиоприем получается более громким и неискаженным.

Для демонстрации работы модулирующего устройства к диполю генератора подносят неоновую лампочку, которая при поднятом звукоснимателе дает ровное свечение, а при опускании звукоснима-

теля на вращающуюся грампластинку свечение лампочки прерывается в такт с усилениями и ослаблениями звука.

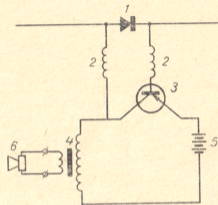


Рис. 8.

Прием радиопередачи сначала надо показать на простейшем радиоприемнике. Для его сборки в штупсельные гнезда приемного диполя вставляют высокочастотный полупроводниковый диод, а к зажимам диполя присоединяют динамик. При этом диполь с помощью установочного стержня закрепляется на панели динамика, на которой для этой цели имеется специальная скоба с зажимным винтом.

Устанавливая приемный диполь параллельно передающему и показывая его близко ученикам, дают им возможность слышать слабое звучание динамика.

Для громкоговорящего приема необходим усилитель низкой частоты. Для этого можно рекомендовать усилитель низкой частоты, схема которого

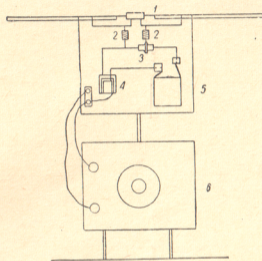


Рис. 9.

го и внешний вид изображены на рисунках 8 и 9. Радиоприемник с усилителем обеспечивает достаточно громкий прием не только в пределах класса, но и на большом расстоянии¹.

¹ Подобный усилитель в комплекте с радиоуправляемой моделью автомобиля выпускается для школ заводом № 10 «Электродело».

Примечания. Необходимо строго следить за тем, чтобы генератор не включался без нужды на длительное время.

Категорически запрещается изменять фиксированную частоту генератора.

Генератор подлежит обязательной регистрации.

Издание 4-е.

Редактор **Б. П. Крамаров.** Ред. издательства **А. Я. Сонин.**

Подп. к печати 28/IX-1965 г.

Формат 70×108^{1/32} Печ. л. 0,62 (0,85). Уч.-изд. л. 0,62

Зак. 1284. Бесплатно. Тираж 4000.

Типография 14-й ф-ки ГУТП, Москва, Земский пер., д. 9.

К прибору
прилагается
бесплатно

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРОСВЕЩЕНИЕ»
Москва — 1966